

JUNE MARQUES FERNANDES

**A FORMALIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS E SEU PAPEL NA
INTEGRAÇÃO DA ATIVIDADE PROJETUAL**

**Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção -
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - Minas Gerais
2005**

JUNE MARQUES FERNANDES

**A FORMALIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS E SEU PAPEL
NA INTEGRAÇÃO DA ATIVIDADE PROJETUAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão pela Qualidade e Desenvolvimento de Produtos.

Linha de Pesquisa: Metodologia do Produto e Gestão do Design

Orientador: Professor Eduardo Romeiro Filho
Departamento de Engenharia de Produção - UFMG

**Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção -
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - Minas Gerais
2005**

DEDICATÓRIA

Dedico este momento à minha Amada Luciana pela apoio incondicional, amor, compreensão, e motivação que foram determinantes para a conclusão desta obra.

“...Que a arte na realidade não se aprende. Existe, é certo, dentro da arte, um elemento, o material, que é necessário por em ação, mover, para que a obra de arte se faça. O som em suas múltiplas maneiras de se manifestar, a cor, a pedra, o lápis, o papel, a tela, a espátula, são o material de arte que o ensinamento facilita muito a por em ação. Mas nos processos de movimentar o material, a arte se confunde quase inteiramente com o artesanato. Pelo menos naquilo que se aprende. Afirmemos (...) que todo o artista tem que ser ao mesmo tempo artesão. Isso me parece incontestável e, na realidade, (...) encontramos sempre, por detrás do artista, o artesão”.

MÁRIO DE ANDRADE

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus agradecimentos:

À DEUS pelo dom da vida, fé, inteligência e saúde que me impulsionaram durante a caminhada.

Ao Prof. Eduardo Romeiro Filho pela oportunidade de realizar este trabalho, paciência, amizade, pela orientação, dedicação e observações que muito contribuíram para o aprimoramento desta dissertação, ou como o próprio amigo diria: “projeto robusto”.

À minha mãe, a meu pai e às minhas irmãs que sempre me incentivaram, perseveraram e me ungiram com orações durante todo o tempo.

À Cynthia Moreira e aos companheiros da SADA Forjas pelos vários conselhos que muito contribuíram para o seu desenvolvimento.

À CAPES pelo apoio financeiro recebido.

À UFMG e funcionários pela oportunidade e estrutura concedidas para a realização do Mestrado em Engenharia de Produção.

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

Aos colegas do Grupo de Estudo Multifuncional (LIDEP), Marcus Juliano, Ceres, Fernanda, Larissa e André pelo auxílio, apoio, amizade e pelas divertidas viagens a Sete Lagoas que sempre nos conduziam àquela tão esperada placa, “Faltam 19 km para Belo Horizonte”.

Aos meus colegas de mestrado pelo companheirismo, apoio, e carinho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	12
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1 Introdução	15
1.2 Justificativa do Trabalho	17
1.3 A Otimização dos Sistemas CAD e a Manutenção de Baixos Níveis de Retrabalho Comprometidos pela Falta de Integração na Atividade Projetual	18
1.3.1 Contextualização dos Aspectos Relacionados aos Problemas de Integração.....	20
1.4 Pressupostos	21
1.5 Hipótese	22
1.6 Delimitação do Objeto da Dissertação.....	22
1.7 Objetivo Geral	23
1.7.1 Objetivos Específicos	23
1.8 Estrutura da Dissertação	23
CAPÍTULO 2 - A ATIVIDADE DE PROJETO PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	27
2.1 A Abordagem Sistêmica e Integrada em Projetos.....	28
2.2 Caracterização da Atividade de Projeto no Sistema de Desenvolvimento de Produto	30
2.3 As Ferramentas Informatizadas de Apoio ao Projeto.....	34
2.3.1 Engenharia e Projeto Auxiliados por Computador (CAE/CAD).....	36
2.3.2 A Integração e a Informatização.....	38
2.4 A Utilização de Métodos Formais para Gerenciamento do Trabalho nas Atividades de Projeto	41
2.4.1 Efeitos da Falta de Formalização e o Gerenciamento de Projetos	42
2.4.2 Métodos para Formalização do Fluxo de Informações	43
2.5 Conclusão	44
CAPÍTULO 3 - A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE MÉTODOS FORMAIS PARA GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES EM ATIVIDADES DE PROJETO	46
3.1 Introdução	47
3.2 O Processo de Comunicação na Atividade Projetual.....	48

3.2.1 A Política de Integração e o Suporte dos Sistemas Informatizados	49
3.3 A Organização do Trabalho na Atividade de Projeto.....	51
3.3.1 A Utilização de Equipes Multifuncionais (EM) no Processo de Integração Projetual....	52
3.3.2 A Participação da Alta Administração: <i>ações top-down</i>	57
3.4 A Integração Facilitada pela Adoção de Equipes Multifuncionais (EM) e Engenharia Simultânea (ES)	59
3.4.1 A Reorganização do Trabalho Utilizando EM e ES como Apoio ao Processo de Integração	67
3.5 Gestão do Conhecimento em Projetos	68
3.5.1 Métodos e Técnicas de Auxílio ao Gerenciamento de Informações em Projetos em Nível Gerencial e Operacional	71
3.6 Conclusão	76
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA.....	78
4.1 Introdução	79
4.2 Considerações Iniciais: a Ciência, a Engenharia de Produção e a busca pelo Método de Pesquisa	80
4.3 Justificativa e Relevância do Método Estudo de Caso	83
4.4 Forma de Condução do Estudo Empírico e Aplicação da Metodologia Estudo de Caso.....	86
4.4.1 Princípios Utilizados para a Coleta de Dados	87
4.4.2 A Identificação dos Participantes da Pesquisa e os Procedimentos Metodológicos	87
4.4.3 As Entrevistas	88
4.4.4 Limitações da Pesquisa.....	90
4.4.5 Estratégias de Validação.....	91
4.5 A Estratégia de Pesquisa-Ação.....	91
CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO: A ATIVIDADE DE PROJETO EM UMA INDÚSTRIA DO GÊNERO METAL-MECÂNICO.....	93
5.1 Introdução	94
5.2 Descrição da Empresa Estudada.....	95
5.2.1 Formas Básicas de Representação de Projeto.....	98
5.3 O Fluxo da Informação nas Etapas de Projeto da Empresa	101
5.3.1 Primeira Etapa do Fluxo de Informações da Empresa	104

5.3.2 Segunda Etapa	107
5.3.3 Terceira Etapa.....	111
5.4 A Integração entre os Setores da Empresa	112
5.4.1 Características das Seções de Projetos Pertencentes às Etapas de Forjaria e Usinagem	113
5.4.2 Aspectos da Integração no Setor de Projetos de Forjados.....	115
5.4.3 Aspectos da Integração no Setor de Forjaria.....	118
5.4.4 Aspectos da Integração no Setor de Usinagem	133
5.4.5 A integração no Contexto Organizacional.....	134
5.4.6 A Metodologia de Trabalho da Empresa.....	136
5.5 Sistemas Informatizados e seu Papel na Empresa: Sistemas CAD.....	137
5.6 Engenharia Simultânea e Equipes Multifuncionais na Atividade de Projetos da Empresa.....	137
5.7 Estudos Realizados em Outras Empresas do Setor Metal-mecânico.....	138
5.8 Conclusão	147
CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES.....	149
6.1 Introdução	150
6.2 Implicações da Utilização de Sistemas CAE/CAD para Implementação da ES na Empresa.....	152
6.3 Efeitos da Informalidade nas Relações de Trabalho.....	154
6.3.1 Processo Criativo x Formalização	154
6.4 Critérios para a Formalização de Procedimentos	159
6.5 O Comprometimento Organizacional	160
6.5.1 Um Modelo Global para Gerenciamento de Projetos na Empresa.....	161
6.5.2 O Software S. M. Link®	166
6.6 Conclusão e Análise dos Resultados	180
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	185
7.1 Retomada dos Objetivos da Pesquisa	186
7.2 Conclusões do Estudo.....	187
7.3 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	192
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	194

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	207
SITES RELACIONADOS	209

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Conceitual do Sistema de desenvolvimento Stage Gate System.....	31
Figura 2 - Adaptação do “Modelo de Ciclo de Vida do Produto”.....	33
Figura 3 - Procedimentos para integração entre sistemas CAD-CAM-CAE e Prototipagem & Manufatura Rápida.	37
Figura 4 - Modos de integração para execução das atividades de desenvolvimento de produtos.	62
Figura 5- Modelo de FMEA.....	74
Figura 6 - Representação do fluxo de informações e processos entre atividades da Empresa para desenvolvimento de projetos.	97
Figura 7 - Estrutura física da empresa compreendendo atividades de projetos forjados e usinados.	101
Figura 8 - Fluxograma de informação do processo de desenvolvimento da Empresa (atividade real).....	102
Figura 9 - Peças perfeitas	126
Figura 10 - Peças Defeituosas com problema de sub-enchimento.....	126
Figura 11 - A peça perfeita (esquerda).	127
Figura 12 - Peça com defeito de dobra demonstrado pela elipse vermelha. (direita).....	127
Figura 13 - Representação da segunda etapa de desenvolvimento de projetos da Empresa (Atividade Real).	135
Figura 14 - Modelo sugerido para gestão dos projetos na empresa analisada.....	162
Figura 15 - Desdobramento da fase de Conceito & Exploração.	162
Figura 16 - Modelo de Matriz Tarefa x Responsabilidade.....	163
Figura 17 - Desdobramento da fase de Execução.....	164
Figura 18 - Lógica de funcionamento simplificada do programa desenvolvido.....	165
Figura 19 - Etapa final do modelo sugerido com apresentação do fim do ciclo de projeto na empresa.....	166
Figura 20 - Diagrama Caso de Uso do Software.....	172
Figura 21 - Tela principal do software.	174
Figura 22 - Tela de cadastro de desenhos de projetos.....	175
Figura 23 - Tela de Liberação de Desenho permitindo visualização	176
Figura 24 - Pasta de compartilhamento	177
Figura 25 - Tela de visualização do desenho liberado.....	177

Figura 26 - Dimensões de comunicação possíveis entre grupos de trabalho.	184
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de refugio interno geral referente ao ano 2003.	121
Gráfico 2- Gráfico de refugio interno geral referente ao ano 2004.	122
Gráfico 3 - Comparação dos níveis de refugio e retrabalho, anos de 2003 e 2004	159

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD - Projeto Auxiliado por Computador ou Computer Aided Design

CAE - Engenharia Auxiliada por Computador ou Computer Aided Engineering

CAPP - Planejamento do Processo Auxiliado por Computador ou Computer Aided Process Planning

CAM - Manufatura Auxiliada por Computador ou Computer Aided Manufacturing

CAX - Abreviação genérica para CAD, CAE, CAM, CAPP, etc.

CNC - Comando Numérico Computadorizado ou Computer Numerical Control

DFA - Projeto para Montagem ou Design for Assembly

DFMA - Projeto para manufatura e montagem ou Design For Manufacturing and Assembly

DFM - Projeto para Fabricação ou Design for Manufacturing

DFx - Abreviação genérica para DFM, DFA, DFMA, etc

ES - Engenharia simultânea

EM - Equipes Multifuncionais

FMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha ou Failure Mode and Effect Analysis

GPF - Gerência de Projetos e Ferramentaria

GUS - Gerência de Usinagem

ISO - Central Internacional de Padrões ou International Standards Office

MASP - Metodologia de Análise e Solução de Problemas

PLM - Ciclo de Vida do Produto ou Product Lifecycle Management

PRD - Gerência de Produção

QFD - Desdobramento da função qualidade ou Quality Function Deployment

RH - Recursos Humanos

SGQ - Setor de Garantia da Qualidade

TS - Especificações Técnicas ou Technical Specifications

UML - Unified Modeling Language

OOAD - Objected-Oriented Analyses Design ou Análise de Projeto Orientado ao Objeto

FERNANDES, June Marques. **A Formalização de Procedimentos e seu Papel na Integração da Atividade Projetual**. 2005. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Minas Gerais - Departamento de Engenharia de Produção.

RESUMO

Este trabalho faz uma análise dos procedimentos necessários à criação de um ambiente favorável à integração das equipes e setores em uma empresa do gênero metal-mecânico, foco principal deste trabalho. Paralelamente foram estudadas quatro empresas pertencentes também ao gênero metal-mecânico, mas com estruturas e dimensões diferentes. Este estudo paralelo não teve por objetivo estabelecer comparações, mas identificar aspectos comuns que dificultavam o processo de comunicação e integração dos diversos setores envolvidos. Durante os estudo observou-se que as mudanças impostas pelo mercado conduziram a Empresa em estudo, na busca por métodos de trabalho informatizados como as ferramentas CAE/CAD/CAM (Engenharia, Projeto e Manufatura Auxiliados por Computador), que pudessem orientá-la na realização mais rápida e precisa das rotinas de trabalho, numa tentativa de responder às necessidades e peculiaridades do desenvolvimento de projetos para a manufatura. Entretanto, a adoção destas ferramentas não é suficiente para garantir uma integração adequada nas etapas de desenvolvimento de projetos uma vez que são necessários métodos padronizados que facilitem a utilização e gerenciamento de informações criadas a partir do trabalho em equipe. Diante disso, torna-se relevante a criação de um ambiente adequado a implementação de filosofias como a Engenharia Simultânea (ES) para reduzir o ciclo de desenvolvimento, como também a estruturação de procedimentos-padrão que auxiliem as diversas equipes no armazenamento e gestão de informações em projetos. A ausência de um método formal de procedimentos para orientar o desenvolvimento de projetos na empresa dificulta a integração dos diversos envolvidos, conduzindo a mesma a problemas constantes de custos, retrabalho e tempo para cumprimento dos contratos. Esta dissertação tem como objetivo demonstrar o papel da formalização de procedimentos na integração e gerenciamento de dados em projetos, como uma maneira de facilitar a implementação efetiva de metodologias como Engenharia Simultânea, estruturas de Equipes Multifuncionais aliados aos sistemas CAx (CAE/CAD/CAM/CAPP) para a gestão do conhecimento e redução do ciclo de desenvolvimento de projetos para manufatura. Para reduzir as falhas do processo de comunicação entre os diversos envolvidos e garantir uma eficácia na gestão de informações, devem ser desenvolvidas ferramentas que evitem situações como a perda de conteúdo das informações. Segundo a literatura, uma das soluções para a amenização desta situação está na formalização dos procedimentos, sem que haja restrição ao processo criativo envolvido no projeto e na autonomia dos grupos existentes. Essa formalização pode representar uma alternativa para a universalização do conhecimento e regularização de procedimentos, além da melhoria dos processos de comunicação visando à implementação de metodologias de desenvolvimento concorrente como ES e Sistemas CAD. Para conduzir o trabalho, a metodologia adotada foi o estudo de caso sendo também utilizados alguns princípios da pesquisa-ação. Foram 18 meses de pesquisa, que culminaram em um modelo conceitual para gerenciamento e integração de informação em projetos. Este modelo deu origem a um *software* capaz de integrar o trabalho das equipes e setores, além de contribuir na formação de um ambiente mais propício aos princípios de ES e otimização dos Sistemas CAD existentes. As conclusões do trabalho apontam para a necessidade de adoção de um modelo conceitual formal que represente com fidelidade a forma mais apropriada para o fluxo de informações dentro da organização.

Palavras-chave: integração; formalização de procedimentos; engenharia simultânea; sistemas informatizados; atividade projetual; gestão do conhecimento.

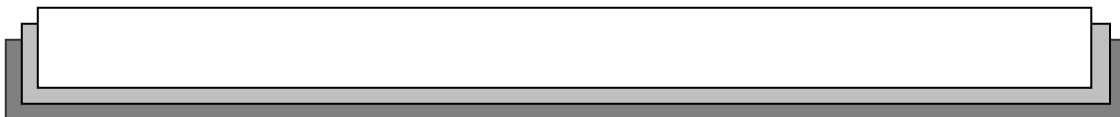
FERNANDES, June Marques. Procedures Formalize and its Paper in the Integration of the Design Activity. 2005. Master Dissertation in Production Engineering. Federal University of Minas Gerais - Department of Production Engineering.

ABSTRACT

This work contains an analysis of the necessary procedures to establish a favorable environment for the teams and departments integration in metal-mechanic company, main focus of this work. Besides this enterprise case study, were studied four companies also from the sector metal-mechanic with different structures and dimensions. The aim of this parallel study was focused on the identification of common aspects that made difficult the communication and integration between the involved departments. Throughout the study was observed that the changes imposed for the market had lead the Company in the search for computational methods of work such as CAE/CAD/CAM (Engineering, Project and Manufacture Assisted by Computer), that could guide it in the fastest accomplishment of necessities during the work routines. Moreover, it allows answering the necessities and peculiarities of the development of projects for the manufacture. However, the adoption of these features is not enough to guarantee an adjusted integration in the projects development, once that are necessary to accept standardized methods that make easier the use and management of information through the work in team. Ahead of this, the creation of an adequate environment becomes excellent the implementation of philosophies such as Concurrent Engineering (CE) to reduce the development cycle and procedures standards that assist different teams in the storage and management of information in projects. The lack of patterns to guide the design task in the Company not only difficult the integration of the involved members, but also leads a constant problems of costs, “re-works” and time for fulfilment of contracts. This dissertation has the intention to demonstrate the paper of the design patterns in the integration and management of data in projects, as a way to facilitate the implementation of methodologies like Simultaneous Engineering, structures of Multi-functional Teams allies to the CAx systems (CAE/CAD/CAM/CAPP) for the management of the knowledge and reduction of the life cycle of development of projects for manufacture. To reduce the noise level in the communication between members, during the development of project, and to guarantee effectiveness in the management of information, features must be developed to avoid situations where occurred the loss of information content. According to the literature, one of the forms to reduce the bad effects of this situation is to establish procedures patterns. Furthermore, without that appeared restriction to the involved creative process in the design and the autonomy of the existing groups. This formalization can represent an alternative to the knowledge universalize and regularization of procedures, beyond the improvement of the communication processes aiming at to the implementation of methodologies of competing development as CE and CAD Systems. To lead the work, the adopted methodology was the case study being also used some principles of the research-action. They had been 18 months of research, that had culminated in a conceptual model for management and integration of information in projects. This model gave origin to a software capable to integrate the work of the teams and sectors, besides contributing in the formation of a more propitious environment to the principles of SE and optimize the utilization of existing CAD Systems. The conclusions of this work suggested the necessity to adopt a formal conceptual model that represents with allegiance the most appropriate form for the flow of information in the organization.

Key-Word: integration; procedures formalization; concurrent engineering; computational systems; design activity; knowledge management.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL



1.1 Introdução

Tomando-se por base o contexto atual pode-se dizer que o avanço tecnológico é um dos maiores responsáveis pelo aumento do nível de produtividade das organizações, pois além de representar um caminho eficiente para se atingir a vantagem competitiva pode conduzir ao aumento da competitividade. O advento de novas tecnologias certamente trouxe benefícios para o mercado consumidor, uma vez que os produtos têm chegado em suas mãos com uma maior rapidez, preços razoavelmente baixos e com altos níveis de qualidade.

Muitas empresas estão preocupadas em garantir a sua participação no mercado, através da implementação de ferramentas dinâmicas e flexíveis capazes de criar uma vantagem competitiva frente à concorrência. Clark & Wheelwright (1994) afirmam que em muitos mercados, os produtos incorporam um grande número de tecnologias em seus processos, e as empresas devem ser capazes de dominá-las e integrá-las, para que possam ser capazes de manter a competitividade. No entanto, verifica-se que para a implementação de tecnologias e processos tão inovadores, necessita-se de profissionais altamente qualificados e que estejam familiarizados com os mesmos.

O desenvolvimento do trabalho integrado não é um objetivo que possa ser facilmente alcançado, mas encontra aliados em alguns sistemas tecnológicos como o CAD e em princípios de Engenharia Simultânea, capazes de viabilizar o fluxo rápido e eficiente das informações entre os diferentes departamentos de uma empresa, contribuindo para que o conhecimento (sobre um projeto, produto ou processo) seja compartilhado entre todos os envolvidos, direta ou indiretamente. Diante disso, verifica-se que o conhecimento multidisciplinar favorecido pela integração e recursos de informática contribui no desenvolvimento e formação de equipes multifuncionais, as quais conseguem responder mais rapidamente às mudanças organizacionais (GRIFFIN, 1996).

A prática demonstra que a gestão da informação é realizada de maneira diferente e peculiar em cada organização. Isso se deve aos valores e cultura organizacionais distintas a cada empresa. Algumas preferem tratar o conteúdo criado por cada indivíduo, equipe ou departamento somente após a conclusão completa dos respectivos trabalhos. Outras preferem compartilhar as informações preliminares geradas em um setor específico, como forma de

antecipar o trabalho das etapas subsequentes do processo. Estes pontos são discutidos nos estudos de Clark & Wheelwright (1993) sobre integração multifuncional.

A utilização de sistemas produtivos eficazes e adequados à realidade organizacional tem contribuído para a melhoria do processo de desenvolvimento de produtos, além de representar uma evolução na forma de gerenciamento da produção, utilizando ferramentas informatizadas que permitem antecipar a resolução de problemas ainda nas fases de projeto, como os Sistemas CAE/CAD (*Computer Aided Engineering* e *Computer Aided Design*, ou respectivamente Engenharia e Projeto Auxiliados por Computador). Entretanto, para que tais ferramentas justifiquem o alto investimento a elas associado, não basta colocá-las em funcionamento, é preciso empregar profissionais qualificados e familiarizados com as novas técnicas, ou então selecionar os indivíduos da empresa para o treinamento adequado antes mesmo da aquisição do equipamento ou da nova tecnologia (BARRETT, 1994). Também a padronização de procedimentos é apontada por Campos (1992) como ferramenta importante neste processo, tendo em vista a necessidade de redução de problemas por meio de uma atuação sistemática sobre as causas fundamentais que os provocaram, além de contribuir para o aperfeiçoando contínuo do sistema organizacional, favorecendo o gerenciamento interfuncional e a busca por procedimentos metodológicos que facilitem o processo de certificação entre empresas.

Para Campos (op. cit), desde que haja o consenso entre as partes envolvidas e afetadas pelo processo de formalização, pode ser possível obter uma melhoria no fluxo de informações, visto que esta padronização induz a uma universalização da comunicação onde todos passam a “falar a mesma linguagem”.

Como afirma Vygotsky (apud CASTORINA, 1996) “o desenvolvimento e a aprendizagem são processos que se influenciam reciprocamente, de modo que, quanto maior a aprendizagem do indivíduo maior será o seu desenvolvimento”. O autor afirma que são infinitas as possibilidades contidas nas interações sociais, de mudança e questionamento de sentidos e significados que perpassam tais interações. Entretanto, torna-se relevante também observar como as novas tecnologias interferem nos aspectos relacionados às interações entre os indivíduos.

Na prática, o que se observa é o aumento das cargas de trabalho, em especial da carga cognitiva associada às novas ferramentas. Embora possa ser considerado normal, o aumento da carga cognitiva durante os processos de aprendizado no trabalho pode e deve ser minorado, de maneira a reduzir os impactos das novas tecnologias junto, principalmente, a seus usuários diretos.

Podem ser demonstradas inúmeras vantagens provenientes do avanço tecnológico, entretanto outros fatores em nível organizacional e ergonômico devem ser considerados, como os impactos na estrutura da empresa, nas equipes de trabalho e entre os próprios trabalhadores, individualmente. Além disso, pode-se avaliar também as implicações para a formação de novos arranjos de trabalho (equipes multifuncionais); a intensificação das atividades de trabalho e sua interferência nos relacionamentos indivíduo/indivíduo e indivíduo/empresa; a interface dos usuários com os novos sistemas e “os aspectos cognitivos relacionados às interações homem-computador” (HARTSON, 1998). A partir desta situação, esta pesquisa tem como objetivo apresentar pontos relevantes para condução do trabalho de equipes multifuncionais em setores de projeto, a partir da padronização fortemente baseada na atividade real dos usuários destas tecnologias (CAE/CAD/CAM) como uma maneira de diminuir as interferências no processo de comunicação, seja pelas diferenças culturais, nível de conhecimento distinto ou pela adoção de sistemas informatizados de apoio ao projeto. Para tanto será apresentado um estudo empírico em uma empresa do setor de autopeças, a partir da utilização do método ou estratégia de Estudo de Caso.

1.2 Justificativa do Trabalho

Observa-se que as indústrias brasileiras, até 1980, não tinham muito com que se preocupar em termos de competição internacional pelo mercado interno, devido às restrições protecionistas às importações. Após 1990, com a gradativa queda das barreiras alfandegárias, esta conjuntura mudou. Os produtos importados passaram a competir e em muitos casos a superar os nacionais na disputa pelo mercado interno.

Destacamos aqui a importância da indústria de autopeças no Brasil, que tem atuado constantemente sob pressão das montadoras e das concorrentes estrangeiras, além de sofrerem

com as mudanças radicais promovidas pelo governo para o setor (SANTIAGO, 1999; GAZETA MERCANTIL, abr. 2002, p. 6). Assim, a sobrevivência dessas indústrias está sempre em questionamento, exigindo que, muitas vezes, tenham de encontrar soluções a curto e médio prazo para não serem descartadas do mercado em que atuam. Percebe-se que são organizações com relativa expressão no cenário econômico brasileiro, pois interagem constantemente com o ambiente no qual estão inseridas, desenvolvendo relações capazes de fortificar as raízes que as mantêm no mercado.

Avaliando esses aspectos, observa-se conforme proposto por Corrêa e Giansesi (1993) que a falta de visão quanto às medidas de desempenho, a negligência às considerações tecnológicas, a falta de integração entre funções internas, a falta de foco e a resistência à mudança foram aspectos que levaram as empresas a atingirem a obsolescência. Com isso as empresas brasileiras passaram a questionar a vantagem competitiva que, teoricamente, detinham “nas mãos”. Além do papel estratégico que a produção passou a ter, como evidenciado por Corrêa e Giansesi (op. cit), uma razão primordial passou a ser observada, o desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão de manufatura. Dentre várias tecnologias existentes, este trabalho evidenciará o papel integralizador dos sistemas informatizados desempenhado pelos Sistemas CAD e Engenharia Simultânea no ambiente intra-empresa, procurando identificar os problemas que comprometem a integração das atividades que envolvem o desenvolvimento de projetos e a importância da adoção de métodos formais de trabalho. Para tanto serão investigadas as estruturas de equipes multifuncionais, metodologias para gerenciamento de projetos e solução de problemas, bem como o estudo e análise de métodos formais de trabalho capazes de contribuir para o desenvolvimento simultâneo e integrado da atividade projetual.

1.3 A Otimização dos Sistemas CAD e a Manutenção de Baixos Níveis de Retrabalho Comprometidos pela Falta de Integração na Atividade Projetual

A preocupação das empresas em trabalhar para atingir resultados mais consistentes tem conduzido as organizações ao desenvolvimento de métodos de controle mais apropriados à realidade de cada uma. Isso se torna mais evidente à medida que necessitam justificar os altos investimentos realizados em tecnologias para diminuição dos problemas de retrabalho e custos. Atingir uma *performance* mais competitiva está diretamente relacionado à

minimização de barreiras de caráter tecnológico, cultural e inter-pessoal, os quais constituem entraves ao processo de integração necessário às empresas.

Os problemas relacionados à integração em empresas não são novos, exemplos como o da “*Eastman Kodak Company*” (HAMMER & CHAMPY, 1994), reforçam a necessidade de se buscar soluções alternativas, como a Engenharia Simultânea, utilizando-se para tanto de *métodos formais* (DESHPANDE & ZALTMAN, 1982; MATTOS, 1991 e MOENAERT, DE MEYER, SOUDER, 1994) para que o processo de desenvolvimento de projetos esteja integrado e não venha sofrer pelo isolamento físico das equipes, ou falhas do processo de comunicação.

Através dos estudos realizados na empresa foi possível identificar a ausência de uma política formal de integração entre os diversos setores envolvidos. Este fato acaba por interferir de maneira relevante na forma como as atividades de projeto vem sendo conduzidas, o que dificulta por sua vez a otimização dos sistemas informatizados de apoio ao projeto (como exemplo, os Sistemas CAD, Computer Aided Design, ou Projeto Auxiliado por Computador), já utilizados, e em muitas ocasiões a própria interação entre a empresa e seus clientes para atendimento às expectativas.

A implementação de controles nos processos pode contribuir para melhorar o conteúdo das informações e ajudar a atingir o objetivo idealizado. No desenvolvimento de produtos o uso intensivo de procedimentos específicos e formalizados para atividades de projeto, observações e avaliações frequentes do comportamento dos membros de projeto podem constituir um processo de controle (BONNER, 2005; CARDINAL, 2001).

Segundo a literatura (BONNER, 2005; BONNER *et al.*, 2002; CARDINAL, 2001; JAWORSKI, 1988; COOPER & KLEINSCHMIDT, 1987; SARIN & MAHAJAN, 2001; TAKEUCHI & NONAKA, 1986) quando os métodos para controle de resultados são claros e tangíveis, eles motivam as equipes e provêm as informações necessárias para que haja um direcionamento mais adequado das ações rumo aos objetivos pretendidos.

1.3.1 Contextualização dos Aspectos Relacionados aos Problemas de Integração

Esta pesquisa foi desenvolvida tomando-se por base o estudo empírico junto à uma Indústria do setor metal-mecânico. A empresa GAMA em questão é fornecedora de peças forjadas e usinadas para o setor automobilístico. Sediada no Brasil desde 1988, vem procurando manter uma posição de destaque no segmento de autopeças. As constantes dificuldades e transformações impostas pelo ambiente, cada vez mais competitivo, conduziram na busca por sistemas informatizados que viabilizassem a realização mais precisa e rápida das rotinas de trabalho, tanto em nível de projeto quanto de produto (máquinas de comando numérico por computador com carregamento automatizado e semi-automatizado, sistemas CAD/CAM).

A empresa utiliza desde 1998 o software gráfico Unigraphics (Software que permite a visualização e elaboração de projetos em linguagem tridimensional, sendo considerado *High-End*, “de topo”), da empresa americana EDS. A escolha pelo sistema foi determinada pela adoção deste software pela FIAT Automóveis, um dos principais clientes, tendo em vista sua utilização, há vários anos, pela General Motors Mundial.

Através do estudo de campo foi possível constatar que a infra-estrutura da Empresa é composta por três grandes complexos envolvidos diretamente na produção: Gerência de Projetos e Ferramentaria, Forjaria e Usinagem. O tipo de trabalho e a peculiaridade de cada setor impedem que sejam dispostos no mesmo espaço, embora estejam fisicamente próximos (no mesmo terreno).

Levando-se em consideração as atividades usualmente executadas no setor de projetos, percebe-se que os trabalhos de engenharia são capazes de interferir diretamente no rendimento das atividades de manufatura, assim se durante a primeira fase não houver uma participação ou envolvimento antecipado da segunda existem chances potenciais de que os problemas sejam repassados durante a execução trabalho, uma vez que não houve uma integração do processo de comunicação. As atividades e funções, nas quais principalmente o computador estiver presente, devem ser orientadas por métodos formais, como uma maneira de dar suporte tanto à teoria quanto à prática (HARTSON, 1998). Além disso, essa formalização ditada pelos métodos pode contribuir para que os conflitos entre as equipes responsáveis pelo desenvolvimento de projetos sejam gerenciados com mais consistência,

evitando as hostilidades que podem aumentar a resistência no repasse de informações, e dificultar o processo de desenvolvimento como afirma Prasad (1996). É comum observarmos a existência de diferentes interesses entre diferentes equipes de trabalho, mas sabe-se que os resultados são ainda maiores quando estas equipes resolvem unir os esforços para se atingir os objetivos estabelecidos.

1.4 Pressupostos

O estudo do nível de integração necessário aos diferentes contextos organizacionais requer a busca e apresentação de pontos relevantes já discutidos pela literatura. Dessa maneira, entende-se necessária a exposição de algumas afirmações tomadas como pressupostos e que demonstram-se essenciais para a condução desta pesquisa:

- A Engenharia Concorrente ou Simultânea é um recurso importante para o processo de integração das atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos utilizando Sistemas informatizados, como CAE/CAD, uma vez que auxilia na busca pela excelência entre o trinômio qualidade, custo e tempo (MUNIZ *et al.*, 1996; PRASAD, 1999; GAO *et al.*, 2000; OTTOSSON, 2004).
- Outro aspecto, conforme proposto por Clark e Wheelwright (1993), é que a integração multifuncional viabiliza o fluxo rápido, intenso, rico e eficiente da informação, permitindo, ao contrário do que se observa nas abordagens tradicionais (métodos de desenvolvimento seqüencial), a multilateralidade da informação, ou seja, o caminho percorrido pelos dados é uma via de mão dupla, permitindo o estabelecimento de um canal formal e favorável ao *feedback*. No entanto, observa-se que tal aspecto só seria viabilizado com a implantação de metodologias como a Engenharia Simultânea, por meio da qual a interligação entre várias etapas de um projeto, aliado a tecnologia CAD, contribui com a eliminação de problemas de comunicação, isolamento físico e redundância de dados, além da redução do ciclo de desenvolvimento de projetos de produtos (LINDERMAN & WIJAYA, 1992; YANG, 2002; LI *et al.*, 2004).
- A utilização dos recursos oferecidos pela ferramenta CAD possibilita a melhoria do

processo de comunicação entre os envolvidos na atividade de projetos. O estabelecimento de métodos formais para controle do fluxo de informações (MATTOS, 1991), em especial a linguagem CAE/CAD, além de necessário, contribui para a formação de um ambiente mais favorável à adoção de alguns princípios de Engenharia Simultânea (BARRET, 1994; OTOSSON, 2004).

1.5 Hipótese

Avaliando os aspectos que conduzem a empresa aos constantes registros de refugo e retrabalho existentes nas etapas de projeto e produção, esta pesquisa parte da hipótese de que a falta de formalização de certos procedimentos para elaboração de projetos dificulta a integração na empresa do gênero metal-mecânico, principalmente quando as informações tomam por base os trabalhos do setor de projetos.

1.6 Delimitação do Objeto da Dissertação

A elaboração da pesquisa necessita da definição de alguns pontos, para que os estudos não percam o foco do escopo inicialmente delimitado. Assim, pretende-se apresentar nesse item alguns questionamentos aos quais o trabalho se propõe a responder em sua conclusão (Capítulo 7). Tais questões permitirão o enriquecimento do referencial teórico e prático na medida em que os objetivos pré-estabelecidos forem sendo atingidos, ao mesmo tempo que direciona as ações do pesquisador por meio das estratégias de pesquisa escolhidas. Para delimitação do objeto desta dissertação foram traçados os seguintes questionamentos:

- Como estruturar um método formal de procedimentos da atividade projetual que permita uma melhoria do processo de integração entre os envolvidos?
- Como integrar as atividades do setor de projetos com os setores relacionados, utilizando metodologias de desenvolvimento paralelo e Sistemas CAD?

1.7 Objetivo Geral

- Desenvolver, através da análise da atividade projetual, um método de trabalho para os usuários que leve em consideração os procedimentos comuns, passíveis de normalização, capazes de contribuir para o processo de integração dos envolvidos.

1.7.1 Objetivos Específicos

- Realizar o diagnóstico da empresa, identificando os níveis de integração atingidos entre as equipes de projetos e entre estas e os demais setores;
- Expor a metodologia de trabalho do setor de projetos;
- Descrever as etapas do processo de desenvolvimento de projetos para a manufatura;
- Descrever a atividade de projetos, identificando os procedimentos comuns no desenvolvimento de projetos e que merecem um tratamento formal por parte dos usuários;
- Identificar o(s) gargalo(s) que pode(m) comprometer a integração no setor de projetos;
- Avaliar as estratégias pessoais (dos projetistas) de ação para contornar os problemas decorrentes da falta de integração;
- Compreender em quais circunstâncias a normalização das atividades reais pode interferir no trabalho dos projetistas e dificultar o processo de integração;
- Desenvolver instrumentos metodológicos que dêem suporte às formas de *integração real* entre os membros da equipe de projeto.

1.8 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos. No primeiro capítulo foi realizada uma contextualização dos aspectos relacionados aos problemas envolvendo a integração em nível organizacional, em específico de empresas do gênero metal-mecânico. Nessa etapa são apresentadas as necessidades pelo desenvolvimento de métodos formalizados, para a melhoria

do processo de comunicação intra-organizacional, o que em tese pode conduzir a um melhor desempenho das ferramentas informatizadas e favorecer o estreitamento das interações entre a fornecedor (empresa analisada) e clientes (montadora, outros). Além disso, foram apresentados o tema da dissertação, o problema identificado, os objetivos estipulados, a hipótese (proposição) e os resultados esperados.

No segundo capítulo são abordadas as questões de integração, a atividade projetual no sistema de desenvolvimento de produto, bem como as ferramentas informatizadas de apoio ao projeto. Nessa fase, é apontada a necessidade de implementação de métodos de gerenciamento de projetos nas empresas e os efeitos da falta de formalização de procedimentos na atividade projetual.

No terceiro capítulo, são levantadas algumas notas sobre a importância da aplicação de métodos e técnicas para a gestão de projetos. A partir da utilização fundamentada de tais ferramentas e técnicas, observa-se uma lógica que fortalece a proposta inicial da pesquisa para melhoria do processo de integração. Entende-se que através da normalização de certas atividades, ditadas por modelos já existentes ou customização destes à realidade organizacional, pode-se melhorar o aprendizado organizacional. Tomando-se por base os pontos positivos e negativos levantados, apontam-se evidências da necessidade de delinear um modelo de gestão que formalize as atividades comuns dos envolvidos.

No quarto capítulo, é apresentada a trajetória delineada pelo pesquisador, que teve como ponto de partida a identificação do problema de pesquisa, a partir do qual buscou-se alinhar a metodologia, o referencial teórico e a pesquisa de campo. A perspectiva do autor com relação à ciência, ao método de pesquisa, relevância e aplicação das técnicas de pesquisa, princípios para a coleta de dados, procedimentos metodológicos, limitações da pesquisa, estratégias de validação e outros métodos utilizados como suporte à interação e participação do pesquisador com o cenário real investigado são alguns dos pontos discutidos.

No quinto capítulo, apresenta-se o estudo de campo, envolvendo os participantes, o ambiente de pesquisa, o diagnóstico inicial realizado, a definição dos objetivos. O processo de trabalho prescrito e o real são confrontados. A partir dessa análise são levantados os pontos que necessitam de um trabalho mais estruturado no contexto organizacional. A descrição detalhada, do caso prático investigado, propõe o alinhamento das demandas internas por meio

de um modelo formal que reflita a necessidade dos envolvidos, tomando-se por base o referencial teórico que demonstra ser factível para a melhoria do desempenho empresarial, a partir da adoção sistematizada de procedimentos no trabalho das equipes multifuncionais.

No sexto capítulo, são expostas as discussões sobre o caso estudado e as sugestões de melhoria a partir da apresentação de um modelo conceitual para gestão integrada de projetos, utilizando para tanto a conjugação das estruturas de equipes multifuncionais, sistemas CAD e um software desenvolvido pela empresa, o qual recorre a alguns princípios de engenharia simultânea para diminuição do tempo de desenvolvimento e integração entre diferentes setores e equipes. A lógica do programa incorporou as tarefas comuns inicialmente delimitadas pelo modelo sugerido pela pesquisa, para diminuir os problemas de comunicação e otimizar os recursos informáticos.

O capítulo sete apresenta as conclusões alcançadas ao longo do trabalho, buscando salientar as contribuições práticas e teóricas viabilizadas pelo estudo de campo. Para que haja uma assimilação melhor por parte do leitor serão reapresentados os objetivos delimitados no início da pesquisa, para que seja possível comparar os resultados obtidos e aqueles inicialmente pretendidos. Ainda nessa fase será analisada a adequação da metodologia de pesquisa escolhida, bem como das estratégias de apoio às quais se recorreu para complementação da pesquisa. Finalizando, serão apresentadas as limitações do trabalho e algumas propostas para estudos futuros.

A organização da estrutura da dissertação buscou direcionar o contexto do problema a partir de um referencial teórico que é apresentado nos capítulos 2 e 3. Nessas fases são levantados os problemas, a hipótese e os pontos que necessitam de refinamento. Todo o trabalho de pesquisa foi conduzido pela estratégia de Estudo de Caso (capítulo 4), e em um segundo momento, para justificar o método de trabalho sugerido no capítulo 6, buscou-se subsídios em alguns princípios de pesquisa-ação para que o desenvolvimento do software pudesse representar com fidelidade o fluxo de comunicação e informações apresentadas pela pesquisa e que paralelamente conduzisse os participantes por ações imprescindíveis ao processo de integração.

No capítulo 5 procura-se realizar o diagnóstico de um cenário real, bem como do método de trabalho praticado pela empresa. Paralelamente, são apresentados alguns pontos relevantes

provenientes da observação do problema em estudo em mais quatro empresas do setor metal-mecânico, sendo as mesmas de tamanhos e estágios de desenvolvimento diferentes. Esse estudo paralelo não tem por objetivo comparar as empresas, mas apresentar alguns aspectos coincidentes que parecem existir naquelas que não conseguiram um nível satisfatório de integração de suas atividades. Esses pontos coincidentes remetem aos problemas levantados no capítulo 1 e que se encontram embasados no referencial teórico (capítulos 2 e 3). No capítulo 6 é apresentada uma proposta de trabalho para a empresa em análise, a qual foi materializada através de um software. Este programa desenvolvido tomou por base o método de trabalho real e os pontos de melhoria sugeridos pela pesquisa. A implementação dos conceitos, métodos e técnicas, conforme apresentado no capítulo 5, podem contribuir para uma reflexão acerca das sugestões propostas no capítulo 6. O capítulo 7 conclui a pesquisa com os resultados obtidos, as reflexões alcançadas e as contribuições teóricas advindas do estudo.

CAPÍTULO 2 - A ATIVIDADE DE PROJETO PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS



2.1 A Abordagem Sistêmica e Integrada em Projetos

Durante a formação das equipes multifuncionais, vários aspectos merecem atenção, entre eles o conhecimento tácito que é peculiar a cada profissional do setor de projetos, sua cultura e a experiência. O aprendizado decorrente da participação em projetos anteriores e o conhecimento de ferramentas necessárias ao desenvolvimento de produtos são pontos indispensáveis para a escolha dos indivíduos que constituirão a equipe multifuncional. É reconhecido que a utilização de sistemas informatizados acelera a forma de execução das atividades dos usuários e daqueles que dependem direta ou indiretamente de suas informações. A interface destes equipamentos com os softwares (especificamente sistemas CAE e CAD), ao mesmo tempo que apresentam soluções aos problemas evidenciados no setor de projetos e manufatura, podem representar um problema no que tange a interação homem-máquina (HARTSON, 1998). Isto se torna evidente quando avaliamos a quantidade de funções que estão disponíveis para o usuário. Parece claro que o maior entrave do projetista à execução de seu trabalho está em entender e manusear os sistemas informatizados, mas as diferentes formas de interação com o grupo, em especial nos casos de equipes multifuncionais vem se tornando um aspecto prioritário para análise, tendo em vista a realização de projetos envolvendo cada vez mais especialistas em diferentes áreas.

Uma das principais preocupações das empresas tem sido garantir o desenvolvimento de suas atividades em um ou em vários mercados, face às ações similares do desenvolvimento das empresas concorrentes que operam nos mesmos mercados ou segmentos. Porter (1986) menciona que a competitividade é, por essência, a concretização dos esforços de inovação e esta é o resultado da aplicação eficaz de uma ou mais tecnologias ao desenvolvimento de novos produtos ou à melhoria dos processos de produção da empresa. O autor menciona ainda, que nestas últimas décadas, muito foi feito para dar aos empresários os meios para descobrir e compreender a sua posição relativa no que diz respeito aos seus concorrentes: são os métodos de posicionamento estratégico, ou matrizes de posicionamento concorrencial.

A integração na empresa tem sido alvo de estudos há vários anos e muito se tem ouvido falar sobre as contribuições para a atividade projetual. Segundo Oakley (1990), para uma comunicação entre projetistas, não é mais preciso que estejam próximos, basta que existam

estações de trabalho que disponham de sistemas CAD para que haja uma troca de informações, independente da distância em que se encontram.

O rápido crescimento da adoção de sistemas informatizados de apoio ao projeto, como CAx (CAE/CAD/CAM/CAPP) e Engenharia Simultânea, demonstram que as empresas estão em busca de caminhos para alcançarem a otimização de seus processos. Antigamente ouvia-se falar com maior frequência em desperdício, refugo de lotes inteiros de fabricação pela falta de informações ou de ferramentas mais precisas para controle do processo de desenvolvimento do produto. Agora, as empresas não podem se “dar ao luxo” de cometer estes abusos, sob risco de colocar em xeque sua sobrevivência.

São frequentes as discussões a respeito da importância do desenvolvimento de produtos de maneira a atender os anseios do cliente por produtos mais complexos e que incorporem características relevantes com relação à facilidade de montagem, a reciclagem, ao meio ambiente, a integração com o usuário, a facilidade de uso, entre outras. Este aspecto tem voltado cada vez mais a atenção das empresas para o uso de sistemas que tornem o processo mais rápido e eficiente. Sistemas como desenho, engenharia e manufatura auxiliados por computador são amplamente difundidos e devem ser usados fortemente como ferramentas de auxílio aos processos decisórios. Por meio do suporte oferecido pelos sistemas CAD em interface com outros departamentos, como o marketing, é possível formular e implementar estratégias concorrenciais, que permitem ampliar ou conservar de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado (FERRAZ *et al.* apud NITSCHKE, 1995).

Para um maior aprofundamento das questões de contorno da atividade de projetos no desenvolvimento de produtos este capítulo está dividido em três partes principais, além desta introdução pela abordagem sistêmica e integrada em projetos e de uma breve conclusão: i) Caracterização da atividade de projetos no sistema de desenvolvimento de produtos; ii) As ferramentas informatizadas de apoio ao projeto; iii) A utilização de métodos formais para gerenciamento do trabalho nas atividades de projeto.

Na primeira parte do capítulo, está caracterizado o processo de desenvolvimento de produtos, que compreende as etapas de identificação de uma oportunidade, lançamento e comercialização do produto. O projeto de produto, por sua vez, compõe uma fase deste processo de desenvolvimento. Na abordagem convencional do desenvolvimento de produto

leva-se em consideração não somente o projeto do produto, mas também as fases de produção e comercialização. Dentro deste contexto, o projeto de produto vai assumir um perfil mais técnico sob o ponto de vista da engenharia.

Na segunda parte, são detalhadas as necessidades de utilização de sistemas informatizados por meio de procedimentos formais e padronizados, uma vez que o referencial teórico destaca a importância de tais cuidados no processo de integração e interação entre os diferentes grupos e redes presentes no ambiente organizacional. O uso de ferramentas de apoio ao projeto, em específico, é ressaltado como fator chave no suporte às filosofias de desenvolvimento simultâneo (como exemplo, a Engenharia Simultânea) e às estruturas das equipes multifuncionais.

Na terceira parte, comenta-se a utilização de métodos formais como maneira de se alcançar um equilíbrio no processo de gerenciamento de informações entre equipes multifuncionais no processo de desenvolvimento de projetos de produtos. Nesse contexto, os procedimentos que guiam as atividades dos diversos envolvidos necessitam de uma estruturação para favorecer a universalização da linguagem a ser estabelecida entre as equipes.

2.2 Caracterização da Atividade de Projeto no Sistema de Desenvolvimento de Produto

Segundo Griffin (1997) o desenvolvimento de produtos depende do tipo de produto e da cultura organizacional. O grau de complexidade do desenvolvimento do produto depende do grau de inovação e das condições e variáveis existentes. Segundo a autora são cinco as etapas de desenvolvimento de produtos: exploração, projeto, análise do negócio, desenvolvimento, teste e comercialização. Conforme os autores, conclui-se que deve haver uma atenção focada principalmente nos três primeiros estágios do processo para evitar falhas futuras.

Cooper (1993) descreve o processo de desenvolvimento sendo composto por pontos de estágios e pontos de decisão. Os estágios compreendem as etapas enquanto que nos pontos de decisão são avaliadas, mensuradas e revisadas as atividades desenvolvidas e onde são tomadas as decisões quanto ao futuro do projeto: decisão do tipo “*go or kill*” (continuar ou abortar). Assim o projeto pode ser abortado, congelado ou as atividades podem ser desenvolvidas

conforme o fluxo previamente estabelecido. As aprovações fornecem responsabilidade e asseguram controle do processo. Essa metodologia conhecida como Plano de Jogo ou *Stage Gate System* (COOPER, 1993), é um modelo conceitual e operacional formatado para levar um produto da idéia de desenvolvimento ao lançamento, gerenciando, direcionando e controlando os esforços de criação e inovação de produtos. O Plano de Jogo contribui para reduzir as pressões sofridas pelas empresas por redução dos tempos de ciclos de criação de novos produtos e a necessidade de melhorar as taxas de sucesso dos mesmos. O *Stage Gate* funciona como um fluxograma, iniciando-se com um “*Initial Screen*”, a partir de uma idéia, que pode surgir de pesquisa, dados de marketing ou processos criativos, com seqüências contínuas de desenvolvimento, até a etapa final, PIR (*Post Implementation Review*). Critérios de filtragem são estabelecidos entre cada uma das etapas. Normalmente estão ligados, de acordo com o autor, ao alinhamento estratégico da empresa, a executabilidade do projeto, a magnitude e oportunidade oferecida por aquele projeto no mercado em termos de atratividade, diferencial competitivo e sinergia com os recursos da empresa, (COOPER, *op. cit.*). Veja a figura abaixo:

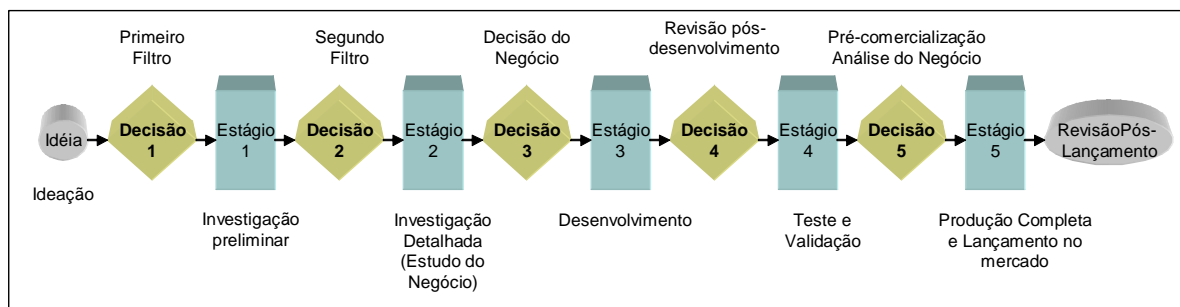


Figura 1 - Modelo Conceitual do Sistema de desenvolvimento Stage Gate System.

Fonte: COOPER - *Stage Gate System* - 1993.

Dentro deste método de *Stage Gate Systems*, verifica-se a realização dos testes de protótipos com a finalidade de validar o processo de desenvolvimento. Estes testes são feitos via sistemas informatizados, Sistemas CAD como AUTOCAD, CATIA e UNIGRAPHICS ou através de protótipos físicos.

Algumas empresas como a General Motors e FIAT-GM-POWERTRAIN têm um processo próprio baseado no *Stage-Gate System* chamado de GPDP (Global Powertrain Development Process), trata-se de um processo sistemático de desenvolvimento que conduz o projeto

através dos vários estágios de desenvolvimento do produto, desde a concepção até seu lançamento. O *Stage-Gate System ou Gate Review* (GPDP Overview, 2001) pretende:

- promover a redução do ciclo de vida do produto;
- aumentar a taxa de sucesso de novos produtos;
- redução de retrabalho e defeitos;
- melhor gestão, controle e direcionamento dos esforços de inovação.

Seus objetivos são: i) garantir a qualidade de execução, ii) proporcionar um foco ampliado para melhor priorização, iii) acelerar o passo no processo de desenvolvimento paralelo, iv) Proporcionar formação de equipe de desenvolvimento multifuncional, v) garantir forte orientação para o mercado e vi) enfatizar as primeiras etapas.

Conforme pode-se observar, o processo de desenvolvimento de produtos compreende as etapas de identificação de uma oportunidade até o lançamento e comercialização do produto. O projeto de produto representa uma fase deste processo de desenvolvimento. Na abordagem tradicional do desenvolvimento de produto leva-se em consideração não somente o projeto do produto, mas também as fases de produção e comercialização (GRIFFIN, 1997).

Neste trabalho o projeto de produto incorporado no processo de desenvolvimento assume um caráter predominantemente técnico do ponto de vista da engenharia, onde o conceito e especificações técnicas do produto são definidos em simulação, por meio de softwares capazes de fornecer subsídios a elaboração de desenhos bi e tridimensionais. O conceito do produto é testado virtualmente através de simulações dos desenhos gráficos. Após estes procedimentos são produzidos os protótipos (modelo real), finalizando com o lote de amostras ou piloto que será validado juntamente aos clientes.

Para Medeiros (apud ROMEIRO,1997, p.119) o projeto do produto consiste em identificar uma necessidade, definir as especificações do projeto incluindo todo o ciclo de vida que vai desde a fabricação, produção, difusão, uso, desativação e reciclagem. Existem ferramentas informatizadas que auxiliam nesta etapa de projeto, com sistemas CAx. Romeiro (2004) relata que a utilização de desenhos como forma de representação de projetos leva a uma grande facilidade na definição das características finais do produto, como na especificação das dimensões e aspectos formais antes mesmo de sua primeira versão concluída.

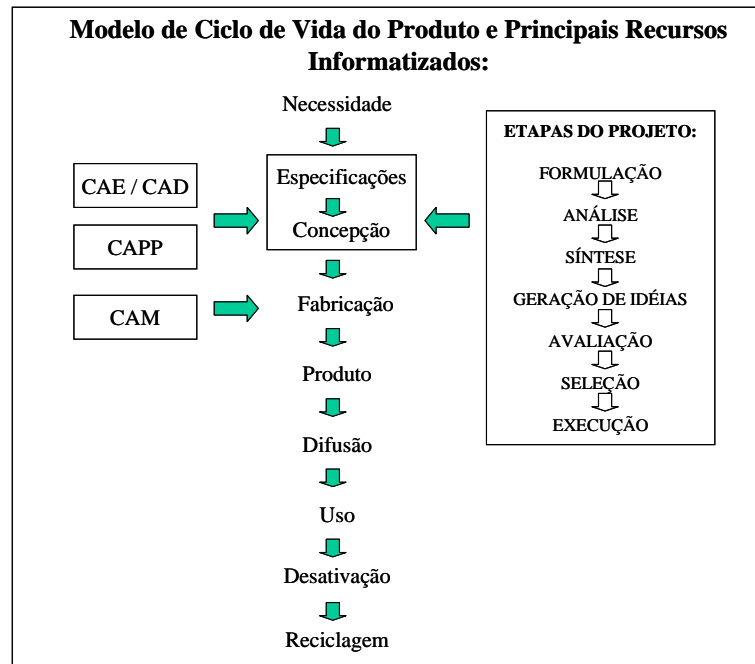


Figura 2 - Adaptação do “Modelo de Ciclo de Vida do Produto”.
 Fonte: MEDEIROS (apud ROMEIRO, 1997).

A existência de diversas metodologias de projeto como o Stage Gate System, o PMBOK® (PMI, 2000) e outros auxiliam o processo de desenvolvimento, além de orientar e auxiliar na gestão do desenvolvimento de projetos. Ferramentas informatizadas como CAE, CAD, CAM, fornecem um suporte técnico a fim de garantir a qualidade, rapidez e sucesso do processo. O PMBOK® (op. cit) é uma metodologia que distingue 5 etapas para o processo de desenvolvimento de projeto: inicialização, planejamento, execução, controle, finalização.

Segundo Medeiros (apud ROMEIRO, 2004), esses métodos podem ser definidos como sistemáticos ou intuitivos, sendo utilizados de acordo com o nível de complexidade do problema a ser resolvido:

A utilização de **métodos sistemáticos se justifica na medida em que a explicitação do processo contribua para que se criem soluções** levando em conta a experiência de um maior número de pessoas, inclusive pessoas não pertencentes à equipe de projeto; para que se possa produzir uma maior qualidade, e não só quantidade de soluções; e para que se possa acelerar o tempo gasto no processo de criar e avaliar soluções (apud Romeiro, 2004, p. 50, grifo nosso).

Romeiro (1997 B) relata que o desenvolvimento de projeto de produto consiste basicamente na transformação de idéias e informações em representações bi ou tridimensionais. A atividade principal de transformação ocorre entre um estágio inicial de busca de informações, assimilação, análise e síntese; e um estágio conclusivo no qual as decisões tomadas são

organizadas num tipo de linguagem que possibilite a comunicação e arquivamento dos dados e a fabricação do produto.

2.3 As Ferramentas Informatizadas de Apoio ao Projeto

O volume de informações gerado pela utilização de sistemas informatizados, em específico nas atividades de desenho, parece representar um fator adicional à complexidade das tarefas. Apesar de existir um aumento considerável do volume de informações processadas pela estrutura informacional, torna-se necessário verificar se o conteúdo dos dados gerados também foi modificado para que o processo de comunicação esteja favorecendo a integração e não apenas a transmissão em massa de dados, por vezes, redundantes. Não basta informatizar, é preciso utilizar a integração possibilitada pela estrutura informática para dar forma e conteúdo às informações. Os computadores e Sistemas CAD contribuem para o processo de integração (BARRETT, 1994), mas torna-se necessário que sejam utilizados outros tipos de arranjos, como as equipes multifuncionais para o enriquecimento do processo de desenvolvimento. Neste momento faz-se relevante mencionar o processo de formalização dos procedimentos como uma maneira de universalizar e tornar comum o entendimento de uma rotina de trabalho. Como já evidenciado (HARTSON 1998), para o processo de formalização que envolve sistemas informatizados é necessária à padronização dos procedimentos para que a prática e teoria (entenda-se normas) ofereçam suporte uma à outra.

Uma das condições para a adequada adoção de sistemas CAD é a efetiva padronização dos procedimentos apoiados pela ferramenta, sem a qual torna-se inviável, na prática, a adequada circulação da informação. Por esta razão, torna-se relevante a criação de mecanismos internos à empresa para a formalização e padronização dos procedimentos existentes em cada setor (MATTOS, 1991; CAMPOS, 1992; FRANCO, 1997; HARTSON, 1998 e SOUSA, 2001). A formalização de procedimentos é apontada como ferramenta importante no processo de desenvolvimento de projetos de produtos (CAMPOS, op. cit.; COOPER, 1992), tendo em vista a crescente exigência pelo mercado por certificações que garantam um nível de qualidade aceitável dos produtos e processos das empresas. Se a empresa não possui uma cultura de padrões e normas já implementada para os processos operacionais, é melhor adiar a aquisição do sistema CAD até que esta cultura ofereça uma base mais sólida. Desta forma,

deve-se levar em consideração que tanto o CAD como os outros sistemas informatizados, não são por si só garantia de melhoria de qualquer situação, mas simplesmente aceleradores da solução existente. Se esta é inadequada e apresenta deficiências, a implementação de sistemas de informação apenas servirá para trazer à tona uma série de problemas antes de difícil percepção (ROMEIRO, 1997 B).

Entretanto, a implementação de metodologias de desenvolvimento simultâneo aliada aos sistemas CAD pode oferecer alternativas de trabalho integrados para os membros de equipes multifuncionais (GALINA, 1998; LESSA, 1999) e, ao mesmo tempo, contribuir para aumentar a disponibilidade de tempo para o projetista que, por sua vez, pode dedicar-se ao estudo de soluções mais apropriadas aos problemas de retrabalho ou melhorias vivenciados pelas empresas. A adoção de sistemas informatizados, aliada às metodologias de desenvolvimento de produtos como a Engenharia Simultânea (ES) trouxe aumento no fluxo das informações, bem como na velocidade deste fluxo. Entretanto, se for observado que a integração só pode ser estabelecida a partir de uma comunicação multilateral entre os envolvidos, percebe-se que a formalização, neste ponto, poderia ser benéfica, pois serviria para organizar o conteúdo e a forma de transferência entre os setores. Levando-se em consideração que existem diferenças culturais entre os indivíduos, grupos e redes, de uma organização, e entre estes ainda existem diferenças entre os níveis de competência, pode-se dizer que no momento em que a comunicação é realizada entre os mesmos, existe a possibilidade de que as informações possam assumir diferentes interpretações, isso tem por causa o conhecimento tácito que varia de pessoa para pessoa. Em colocações de Gonçalves (apud MINHOTO & MARTINS, 2001, p. 87):

O complexo de interações e trocas interorganizacionais gera um processo de causalidade múltipla ou 'textura causal' e não apenas pares de relações de 'causa-efeito'. Diferentemente do modelo contingencial, em que um fenômeno é determinado por um conjunto de outros fenômenos, o modelo da causalidade múltipla entende que um fenômeno é causado por interações múltiplas, diretas e indiretas, gerando uma rede de interdependências em que a compreensão de uma interação particular não deve ser explicada pela relação isoladamente, mas também como decorrência de outras interações que indiretamente estão relacionadas a ela (Gonçalves apud Minhoto & Martins, 2001, p. 87).

2.3.1 Engenharia e Projeto Auxiliados por Computador (CAE/CAD)

Para que haja um entendimento adequado sobre o fluxo de dados entre as ferramentas de auxílio ao projeto faz-se necessário explicar que o processo de desenvolvimento de projeto utiliza em uma primeira etapa o Sistema CAE (ou Engenharia Auxiliada por Computador) para definição do produto (MOURA, 1996), através do qual serão definidas as formas dos produtos utilizando para tanto as especificações técnicas do produto como o dimensionamento, análise da resistência e tensão do material (LESSA, 1999). Esta ferramenta permite a construção de protótipos virtuais (mas ainda em dados técnicos). De forma integrada com o CAE temos os Sistemas CAD (ou Projeto Auxiliado por Computador), através do qual será possível a geração de desenhos do produto final em imagens gráficas tridimensionais. Torna-se essencial mencionar que tais sistemas, para auxílio aos trabalhos entre equipes, precisam ser compatíveis.

O CAD é, se considerado de forma bastante ampla, uma tecnologia multidisciplinar, um conjunto de ferramentas utilizadas por todas as áreas em que existe uma forma desenvolvida de integração do computador digital à atividade de projeto, bem como ao controle e gestão deste processo. [...] A tecnologia CAD pode ser definida como a utilização de um sistema computacional para auxílio na criação, modificação, análise e/ou otimização de um projeto (ROMEIRO, 1997 A, p. 27 e 28).

Os sistemas CAD servem para alimentar o sistema CAM (ou manufatura Auxiliada por Computador), o qual realiza a leitura de superfície dos projetos gerados no Sistema CAD, traduzindo para a linguagem de máquinas CNC (Controle Numérico por Computador). Em setores de projeto onde existem sistemas CAD, observa-se que o fluxo de informações em desenhos entre os profissionais dos clientes e fornecedores é facilitado pela compatibilidade existente entre os softwares utilizados. Para Souza (2001):

Na integração total entre as montadoras e os seus fornecedores no desenvolvimento de produtos é necessário que estes possuam sistemas CAD/CAM compatíveis ou interfaces para facilitar a comunicação entre eles [...] estes sistemas são indispensáveis para agilizar o desenvolvimento de produto. A integração eficiente está baseada na tecnologia dos parceiros e nas condições para processos de integração (SOUZA, 2001, p. 30).

Diante disto é coerente afirmar que quando a fonte geradora de conhecimento (ou do desenho) possui um sistema tridimensional e a fonte receptora um bidimensional, percebe-se que as informações passam a percorrer caminhos de ‘mão única’, dificultando a performance do desenvolvimento de projetos, haja vista as diferenças presentes na conversão de dados entre

softwares 3D e 2D. Franco (1997) conclui que as possibilidades de distorção e perda de dados estão sempre presentes, o que acaba causando retrabalhos e atrasos na entrega dos projetos. Os altos investimentos realizados na obtenção de tecnologias CAx (CAE/CAD/CAM) só se justificam se forem utilizados de forma eficiente, favorecendo a rapidez e qualidade no processo de desenvolvimento. Pela figura 3, proposta por Yang *et. al.* (2002), nota-se que a integração entre sistemas CAx, além de contribuir para redução nos custos de desenvolvimento favorecem a utilização de tecnologias como prototipagem e manufatura rápida.

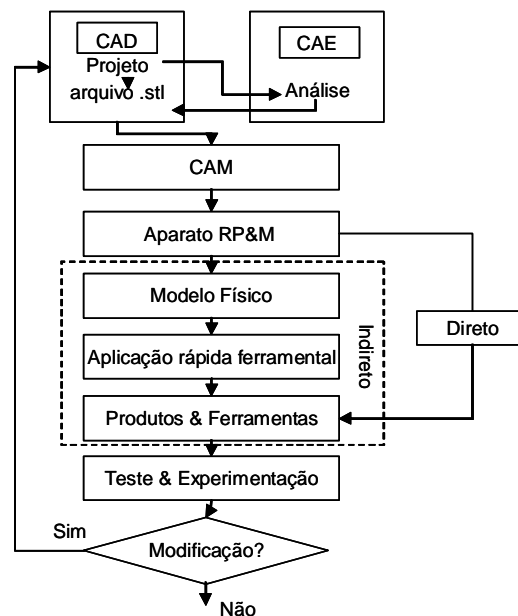


Figura 3 - Procedimentos para integração entre sistemas CAD-CAM-CAE e Prototipagem & Manufatura Rápida
 Fonte: YANG *et al* (2002), p. 2.

Pelas propostas evidenciadas por Gao, Manson e Kyratsis (2000), Backhouse e Brookes (1996), as diferentes propostas de solução de problemas utilizando a filosofia de ES conjugada com as tecnologias CAx serão diferentes para cada empresa.

É conveniente dizer que a adoção de equipamentos ou softwares de apoio à atividade projetual sem a preparação adequada para sua implementação, ao invés de representar um ganho para a empresa, pode significar a mera aceleração de um procedimento já existente. Ora, percebe-se que o potencial representado pelas ferramentas CAE/CAD vai muito além de formas pontuais de aceleração do processo anterior, como a geração automática de desenhos. Ao contrário, pode-se dizer que os reais benefícios para a empresa estão associados à melhoria dos resultados do projeto em termos de qualidade, como redução de erros de

verificação e compatibilidade, eliminação de algumas etapas, como a redução do número de protótipos através de protótipos virtuais, etc (SLACK, 1997 e LESSA, *et al.* 1999). Essas atividades, cruciais para o sucesso do projeto do produto, dependem de uma apurada interação entre os membros da equipe de projeto e entre as outras equipes envolvidas nos processos ligados à produção. Nesse caso, o CAD pode representar um efetivo instrumento de integração e apoio à realização paralela de etapas de projeto do produto, aspecto típico da ES. Aliás, a grande parte da literatura sobre ES estabelece estreita relação entre esta e a adoção de sistemas CAD.

Por outro lado, mesmo que constitua um importante instrumento para os ambientes que se utilizam das estruturas de equipes multifuncionais, uma das condições para a adequada adoção de sistemas CAD é a efetiva padronização dos procedimentos apoiados pela ferramenta, sem a qual torna-se inviável, na prática, a adequada circulação da informação relacionadas a projetos (MATTOS, 1991; ROMEIRO, 1997 B). Por esta razão, torna-se relevante a criação de mecanismos internos à empresa para a formalização e padronização dos procedimentos existentes em cada setor. Isto viabiliza um melhor entendimento entre os envolvidos nas diferentes fases de desenvolvimento, pois cada indivíduo saberá, em princípio, o caminho a ser percorrido em cada atividade sem que tenha que criar formas de trabalho alternativas e desconhecidas pelos demais integrantes do setor de projetos e manufatura. Essa formalização, além de deixar mais claro e evidente o percurso das informações para os envolvidos, permite que o ambiente de trabalho se torne mais colaborativo.

2.3.2 A Integração e a Informatização

De acordo com a Barsa (2001), integração é:

Processo de integrar; incorporação, complemento, condição de constituir um todo pela adição ou combinação de partes ou elementos; processo social que tende a harmonizar ou unificar diversas unidades antagônicas; ajustamento recíproco dos elementos constitutivos de uma dada cultura de modo a formar um todo equilibrado; ajustamento recíproco dos membros de um grupo e sua identificação com os interesses e valores do grupo; ajustamento recíproco de grupos, de modo a formar uma sociedade organizada (BARSA, 2001, p. 976).

Em definição encontrada na *internet* a “integração significa o estabelecimento de formas comuns de vida, de aprendizagem e de trabalho entre pessoas deficientes e não deficientes. Integração significa ser participante, ser considerado, fazer parte de, ser levado a sério e ser encorajado” (Site: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm2000/icm32/integracao/conceito.htm>)

Entender o que representa a integração é de fundamental importância para a contextualização do objeto de análise explorado por esta pesquisa, o qual se constitui em avaliar os efeitos da informatização e a negligência a medidas de desempenho, como a integração via sistemas informatizados. “Nesse sentido seria possível entender a integração como um alinhamento das normas de gestão, onde são correlacionados as variáveis compatibilidades, alinhamentos e integração” (Site: <http://www.abntcb25.com.br/cb25noticias/ed37/M07.htm>).

Observa-se, que não se trata de um simples agrupamento de informações isoladas, onde se liga ponto a ponto, um a um. Trata-se de criar uma ramificação onde todos os pontos compartilhem de uma mesma estrutura ou banco de dados e a partir de uma mesma base ou origem, formam-se diferentes soluções sob diferentes perspectivas. Quando parte-se do pressuposto que cada ponto é um indivíduo, uma equipe, ou um departamento, observa-se que diferentes profissionais com diferentes formações, pensando sob uma base de informações em comum, estariam pensando e agindo de forma integrada, mas favorecendo ao surgimento simultâneo de diferentes soluções para um mesmo problema. Dessa maneira, todos estariam enxergando com o mesmo “olho”, mas processando o que foi visto de diferentes maneiras.

Conforme propõe Lorino (1992, p.71):

É a integração e não a automatização que constitui o fenômeno mais significativo e o fio condutor na mutação que experimenta o paradigma industrial sob a influência das tecnologias da informação. [...] Em uma arquitetura CIM-CIE (Manufatura Integrada por Computador - Empresa Integrada por Computador) circulam não somente os dados, como também a inteligência desses dados. Ali, onde a interconexão se contentava com uma transferência simples de informação, a integração visa à “interoperacionalidade”, à transferência das funções. Os diversos recursos podem ser postos em ação como elementos de um conjunto, como uma repartição das tarefas, uma gestão concentrada do tempo, o respeito de restrições e de prioridades comuns. A integração técnica apresenta então um grau elevado de interdependência com a integração funcional. Para ser eficiente, a integração técnica exige uma integração funcional que organize as corporações, faça circular a informação, reparta e coordene as responsabilidades, articule os horizontes temporais (LORINO, 1982, p. 71).

Para Lorino (op. cit) uma organização que saiba responder rapidamente aos estímulos internos ou externos consegue tratar de maneira econômica grande volume de dados e ao mesmo tempo promover a diversidade e a mudança. Assim, uma nova base técnica da empresa apela para a formação de novas formas de organização. Os trabalhadores, participantes desta nova fase de inclusão tecnológica, podem observar que é possível que o volume de informação aumente sensivelmente com a informatização, pois normalmente há um ganho na rapidez de execução dos procedimentos de rotina.

Quando se analisa, em específico, o setor de projetos pode-se observar claramente os ganhos obtidos pelas empresas. Antes o projetista realizava seu trabalho em pranchetas, utilizando esquadros e outros instrumentos, sendo o ritmo de seu trabalho dependente única e exclusivamente de suas habilidades psicomotoras, sendo a mesma o fator limitante para a realização das tarefas. Hoje, o computador e mais especificamente os softwares aplicados a este (CAD - Computer Aided Design, CAM - Computer Aided Manufacturing - e outros), possibilitaram uma economia significativa de tempo e trabalho (BAK, BARTLETT E HARS, 1995), notadamente quando analisa-se um mesmo projeto, e a possibilidade de construção do mesmo em qualquer setor independentemente das distâncias (ROMEIRO, 1997 B).

Os ganhos obtidos com a aceleração dos métodos de trabalho são momentâneos e devem ser balanceados, pois nem sempre a adoção da estrutura informacional é garantia de eficiência, principalmente se não houver uma integração das atividades. A aplicação do método de desenvolvimento tradicional ou seqüencial, mesmo com a utilização de sistemas informatizados, por si só não garante a eliminação das inconsistências e/ ou incompatibilidades na fase final do projeto. O que se observa com a aplicação restrita da informatização, sem o seu gerenciamento integrado, é a formação de “ilhas” dentro da própria empresa, equipes e departamentos, fazendo com que resolvam de forma independente os problemas que dizem respeito exclusivamente às suas atividades (ROMEIRO, 1997 B).

Na atividade projetual anterior à informatização, o projetista imprimia o seu próprio ritmo de trabalho, sendo ele a peça chave para o processo de desenvolvimento. Com a adoção dos sistemas informatizados a peça chave continua sendo o projetista, no entanto, o ritmo de trabalho passou a ser ditado pelo computador e o fator limitante a realização das tarefas é a *atividade cognitiva* (WISNER, 1994) do projetista, motivo pelo qual é relevante a adoção de ferramentas de auxílio ao gerenciamento dos dados criados nas fases de projetos.

2.4 A Utilização de Métodos Formais para Gerenciamento do Trabalho nas Atividades de Projeto

Levando-se em consideração as atividades (desenhos, cálculos, definição das características técnicas do produto e outros) usualmente executadas em um setor de projetos, percebe-se que os trabalhos de engenharia interferem diretamente no rendimento das atividades de manufatura, assim se durante a primeira etapa não houver uma participação ou envolvimento antecipado da segunda as chances dos problemas serem repassadas durante o trabalho podem aumentar, uma vez que não houve uma integração do processo de comunicação, a partir de uma abordagem típica de Engenharia Simultânea.

Nesse momento, é importante entender os recursos ou estratégias necessárias à aplicação da engenharia simultânea a partir da organização das chamadas células de manufatura que consiste, basicamente, na aplicação da Tecnologia de Grupo (TG). Introduzida na União Soviética por volta de 1920 por Grayson, foi através de um artigo publicado em 1959 por Mitrofanov, e posteriormente traduzido para o inglês (1966) que a TG passou a ganhar notoriedade. Para Mitrofanov (1966) e Chan (1981) é possível produzir um componente teórico que incorpore todas as mudanças em produtos e/ ou componentes pertencentes a uma família, permitindo que uma máquina seja regulada para produzir o item especificado.

A tecnologia de grupo é uma filosofia que tenta converter um sistema de manufatura em um número específico de células, desse modo cada célula fabrica produtos que possuam características similares em seus processos. A forma ideal de execução é que todas as operações que envolvem o processo de fabricação de uma parte ou parcela do produto sejam completadas dentro da mesma célula (DIMOPOULOS & ZALZALA, 2000; ARZI et al., 2001). Entretanto, Dimopoulos & Zalzalá (op cit) mencionam que em casos reais, o movimento das partes componentes entre células está sempre presente. Corroborando os critérios necessários para a efetiva aplicação dos princípios de engenharia simultânea, a tecnologia de grupo defendida por Mitrofanov (op. cit) é capaz de oferecer vantagens de variedade e volume nas linhas de produção, redução dos custos com setup's, minimização de inventários, melhoria de qualidade e economia significativa de espaço na planta fabril.

Além dessas filosofias para apoio à implementação de estruturas voltadas para princípios de ES, outro ponto importante merece atenção, as equipes multifuncionais. Uma equipe pode ser considerada multifuncional quando todos os envolvidos possuem uma visão crítica de determinado problema à luz do campo de conhecimento que lhe é peculiar, dada a sua formação e área de competência, o que lhe permite entender os objetivos e desenvolver atividades adequadas para alcançá-los. Porém, esta equipe só pode ser considerada multifuncional se as competências que a constituem forem efetivamente multidisciplinares (PRASAD, 1999), incluindo conhecimentos de várias áreas (como marketing, design industrial, psicologia, técnicas de manufatura etc.), indo além da formação típica em engenharia. Esta multidisciplinaridade pode constituir um fator capaz de aumentar o nível e o volume das informações que estão disponíveis para o grupo. Encontrar uma forma adequada de aplicação destas diferentes formas de conhecimento no desenvolvimento do projeto pode representar um caminho eficiente para adequar o trabalho da equipe às necessidades formais das empresas. A solução, em princípio, parece estar em uma maneira de conciliar os aspectos formais exigidos pela empresa e seus clientes (montadoras, parceiros e matrizes) com as características peculiares de execução das atividades pelos indivíduos (neste caso os projetistas).

2.4.1 Efeitos da Falta de Formalização e o Gerenciamento de Projetos

A substituição dos métodos tradicionais por sistemas informatizados trouxe vantagens para os setores de projetos das empresas. Entretanto, torna-se necessário entender que existem diferentes formas de utilização e interação destes sistemas com seus usuários diretos e indiretos, cabendo a eles identificar os procedimentos de aplicação da ferramenta mais adequados ao trabalho que está sendo desenvolvido. A utilização de sistemas CAD admite a criação de ambientes de trabalho mais colaborativos (LI et al, 2004), uma vez que permite o compartilhamento de informações de projeto entre diferentes estações de trabalho, desde que estas possuam um software compatível. Entretanto implica, ao mesmo tempo, na utilização de instrumentos formais para padronização dos procedimentos dos usuários.

Pode-se dizer que o processo criativo envolvido no projeto, bem como as competências relacionadas ao produto, permanecem necessárias e relevantes ao projeto de produtos. A

principal contribuição, neste caso, está na possibilidade de efetiva integração entre os diferentes atores envolvidos, bem como na participação de um maior número de diferentes profissionais na equipe. Entretanto, para que esta participação seja efetiva, é fundamental que a linguagem e os procedimentos comuns possuam um grau adequado de formalização seguida de uma padronização. Sem esta padronização, a equipe pode acabar por incorrer em problemas constantes de comunicação onde poucos se entendem. Por outro lado, a padronização excessiva pode levar (como freqüentemente ocorre) ao “engessamento” do processo criativo (POLANYI apud MASCITELLI, 2000) ou, ao que é mais comum, a diversas estratégias para inobservância das normas (certificações) prescritas.

Percebe-se que a formalização de procedimentos ligados às atividades de projeto deve fortalecer a utilização de processos de controle para adoção de filosofias como a ES, por exemplo, e deve ser usada como método de orientação e motivação das atividades das equipes multifuncionais (BONNER, 2005, p. 3), as quais necessitam da padronização de determinados procedimentos comuns para que seus participantes saibam com precisão a seqüência pré-determinada dos trabalhos. Não é adequado que um grupo ou equipe execute suas atividades de forma aleatória, ou da maneira que entende como mais conveniente, sem que os outros grupos envolvidos sejam considerados. Os procedimentos devem ser desta forma estruturados de maneira a funcionarem como “linguagem comum” entre as equipes. O equilíbrio entre as características e necessidades reais de cada atividade e os procedimentos formais definidos por uma empresa deve ser o objetivo principal a ser considerado.

Considera-se que este equilíbrio, ainda que parcial, constitui um fator relevante para o início da implantação de princípios da ES e para o processo de integração. Em muitos casos percebe-se que o compartilhamento de dados de projeto é prejudicado pela utilização superficial da ferramenta CAD nas empresas, que não é utilizada por todos os setores envolvidos no projeto e não possui especificações de uso voltadas para aplicações de ES.

2.4.2 Métodos para Formalização do Fluxo de Informações

A formação de equipes multifuncionais constitui o primeiro passo para a implementação da metodologia de Engenharia Simultânea, mas para que os grupos possam ser geridos de forma

integrada, a identificação do papel a ser desempenhado pela formalização de procedimentos dentro da atividade projetual torna-se fundamental. Tal formalização envolve a análise pormenorizada das formas de trabalho individual e coletiva, envolvendo a caracterização do fluxo de informações entre indivíduos e setores, identificando se a transferência do conhecimento gerado ocorre de modo satisfatório. Na verdade, a formalização representa uma maneira de conduzir os trabalhos da equipe, estabelecendo uma comunicação eficiente, uma vez que a linguagem utilizada é comum. Quando os procedimentos padrões, formalmente estabelecidos pela empresa, refletem os procedimentos executados pelos profissionais, é verificado que os indivíduos e o ambiente estão interagindo em sintonia. Tanto a média gerência quanto a alta administração poderão contar que a prática está sendo orientada pelo que está documentado. Uma vez cumpridos estes aspectos pode-se afirmar que o ambiente organizacional está preparado para gerenciar o trabalho em equipe de forma integrada, podendo inclusive lançar mão de sistemas informatizados de apoio ao projeto.

2.5 Conclusão

Analisando o contexto organizacional de empresas pertencentes ao segmento industrial do gênero metal-mecânico, observa-se que as mudanças em seus ambientes nem sempre são bem recebidas, porque implicam na alteração de certos hábitos e aspectos culturais já consolidados pelos indivíduos e padronizados pela empresa.

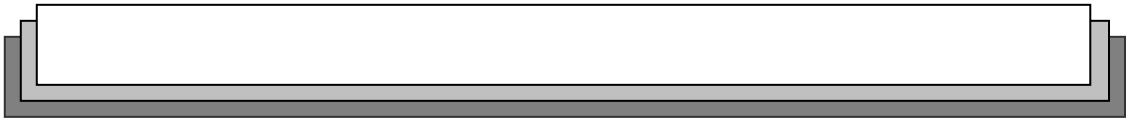
A obtenção de inter-relações quase sempre envolve o compartilhamento de autoridade, a necessidade de uma coordenação freqüente e uma avaliação do desempenho. Assim os processos para resolverem conflitos inter e intra empresa são de vital importância para a obtenção de inter-relações. [...] A escolha de tecnologias a serem desenvolvidas não deve restringir-se àquelas poucas em que existem oportunidades para grandes rupturas. Aperfeiçoamentos modestos em algumas das tecnologias na cadeia de valores, inclusive aquelas não relacionadas ao produto ou ao processo de produção, podem acrescentar um benefício à vantagem competitiva [...] (PORTER, 1989, p. 375).

Diante disso, pode-se afirmar que os fatores que envolvem as inter-relações humanas e aspectos tecnológicos presentes no desenvolvimento de produtos são essenciais para o equilíbrio e sustentação do conhecimento organizacional e que tais aspectos conseqüentemente tem reflexos sobre seu crescimento e desempenho mercadológico, o presente trabalho busca a proposição de um processo estruturado de gerenciamento de

informações em nível de projetos que permita, através da formalização de procedimentos (em etapas e pontos de decisão), o uso efetivo de ferramentas informatizadas, princípios de engenharia simultânea e equipes multifuncionais para favorecer a integração na empresa.

O processo de transformação almeja a elaboração de uma política consistente de integração que estabeleça uma formalização dos procedimentos das atividades projetuais e setores relacionados. A adoção de métodos padronizados nas atividades dos projetistas permite a universalização da linguagem de comunicação, diminuindo o nível de interferências que possam surgir provenientes das diferenças culturais e dos diferentes níveis de conhecimento. Neste caso, a padronização ditada por Taylor em sua obra “Administração Científica” e defendida por Campos (1992) pode contribuir para a transferência do conhecimento entre diferentes profissionais sejam do corpo gerencial ou técnico. O próximo capítulo, nesse sentido, discorrerá sobre a importância da aplicação de processos formais nas etapas que compreendem a gestão de informações na atividade projetual.

**CAPÍTULO 3 - A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE
MÉTODOS FORMAIS PARA GERENCIAMENTO DE
INFORMAÇÕES EM ATIVIDADES DE PROJETO**



3.1 Introdução

As mudanças impostas pelo mercado conduziram a empresa na busca por métodos de trabalho informatizados (máquinas de comando numérico de controle com carregamento automatizado e semi-automatizado, sistemas CAD/CAM) que pudessem orientá-la na realização mais precisa e rápida das rotinas de trabalho, numa tentativa de responder às necessidades peculiaridades do desenvolvimento de projetos para a manufatura. Entretanto, a adoção destas ferramentas não é suficiente para garantir uma integração adequada nas etapas de desenvolvimento de projetos uma vez que são necessários métodos padronizados que facilitem a utilização e gerenciamento de informações criadas a partir do trabalho em equipe.

A existência de padrões de procedimentos bem definidos e formalizados pode representar uma estratégia eficiente para a criação de equipes integradas, que utilizem o trabalho cooperativo para viabilizar o desenvolvimento adequado de produtos. Diante desse cenário, sistemas informatizados de apoio ao projeto, como o CAE e/ou CAD (Computer Aided Engineering e Computer Aided Design, ou Engenharia e Projeto Auxiliados por Computador, respectivamente) aparecem como alternativas para o fortalecimento do conceito de Equipes Multifuncionais de trabalho, as quais possibilitam a redução de problemas de comunicação, freqüentemente responsáveis por altos índices de retrabalho. Essa informatização é capaz de oferecer suporte adequado à implementação de metodologias de desenvolvimento como a Engenharia Simultânea.

Este capítulo está dividido em quatro partes principais, além desta introdução e uma breve conclusão: i) O processo de comunicação na atividade projetual; ii) A organização do trabalho na atividade de projeto; iii) A integração facilitada pela adoção de equipes multifuncionais e engenharia simultânea; iv) Gestão do conhecimento em projetos. Diante disso pretende-se apresentar pontos relevantes que contribuam para orientar decisões relacionadas à construção de ambientes integrados, sempre que forem envolvidas discussões sobre Equipes Multifuncionais, Engenharia Simultânea, sistemas informatizados de apoio ao projeto e gestão do conhecimento.

Este capítulo será orientado pela busca de informações que auxiliem no entendimento do papel do gerenciamento de informações em projetos, utilizando metodologias como

Engenharia Simultânea, estruturas de Equipes Multifuncionais aliados aos sistemas CAx (CAE/CAD/CAM/CAPP) para a gestão do conhecimento no desenvolvimento de projetos para manufatura.

3.2 O Processo de Comunicação na Atividade Projetual

Quando o assunto é comunicação o fator tempo passa a ser estratégico, pois dependendo do volume de informações trabalhadas pelas equipes torna-se conveniente fazer com que o fluxo destes dados ocorra com uma maior intensidade entre os envolvidos permitindo que as experiências sejam compartilhadas e problemas sejam solucionados com maior brevidade. Para Kasvi (2003) identificar os conhecimentos e desenvolver a habilidade para utilizá-los representa um desafio para qualquer projeto organizacional. Um ambiente colaborativo mais integrado auxilia os diversos grupos para o aprendizado organizacional uma vez que a troca de informações permite que diferentes pessoas e equipes aprendam com as experiências anteriores dos projetos vivenciados por cada um (CLARK e WHEELWRIGHT, 1993; HAUPTMAN e HIRJI, 1996; GARRETY *et al.*, 2004). Nestes casos, a aplicação de sistemas informatizados tem sido indicada como fator de aceleração e maior integração entre diferentes grupos. As atividades e funções vinculadas ao projeto, em especial aquelas em que o computador estiver presente, devem ser orientadas por métodos formais, como uma maneira de prover suporte tanto à teoria quanto à prática (HARTSON, 1998). Além disto, um método de trabalho padronizado pode contribuir para que os conflitos entre as equipes responsáveis pelo desenvolvimento de projetos sejam gerenciados com mais consistência. É comum observarmos a existência de diferentes interesses entre equipes de trabalho, mas sabe-se que estes interesses não são necessariamente excludentes e/ou contraditórios, e que estas diferenças são muitas vezes essenciais (bem como a busca pelo consenso) para obtenção dos objetivos estabelecidos.

Outro ponto diz respeito à política de cargos e salários e novas tecnologias adotadas em uma empresa, as quais podem representar um fator de interferência no processo de comunicação, ou seja, um setor que possua indivíduos com posições de destaque, com mais privilégios e bom relacionamento com a chefia pode gerar “ciúmes” nos outros setores que “por hostilidade podem aumentar a resistência no repasse de informações” (PRASAD, 1996), dificultando o

processo de desenvolvimento. Neste sentido, não é difícil perceber que o domínio de determinada inovação trará prestígio e poder de barganha a seus patrocinadores e ao pessoal diretamente envolvido em sua implantação. Analisando este ponto pode-se supor que qualquer problema advindo da falta de informações pode prejudicar o andamento de um projeto, o que por consequência acaba afetando negativamente a vida do trabalhador responsável pelo recebimento das informações. Dessa maneira, os atritos interpessoais vão se agravando e interferindo no ambiente de trabalho, aumentando o desgaste entre as equipes e gerando desavenças entre setores ou departamentos. Para Romeiro (1997) estas disputas internas, se administradas de maneira inadequada, poderão trazer a médio e longo prazo consequências diretas sobre o desempenho de novas tecnologias.

Estes problemas merecem atenção da gerência, que por sua vez deve ser capaz de tratar em pé de igualdade todos os profissionais independentemente dos setores a que pertencem ou da representatividade que possuem na política financeira da organização. Quando os indivíduos entendem o seu papel ‘dentro da equipe’ e ‘como equipes’ conseguem observar que suas atitudes têm repercussão sobre todo o processo, o que torna imprescindível a busca pelo compartilhamento das informações com todos os envolvidos, como uma maneira “saudável” de tornar o ambiente de trabalho mais colaborativo e harmonioso. “O compartilhamento de informações relacionadas a erros anteriores, estudo dos fatos e a consideração de decisões como sendo tentativas, permitem que as equipes adquiram maior flexibilidade na solução de problemas” (JAMES, 1996). As emoções envolvidas no relacionamento interpessoal constituem também um fator que não pode ser descartado, principalmente quando envolve a formação de equipes multifuncionais, pois é um elemento importante para “resolução de problemas” (FEIST, 1994) “e tomada de decisão” (BARNES & THAGARD, 1996 e PICARD, 1995) “provendo o processo com informações úteis utilizando somente os sentimentos positivos” (KIM & MOON,1997).

3.2.1 A Política de Integração e o Suporte dos Sistemas Informatizados

O desenvolvimento de novos produtos é repleto de incertezas referentes tanto às novas tecnologias a serem utilizadas, quanto às expectativas do mercado para esses produtos. Quando os novos produtos envolvem altos níveis de inovação tecnológica, há uma diferença

significante entre a quantidade de conhecimento necessário para o desenvolvimento de um novo produto e a quantidade de conhecimento já possuído pela organização (SWINK, 2000). Nesses casos, uma vez que existem poucas experiências de projetos passados que podem ser tomadas como base, a identificação antecipada de problemas é dificultada e os membros das equipes multifuncionais passam a depender ainda mais dos conhecimentos específicos de outros especialistas. Isso implica a necessidade de facilitação do acesso à informação, demandando uma maior integração da organização.

Os benefícios do processo de integração em projetos de produtos tornam-se mais visíveis em etapas mais avançadas do projeto, justamente pela adoção de metodologias e ferramentas que contribuem na prevenção de problemas (como a Engenharia Simultânea, estratégias de Front-Loading, Sistemas CAD). Apesar de contribuírem para a redução de incertezas futuras e aumento do processo de integração, a implementação daquelas causa uma dilatação do tempo nas fases iniciais de projeto, o que por vezes precisa ser monitorado para que não represente uma desvantagem frente à concorrência. Um exemplo disso seriam novos produtos incrementais - “produtos caracterizados como sendo extensão de uma linha já existente” (MASCITELLI, 2000) – onde a informação já é dominada pelos membros das equipes e a economia de tempo no desenvolvimento do produto nem sempre justifica o aumento do tempo nas fases de implementação de ferramentas de integração (SWINK, 2000).

As novas tecnologias envolvidas na atividade projetual associadas às técnicas de desenvolvimento simultâneo trouxeram benefícios ao processo, uma vez que contribuíram para o aumento do fluxo de informações entre os envolvidos, fazendo com que a distância se tornasse menos evidente e que o nível de comunicação melhorasse qualitativamente. A intensidade de troca de dados, agora facilitada pelos sistemas informatizados, contribui para o enriquecimento das atividades projetuais, tornando viável a solução antecipada de problemas em fases iniciais de projeto. Ora, uma vez identificados os problemas em suas origens, observa-se uma melhoria no relacionamento entre as equipes e os diferentes setores, pois o volume de inconsistências que é repassado às etapas seguintes é diminuído consideravelmente.

3.3 A Organização do Trabalho na Atividade de Projeto

A comunicação estabelecida entre os diferentes níveis hierárquicos e diversas áreas de competência, bem como os clientes do processo, constitui um importante passo, pois representa uma oportunidade valiosa de se incentivar a troca de idéias entre pessoas com formação cultural e formas de percepção distintas sobre um mesmo assunto (FERNANDES *et al.*, 2005, p. 4; KUJALA & AHOLA, 2005).

A cultura organizacional é o conjunto de pressupostos básicos desenvolvidos por determinado grupo ao longo do tempo ao lidar com problemas de adaptação externa e integração interna. Tais pressupostos funcionam bem o suficiente para serem considerados válidos e ensinados a novos membros como a forma correta de perceber, pensar e sentir, em relação a estes problemas. Neste caso, a cultura organizacional assume o papel de ideologia e de normalização tácita para a empresa, além de um conjunto de normas de conduta que na maioria dos casos possui uma força de ação e legitimidade que na prática são superiores aos manuais formais de procedimentos, como os gerados em decorrência de processos de certificação (SCHEIN apud ROMEIRO, 1997B, p. 15).

Diante disso é válido dizer que um fluxo eficiente e bem administrado entre estes grupos presentes na organização favorece o processo de integração, além de ser um caminho importante para o relato de descobertas ou novas formas de resolução de problemas. Quando o caminho a ser percorrido pela informação é de “mão dupla”, torna-se mais evidente a redução de perdas com retrabalho ou redundância de dados, além de uma sensível melhora na qualidade do planejamento do processo de desenvolvimento. A partir de uma integração bem sucedida é possível reduzir custos e aumentar a qualidade dos materiais adquiridos, diminuir o tempo de desenvolvimento dos produtos, aumentar o acesso à tecnologia e melhorar o aprendizado organizacional por meio da transferência de conhecimento (RAGATZ, HANDFIELD & SCANNELL, 1997; CLIFT & VANDENBOSH, 1999; GABBAR *et al.*, 2004; NUMPRASERTCHAI & IGEL, 2004).

Os problemas relativos aos aspectos culturais, de localização e linguagem presentes na estrutura da organização representam interferências para o processo de comunicação. Kashani (1989) confirma a importância de se formar equipes de competência multifuncionais como um meio de canalizar uma rede complexa de comunicação e otimizar a transferência de informações entre projetos. Porém o trabalho destas equipes pode ser melhorado se houver uma formalização e padronização dos procedimentos das atividades, fazendo com que o trabalho real possua correspondência ao que está descrito nas normas e documentos. Estudos

realizados (RUEKERT & WALKER, 1987; MOENAERT *et al.*, 1994, FERNANDES *et al.*, 2005) demonstraram que a normalização contribui para a comunicação interfuncional, o que implica dizer que as responsabilidades das equipes têm que estar claramente definidas. Embora pareça claro existir uma interferência da cultura na adoção de novas tecnologias ou métodos de trabalho, torna-se excepcional o estabelecimento de métodos formais de trabalho que correspondam às necessidades dos indivíduos, sem, no entanto, conflitar com as exigências padronizadas pelo mercado. O problema neste ponto consiste na empresa identificar um processo sistematizado que consiga estabelecer uma interface amigável entre as exigências das empresas parceiras com as atividades dos profissionais do setor de projetos.

3.3.1 A Utilização de Equipes Multifuncionais (EM) no Processo de Integração Projetual

O desenvolvimento de produtos, no contexto atual, tem demandado uma maior rapidez e integração entre os processos de concepção e produção, como uma forma de redução dos custos e dos níveis de retrabalho (KUSAR *et al.*, 2004). Para isso, observa-se a necessidade de uma rápida e eficaz transferência de informação entre os vários níveis organizacionais, bem como entre os diferentes setores e grupos envolvidos com o produto. Para Kovesi (apud ROMEIRO, 1997 B), entre os preceitos básicos da engenharia simultânea está a informatização e interligação das várias etapas de um projeto visando à otimização da troca de informações entre os diversos membros ou entre diversas equipes de projeto. O fluxo de informações, característico do trabalho paralelo entre diferentes equipes, pode ser facilitado pela adoção da Engenharia Simultânea (ES):

A Engenharia Simultânea é uma filosofia que surgiu em resposta à crescente pressão para que se reduzam custos e tempo de produção paralelamente ao melhoramento da qualidade do produto. Trata-se de uma abordagem de desenvolvimento em paralelo das atividades que compõem o ciclo de vida do produto. Pressupõe uma enriquecida infra-estrutura de comunicação independente da localização geográfica e encoraja um método consensual de desenvolvimento utilizando-se equipes de trabalho multifuncionais (HANNEGHAN *et al.*, 2000, p. 35) (Tradução nossa).

Diversos autores (como PRASAD, 1999; HANNEGHAN *et al.*, 2000, e outros) têm demonstrado que a utilização de metodologias de trabalho de desenvolvimento paralelo, como tecnologias de grupo (MITROFANOV, 1966) adotadas em ES, necessita da formação de

Equipes Multifuncionais (EM) como estágio anterior a sua implementação. Estas equipes são definidas por Prasad (op.cit) como:

Grupo formado por profissionais de diversas especialidades como Planejamento do Produto, Conceito do Produto, Projeto do Produto, Prototipagem, Manufatura, Montagem, Planejamento de Engenharia do Produto, Administração e Controle, Distribuição e Assistência Técnica, sendo cada um deles responsável por incluir os aspectos do produto que lhe competem, tendo consciência das atividades dos outros participantes e dos prazos a serem cumpridos (PRASAD, 1999, p. 185) (Tradução nossa).

Gao *et al.* (2000) afirmam que empresas que lidam com problemas complexos de desenvolvimento precisam combinar adequadamente o que existe de mais novo em tecnologia computacional com equipes de trabalho multidisciplinares, além do uso extensivo de métodos formais que possam favorecer a utilização da infra-estrutura planejada. Através da implementação de uma estrutura de ES adequada à realidade de cada empresa, o autor afirma que é possível encorajar as equipes em cada setor a contribuírem com suas competências e experiências para a resolução de problemas relacionados ao desenvolvimento de projeto de produto.

A antecipação na detecção de problemas de projeto também se faz possível, podendo reduzir os custos de projeto (THOMKE & FUJIMOTO, 2000). Entretanto, essa não é uma tarefa simples, pois exige a formação de equipes altamente estruturadas, nas quais a experiência multidisciplinar represente uma vantagem para a agregação de valor ao produto, por meio da definição mais refinada dos atributos que este deve possuir. A utilização de grupos de trabalho com essas características permite que as diferentes experiências ofereçam soluções variadas para um ou mais problemas. Quando as soluções surgem em estágios iniciais do desenvolvimento, torna-se mais evidente o encurtamento do tempo gasto em alguns procedimentos, o que contribui para atenuar ou mesmo eliminar erros em estágios de desenvolvimento mais avançados, favorecendo a antecipação no lançamento de produtos no mercado.

Em pesquisas realizadas por Sherman, Souder e Jenssen (2000), percebe-se que equipes multifuncionais representam uma importante forma de integração, principalmente entre P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e Marketing, pois podem influenciar no tempo do ciclo de desenvolvimento de produtos. A redução do tempo de desenvolvimento tem representado um diferencial estratégico entre empresas diante do aumento da competitividade. Porém, as

empresas devem levar em consideração o nível tecnológico do ambiente de mercado em que estão inseridas, pois quanto maior a exigência tecnológica do mercado em relação ao projeto de um produto, mais crítico será esse tempo (SWINK, 2000). Especialmente em ambientes onde o nível tecnológico é alto, a melhoria do processo de comunicação entre indivíduos, setores e mesmo entre empresas diferentes, torna-se um fator determinante para o sucesso do trabalho e pode ser fortemente apoiado pela utilização de sistemas informatizados, especialmente no processo de desenvolvimento de projetos, onde utiliza-se ferramentas como o CAD (*Computer Aided Design*).

Uma dificuldade a ser enfrentada na formação de equipes multifuncionais está em barreiras à integração efetiva, que podem ser classificadas em diferentes tipos, como barreiras tecnológicas, inter-pessoais, organizacionais e físicas (GRIFFIN & HAUSER, 1996). Durante o processo de implementação, observam-se algumas resistências organizacionais que podem estar relacionadas à maneira como os agentes envolvidos interagem entre si. Para McNamara *et al.* (2004) os conflitos organizacionais podem ser melhorados a partir da gestão do conhecimento, a qual está centrada no compartilhamento de uma série de identidades e valores organizacionais, facilitando a interação e a colaboração inter-pessoal. As barreiras podem não estar ligadas unicamente a fatores individuais, mas também aos paradigmas predominantes das empresas, que privilegiam formas estanques de trabalho, ou demasiadamente “departamentalizadas”. Nesses casos:

O desenvolvimento de equipes multifuncionais informais pode auxiliar na redução das barreiras de linguagem, pensamento e físicas para a integração, melhorando as informações a serem transmitidas e utilizadas, aumentando a coordenação e tomada de decisão e diminuindo as incertezas de projeto, direcionando a um maior sucesso nas metas de rendimento, lucro e no tempo de lançamento (GRIFFIN & HAUSER, 1996) (Tradução nossa).

A barreira tecnológica está relacionada à ausência de interoperabilidade de equipamentos, softwares e protocolos, isto é, a incapacidade geral desses sistemas distintos trabalharem em conjunto, cooperarem, interagirem, “conversarem”, trocarem dados etc. (Site: www.uff.br/gdo/htm/tsld116.htm). Como exemplo, podemos citar a utilização de sistemas de desenvolvimento de projeto (Sistemas CAD) de diferentes fabricantes, dentro de uma mesma empresa. Isto pode ser exemplificado em situação encontrada durante a pesquisa, quando foi observada a utilização, por uma empresa fornecedora de autopeças, de um software gráfico

específico para cada cliente, tendo em vista a incompatibilidade existente entre os programas utilizados pelas diferentes montadoras.

Os conflitos decorrentes da falta de comunicação interpessoal podem ser separados em dois grupos: indivíduo-indivíduo e indivíduo-coletividade. O primeiro grupo está relacionado à resistência individual em compartilhar o conhecimento com outro membro do setor ou de outros departamentos da empresa, o que ocorre por “medo” da perda de “*status-quo*”. A resistência no recebimento de informações também pode ser destacado como aspecto relevante para o aumento de conflitos, principalmente se o receptor das informações não confia nos dados repassados pelos correspondentes hierárquicos da etapa anterior. Isto pode ocorrer quando no momento da passagem de dados quando o receptor, ao invés de confiar no companheiro de trabalho, solicita ao chefe imediato do mesmo a confirmação das informações, criando desta maneira um ambiente cheio de desconfianças e pouco propício ao trabalho em equipe. Em alguns casos, observa-se que essa resistência no recebimento de novos dados ou mesmo sugestões estão associados às interações entre supervisores e operários do chão de fábrica. Em alguns casos específicos chega-se constatar que participantes do setor de projetos demonstravam pouca ou, na maioria das vezes, nenhuma abertura para recebimento de sugestões para melhoria de certos procedimentos em projetos. Este fato contribui para demonstrar que há uma hierarquia de funções que engessa e inviabiliza por vezes o compartilhamento, a integração e colaboração dos envolvidos no processo de desenvolvimento e na gestão de projetos. A re-organização do trabalho utilizando equipes multifuncionais, neste ponto, poderia contribuir para melhoria do processo de integração. Assim, seguindo uma das orientações de McNamara *et al.* (2004), a transferência do conhecimento e a padronização de habilidades técnicas onde o conhecimento pudesse ser compartilhado facilitariam a implementação uniforme de novas tecnologias e novas habilidades técnicas para as atividades e para os negócios.

Os ocupantes de cargos de supervisão, geralmente são os que apresentam maior resistência em ouvir e analisar sugestões dos indivíduos pertencentes ao chão de fábrica. Geralmente, estas barreiras à implementação de mudanças em projetos vêm das exigências ditadas pela formação técnica para interpretação de desenhos e de processos relacionados ao desenvolvimento de produtos em CAE/CAD, e que muitas vezes não compõe o repertório de conhecimentos dos profissionais de chão de fábrica. Justamente por acreditarem que os indivíduos de chão de fábrica nada podem contribuir para o desenvolvimento de produtos nas

fases de projetos, os profissionais deste setor acabam por subestimar o conhecimento tácito pertencente àqueles trabalhadores e que em algum momento serviria para solucionar um problema típico da atividade projetual.

Uma limitação, no entanto, ao processo de cooperação de informações parece estar em identificar os dados que são realmente úteis ao trabalho do setor ‘beneficiado’ que podem ser reaproveitados em algum momento do desenvolvimento das atividades.

No segundo grupo, indivíduo-coletividade, onde o fator “medo” também está presente, observa-se que as resistências geralmente estão associadas à análise e implementação de novas tecnologias, modelos ou metodologias de trabalho. Nestas ocasiões, torna-se necessário fazer com que todos os agentes participem das fases de planejamento e concepção das idéias, contribuindo para que os problemas de aceitação das transformações sejam minimizados. A ausência de um acordo multilateral pode também representar um entrave entre os diversos atores (alta diretoria, gerências e funcionários), principalmente se os interesses existentes entre os diferentes grupos não forem expostos com a seriedade e clareza necessários ao processo de comunicação.

O respeito que os membros da equipe têm uns pelos outros pode levar à comunicação aberta e ao sentimento de confiança. Quando os profissionais confiam no julgamento uns dos outros e agem com honestidade, eles estão de fato, demonstrando respeito por eles. Isso pode ser um fator importante para assegurar uma boa utilização de recursos humanos na equipe (MCDONOUGH III, 2000).

A barreira física surge quando a distância geográfica entre os grupos envolvidos acaba por gerar falhas na comunicação, ou seja, perda de qualidade da mensagem e dos dados transmitidos ocasionada pelas barreiras naturais ou por uma estrutura de comunicação mal dimensionada. A infra-estrutura organizacional deve prezar pelas melhores formas de relacionamentos interdepartamentais, seja pela implementação de meios informatizados de apoio ao processo de comunicação ou pela criação de espaços de relacionamentos onde possa haver um contato mais próximo entre indivíduos de diferentes departamentos. Este espaço, além de ponto para ‘descontração’ pode representar um caminho mais flexível para geração de novas idéias ou reflexão de pontos de melhorias entre os trabalhos que se fizerem dependentes. Um espaço de relacionamento interpessoal, incentivado pela organização, talvez possa influenciar na informalidade das informações, mas por outro lado tem um caráter

conciliador das diferenças, pois pode aproximar indivíduos que, por vezes, se mostram resistentes a novas idéias.

Avaliando-se o ambiente organizacional, observa-se que dependendo da grandeza e da estrutura informática, a barreira física dificultará a agilidade no processo de comunicação, o que por sua vez pode levar conseqüentemente a uma maior demora no desenvolvimento de projetos de produtos, principalmente se o fluxo de informações entre um setor e outro implicarem no deslocamento do agente transmissor das informações. Uma estrutura informática pode representar uma alternativa para a solução destes problemas, entretanto se não houver um dimensionamento equilibrado da implementação de sistemas de computadores, a empresa pode esbarrar na barreira tecnológica, principalmente se os sistemas informatizados em utilização apresentarem incompatibilidade. Diante desses aspectos torna-se conveniente que a empresa realize o mapeamento de suas atividades e procure identificar como ocorre o fluxo de informações entre seus diversos setores e equipes, e procure dessa maneira dimensionar sua escolha através de um planejamento estruturado, contribuindo para uma escolha mais apropriada dentre os sistemas informatizados existentes. Desta maneira, a organização pode alinhar seus interesses através da utilização mais racional das diferentes competências que compõem sua estrutura, facilitando o processo de comunicação pela utilização mais racional dos softwares adotados. A melhoria do processo de comunicação através do tripé homem-máquina-informação contribuiria para agilizar e facilitar o ciclo de desenvolvimento de projetos de produto.

As falhas de comunicação decorrentes das barreiras físicas, ocorrem com maior frequência nas relações com fornecedores, por exemplo, nas quais a inexistência ou inconsistência de canais efetivos de comunicação acaba por inviabilizar o processo de integração. Os softwares utilizados não são suficientes para garantir a integração necessária, tendo em vista problemas de compatibilidade, capacidade de processamento e sistemas de telecomunicação.

3.3.2 A Participação da Alta Administração: ações top-down

A aprovação para o desenvolvimento de um determinado produto é dada, geralmente, pela alta administração da organização, recaindo sobre os departamentos subordinados a

responsabilidade pelo assessoramento técnico para projeto do produto e viabilização de produção. Assim, tudo aquilo que envolve questões estratégicas ou adoção de novas metodologias de trabalho necessita da autorização do corpo administrativo ou do diretor executivo da empresa. Observa-se, portanto, que o apoio do alto escalão é determinante para o sucesso da implementação de qualquer estratégia que envolva tanto a compra de ferramentas computacionais quanto a adoção de novos métodos de trabalho para o desenvolvimento de projetos de produto. Um “ótimo suporte da alta administração, principalmente no desenvolvimento de novos produtos, está associado com o alcance de objetivos em relação ao tempo de desenvolvimento, qualidade do produto e otimização dos recursos financeiros” (SWINK, 2000) (Tradução nossa).

O apoio do tipo “*top-down*” (de cima para baixo, ou da alta administração para níveis mais baixos) em um determinado projeto demonstra aos envolvidos a seriedade, comprometimento e importância dispensados pela alta administração, gerando um maior entusiasmo e envolvimento pessoal dos participantes. “O pessoal do desenvolvimento que percebe um nível elevado de comprometimento e prioridade da gerência tem maior probabilidade de se tornar mais interessado no projeto, tomar maior sentimento de posse, e estar mais disposto a correr riscos” (SWINK, SANDVIG, MABERT, 1996) (Tradução nossa).

Durante o planejamento para o projeto de produto, algumas exigências se fazem necessárias, além da definição das características do próprio produto. Dentre elas, a análise da viabilidade técnica e financeira, capacidade da fábrica, capital humano, ferramental, entre outros. Diante disso, nota-se que alguns outros fatores estão presentes, além das exigências do cliente e a singularidade de cada projeto. Esses fatores devem estar em sintonia com o perfil dos membros das equipes multifuncionais, especialmente em se tratando de novas plataformas. Plataforma de produtos pode ser definida como sendo “uma combinação de subsistemas e interfaces que formam uma estrutura comum da qual uma gama de produtos derivativos pode ser eficientemente desenvolvida e produzida” (MEYER & DALAL, 2002).

Observa-se também que, como os aspectos avaliados podem variar de produto para produto, em especial se a plataforma de desenvolvimento de tais projetos não for a mesma, as habilidades necessárias ao seu desenvolvimento também podem variar. Isso significa que é muito importante, durante as fases de planejamento do trabalho, a definição das competências necessárias à constituição da equipe multifuncional. Para a formação dos grupos devem ser

consideradas as habilidades necessárias em cada etapa do projeto, bem como os desdobramentos do produto ao longo de seu ciclo de vida. As pessoas que constituirão a equipe devem ser escolhidas de forma a possibilitar o alinhamento do perfil profissional com as exigências técnicas específicas de cada projeto, bem como a experiência com projetos passados.

Gao *et al.* (2000) afirmam que as equipes multifuncionais são capazes de contribuir para a identificação antecipada das dificuldades e problemas que o projeto pode apresentar. A multidisciplinaridade existente nesses grupos evita que os problemas de retrabalho ocorram com maior frequência nas etapas finais de desenvolvimento, principalmente porque são feitas revisões com maior critério nas fases iniciais, tendo em vista a participação de pessoal ligado, por exemplo, às fases de produção.

3.4 A Integração Facilitada pela Adoção de Equipes Multifuncionais (EM) e Engenharia Simultânea (ES)

É possível perceber que o projeto executado “entre muros”, ou seja, de uma forma seqüencial e sem contato entre as equipes, pode gerar uma série de equívocos de projeto que são acumulados ao longo do processo. A adequada integração entre os diferentes participantes permite, ainda em nível de projeto, a identificação de falhas capazes de comprometer o processo de desenvolvimento.

Com a utilização de princípios de Engenharia Simultânea e com a adequada aplicação de sistemas CAD, é possível que cada profissional, além dos clientes, possa acompanhar o trabalho da equipe e contribuir com sugestões capazes de evitar a transferência dos erros entre as diferentes etapas. O desenvolvimento simultâneo do projeto, onde cada envolvido possua uma estação CAD em seu posto de trabalho, contribui para que os problemas evidenciados sejam resolvidos no local de origem, evitando que o projeto acumule ou sofra com as falhas ocorridas ao longo das etapas de trabalho de cada ator.

De acordo com Pires (1994), a Engenharia Simultânea é a melhor proposta para organizar o fluxo de tarefas relacionadas ao desenvolvimento, tanto do projeto quanto do produto,

melhorando a qualidade do produto final e reduzindo o prazo do desenvolvimento. A colaboração entre os diversos profissionais e Equipes Multifuncionais (EM) para o desenvolvimento do projeto certamente implicará que cada especialista contribua com o assunto de seu domínio. No entanto, nenhum modificará a parte do projeto que for de responsabilidade dos demais, cabendo a ele apenas sugestões de melhoria ou mesmo a identificação de possíveis problemas. Esta cooperação entre as EM deve ocorrer por meio da utilização de uma rede local bem como um sistema operacional de rede. A ES permite um conhecimento maior dos produtos nos estágios iniciais de desenvolvimento o que teoricamente facilita a tomada de decisões no princípio podendo contribuir para redução de custos em etapas mais avançadas de projeto.

Chlebus *et al.* (1998) afirmam que trabalhar com a metodologia de Engenharia Simultânea é tecnicamente possível se um sistema de gerenciamento eletrônico de dados for capaz de processar dados gerados em diferentes áreas do projeto e engenharia. Uma empresa que disponha de um banco de dados compartilhado viabiliza o armazenamento dos trabalhos que são desenvolvidos como também os projetos que sofreram melhorias e adaptações. Dessa maneira, a cada novo projeto em desenvolvimento, o profissional pode recorrer àquelas informações armazenadas, diminuindo as chances de cometer os mesmos erros. No entanto, para a implantação da Engenharia Simultânea deve-se fazer uma consideração:

Embora a Engenharia Simultânea não esteja intrinsecamente ligada à informatização, esta aparece como importante ferramenta para sua implantação, pois potencializa os efeitos de melhoria de comunicação e difusão de informações pela empresa. É correto afirmar que a implantação desta metodologia deve preceder a informatização do projeto, pois a informática não trará benefícios consistentes a empresa se o processo projetual estiver calcado em uma estrutura defasada. O computador não resolve um problema, mas apenas acelera uma solução. Se o processo for deficiente, a informática só virá a tornar mais evidente as falhas. (ROMEIRO, 1997, p. 147)

A implantação da Engenharia Simultânea permite um gerenciamento mais equilibrado do projeto, uma vez que contribui para agilizar o processo de desenvolvimento como também facilita o processamento das modificações que surgem ao longo da atividade projetual, possibilitando a adequação de novas exigências impostas pelo mercado. A integração entre as etapas de desenvolvimento do projeto não representa apenas uma maneira de identificação antecipada de erros ou um gerenciamento de projetos, mas também contribui para que as considerações dos clientes sejam testadas e aplicadas em tempo hábil. A implementação de princípios de Engenharia Simultânea facilita a adoção de outras ferramentas como os sistemas

CAD (BARRET, 1994), bem como o apoio ao trabalho de equipes multidisciplinares capazes de interagir paralelamente e de forma integrada na solução de problemas. Os diferentes tipos de experiências enriquecem o trabalho de desenvolvimento pelas características multidisciplinares apresentadas pelos participantes da atividade de projeto. Quando são inseridos os princípios de Engenharia Simultânea no contexto das equipes multifuncionais, observa-se que nas várias etapas que compõem o processo todos podem agregar parte do seu conhecimento ao projeto. Este aspecto favorece que um mesmo problema possa ser visualizado de diferentes ângulos, permitindo que diferentes soluções possam ser propostas para a mesma irregularidade. Clark & Whellwright (1993) apresentam quatro tipos de interações que podem estar sendo estabelecidas entre equipes de trabalho, desde um modelo seqüencial simples ao modelo mais integrado e paralelo (Figura 4). Os autores evidenciam a necessidade da realização de práticas que permitam um desenvolvimento rápido e eficiente, no qual esteja presente um fluxo multilateral e contínuo da informação, que viabilize a integração entre todos os envolvidos. Os mesmos procuram evidenciar as mudanças que podem ocorrer na realização do trabalho entre equipes e/ou departamentos pela utilização de filosofias como Engenharia Simultânea e ferramentas informatizadas de desenvolvimento como CAE/CAD/CAM. Entretanto, para que essa integração seja viabilizada é necessária a organização eficaz de equipes que sejam, como proposto por Clark & Wheelwright (1993, p. 523-529) muito mais que *funcionais, mas que apresentem estruturas de peso leve, peso pesado ou características de equipes autônomas.*

De acordo com os estudos dos autores são quatro as principais estruturas de organização das equipes de projetos: i) funcional, comum às empresas tradicionais, com representantes de diversas áreas e departamentos da empresa, mas sem uma coordenação direcionada para a integração; ii) “peso-leve”, com características semelhantes às estruturas funcionais, mas com a coordenação mais centrada em uma pessoa, de nível intermediário na hierarquia (pouca autonomia); iii) “peso-pesado”, com um gerente de alto nível hierárquico, responsável e com grande autonomia para comandar o projeto; e iv) equipe autônoma, com dedicação praticamente exclusiva aos projetos e total autonomia para trabalhar – tendo também totais responsabilidades sobre os resultados finais obtidos. Segundo Clark & Wheelwright (1993), em última instância, a abordagem escolhida para organizar e liderar os projetos individuais deve se ajustar não só às exigências e especificidades de cada projeto, mas também às capacitações organizacionais disponíveis na empresa. Assim, a principal responsabilidade dos

gerentes seniores deve ser garantir a aplicação da abordagem correta para cada uma das situações específicas.

Em estudos realizados por Lindeman e Wijaya (1992), percebe-se que a Engenharia Simultânea conduz à otimização do processo de integração, permitindo maior rapidez no desenvolvimento do projeto, eliminando problemas como a geração de dados redundantes. Segundo Ashley (1992), os maiores desafios para a engenharia simultânea estão nos meios de comunicação, nas permutas de informações e coordenação do projeto. O trabalho em grupo favorece uma projeção flexível, rápida e eficiente, conduzindo o processo de desenvolvimento em suas várias etapas em um ritmo real ou bem próximo do real. Este trabalho em tempo real permite um efetivo *feedback* entre os participantes (CLARK & FUJIMOTO 1991; TENANNT & ROBERTS, 2000; AINSCOUGH et al., 2003). Pesquisas realizadas por Galegher (1990), Ainscough (2003) e outros (TURINO, 1991; PRASAD, 1996), demonstram que sistemas informatizados (CAD/CAM) aliados a times multifuncionais e metodologias como a ES, tem sido desenvolvidos para apoiar as decisões de grupo, reduzindo as resistências individuais, acelerando o processo e facilitando interatividade do processo decisório.

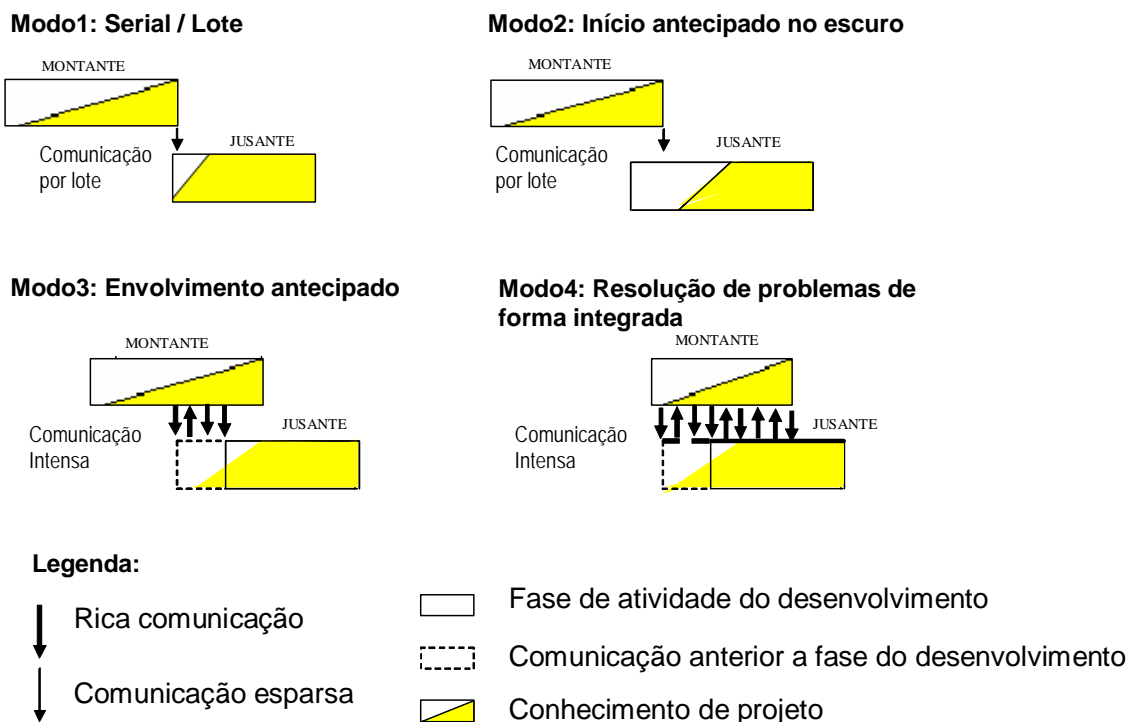


Figura 4 - Modos de integração para execução das atividades de desenvolvimento de produtos.

Fonte: Clark & Wheelwright (1993, p. 472).

Prasad (1999, p. 194-203) em seu artigo intitulado “*Enabling principles of concurrency and simultaneity in concurrent engineering*”, enunciou sete princípios tidos como base para se atingir os melhores resultados na aplicação de Engenharia Simultânea:

1) Grupos de Trabalho Paralelos

- Equipes Multifuncionais – Grupo formado por profissionais de diversas especialidades como Marketing, Engenharia de Produto (Eletrônica e Mecânica), Design Industrial, Engenharia de Processo e até mesmo as funções como Vendas, Custos, Assistência Técnica, Qualidade, sendo cada um deles responsável por incluir os aspectos do produto que lhe competem, tendo consciência das atividades dos outros participantes e dos prazos a serem cumpridos;
- Inclusão de Parceiros Externos – Estabelecendo parcerias nas quais um programa de certificação faça parte do acordo, é uma forma de eliminar ou reduzir custos com inspeção na chegada de materiais, tanto para a empresa em questão, que recebe materiais de qualidade de seus fornecedores quanto para seus revendedores externos, que também recebem produtos de qualidade certificada.

2) Decomposição Paralela de Produtos

Os produtos exigidos pelo mercado atual têm alto grau de complexidade assim como seus processos de produção. Isso requer uma decomposição dos produtos de forma a se nomear as etapas de produção e conseqüentemente entender as relações de dependência entre elas. Após a decomposição do produto é possível identificar quando duas ou mais etapas do processo de produção podem ser executadas simultaneamente.

3) Planejamento de Recursos Simultâneo

Significa organizar todas as atividades constituintes do processo de produção de um produto, para que elas possam, se possível, ser realizadas paralelamente. Isso evita o atraso na concepção das atividades, pois mesmo que uma atividade seja dependente de outra, não há necessidade de se esperar que essa outra tarefa termine completamente. Se a tarefa precedente

já produziu a informação necessária para que a atividade seguinte possa ser iniciada, torna-se necessária a sua continuidade.

4) Processamento Concorrente

É a seqüência ótima de informações e tarefas, com sincronização de esforços entre diferentes equipes de engenharia simultânea, na busca de produtos de qualidade. Serve como um padrão para os novos processos a serem desenvolvidos.

5) Minimizando Interfaces

O processo de desenvolvimento de um produto deve ser reformulado com a engenharia simultânea de modo que o número de interfaces existentes neste “novo modelo” seja levado ao mínimo possível. O termo “interfaces” é usado aqui como barreiras existentes entre as etapas de produção. Minimizar essas interfaces promoveria uma unificação no processo de produção. Essas interfaces incluem as relações entre gerência e projeto do produto, interface com o fornecedor, interface entre manufatura e projeto do produto, etc. Isso simplifica o sistema de produção, reduzindo com isso o tempo e o custo de produção.

6) Comunicação Transparente

A comunicação transparente entre os membros das equipes multifuncionais envolve a clara definição dos fatores críticos para o alcance dos resultados desejados. Todos os membros devem ter o mesmo entendimento dos termos utilizados no projeto.

7) Processamento Rápido

Processamento rápido é a realização mais rápida possível das atividades individuais que já foram previamente definidas.

A adoção da metodologia de ES envolve mudanças estruturais na organização que não se limitam apenas na implementação de sistemas informatizados, pois exigem arranjos físicos suficientes para oferecer suporte aos novos sistemas, além da capacitação do capital humano para manuseio das ferramentas e metodologias favoráveis ao desenvolvimento de projetos que

estejam adequadas à filosofia de engenharia concorrente. Conforme proposta descrita por Pereira e Manke (2001) a implementação da ES envolve: a) Formação de equipes multifuncionais, compostas por membros pertencentes a cada departamento; b) Ferramentas computacionais, capazes de integrar o projeto como sistemas CAx (CAE/CAD/CAM); c) Criação e manutenção de um setor de gestão de projetos, responsável por gerir as equipes multifuncionais; d) Existência de um banco de informações integradas para facilitar o gerenciamento de projetos; e) Rede interna de comunicação como intranet, correio eletrônico, softwares *workflow* e outros. A Engenharia Simultânea não pode ser considerada como uma ferramenta ou mesmo uma tecnologia, trata-se de uma filosofia e seu conceito conforme afirmação de Hartley (1990) não é novo. Entretanto a relevância no aprofundamento dos princípios desta metodologia de trabalho está na sistematização do modo como deve ser implementada, e de acordo com as proposições de Gao *et al.* (2000) é através desta sistematização que será possível coletar novos elementos capazes de enriquecer o conceito e os procedimentos para implementação da ES.

Durante o desenvolvimento dos procedimentos para a adoção da ES, observa-se uma série de fatores capazes de interferir em seu efetivo emprego. Assim torna-se relevante o levantamento das necessidades da organização, seja quanto aos aspectos tecnológicos, organizacionais, físicos ou inter-pessoais, pois apesar de representar uma filosofia capaz de quebrar as barreiras departamentais e fazer com que as pessoas se comuniquem durante todo o ciclo de desenvolvimento de produtos é imprescindível que a empresa apresente uma estrutura mínima para o emprego total ou ao menos parcial da ES.

A implantação da *Engenharia Simultânea* requer uma série de exigências para sua efetiva aplicação, por isso não é algo simples de ser alcançado. Isso porque são anos de trabalho seguindo a metodologia tradicional, sendo de acordo com alguns autores (CASAROTTO *et al.*, 1999; PRASAD, 1999; AINSCOUGH, 2003) necessária uma mudança cultural na empresa, podendo essa mudança ocorrer de três formas diferentes: educação/visão, solicitação do cliente ou crise econômica.

Além dos princípios enumerados por Prasad (op. cit) para a adoção da engenharia simultânea, segundo Casarotto *et al.* (1999) pode-se estabelecer uma estratégia de implementação gradual, com três passos básicos, conforme descrição abaixo:

A) Primeiro passo:

Como etapa inicial pode-se adotar técnicas de gerência de projetos, utilizando conceitos-chave de gerência de projetos, que resumem-se na existência de um gerente de projeto (como coordenador e integrador) e do planejamento e controle integrados, com o uso de uma equipe em tempo integral para assessoramento do gerente. Segundo os autores é imperativo o uso de uma matriz 'tarefa x responsabilidade', cruzando o organograma do projeto com os departamentos e/ou empresas participantes, indicando os responsáveis pela execução, coordenação, os envolvidos que devem ser consultados e os responsáveis pela decisão em cada etapa. O critério de monitoramento e participação adotado nas fases de desenvolvimento das atividades pelos diversos grupos existentes à montante e à jusante (como projeto de processo, produção, marketing e até revendedores externos e fornecedores) favorece a revisão das tarefas evitando retrabalho no projeto de produto e favorecendo a tomada de decisão pelos responsáveis, principalmente pela integração adotada entre as atividades executadas por cada setor.

B) Segundo passo:

Realizar a ampliação do grupo de tempo integral ou *full-time* para o conceito de equipe multifuncional, fazendo com que essa equipe passe a contar com profissionais de vários departamentos ou empresas envolvidos, aumentando a integração e diminuindo o prazo para a tomada de decisão em determinados pontos do projeto.

C) Terceiro passo:

Utiliza o processamento paralelo das informações, o que exige uma equipe integrada e sintonizada com os departamentos funcionais, pois mesmo que um produto ou um processo, não estejam totalmente desenvolvidos, as informações processadas inicialmente serão suficientes para o *start* de outros estágios. O autor destaca, ainda a necessidade de utilização de ferramentas modernas para concepção de produtos, como o QFD - *Quality Function Deployment*, ou desdobramento da função qualidade. É importante que estas equipes multifuncionais sejam constituídas por profissionais das áreas envolvidas que sejam experientes e com capacidade comprovada, pois este grupo funcionará como uma espécie de condutor da produção da empresa, devendo estabelecer altos níveis de integração e

comunicação. A escolha do gerente do projeto também se mostra essencial, pois ele gerenciará não apenas o grupo-tarefa, mas todo o esforço da empresa, devendo ser solucionador de conflitos, integrador e coordenador, além de possuir um orçamento definido e ascendência total sobre os membros do grupo-tarefa, incluindo premiação e penalidades. O posicionamento da direção da empresa em relação à engenharia simultânea deve ser aberto, concedendo a verdadeira autonomia ao grupo-tarefa.

3.4.1 A Reorganização do Trabalho Utilizando EM e ES como Apoio ao Processo de Integração

“Uma nova forma de articulação interorganizacional supostamente capaz de viabilizar, operacionalizar e maximizar objetivos de integração intersetorial e interinstitucional” (MINHOTO & MARTINS, 2001).

A exigência mercadológica por menores preços, mas com a manutenção e mesmo melhoria dos padrões de qualidade dos produtos tem conduzido as empresas na busca pela redução de custos como uma maneira de manter sua lucratividade sem prejuízo da produtividade. Com a evidência de tais aspectos surgiram novas alternativas de desenvolvimento do projeto capazes de ajudar na economia de tempo para o planejamento e desenvolvimento das etapas que compõem o trabalho da engenharia, projeto e manufatura. De acordo com Wheelwright (1993), a tecnologia CAD/CAM contribui para uma significativa interação entre as áreas de design, ferramentaria e manufatura, além de possibilitar a integração desejada com o marketing e demais departamentos. Ao mesmo tempo, entender o cliente e as tendências do mercado é requisito obrigatório e não mais um diferencial como até pouco tempo atrás.

De acordo com Griffin (1996), os resultados obtidos com a redução do tempo, melhoria da qualidade e redução de custos, têm despertado um crescente interesse da alta administração das organizações pela formação de equipes multifuncionais capazes de atuarem de forma integrada com os diversos departamentos, bem como viabilizar uma maior integração da empresa com seus parceiros e clientes, contribuindo para sua sobrevivência no mercado atual e futuro. Atualmente, a não observância dos desejos do cliente pode comprometer a comercialização do produto, e as empresas não podem cometer o erro de produzir para

somente depois encontrar um mercado alvo para seu produto, ou seja, produzir e empurrar a produção (em um modelo *just in case*). Diante disto, o planejamento durante as fases do desenvolvimento do projeto paralelamente a análise dos conceitos predominantes no mercado são essenciais para viabilizar uma estratégia de comercialização. Clark (1993) propõe uma integração multifuncional como um elemento fundamental para se alcançar uma performance superior em termos de qualidade, custo e tempo no desenvolvimento de produtos, visando paralelamente as questões mercadológicas.

As peculiaridades envolvidas em um projeto demonstram a necessidade de uma forte integração entre os vários profissionais responsáveis. A gestão de projetos por meio da utilização da Engenharia Simultânea e informatização tornam as atividades do processo mais rápidas e eficientes, fazendo com que o fluxo de informações consiga adequar o processo de desenvolvimento de novos produtos às necessidades da realidade empresarial. A utilização de metodologias como a Engenharia Simultânea, em especial se associada à utilização de sistemas CAD como “elo tecnológico” entre os envolvidos, contribui visivelmente para agilizar o desenvolvimento em tempo real. Segundo Romeiro (1997 B), em uma situação adequada, cada membro da equipe, mesmo que geograficamente distante, pode interferir no projeto, realizando as alterações necessárias. A partir da adoção de um banco de dados central, cada profissional ao executar uma mudança em determinada parte do projeto, que será automaticamente alterada no projeto conjunto, o que pode facilitar bastante a interpretação e a tomada de decisão dos demais envolvidos, reduzindo as perdas de tempo por falhas de comunicação e criando formas de eficiente retorno de informação a todos os envolvidos.

3.5 Gestão do Conhecimento em Projetos

As organizações enfrentam uma série de problemas relacionados ao represamento e gerenciamento de informações que compõem o conhecimento tácito e explícito. Compreender e desenvolver habilidades concretas para um gerenciamento eficiente das atividades de projetos pode trazer resultados positivos para uma empresa, principalmente se souber identificar, operacionalizar e manter em funcionamento, integrando o trinômio que envolve dados, informação e conhecimento, os quais segundo Davenport e Prusak (1998) pela dificuldade de estruturação do conhecimento merecem uma orientação voltada para a práxis.

Este contexto merece, também, a menção a uma importante figura que deve se fazer presente durante o gerenciamento de projetos: o gerente de projetos. A competência desse profissional é crucial para um bom desempenho do projeto e dos negócios (BEER, 1990; CRAWFORD, 2005). “O sucesso de um projeto reside na escolha do gerente que o conduzirá” (TONEY, 1997).

Os estudos de Davenport e Prusak (1998), Crawford (op. cit) comprovam a importância por formas pontuais de armazenamento de conhecimento, exemplo disso são os Mapas do Conhecimento, que são instrumentos de registro capazes de armazenar e apontar a localização de diferentes conhecimentos, como banco de dados, documentos e outros. Percebe-se desta maneira que a atividade de projetos pode ser fortemente apoiada se for capaz de utilizar modelos de armazenamento de informações, caracterizadas como explícitas, haja vista a dificuldade em “manusear” informações que não estão formalizadas. Dadas as especificidades do trabalho que envolve a atividade de projetos e a complexidade representada pelo conhecimento técnico de cada projetista, observa-se que a adoção de procedimentos não formalizados pode, por vezes, conduzir a problemas de retrabalho pela inexistência de um modelo ou padrão gerencial das informações que são comuns e rotineiramente trabalhadas pelos indivíduos diretamente e indiretamente relacionados ao setor de projetos.

O conhecimento tácito, (NONAKA & TAKEUCHI 1997; DIXON 2000), representa aquele que é peculiar às pessoas com suas experiências e habilidades e está na cabeça dos indivíduos (como exemplo pode-se citar o conhecimento que habilita um cirurgião a dar um determinado diagnóstico sobre determinado paciente sem, entretanto, ter a certeza do problema). Este tipo de conhecimento, pelas características e forma com que “se apresenta” demonstra-se pouco estruturado e dificilmente é passível de registro ou mesmo de transferência para outro indivíduo. Em um outro extremo encontra-se o conhecimento explícito que pode ser registrado em documentos, procedimentos-padrões, que podem ser facilmente transferidos para um *checklist* e roteiro de especificações (DIXON, op. cit).

As organizações apresentam uma série de conhecimentos armazenados sob a forma de documentos como memorandos, circulares, desenhos, manuais, relatórios e outros, os quais podem ser considerados uma forma de conhecimento explícito por estarem disponíveis ao público da empresa, entretanto não parece ser uma tarefa fácil a atividade que envolve a sistematização e controle das informações disponibilizadas por estes recursos físicos de

armazenamento de dados. Neste sentido parece ser consenso no meio acadêmico a necessidade de criar métodos de controle e gerenciamento de informações (ROGERS *et al.*, 1999; DIENG *et al.*, 1999; MATTA, CORBY & PRASAD,1998,) sejam de projetos, marketing ou recursos humanos, que ao mesmo tempo sirvam de auxílio a consulta e registro do conhecimento de forma integrada para melhorar o desempenho empresarial e favoreça, em contrapartida, a aprendizagem organizacional.

Segundo Nonaka e Takeuchi (op. cit) é possível converter o conhecimento tácito (inerente ao indivíduo) em explícito e então explorá-lo para ganhos comerciais. Entretanto, deve-se levar em conta a ética profissional em torno de quem detém e controla o conhecimento tácito inerente aos indivíduos e formar críticas em torno da noção de capital intelectual das organizações. Segundo McKinlay (apud FERNIE, 2002), o conhecimento tácito é a moeda da economia informal de um ambiente de trabalho. Tentativas de gerenciá-lo podem desvalorizá-lo ao retirá-lo de seu contexto social e temporal. Por isso, não pode ser traduzido.

Para Fernie *et al.* (2002) qualquer estudo ou comparação entre processos de gerenciamento de diferentes setores deve levar em conta fatores políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, legais, ambientais e estruturais inerentes a cada setor. Logo, a interação entre indivíduos é uma interação daqueles que têm sido modelados e que modelaram a história. Para o autor o conhecimento extraído de um contexto deve passar por um processo denominado “recontextualização”, para ser convertido e adaptado a outro contexto. Ou seja, o conhecimento tácito, quando compartilhado entre diferentes setores, exige um alto nível de “recontextualização”. Pode-se dizer que adaptar e alterar o conhecimento, tácito ou explícito, para outro contexto, modifica o próprio conhecimento, de tal forma que o mesmo passa a representar um novo conhecimento.

Malone (2002) afirma que a gestão do conhecimento deve habilitar a conversão do conhecimento de tácito para explícito. Complementando este aspecto Polanyi (1966) diz que sempre existirá mais conhecimento “conhecido”, diga-se conhecimento tácito, que documentado. Como um resultado, qualquer iniciativa de gestão do conhecimento que focalizar exclusivamente na captura de conhecimento tácito sempre será uma estratégia incompleta.

Analisando o mercado pode-se perceber que existe uma série de softwares que focam o gerenciamento de conhecimentos em empresas, entretanto esta tendência tem sido explorada por empresas de software para comercialização de seus produtos, que por vezes não atendem às demandas específicas de cada empresa. Segundo análise de Carvalho & Ferreira (2000) grande parte destes programas necessitam passar por customizações para atender às peculiaridades das organizações.

Rozenfeld (2003) afirma que uma grande barreira para aplicação destas soluções é como definir os melhores formatos de armazenamento e identificar quais as funcionalidades são necessárias para a gestão dos conhecimentos explícitos dentro de uma determinada organização. Uma vez definidos estes formatos e as funcionalidades, pode-se então escolher as ferramentas que os provêm com menor custo e maior eficiência.

3.5.1 Métodos e Técnicas de Auxílio ao Gerenciamento de Informações em Projetos em Nível Gerencial e Operacional

Neste item pretende-se abordar alguns métodos e técnicas aos quais as empresas do setor metal-mecânico podem recorrer para auxílio no processo de desenvolvimento de projetos de produtos. Não se trata de inovações, mas de instrumentos já disseminados nos contextos organizacional e acadêmico. Entretanto, apesar da referida disseminação, existem casos, nas quais as empresas não adotam sistematicamente os conceitos e modelos propostos pelo referencial teórico. Isso demonstra que ainda são necessários esforços focalizados para a implementação dessas ferramentas e filosofias para que a prática possa ser subsidiada pelo contexto acadêmico.

Os métodos a serem discutidos neste tópico são o PMBOK® (PMI, 2000) e o *Stage Gate*. Esses métodos podem ser utilizados de forma conjugada e não-excludentes, o que favorece bastante as fases de desenvolvimento em nível gerencial. As técnicas que serão apresentadas para apoio ao nível operacional são a FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falha) o DFM (Projeto para Manufatura) e DFA (Projeto para Montagem).

Pretende-se com isso enfatizar a relevância da conjugação de métodos e técnicas para melhoria do processo de formalização e gestão de informações em nível de projeto e conseqüentemente de processos. Este trabalho não tem por objetivo estender os estudos sobre tais técnicas, mas fortalecer o conceito de que o ciclo de desenvolvimento de projetos e de processos necessita de instrumentos eficientes que contribuam para a formalização e por vezes a padronização de procedimentos operacionais para condução dos trabalhos das equipes de desenvolvimento.

Para as informações disponibilizadas durante o desenvolvimento é indispensável um gerenciamento adequado, para que o ciclo de vida do projeto possa apresentar um início e um fim coerentemente dispostos durante sua execução. Sua gestão se faz relevante na medida em que se percebe que sua continuidade, durante as fases que compõem todo o ciclo, são imprescindíveis para a determinação e transição de procedimentos entre uma fase projetual para uma fase operacional.

Como mencionado no item 3.3.2, existe uma carência nas organizações por ferramentas e metodologias capazes de acompanhar, monitorar e gerenciar o fluxo de informações levantadas durante as etapas de projeto. Percebe-se que a adoção de princípios apresentados pelo PMBOK® (PMI, 2000) é capaz de contribuir em específico para as etapas que necessitam de uma maior integração, comunicação e rapidez na atividade projetual. De acordo com o PMBOK® (op. cit) a conclusão de uma fase é geralmente marcada pela revisão dos principais subprodutos e pela avaliação do desempenho do projeto tendo em vista: a) determinar se o projeto deve continuar na sua próxima fase e b) detectar e corrigir erros a um custo aceitável. Estas revisões, ao final das fases, são comumente denominadas saídas de fases (phase exits), passagens de estágio (Stage Gates) ou pontos de término (Kill Points). Neste caso, observa-se que o PMBOK® (op. cit) recorre à lógica da ferramenta Stage-Gate System para avaliar o desempenho e conformidades do projeto.

Dentro da metodologia proposta pelo PMBOK® (op. cit) destaca-se o papel essencialmente representado pelas etapas que compõem o planejamento dos processos. Dentro de um projeto existem inúmeros processos, por isso torna-se relevante realizar um planejamento para que haja uma adequação ao que está estabelecido no escopo do projeto e utilização das informações desenvolvidas.

A técnica de Análise dos Modos e Efeito de Falha juntamente com o DFM e DFA contribui na captação de informações importantes no processo de concepção de um projeto mais “robusto”.

O objetivo de uma FMEA é identificar todos os modos de falha em potencial dentro de um projeto (de produto ou de processo), todas as probabilidades de falhas catastróficas e críticas, de tal maneira que elas possam ser eliminadas ou minimizadas através da correção do projeto, o mais cedo possível. (...) O uso consistente da FMEA geralmente leva à descoberta de problemas que não haviam sido antecipados, e ao estabelecimento de prioridades para a sua correção (FREITAS, 1997, p. 32).

Algumas características gerais da FMEA, segundo a autora são: i) Pode ser implementada tanto para o projeto de um produto (FMEA de produto ou FMEA de projeto) como de um processo (FMEA de processo); ii) tem como ponto de partida a definição precisa da função do componente (FMEA de produto) ou da etapa do processo (FMEA de processo); iii) relaciona os tipos (modos) de falha com os efeitos, as causas do tipo de falha, os riscos de ocorrerem falhas e os mecanismos atuais para prevenção da ocorrência; iv) na análise de cada tipo (modos) de falha em potencial no tempo, assume-se que todas as demais características estão conforme os especificado no projeto. Conseqüentemente, a FMEA é restrita à consideração de falhas simultâneas no produto (ou processo), não fornecendo elementos para a quantificação da confiabilidade do produto (ou processo); v) é dita uma ferramenta de análise *botton up* (de baixo para cima) por iniciar a análise do projeto a partir dos componentes (no caso de projeto do produto) ou cada etapa do processo (no caso de projeto de processo).

A figura 5 apresenta a tabela da FMEA. Durante o seu preenchimento, são levantadas informações como “a função, tipo de falha, efeito da falha, causa da falha, índice de ocorrência (causa da falha) dentro de um intervalo de tempo especificado, índice de gravidade, índice de detecção e índice de risco” (CYMBALISTA apud FREITAS 1997, p. 35).

		F.M.E.A. ANÁLISE DO MODO E EFEITO DE FALHAS										UNEG / DIVISÃO					
		<input type="checkbox"/> Projeto <input type="checkbox"/> Processo										FOLHA _____ DE _____					
CLIENTE/ REF		APLICAÇÃO			ÁREAS ENVOLVIDAS				DATA DA ELABORAÇÃO								
DATA ULT. VER. PROJ.		PRODUTO / PROCESSO			FORNECEDOR				DATA DA PRÓXIMA REVISÃO								
ITEM	NOME DO COMPONENTE / PROCESSO	FUNÇÃO DO COMPONENTE / PROCESSO	FALHAS POSSÍVEIS			ATUAL				AÇÃO		RESULTADO					
			TIPOS	EFEITOS	CAUSAS	CONTROLES ATUAIS	ÍNDICES				RECOMENDAÇÃO	TOMADA	ÍNDICES PREVISTOS				DEPTO/FUNÇÃO RESPONS.
							O	G	D	R			O	G	D	R	
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA			GRAVIDADE			DETECÇÃO				RISCO							
IMPROVÁVEL-----= 1 MUITO PEQUENA -----= 2 a 3 MODERADA -----= 4 a 6 ALTA -----= 7 a 8 ALARMANTE -----= 9 a 10			APENAS PERCEPTÍVEL-----= 1 POUCA IMPORTANCIA-----= 2 a 3 MODERADAMENTE GRAVE-----= 4 a 6 GRAVE-----= 7 a 8 EXTREMAMENTE GRAVE-----= 9 a 10			ALTA -----= 1 MODERADA -----= 2 a 3 PEQUENA -----= 4 a 6 MUITO PEQUENA-----= 9 IMPROVÁVEL-----= 10				BAIXO -----= 1 a 135 MODERADO -----= 135 a 800 ALTO -----= 801 a 1000							

Figura 5- Modelo de FMEA

Fonte: As sete ferramentas da qualidade - FREITAS (1997).

O Projeto para Manufatura (DFM) e Projeto para a Montagem (DFA) são formas de auxiliar na configuração de um projeto adequado para a produção e montagem, uma vez que identifica as interfaces entre os componentes, diminuindo o tempo e custo de desenvolvimento.

O termo Projeto para Manufatura (DFM), conforme Bothroyd & Dewhurst (1988) significa diferentes coisas para diferentes pessoas. Trata-se de uma maneira de pensar, que pode ser aplicada em nível do componente, do produto ou da família de produto. A chave para o sucesso da aplicação de DFM é a simplificação da manufatura do produto, cujos objetivos preliminares são minimizar a contagem de componente total e otimizar os componentes que permanecem, *com o objetivo de reduzir os custos totais de manufatura* (FRASER, 2003). O DFM, conforme estudo desses autores, pode ser visto como tendo três elementos chaves: i) a seleção do processo (Critérios críticos do desempenho - condutividade, força, fricção, propriedades térmicas etc; exigências de tolerância, exigências componentes da complexidade; ajuste acima e os custos do trabalho feito com ferramentas - partilha de custos

fixos e variáveis; volume da produção; perícia e potencialidade), ii) a redução do número de estágios do processo (eliminando estágios de processos desnecessários, com uma combinação de estratégias alternativas; minimização de componentes; eliminação de processos de revestimento; combinando processos; escolha do sentido que se processa ou do que se faz necessário para a máquina reduzindo exigências acima das ajustadas), e iii) o projeto para o processo.

O Projeto para Montagem ou Projeto para o Conjunto (DFA) pode ser visto como um subconjunto principal do conceito DFM, uma vez que ampara o objetivo deste último em minimizar o número total de componentes. Além disso, as técnicas de DFA apontam para maximizar a facilidade com que as peças podem ser movidas, fixadas, posicionadas e juntadas. As técnicas de DFA objetivam a simplificação da forma do produto, assim os custos com a montagem são reduzidos.

O DFM traduz a intenção, durante o projeto, de tornar mais fácil a manufatura dos componentes que formarão o produto depois de montado, enquanto que DFA tem por objetivo tornar a montagem do produto o menos custosa e mais otimizada possível. Na conjugação dessas técnicas temos o DFMA que é uma filosofia que utiliza diversos conceitos, técnicas, ferramentas e métodos para aperfeiçoar a fabricação de componentes ou simplificar a montagem de produtos, utilizando para tal desde a análise de valores de tolerâncias, a complexidade do produto, número mínimo de componentes necessários, layout do produto, custos de processamento dentre outros (BOTHROYD & DEWHURST, 1987; HORTA & ROZENFELD, 1999).

Pode-se elencar alguns princípios do DFMA para um gerenciamento adequado para o desenvolvimento de um processo (BRALLA, 1996; HORTA & ROZENFELD, 1999):

- A) Projetar para um número mínimo de componentes;
- B) Projetar componentes para serem multifuncionais;
- C) Utilizar componentes e processos padronizados;
- D) Desenvolver uma abordagem de Projeto Modular;
- E) Utilizar uma montagem Uni-direcional;
- F) Facilitar alinhamento e inserção de todos os componentes;
- G) Eliminar parafusos, molas, roldanas, chicotes de fios;

- H) Eliminar ajustes;
- I) Procurar padronizar materiais, acabamentos e componentes;
- J) Ter sempre em mente as possibilidades de automação;
- K) Utilizar e promover o trabalho em equipe.

Levando-se em consideração a metodologia desenvolvida por Bothroyd *et al.* (1994), deve-se ressaltar a necessidade de avaliar bem a necessidade de um componente, devendo sempre procurar reduzir ao máximo o número de componentes do produto final. Para os autores, pode-se fazer uso de três regras básicas para verificar a necessidade de determinado componente:

1. Há necessidade de movimento relativo entre as partes?
2. O componente deve ser de materiais com propriedade física/química de especificação diferentes ou ser isolado dos demais componentes já montados no produto?
3. O componente deve ser desmontável para facilitar manutenção?

Segundo os autores, deve-se recorrer à possibilidade de integrar componentes quando possível, pois componentes integrados não precisam ser integrados, e geralmente possuem menor custo de fabricação comparados com a soma dos custos das peças separadas.

Os métodos e técnicas apresentados contribuem para que as equipes envolvidas na atividade projetual consigam uma padronização dos procedimentos necessários para melhoria da performance do produto em todo o seu ciclo de vida.

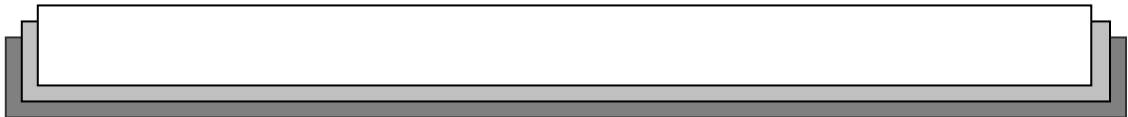
3.6 Conclusão

Apesar de não constituir objetivo central desta dissertação, entende-se que a utilização das filosofias e técnicas descritas no item 3.5.1 assume papel de destaque, na medida em que o processo de desenvolvimento de produtos busca redução dos custos e tempo. Mesmo que as organizações não recorram à utilização de recursos tecnológicos como sistemas informatizados, em específico CAE/CAD/CAM, percebe-se que os caminhos a serem

delineados na atividade projetual sugerem a elaboração de procedimentos formais para a condução dos trabalhos voltados para a produção.

Enfim, acredita-se que a adoção sistematizada de métodos de controle formais pode oferecer recursos mais consistentes para que as gerências técnicas e supervisões exerçam um controle mais efetivo e adequado às atividades inerentes ao ramo de negócios das empresas. Não pretende-se com isso estabelecer um padrão único e global dos trabalhos das empresas, mas facilitar o controle e gerenciamento das informações técnicas geradas durante o ciclo de desenvolvimento de projetos de produto.

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE PESQUISA



4.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo apresentar um método, adequado às características do problema abordado por esta pesquisa, e que represente uma ferramenta eficaz para o pesquisador em suas atividades, estabelecendo um percurso que possa servir de orientação para o alinhamento dos pressupostos envolvidos com o objeto de estudo. Por meio do conhecimento científico, ponto necessário à investigação dos fenômenos e problemas relacionados às atividades e ambiente dos envolvidos, o observador pode “trilhar” um caminho adequado às suas estratégias.

A proposta da dissertação consiste no estudo do processo de integração das atividades ligadas ao projeto de produtos em uma indústria de autopeças a partir do emprego da Engenharia Simultânea e dos Sistemas CAD. Diante disto, entende-se que o método proposto permitirá ao observador analisar, compreender e estabelecer uma relação entre os problemas decorrentes da falta de integração na empresa, em especial entre as equipes de projetos e os departamentos que a compõem.

O objetivo deste capítulo será, portanto, mostrar a utilização de um método baseado no Estudo de Caso, identificando quais os motivos que levaram o pesquisador a proceder esta escolha. Além disto, serão apresentadas as limitações da metodologia de pesquisa escolhidas e a adequação frente à realidade estudada, avaliando os resultados que se pretende alcançar utilizando o método de estudo de caso, relevância de sua utilização e as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da pesquisa. Naturalmente, não pretende-se dizer que o método estudo de caso será suficiente para alcançar todos os objetivos estabelecidos inicialmente pela pesquisa. De fato, o pesquisador poderá recorrer a alguns princípios de estratégias metodológicas como a pesquisa-ação e análise ergonômica da atividade, principalmente, nas intervenções que envolverão a formação dos grupos de apoio à pesquisa e sugestões de ação para atenuar e/ou eliminar o fenômeno ora estudado: a falta de integração na atividade projetual. Ao final desse capítulo pretende-se apontar os pontos do estudo em que o pesquisador recorrerá aos métodos complementares citados acima.

Para a concretização dos pontos mencionados, é conveniente demonstrar o posicionamento da Engenharia de Produção perante as demais engenharias e àquelas ciências consideradas

“puras”. Posteriormente será realizada uma abordagem conceitual, segundo os principais autores da área, sobre a utilização do método Estudo de Caso, procurando realizar uma confrontação do referencial teórico com os dados empíricos obtidos através da pesquisa de campo. Durante o trabalho serão discutidas as possíveis contribuições para a Engenharia de Produção decorrentes da utilização da metodologia escolhida, destacando o papel qualitativo das informações coletadas e a característica singular do caso estudado.

4.2 Considerações Iniciais: a Ciência, a Engenharia de Produção e a busca pelo Método de Pesquisa

O aprofundamento no estudo de Metodologias de Pesquisa contribuiu para a reflexão de alguns pontos relevantes, visando à escolha do método mais adequado à proposta de trabalho. A necessidade de se estabelecer uma relação entre o nomológico e a normatividade (no caso em análise), ou seja, o conhecimento necessário para explicar os problemas de integração que existem dentro da empresa a partir da interpretação e entendimento do fenômeno, definindo as causas e razões que conduziram a determinado problema, contribuíram para a escolha de uma metodologia que pudesse, ao mesmo tempo, garantir a fidelidade à realidade dos fatos e favorecer a busca por informações e dados de natureza qualitativa, por meio dos quais seria possível a sustentação do modelo proposto para solução de problemas relacionados a esta pesquisa. Neste trabalho o principal método escolhido para pesquisa em sua maior parte foi o Estudo de Caso.

O trabalho do pesquisador deve retratar fielmente as circunstâncias e fenômenos que envolvem um problema e, para que os resultados sejam confiáveis, é necessário estabelecer um método que seja adequado e que represente a realidade estudada.

Durante o desenvolvimento do trabalho empírico, observou-se que manter a neutralidade em alguns momentos é extremamente difícil (para não dizer impossível), pois cabe ao pesquisador saber ouvir, estar receptivo às mudanças no ambiente, identificar as alterações nos comportamentos e atitudes dos envolvidos, além de compreender as contradições existentes em cada um destes pontos. Evidentemente, percebe-se que há uma divergência entre a “subjetividade educada e a neutralidade pura”, mas tanto nesta pesquisa como em

qualquer outra a subjetividade do pesquisador estará presente, pois é o que lhe permite interpretar e entender os fenômenos sob análise.

A visão que cada observador tem sobre determinado fenômeno é particular e única, pois está relacionada à experiência e ao repertório de conhecimentos adquiridos durante a vida. (...) “o que os observadores vêem, as expectativas subjetivas que eles vivenciam ao verem um objeto ou cena, não é determinado apenas pelas imagens sobre suas retinas, mas depende também da experiência, expectativas e estado geral interior do observador” (CHALMERS, 1982). Assim, seus pressupostos e conclusões têm por base o campo de sua competência, o que muitas vezes não é o suficiente para o esclarecimento de certos problemas, ou apenas para aqueles que compreendem sua competência específica.

A experiência que é peculiar ao pesquisador ao mesmo tempo em que o favorece para o estudo de determinado fenômeno, representa também, o fator limitante à solução do mesmo, pois é necessária a compreensão do campo do conhecimento com o qual se está trabalhando, avaliando os fenômenos envolvidos não apenas aos aspectos técnicos, mas também ao ser social. Durante a realização do trabalho a dúvida sobre sua relevância conduz a uma busca constante por respostas, e a cada “como” e “por que” o processo de investigação ganha mais sentido e motivação, principalmente quando estas questões conseguem atingir seus objetivos.

Em estudos sobre a filosofia da ciência observa-se, especificamente naqueles apresentados por Chalmers (1982), um questionamento sobre o pensamento indutivista, onde destaca a dependência que este processo tem em relação à teoria:

A ciência não começa com proposições de observação porque algum tipo de teoria as precede; as proposições de observação não constituem uma base firme na qual o conhecimento científico possa ser fundamentado porque são sujeitas a falhas. [...] não quero afirmar que as proposições de observação não deveriam ter papel algum na ciência. [...] Estou simplesmente argumentando que o papel que os indutivistas atribuem às proposições de observação na ciência é incorreto. [...] existem dificuldades em qualquer tentativa de justificar o raciocínio indutivo envolvido na obtenção de leis e teorias científicas a partir da observação. [...] Alguns exemplos sugerem que há base positiva para suspeitar da pretensa confiabilidade do raciocínio indutivo. Não obstante, estes argumentos não constituem uma refutação definitiva do indutivismo [...] (CHALMERS, 1982).

Como evidenciado pelo autor, as controvérsias existentes em torno da utilização deste raciocínio não implicam necessariamente em sua rejeição, mas também não podem ser consideradas como o ponto de partida de uma pesquisa. A observação de tais aspectos é

relevante porque orienta o pesquisador na escolha da metodologia a ser utilizada e, ao mesmo tempo, permite que estabeleça uma relação entre as abordagens institucionais que mais se alinhem às estratégias de pesquisa. O estudo quer seja do indutivismo quer seja do dedutivismo são importantes quando utilizadas dentro de um contexto teórico abrangente e não de forma particularizada, o que permite desta maneira uma conciliação e um melhor aproveitamento de suas contribuições.

Neste projeto levar-se-á em consideração a coleta de dados qualitativos numa tentativa de examinar e compreender um fenômeno social complexo e particular. Isto será viabilizado a partir da utilização do Estudo de Caso, que além de “permitir uma investigação dos eventos da vida real contribui para a preservação das características holísticas mais significativas” (YIN, 2001).

O que interessa como alvo da Engenharia de Produção (EP) são as diferenças encontradas entre as diversas áreas, que permite através do envolvimento do homem, analisar a disfunção de cada sistema de forma singular, evitando-se generalizações e soluções universais, e contribuindo para que cada fenômeno seja avaliado no meio e circunstâncias a ele inerentes (Informação Verbal)¹.

“A Engenharia de Produção se distingue da engenharia em geral por incorporar mais de uma dimensão: a do ser social” (LIMA, 1994). Esta característica contribui para demonstrar que a escolha da metodologia Estudo de Caso é a mais conveniente para o início deste trabalho, uma vez que envolverá a análise das atividades e decisões dos atores participantes da pesquisa, destacando o papel e interferência destes para a resolução de problemas relacionados à falta de integração na Empresa.

A EP pode acrescentar algo à gestão, logicamente desde que esclarecida a especificidade da situação. Diferentemente da administração, que possui uma abordagem mais generalista, a EP procura trabalhar em uma base mais sólida na medida em que procura contextualizar o fenômeno observado ao tipo de setor, produto e empresa. A EP está mais bem situada para atender os problemas em suas raízes do que as demais áreas: *design*, engenharia, economia e administração (Informação Verbal)².

¹ Notas de aula da Disciplina Sistema de Produção do Mestrado em Engenharia de Produção, em 05 de agosto de 2003.

² Aula da Disciplina Sistemas de Produção do Mestrado em Engenharia de Produção (UFMG), em 05 de agosto de 2003.

Compete à Engenharia de Produção o projeto, a implementação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados, envolvendo homens, materiais e equipamentos, especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas, recorrendo a conhecimentos especializados de matemática, física, ciências sociais, conjuntamente com princípios e métodos de análise e projeto de engenharia (The Institute of Industrial Engineers, acesso em 23 outubro de 2004, disponível em: <<http://www.iienet.org/public/articles/details.cfm?id=468>>) (tradução nossa).

O caráter multidisciplinar da Engenharia de Produção (Informação Verbal)³, que a aproxima das demais áreas, permite que faça uso do conhecimento científico dessas ciências puras, favorecendo o alinhamento do seu objeto de estudo “*o ser social*” com os conhecimentos provenientes das ciências sociais. Assim, conforme estudos de Macke (1999), entender os interesses entre as diferentes áreas de conhecimento requer métodos de pesquisa apropriados, capazes de administrar de forma global as diferentes variáveis sem, entretanto, separar as variáveis técnicas das humanas.

4.3 Justificativa e Relevância do Método Estudo de Caso

“O método estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidências são utilizadas” (YIN, 1989, p. 23).

Com base nesta orientação, este trabalho foi desenvolvido pela utilização de um estudo de caso em um primeiro momento exploratório que consistiu na contextualização do problema, identificação dos envolvidos com o fenômeno, identificação dos pontos que dificultam o processo de integração. A partir daí o estudo de caso assume uma característica explanatória, numa tentativa de estabelecer uma relação de causa e efeito entre o problema evidenciado e a hipótese apresentada. Através desta metodologia de pesquisa pretende-se construir uma base de dados que permita um aprofundamento sobre determinado fenômeno dentro do contexto organizacional. Observa-se que este método retrata de forma conveniente os interesses da pesquisa, principalmente por adotar questões de cunho explanatório do tipo “como”, “o que” e

³ LIMA (2003) - *Notas de aula da Disciplina Metodologia de Pesquisa – propõe que a Engenharia de Produção não pode se definir como multidisciplinar, pois isto implicaria dizer que “ela não sabe o que é”.*

“por quê” (é interessante ressaltar que estas questões possuem “*substância e forma*”⁴, o que contribuiu para a identificação da estratégia de pesquisa deste estudo); não exige que o estudioso tenha controle sobre eventos comportamentais e apresenta um foco estratégico sobre os acontecimentos contemporâneos.

O Método de Estudo de Caso possui uma abordagem qualitativa e apresenta um enfoque para o tratamento de problemas sociais, além de possuir uma série de fontes de evidências como: entrevistas, observação direta, observação participante, documentação, registros em arquivos e artefatos físicos. É conveniente salientar que entre tais fontes de evidências não existe uma que seja melhor que a outra, mas sim uma complementaridade. Diante disto, torna-se relevante mencionar que este estudo tomará como suporte à pesquisa quantas fontes forem necessárias para uma melhor compreensão dos aspectos relacionados ao objeto deste estudo.

A metodologia de Estudo de Caso, adotada neste trabalho, embora sirva para gerar dados qualitativos não deve ser confundida com a estratégia de “*pesquisa qualitativa*”⁵, principalmente porque algumas pesquisas qualitativas seguem métodos etnográficos e estas por sua vez nem sempre produzem estudos de caso (JACOBS, 1970).

Ainda sobre os dados qualitativos, pode-se afirmar que “são atrativos por várias razões: são plenos, terráqueos, holísticos, ‘reais’, (...), mas têm sérias deficiências e problemas também. Coletar e analisar os dados é um trabalho árduo e intensivo, no entanto, utilizar dados qualitativos para acessar ambientes organizacionais tem se tornado recentemente importante para a pesquisa organizacional” (MILES, 1983). Ao mesmo tempo em que representam uma forma de enriquecimento dos estudos, podem em contrapartida, “desorientar” o observador dada a enorme quantidade de informações geradas. Assim, torna-se indiscutível a necessidade de avaliação daquelas informações inerentes ao objeto de análise.

A decisão pelo método de pesquisa apropriado tem um papel importante, na medida em que procura estabelecer um elo entre pesquisador e realidade, para que o primeiro possa se basear na teoria e a partir dela observar ou aplicar o conhecimento obtido para fundamentar os fenômenos práticos, pois a prática é o caminho para mediação e diálogo entre as idiosincrasias. Com isto, o método contribui para o aperfeiçoamento do conhecimento.

⁴ Definição proposta por YIN (2001) para indicar a chave para escolha do método de pesquisa.

⁵ Vide Strauss & Corbin, 1990; Van Maanen, 1988; Schwartz & Jacobs, 1979.

A escolha da estratégia de estudo não se baseou única e exclusivamente na abordagem conceitual apresentada pela teoria, mas também foram levados em consideração a habilidade, a preparação do pesquisador para atuar com esta metodologia e o protocolo de estudo, sendo este requisito essencial para ajudar na preparação e validação dos dados coletados durante a atividade de campo. As habilidades do pesquisador segundo Yin (2001, p. 81), são as seguintes:

- *“Ser capaz de realizar boas perguntas e interpretar as respostas”;*
- *“Adaptável e flexível, de forma que as situações recentemente encontradas possam ser vistas como oportunidades e não ameaças”;*
- *“Ter uma noção clara das questões que estão sendo estudadas, mesmo que seja de um modo exploratório”;*
- *“Imparcialidade em relação a noções preconcebidas, incluindo aquelas que se originam de uma teoria. Assim, uma pessoa deve ser acessível e estar atenta a provas contraditórias”.*

Diante de tais habilidades não seria exagero dizer que a qualidade dos dados que constituirão o estudo de caso dependerá da forma criteriosa com que será realizada a coleta de informações, e por isso o pesquisador deve estabelecer uma disciplina na forma de pensar e agir diante daqueles que participam direta ou indiretamente do estudo. É importante, ao mesmo tempo em que mantém um relacionamento cordial, tentar ao máximo estabelecer um limite de envolvimento com os participantes, para que os aspectos emocionais dos atores não conduzam o pesquisador/ observador na defesa de causas particulares. Isto implicaria, claramente, em riscos para o andamento e evolução da pesquisa ou até mesmo a inviabilização total do estudo, pois a alta administração da empresa pode interpretar que a estrutura de relacionamento da organização está sendo comprometida pela interferência do “agente” de pesquisa.

Há uma tendência natural dos funcionários de uma organização em mudar suas atitudes diante da simples presença do observador. Depois de uma apresentação formal da chefia o pesquisador é sensível o suficiente para perceber que, ao menos em um primeiro momento, suas ações podem ser interpretadas como de fiscalização e monitoramento. Mais uma vez, a capacidade e habilidades do “agente” de pesquisa serão imprescindíveis para a conquista da confiança dos envolvidos no estudo. Até que estejam estabelecidos e definidos, explícita e

implicitamente, os objetivos e a finalidade do trabalho para estes membros, o profissional observador deverá saber interpretar todas as informações, gestos, aspectos culturais ao seu redor para que as suas interpretações tenham uma aproximação estreita do contexto real.

Diante desses pontos e da complexa estrutura que envolve a coleta de dados qualitativos, observa-se que a escolha do método de Estudo de Caso não é irrelevante, pelo contrário a justificativa para sua utilização demonstra claramente que existe um alinhamento adequado do objeto de estudo com os interesses desta pesquisa.

4.4 Forma de Condução do Estudo Empírico e Aplicação da Metodologia Estudo de Caso

A escolha da unidade de análise foi feita através de uma consulta preliminar ao cadastro de indústrias de autopeças disponíveis na *Internet*, para seleção de uma que pudesse atender às necessidades do pesquisador tanto pela conveniência da localização e por possuir atividades ligadas à elaboração de projetos de produto utilizando Sistemas CAD. Pode-se ressaltar que a seleção da empresa não foi feita por meio de conhecidos ou funcionários da mesma, baseando-se apenas naqueles contatos disponíveis na *internet*.

Em uma primeira visita à empresa foi estabelecido, formalmente junto ao Diretor Geral, um acordo para o desenvolvimento de uma pesquisa exploratória sobre o fenômeno que se desejava analisar. Foi marcada uma reunião com todos os gerentes da empresa, para que pudessem opinar sobre a pertinência do estudo e para solicitar a colaboração com o pesquisador em suas atividades dentro da empresa (as atividades estavam limitadas à observação direta, entrevistas e análise de documentos). O Diretor Geral e a fonte inicial de contato, a Gerente de Recursos Humanos acharam conveniente que o apoio à pesquisa deveria ser unânime para diminuir as resistências. O apoio oferecido pelo Diretor Geral foi fundamental para que a pesquisa ganhasse credibilidade junto aos demais gerentes e funcionários da empresa.

4.4.1 Princípios Utilizados para a Coleta de Dados

Esta pesquisa fará uso de três princípios para um melhor aproveitamento das informações levantadas durante o estudo: a) utilização de várias fontes de evidências; b) formação de uma base de dados através de relatórios, anotações, tabelas; c) encadeamento de evidências. É conveniente que estes princípios sejam utilizados em conjunto, pois “(...) se utilizadas adequadamente, podem ajudar o pesquisador a fazer frente ao problema de estabelecer a validade do constructo e a confiabilidade de um estudo de caso” (YIN, 2001).

4.4.2 A Identificação dos Participantes da Pesquisa e os Procedimentos Metodológicos

A idéia do problema surgiu através de observações e de entrevistas, durante as três visitas que se seguiram, posteriormente ao acordo formal estabelecido com a empresa. A formalização das visitas favoreceu o trabalho do observador para a identificação dos agentes que estariam envolvidos no caso. Como as atividades da empresa dependiam diretamente do desenvolvimento das atividades dos projetistas, ficou estabelecido como ponto inicial de trabalho a Gerência de Projetos de Ferramentaria, Forjaria e Usinagem. Os participantes do estudo ficaram assim selecionados: a) Participantes Primários: projetistas da gerência de projetos e ferramentaria, programadores CNC (Controle Numérico por Computador), projetistas das usinagem, funcionários da rede metrológica da usinagem, supervisores e Gerentes das respectivas áreas; b) Secundários - Gerentes das demais áreas. O trabalho desempenhado pelos agentes indiretos foi alvo de pesquisa posterior, haja vista que as conseqüências da falta de integração estavam interferindo na produtividade de seus trabalhos.

Os problemas provenientes da falta de integração foram identificados por meio de entrevistas e pela observação direta das atividades dos profissionais da área de projeto e daquelas funções que dependiam diretamente de seus trabalhos. Diante da necessidade de enriquecer o conhecimento sobre o tema “integração e sistemas informatizados”, o observador selecionou várias referências bibliográficas sobre o assunto, para servir de suporte ao trabalho.

A revisão bibliográfica realizada de forma paralela à observação das atividades contribuiu para o esclarecimento de pontos importantes da pesquisa como: o papel do projetista, conceitos de Engenharia Simultânea e Sistemas CAD para a Engenharia de Produção. À medida que a pesquisa progredia tornava-se evidente a necessidade de elaboração de algumas entrevistas semi-estruturadas para a compreensão de certos procedimentos que, ainda, permaneciam obscuros para este pesquisador.

4.4.3 As Entrevistas

“A entrevista é uma forma de interação social”(MORAES E MONT’ALVÃO, 1998).

Para um aprofundamento no assunto, foram realizadas entrevistas não-diretivas, com a finalidade de explorar o funcionamento da empresa e para que fosse possível estabelecer uma relação do fenômeno, inicialmente identificado, com o processo de trabalho. Através das entrevistas não-diretivas foi possível extrair de conversas com os participantes do setor de projetos a ocorrência de muitos problemas de retrabalho, decorrentes de falhas nas etapas iniciais de elaboração dos projetos de produtos.

Diante da necessidade de novas informações, além das entrevistas não-diretivas, a coleta de dados teve que ser enriquecida através da aplicação de entrevistas focalizadas para centralizar o objeto de estudo. Esta fonte de evidências foi utilizada na fase de aproximação dos atores envolvidos no estudo como uma maneira de identificar o grau de instrução, experiência profissional e características pessoais dos trabalhadores.

Outras fontes de evidências como entrevistas semi-estruturadas e análise de documentos da empresa também foram utilizadas. O pesquisador procurou enfatizar os questionamentos do tipo “como” e “o que”. Desse modo, em um primeiro momento foram utilizadas perguntas do tipo:

“Como está organizado o banco de dados para armazenamento de projetos?”,

“O que é feito para manter a atualização das informações?”,

“O que é feito para evitar os retrabalhos?”,

“Como ocorre a participação dos demais projetistas durante o desenvolvimento de projetos individuais?”,

“Como é realizado o acompanhamento dos projetos pelas etapas subseqüentes?”,

“Como são disponibilizados os projetos para que a etapa seguinte possa acompanhar ou sugerir mudanças no desenho?”

“Como são trabalhados os erros identificados pela etapa posterior?”,

“Como é feita a solicitação para correção dos erros de projetos?”, e outras.

O roteiro de perguntas das entrevistas semi-estruturadas seguiu um padrão para todos aqueles que fazem parte dos setores de projetos, incluindo gerentes, supervisores e projetistas. A intenção com a aplicação de tais evidências foi tentar obter informações coincidentes e/ou contraditórias, do ponto de vista de cada funcionário, sobre os itens que mais dificultavam ou impediam o estabelecimento de uma estrutura formal e favorável à integração, a partir da utilização de sistemas informatizados de apoio às atividades de projeto.

As informações obtidas permitiram identificar que não existe na organização uma estrutura formal que represente com fidelidade o padrão de procedimentos para encaminhamento dos dados de projeto. Através da análise dos dados, foi possível elaborar a hipótese de que *os problemas de integração estão diretamente relacionados à falta de formalização e/ ou padronização do fluxo das informações*. Por intermédio das observações, nota-se que parece existir um meio informal (e pouco desenvolvido) de integração entre os funcionários (posto que, se não existisse, inviabilizaria o andamento das atividades da fábrica). O problema, desta forma, está em identificar o processo, gargalos e as estratégias pessoais de ação e desenvolver ferramentas que dêem suporte às formas de integração real entre os membros da equipe de projeto.

A identificação *in loco* das etapas constituintes da atividade de projeto, desde a chegada do pedido à empresa até o lote-piloto da produção, permitiu avaliar como ocorria a interação entre os envolvidos na atividade projetual, se havia feedback dos trabalhos e se este processo de retro-alimentação ocorria constantemente.

4.4.4 Limitações da Pesquisa

Em determinados momentos da pesquisa, percebe-se que a metodologia estudo de caso necessita de meios auxiliares para complementação das informações, como dados quantitativos, mas isto não descaracteriza a técnica escolhida, apenas demonstra que os métodos possuem limitações e que muitas vezes um estudo requer a utilização de recursos que complementem ou permitam a inclusão de informações relevantes ao tema em análise.

No desenvolvimento da pesquisa, observa-se que o trabalho fica comprometido durante as inspeções de auditoria para obtenção de certificações, pois certos procedimentos tidos como informais deixam de existir momentaneamente (o suficiente para realização da auditoria). Caso existisse um padrão de procedimentos que correspondesse às reais necessidades dos trabalhadores, a empresa não precisaria correr esses riscos desnecessários, pois a rotina não precisaria ser “quebrada” com improvisos para “apagar ou contornar incêndios”.

Depois de interpretadas as informações iniciais, foi elaborado um relatório parcial para apresentação à Diretoria Geral, destacando os pontos de interferência para o estabelecimento de uma política efetiva de integração. Entre os pontos favoráveis de integração observa-se: a) existência de uma rede local para intranet; b) Software de alta performance; c) Experiência técnica profissional; d) Banco de dados de projetos gráficos. Entre os pontos desfavoráveis ao processo de integração destaca-se: 1) Falta de atualização da versão do software; 2) Subutilização da intranet; 3) As informações geradas durante o desenvolvimento de projetos não são compartilhadas; 4) Ausência de incentivo do tipo *top-down* para apoio ao compartilhamento.

Através deste relatório, a Diretoria foi capaz de identificar os setores nos quais ocorriam os problemas evidenciados. Estas etapas permitiram identificar que durante o fluxo de informações repassados dos projetistas ao programador CNC, algumas informações relevantes para o controle do processo pelo supervisor eram perdidas, seja por esquecimento ou desconhecimento da importância para a etapa seguinte. Desta maneira, observa-se que seria conveniente a adoção de ferramentas de gerenciamento de projetos que permitam a documentação de certas informações classificadas como rotineiras (comuns) e triviais para os projetistas, principalmente porque quando estas deixavam de aparecer geravam problemas de

retrabalho ou de busca de informações pelas outras equipes e setores que dependiam da atividade de projetos.

Os resultados parciais obtidos conduzem à idéia de que a falta de formalização dos procedimentos constitui o maior obstáculo à implementação da integração entre equipes e setores. A empresa apresenta algumas restrições em auditorias realizadas por instituições e fornecedores internacionais, principalmente por inexistirem nos setores de projeto e ferramentaria recursos gráficos para simulação do processo de desenvolvimento no qual estão envolvidos.

4.4.5 Estratégias de Validação

Esta pesquisa adotará a técnica de modelos lógicos de programa, descrito por Yin (2001), para o tratamento de problemas relacionados ao desenvolvimento da validade interna e externa.

De acordo com Yin (op. cit) esta técnica conjuga as técnicas de adequação ao padrão com a técnica de análise temporal. A primeira compara um padrão fundamentalmente empírico com outro de base prognóstica ou com várias outras previsões alternativas (se os padrões coincidirem os resultados ajudam na validação interna). Assim, a análise dos resultados permitirá estabelecer um encadeamento complexo de eventos (padrão) ao longo do tempo (série temporal).

Como descrito por Peterson & Bickman (1992) e Rog & Huebner (1992), o padrão que está sendo buscado é o padrão-chave de causa e efeito entre variáveis independentes e dependentes.

4.5 A Estratégia de Pesquisa-Ação

Diante das limitações encontradas durante a pesquisa quanto a utilização do método estudo de caso, entendeu-se conveniente a adoção da técnica de pesquisa-ação em um segundo momento do trabalho, como uma maneira de interagir com os envolvidos e incentivando na

mudança de comportamento.

Nos estágios que envolveram o desenvolvimento do software a utilização de alguns princípios da metodologia pesquisa-ação contribuiu de maneira flexível na busca pelas informações mais relevantes dentro da realidade estudada, conduzindo a investigação por meio dos objetivos pré-estabelecidos. Desse modo, as pessoas foram conduzidas a tomar uma ação para análise das necessidades que envolviam a criação de um programa e as possíveis soluções imprescindíveis à adequação a suas atividades. De acordo com Thiollent (1996), “a metodologia lida com a avaliação de técnicas de pesquisa e com geração ou experimentação de novos métodos que remetem aos modos efetivos de captar, processar informações e resolver diversas categorias de problemas teóricos e práticos da investigação.”

A pesquisa-ação permite, segundo Susman e Evered (1978), orientar e criar um melhor futuro para as pessoas envolvidas na pesquisa, pois contribui para o desenvolvimento da teoria por meio das ações tomadas, permitindo avaliar suas conseqüências para os integrantes do problema e para a organização.

As ações do pesquisador se limitaram à sistematização de reuniões com os participantes e na orientação das estratégias que envolviam a implementação das estruturas de equipes multifuncionais, juntamente com o modelo conceitual proposto pela pesquisa que se materializou através do software desenvolvido para a empresa.

**CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO: A ATIVIDADE DE
PROJETO EM UMA INDÚSTRIA DO GÊNERO METAL-
MECÂNICO**



5.1 Introdução

Com o objetivo de delinear um método de trabalho baseado na estrutura de equipes multifuncionais e engenharia simultânea em uma empresa do gênero metal-mecânico, conforme o referencial teórico levantado nos capítulos 2 e 3, tornou-se clara a necessidade de investigação e acompanhamento de uma unidade de análise no setor privado.

A escolha da unidade de análise foi feita através de uma consulta preliminar ao cadastro de indústrias de autopeças disponíveis na *internet*, para seleção de uma que pudesse atender às necessidades do pesquisador tanto pela conveniência da localização e por possuir atividades ligadas à elaboração de projetos de produto utilizando Sistemas CAD. A identificação de uma unidade de análise que estivesse alinhada aos interesses preliminares para conclusão de uma disciplina isolada de mestrado, **“Métodos de Projeto de Produto e Aplicação de Novas Tecnologias”** foi o fator de maior motivação para que o pesquisador fizesse tal opção.

A unidade de análise foi uma indústria de autopeças situada na região de Sete Lagoas, Minas Gerais, a qual entendeu o projeto inicialmente proposto em visitas técnicas e permitiu o desenvolvimento das atividades preliminares de observação, entrevistas e coletas de dados e documentos. Depois de contextualizado o fenômeno foram identificados alguns colaboradores para formação de uma equipe com a qual fosse possível a confrontação das informações coletadas durante o estudo de campo. Nessa fase, entendia-se essencial o levantamento dos problemas que dificultavam o processo de comunicação e conseqüentemente a integração entre os vários setores. A partir da análise desse cenário pretende-se elaborar juntamente, através dos dados fornecidos pelos envolvidos um modelo de gerenciamento de informação da atividade projetual para formalização dos procedimentos comuns aos envolvidos.

Durante as primeiras visitas à empresa foi estabelecido, formalmente com o Diretor Geral, um acordo para o desenvolvimento de uma pesquisa exploratória sobre o fenômeno que se desejava analisar. Foi marcada uma reunião com todos os gerentes da empresa, para que pudessem opinar sobre a pertinência do estudo e para solicitar a colaboração com o pesquisador em suas atividades dentro da empresa (as atividades estavam limitadas à observação direta, entrevistas e análise de documentos). O Diretor Geral e a fonte inicial de contato, a Gerente de Recursos Humanos acharam conveniente que o apoio à pesquisa deveria

ser unânime para diminuir as resistências. O apoio oferecido pelo Diretor Geral foi fundamental para que a pesquisa ganhasse credibilidade junto aos demais gerentes e funcionários da empresa.

Por meio da estratégia de Estudo de Caso, detalhada no capítulo 4, o trabalho foi realizado ao longo dos anos de 2003 e 2004 (16 meses). A pesquisa contou com reuniões sistemáticas e apresentações entre o pesquisador e os níveis técnico, gerencial para melhorar a compreensão do problema vivenciado pela empresa. Os resultados foram surgindo à medida que melhorava a compreensão e aspectos que interferiam sobre o “fenômeno da integração”.

Diante dos pontos mencionados e para enriquecer o estudo de campo, este capítulo encontra-se dividido da seguinte maneira: a) A empresa; b) O fluxo de informações nas etapas de projetos da Empresa; c) A integração entre os setores da empresa; d) Sistemas informatizados e seu papel na Empresa: Sistemas CAD; e) Engenharia Simultânea e equipes multifuncionais na atividade de projetos da Empresa; f) Análise de empresas do gênero metal-mecânico.

5.2 Descrição da Empresa Estudada

Esta pesquisa foi desenvolvida, tomando-se por base o estudo prático junto a uma empresa de manufatura que produz por encomenda. Trata-se de uma organização do ramo industrial de autopeças, sendo fornecedora de peças forjadas e usinadas para o setor automobilístico. Sediada no Brasil desde 1988, vem procurando manter uma posição de destaque no segmento de autopeças. As mudanças impostas pelo mercado conduziram a empresa na busca por métodos de trabalho informatizados (máquinas de comando numérico de controle com carregamento automatizado e semi-automatizado, sistemas CAD/CAM) que pudessem orientá-la na realização mais precisa e rápida das rotinas de trabalho, numa tentativa de responder às necessidades peculiaridades do desenvolvimento de projetos para a manufatura.

Durante a pesquisa foi observado que a expressão desenvolvimento tem um sentido real quando avaliamos que o processo visa atender única e exclusivamente a manufatura, servindo como uma maneira da empresa controlar e verificar se o processo de produção está em conformidade com o projeto em análise.

Ao longo desta pesquisa a utilização da expressão “**desenvolvimento de projeto de produto**” será feita para representar a habilidade, a qual a empresa recorre, para atender seus departamentos internos (setor de projetos, ferramentaria, forjaria, usinagem e outros) em prol de um objetivo comum – atender a demanda pela manufatura contratada.

Este estudo procurou focalizar a etapa projetual que compreende a identificação de uma necessidade e/ ou oportunidade até a produção do primeiro lote de amostras. Estas etapas estão configuradas dentro do projeto do produto sendo composta por: identificação da necessidade, especificação do projeto, desenho do ferramental e das matrizes, desenvolvimento do ferramental e matrizes, forjamento e/ ou usinagem das peças, acabamento e produção do primeiro lote de amostras.

Durante estas etapas da atividade projetual são utilizadas algumas ferramentas de apoio ao projeto como CAD/CAM/CAE/CAPP, MASP, Planos de Controle Internos, mas que ainda não estão adequadamente exploradas em sua amplitude. A empresa está tentando trabalhar com a estrutura interfuncional, o que muitas vezes é dificultado por questões culturais e problemas de comunicação dentro da empresa. Muitos departamentos já perceberam, entretanto, a necessidade de uma atividade de desenvolvimento total conforme proposta de Pugh (1998), integrando as áreas tecnológicas e não-tecnológicas, inclusive aproximando os clientes e fornecedores do seu processo produtivo. Pelo estudo de campo foi possível constatar que além do Setor Administrativo (Compras, Recursos Humanos, Engenharias de Projeto/ Processo/ Manufatura, Logística e Qualidade), a infra-estrutura da Empresa é composta por três grandes complexos, envolvidos diretamente na produção: Gerência de Projetos e Ferramentaria, Forjaria e Usinagem. O tipo de trabalho e a peculiaridade de cada setor impedem que sejam dispostos no mesmo espaço aberto, embora estejam fisicamente localizados um ao lado do outro.

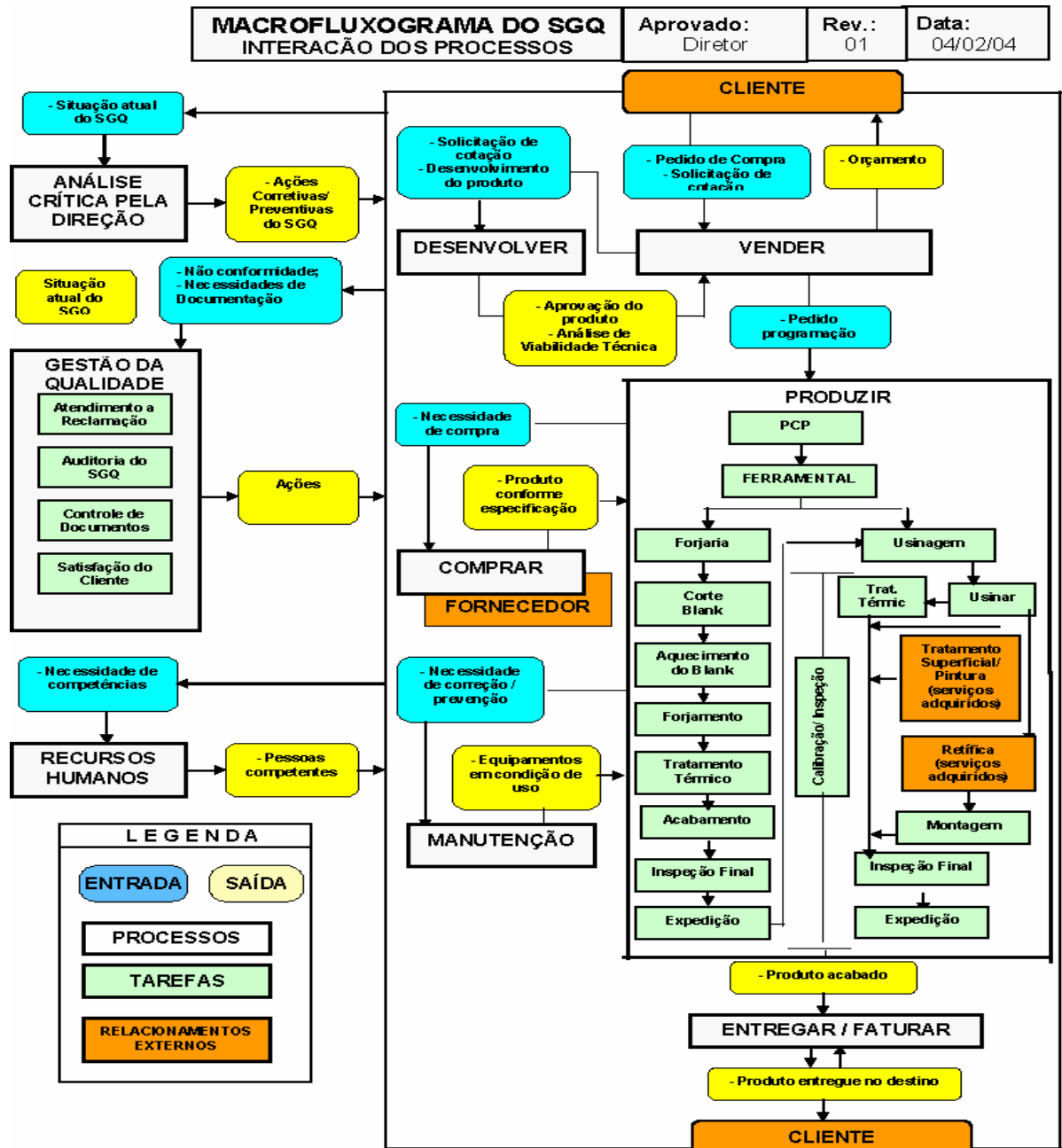


Figura 6 - Representação do fluxo de informações e processos entre atividades da Empresa para desenvolvimento de projetos.

Fonte: Esquema fornecido pela própria Empresa.

A figura 6 apresenta o fluxo de informações do trabalho prescrito proposto para o desenvolvimento das atividades na Empresa em estudo. Por meio do fluxograma apresentado, observa-se que não existem estágios de decisão que retratem o fluxo de informações entre os envolvidos na atividade de projetos, o que acaba por dificultar o direcionamento do processo de comunicação e a maneira adequada para o tratamento dos dados gerados em cada setor. Além disso, observa-se que não estão evidentes as atividades específicas de cada setor. Esta representação esquemática parece suficiente para os indivíduos que pertencem aos níveis de

supervisão e gerência, entretanto, existe uma necessidade em delimitar a esfera de atuação de cada departamento como uma maneira de facilitar a visualização e localização das informações durante o processo de desenvolvimento projetual.

O que se pretende neste momento é destacar a forma com que as informações que circulam na Empresa estão sendo representadas, e ao mesmo tempo apresentar o método realmente utilizado na empresa em sua rotina de trabalho, demonstrando que existem divergências entre o método formalmente elaborado pela organização (trabalho prescrito) e o método real (trabalho real) utilizado diariamente. Estas divergências entre os modelos enfatizam que existem informações peculiares a cada setor que não estão formalmente apresentadas o que por vezes pode gerar inconsistências ou redundância dos dados que circulam entre os departamentos, justamente por não existir um esquema padrão que apresente o fluxo das informações e dos conhecimentos explícitos envolvidos e que são comuns aos indivíduos nas atividades de projetos.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa foi possível entender como ocorre o fluxo de informações que envolvem a atividade de projetos, destacando o trâmite do processo de comunicação desde a captação de projetos até a aprovação do primeiro lote de amostras ou do lote piloto. Esta análise detalhada será apresentada passo a passo entre os setores que participam mais ativamente no processo de desenvolvimento como: projetos de forjados e ferramentaria, forjaria e projeto de usinagem.

5.2.1 Formas Básicas de Representação de Projeto

Avaliando os tipos de projetos oferecidos pela empresa a seus clientes é possível destacar três formas básicas: i) projetos para produtos forjados, ii) projetos para produtos usinados ou iii) projetos para produtos forjados e usinados. Os projetos intitulados forjados são desenvolvidos exclusivamente pelo Setor de Projetos da Ferramentaria, enquanto os projetos para produtos usinados são elaborados pelo Setor de Projetos de Usinagem.

Diante disto, observa-se que em dois momentos dos trabalhos existem atividades que são desenvolvidas de forma independente umas das outras (itens 'i' e 'ii'). Isto se justifica uma

vez que o cliente já possui um produto e só necessita que seja usinado, e por outras vezes solicita o desenvolvimento de um produto forjado para que seja usinado em outra empresa.

Os projetos de produtos forjados e usinados, entretanto, possuem atividades que são dependentes umas das outras, e por isso, com maior frequência são susceptíveis a erros. Nestes projetos percebe-se uma necessidade de melhoria no processo de comunicação para manter uma certa eficiência do nível de integração entre as diferentes equipes e setores.

Em vários momentos da pesquisa foi possível constatar que nestes tipos de projetos, o fluxo de informações estabelecido entre os setores envolvidos ocorria por meio de um canal unilateral. Isto demonstrou que este tipo de procedimento dificultava a redução do tempo de desenvolvimento ao mesmo tempo em que representava aumento nos custos, em decorrência dos constantes retrabalhos. Apesar de existir uma rede local para envio de arquivos e compartilhamento das informações, os dados muitas vezes eram entregues em papel ou disquetes. Outro fato importante refere-se à linguagem dos sistemas informatizados. O software bidimensional existente no setor de destino é incompatível com os softwares tridimensionais do setor de origem, o que demanda tempo do projetista para convertê-los para uma linguagem compatível.

Através do acompanhamento de determinado projeto para produto forjado/ usinado, foi possível verificar que os trabalhos realizados no setor, onde são projetados os desenhos forjados, não são compartilhados, nem tão pouco há permissão para que as etapas subsequentes possam fazer o acompanhamento das atividades. Esta resistência inicial ao compartilhamento das informações interfere diretamente no desenvolvimento dos desenhos para o processo de usinagem, uma vez que algumas cotas dos desenhos repassados apresentam um excesso ou falta de metal (isto indica que um novo desenho será necessário). Este excesso de metal além de representar um desgaste desnecessário às máquinas, aumenta o tempo de fabricação e o desperdício de matéria-prima de produto em processo. Já a ausência ou falta de metal em algumas cotas do desenho impede que o processo de usinagem ofereça o acabamento ideal para o produto. Assim, percebe-se que em ambos os casos o retrabalho dos desenhos nas etapas iniciais de desenvolvimento são inevitáveis.

Após a resolução dos problemas, o setor de usinagem recebe novamente os arquivos corrigidos e neste momento surge um fato interessante: os desenhos são refeitos. Mais uma

vez observa-se a redundância de certas atividades e como conseqüência tem-se um nítido aumento do tempo de desenvolvimento de projetos de produtos para atender a manufatura.

Nestes casos, verifica-se que o aumento da integração entre os setores pode contribuir para diminuir os problemas evidenciados, uma vez que as sugestões são importantes para corrigir as inconsistências nas etapas iniciais que compreendem o desenvolvimento.

A empresa está fisicamente estruturada para atender as necessidades destes diferentes tipos de projetos. Na gerência de projetos são desenvolvidos projetos de forjaria passando pelas etapas de projeto, programação, desenvolvimento da ferramentaria e o forjamento da peça propriamente. Já o setor de usinagem possui uma seção de projeto próprio, uma gerência de produção, um laboratório metrológico que auxilia na respectiva etapa de projeto, e no chão de fábrica onde estão presentes as máquinas de usinagem. No caso do projeto forjado-usinado, como foi dito, há uma integração entre as seções de projeto, principalmente no que tange aos desenhos das peças. Avaliando o nível de relacionamento estabelecido entre a gerência de projeto da ferramentaria, gerência de forjaria e gerência de usinagem percebe-se que os esforços para a solução de problemas são tratados isoladamente sendo que a maneira ideal para mapeamento dos problemas e propostas de soluções deveria partir do esforço conjugado destes agentes como um incentivo ao compartilhamento e cooperação das atividades. Os benefícios com o compartilhamento simultâneo e integrado das informações permitem uma transferência de conhecimento entre os envolvidos, aumentando a competência organizacional para aprimoramento das habilidades de seus profissionais através de um processo de aprendizagem contínua. A figura abaixo esquematiza a estruturação da Empresa nos três maiores complexos estruturais existentes: setores de Projetos/Ferramentaria, Forjaria e Projetos de Usinagem.

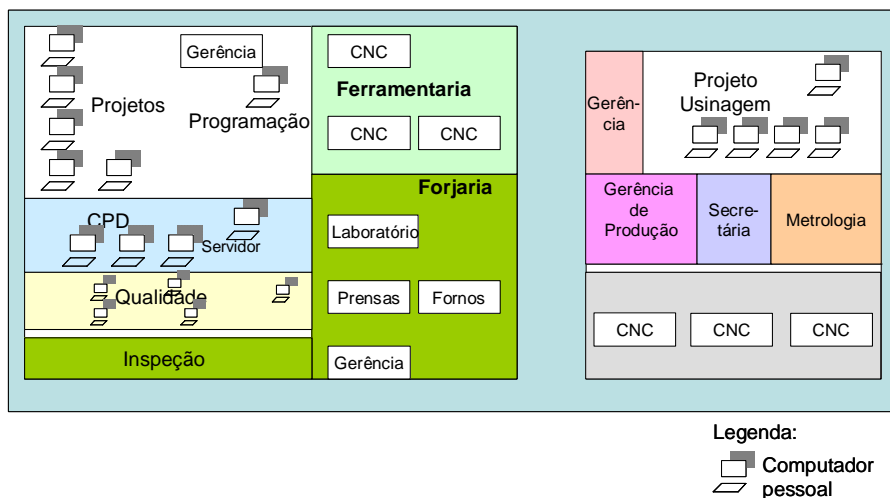


Figura 7 - Estrutura física da empresa compreendendo atividades de projetos forjados e usinados.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

5.3 O Fluxo da Informação nas Etapas de Projeto da Empresa

No desenvolvimento da pesquisa, percebeu-se a necessidade de delinear o fluxo de informação, identificando o método de trabalho praticado pela empresa. Este fluxograma procura retratar a atividade real, confrontando com o modelo prescrito existente na empresa (figura 6). O modelo descrito que tomou por base a situação real representa uma formalização do fluxo de informação principalmente por tornar evidentes algumas etapas do processo imprescindíveis à formatação dos dados relevantes ao processo de comunicação.

O fluxograma de informação (figura 8) é dividido em três partes: a) análise de viabilidade; b) Análise crítica do produto/ processo, análise de entradas, características especiais, fluxo do processo de produção, layout das instalações e FMEA de processo, plano de controle de pré-lançamento, instruções do processo, ferramentais e dispositivos de produção, equipamentos de produção, embalagem, plano de sistemas de medição, aquisição de matéria-prima, plano de estudo de capacidade do processo, aprovação de peças e/ou serviços de fornecedores, monitoramento do desenvolvimento, suporte da Diretoria; c) Lote de amostras ou lote piloto. Existe uma quarta fase que envolve o acompanhamento e satisfação do cliente para o produto enviado, mas esta etapa não comporá o fluxo de informações, pois neste trabalho será dado foco ao trâmite da informação desde o pedido do cliente até o primeiro lote de produção.

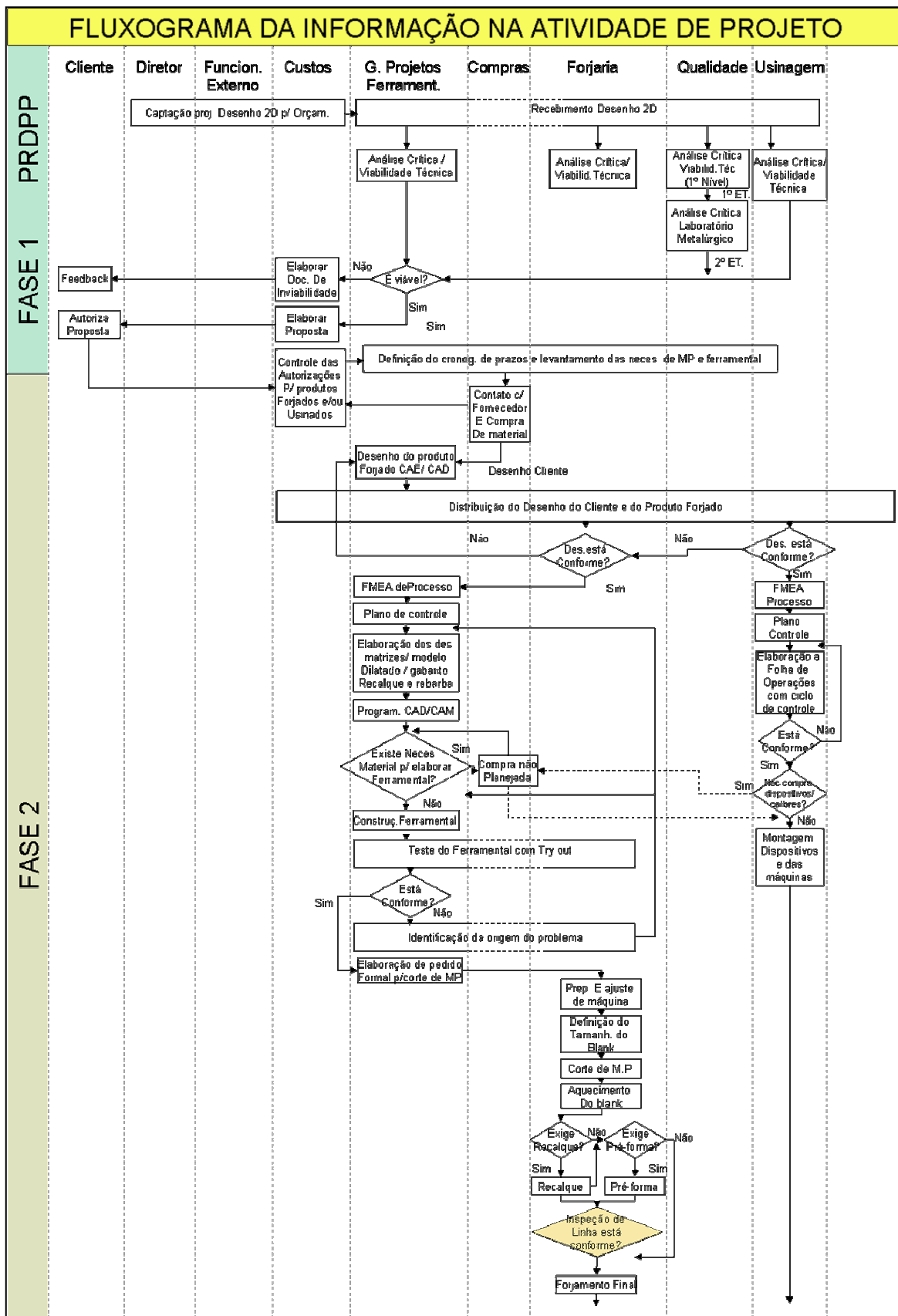


Figura 8 - Fluxograma de informação do processo de desenvolvimento da Empresa (atividade real).

Fonte: Adaptado de Campos (1992) e Cheng (1995).

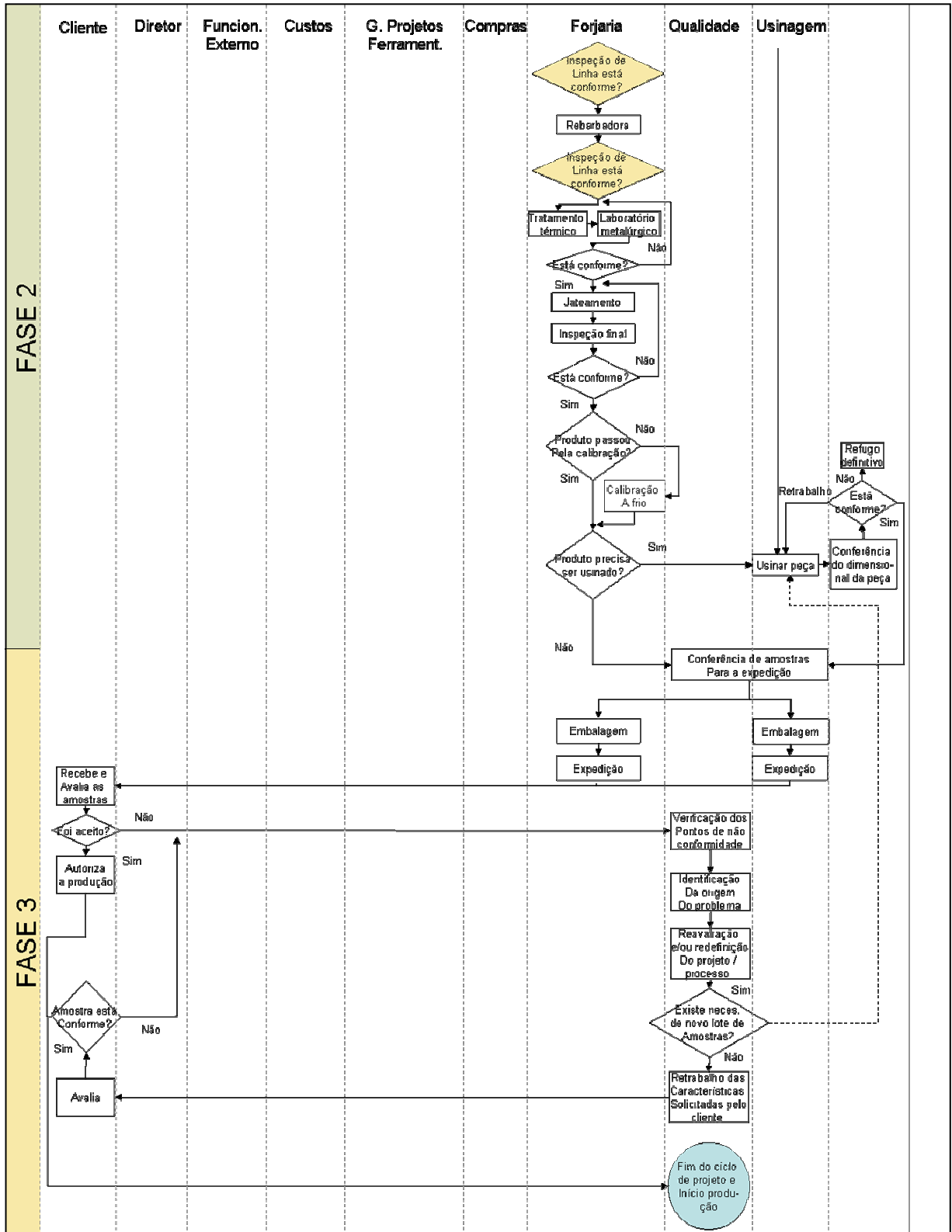


Figura 8 - (Continuação) Fluxograma de informação do processo de desenvolvimento da empresa (atividade real). Fonte: Adaptado de Campos (1992) e Cheng (1995).

5.3.1 Primeira Etapa do Fluxo de Informações da Empresa

Na empresa analisada observa-se que o desenvolvimento do projeto é iniciado a partir de um pedido enviado pelo cliente. Este pedido pode ser entregue em papel com as dimensões do desenho ou por e-mail contendo o próprio desenho e suas especificações técnicas. Após a aprovação pela gerência de projetos sobre a viabilidade técnica e capacidade da planta para atender o pedido, a Diretoria se compromete contratualmente com o cliente e logo em seguida o setor de projetos inicia o desenvolvimento.

Atualmente a empresa dispõe de três caminhos possíveis para a entrada de pedidos de cotação: por meio do Gerente de Custos, Diretor Geral ou Assistentes Técnicos (co-localizados nos clientes). A segunda e terceira fontes recebem o pedido e encaminham ou para o gerente de custos ou diretamente para a gerência de projetos e ferramentaria, dependendo da urgência ou da oportunidade de captação de um novo negócio (produto novo para o cliente e novo para a empresa).

A primeira fonte, considerada a principal responsável pela captação de projetos pela empresa, é representada pelo gerente de custos. O cliente envia uma solicitação de orçamento por meio de fax, e-mail com um desenho bidimensional anexo. De posse dessa documentação este profissional encaminha a solicitação de orçamentos para o supervisor da gerência de projetos e ferramentaria, o qual realizará através de consulta aos projetistas a análise dos desenhos, normas e especificações repassadas pelo cliente. Geralmente, o planejamento e execução de um projeto são delegados a um projetista. Para a escolha do profissional que será responsável pela elaboração deste planejamento o supervisor leva em consideração o grau de experiência do projetista e a complexidade do trabalho. Cabe ressaltar neste momento, que o mesmo indivíduo que elaborou inicialmente o planejamento responderá pela execução do projeto caso seja aprovado pelo cliente.

Nesta etapa de transição entre as informações repassadas pelos projetistas ao supervisor e deste ao gerente de custos, observa-se que em momento algum são levadas em consideração as necessidades específicas dos projetistas como interações com o cliente ou tipo de formato pelo qual será encaminhado o projeto a ser desenvolvido (impresso, digital bidimensional/tridimensional; a extensão do documento digital é mesma utilizada pela empresa? Existe

compatibilidade entre o software utilizado pelo cliente e o que está disponível na empresa?). Percebe-se que existe a necessidade em ampliar o contato dos projetistas com o cliente externo nesta fase, principalmente para evitar a demora na busca de informações ou mesmo conversão de desenhos através de softwares que não existem na empresa e que, por vezes, os obrigam a terceirizar a conversão dos desenhos para empresas especializadas. Esta busca de informações iniciais se justificam principalmente porque uma ampla porcentagem do custo de produção é determinada durante o estágio de conceito do produto, o que pode ser comprovado pelos estudos de Maropoulos *et al.* (1998). Segundo o autor, pode-se dizer que existe uma estreita ligação entre projeto, planejamento do processo e controle da produção, o que conduz inevitavelmente à conclusão de que a simultaneidade e o tempo de interface são características essenciais para qualquer desenvolvimento que se deseja fazer. Diante desses aspectos, percebe-se que a atividade de projetar deixa de ser um trabalho exclusivo de um único indivíduo, para tornar-se o ponto de referência para consulta e ao mesmo tempo inclusão de novas informações por vários profissionais. Os autores Groover & Zimmers (1984) reforçam este aspecto afirmando que 75% a 85% do total do custo de um produto, em todo seu ciclo de vida, é determinado nos estágios iniciais do seu projeto.

Após o parecer técnico emitido pelo profissional de projetos, o supervisor da gerência de projetos recebe a documentação preenchida e encaminha ao supervisor do Setor de Garantia de Qualidade (SGQ), o qual providenciará a definição dos requisitos específicos do produto, avaliando as expectativas do cliente, regulamentação, questões ambientais e segurança, e se a empresa tem capacidade para atender os requisitos capitulados. Além destes pontos a Supervisão de Garantia de Qualidade (SGQ) verifica se:

- a) O contrato com o cliente estabelece atividade de pós-entrega, incluindo serviços de pós-venda;
- b) A empresa tem conhecimento das condições necessárias ao desenvolvimento do produto e/ou processo no que tange a reciclagem, impacto ambiental e características especiais;
- c) Os objetivos de qualidade e produtividade estão bem definidos.
- d) Nesta etapa ainda é realizada a definição do produto para identificar se a matéria-prima básica de trabalho está disponível e se é viável o andamento dos trabalhos com o material especificado. Também são definidas as características da matéria-prima do

fornecedor, os requisitos de prazo e quantidade de entrega e se estes parceiros têm condições de cumprir as metas estipuladas.

O setor SGQ continua a atividade complementar de projetos utilizando um profissional especializado em tratamento térmico, o qual avaliará o processo de tratamento em duas etapas, na forjaria e na usinagem, analisando:

a) Aspectos comuns aos dois setores:

1) requisito tratamento térmico: tipo de tratamento, tipo de equipamento, dureza, especificações metalográficas, propriedades mecânicas, n^o da especificação do cliente;

2) requisito inspeção: magnateste, magnaflux, ultrasom, dureza, ensaios metalúrgicos, dimensional, visual, outro.

b) Aspectos distintos:

1) forjaria - requisito acabamento: granilhamento, esmeril, oleamento, serra;

2) usinagem - requisito acabamento: oleamento, galvanoplastia, pintura, fosfatização, montagem, outro.

Finalizada esta etapa, as informações são repassadas a Gerência de Produção (PRD-Forjaria). Neste setor são definidas a capacidade e disponibilidade dos equipamentos necessários à fabricação do produto e outros dados complementares. Deste setor, a documentação segue para a Gerência de Usinagem (GUS), que complementar a documentação de viabilidade técnica informando o tipo de operação: torno, freza, retífica, torno de acabamento, centro de usinagem, furadeira, rosqueadeira, brochadeira, centradora/faceadora, lavadora ou outro. De forma semelhante à atividade executada na PRD-Forjaria, a GUS avalia a disponibilidade de equipamentos para o processo produtivo, além de definir o tipo de embalagem, quantidade de peça por embalagem (operação idêntica a esta é feita na Gerência de Projetos e Ferramentaria quando o produto só necessita ser forjado). Completada esta fase, as informações inseridas no documento de viabilidade técnica (primeira fase da atividade de projetos) são avaliadas pela gerência de custos, o qual elabora a proposta de fornecimento com ou sem restrições. Caso seja inviável o projeto, ela apresenta relatório onde emite parecer sobre a inviabilidade em atender aos requisitos do mesmo, encaminhado-o ao cliente. Este procedimento encerra a primeira fase de informações que iniciam a atividade de projetos.

5.3.2 Segunda Etapa

As informações referentes à atividade projetual não se limitam à fase preliminar de viabilidade técnica. Na verdade, esta constitui o passo inicial rumo ao desenvolvimento de projetos para a manufatura. No setor definido como Gerência de Projetos e Ferramentaria existe uma subdivisão, sendo composto pela área de projetos, programação CAPP/CNC e ferramentaria. A primeira é responsável pelo orçamento dos pedidos dos clientes e a segunda pela elaboração das matrizes (ferramental) para a produção na forjaria, tomando por base os desenhos elaborados pela primeira.

Na fase de orçamentos, a Gerência de Projetos seleciona aqueles projetos que são viáveis e que receberam aprovação pelo cliente e Diretoria para desenvolvimento, levando-se em consideração a capacidade instalada e recursos disponíveis (máquinas, matéria-prima e capital humano). Se, na fase de análise, algum dos projetos não estiver alinhado com os interesses da Empresa ele é descartado. O trabalho do setor de projetos envolve, além do orçamento, o “desenvolvimento” simulado do produto, utilizando um sistema CAD e posteriormente a ferramenta CAM (esta etapa é de atribuição do setor de projetos, mas ele constitui um subsetor em sua estrutura), a qual realiza a leitura de superfície do desenho e é capaz de acionar a máquina CNC para desenvolvimento da matriz (ou ferramenta) que servirá para o processo de produção. Este setor é responsável pelo cronograma de entrega do produto aos clientes, como também pela análise crítica de valor e pela análise do modo e efeito de falha (FMEA). Antes de iniciar a produção em escala real, a empresa produz um lote de amostras ou piloto para avaliar as falhas que por ventura podem ocorrer.

É importante ressaltar que após a aprovação pela Empresa para o desenvolvimento de determinado projeto, o cliente realiza uma visita de auditoria para verificar se os procedimentos técnicos da fornecedora estão compatíveis com as especificidades que envolvem a produção do produto. Apesar de não utilizar um sistema de desenvolvimento de produto, verifica-se a presença de procedimentos compatíveis com aqueles observados na teoria, como exemplo o cliente consegue verificar as características chaves do produto que podem interferir na sua funcionalidade e então propor soluções para as não conformidades do produto ou processo de manufatura.

Após o desenvolvimento simulado do protótipo, com o teste de conceito inicial e verificação das possíveis falhas para o desenvolvimento do ferramental (que servirá para iniciar o trabalho da forjaria), a empresa produz um lote piloto (geralmente com 10 peças). O estudo de caso demonstrou que as fases de prototipagem descritas por Clark & Wheelwright (1993) - neste caso, não como sistemas de desenvolvimento e sim como um método para a empresa testar a conformidade de seu processo - são realizadas pelo setor de projetos, juntamente com a ferramentaria. O primeiro setor é responsável pelo conceito inicial de teste - simulação do conceito em CAD/CAM - e o segundo, conforme especificações técnicas do primeiro, produzirá o ferramental necessário ao desenvolvimento do lote piloto, por meio do qual serão testadas confiabilidade, durabilidade, e manufaturabilidade (processo produtivo). Este lote (com aproximadamente 10 peças) é submetido à apreciação do cliente, o qual realizará a prova final do produto em seus veículos de testes. Assim que a fornecedora recebe a aprovação do cliente, encaminha a autorização formal para o setor de projetos, o qual reproduzirá o desenho final e estimulará o *start* inicial à ferramentaria para produção do ferramental. Depois de desenvolvidas, as ferramentas são encaminhadas à forjaria juntamente com os desenhos da peça e suas especificações técnicas. É importante mencionar que não foi observada, nas fases de prototipagem, a utilização de modelos físicos simulados ou Modelos Esteriolitográficos, pois para a realização dos testes reais pelo cliente não são os mais adequados, seja pela pouca resistência ou pela peculiaridade dos produtos, que normalmente são utilizados para suportar pressões e pesos da estrutura dos veículos.

A utilização de fases dos ciclos prototipais também foi alvo de observações. Dentre os ciclos propostos por Clark & Wheelwright (op. cit) em seus estudos, e aqueles praticados pela Empresa, constatou-se a utilização de apenas três ciclos: Conceito inicial de teste, Teste de Verificação de Design/ Teste Avançados de Design e o Teste de Verificação de Produção. Houve grande dificuldade em identificar onde começava e terminava o segundo e o terceiro, pois parece haver uma fusão entre o segundo e terceiro ciclos, justamente pela peculiaridade da função do produto analisado, ou seja, não necessita da elaboração de protótipos preliminares (Esteriolitográfico) para a realização de testes funcionais básicos. A prática da Empresa consiste em elaborar modelos de protótipos para realização dos testes pelo cliente. Não existe teste do conceito dentro da Empresa, apenas no cliente.

O Ciclo de Teste de Protótipos serve como uma ferramenta de decisão gerencial, e no caso da firma, por não se tratar de um sistema de desenvolvimento de produto está mais relacionado às conformidades da manufatura.

Ainda nesta segunda etapa do fluxograma de informação, pode-se dizer que a forjaria constitui parte integrante do processo produtivo e é responsável pela produção do produto forjado, utilizando os moldes fornecidos pela ferramentaria. O *layout* da linha de produção é celular, sendo cada célula composta por diferentes tipos de máquinas responsáveis pela produção de peças similares. Após receber o desenho do setor de projetos e adaptar o ferramental às máquinas inicia a produção. A matéria-prima básica (aço) recebe um tratamento térmico induzido por fornos elétrico de alta capacidade, passando para as prensas e rebarbadora, onde recebem a forma “bruta final” (aqui o produto já possui forma).

O processo de forjaria, além da responsabilidade inicial pela produção, é caracterizado por fornecer atributos importantes ao produto, como a dureza e a forma. A dureza é uma qualidade importante que se não for bem controlada pode comprometer a integridade do produto. Assim, o resfriamento pela imersão em óleo, que demanda tempo, é limitado. Esta etapa definirá as características de rigidez do produto. A permanência acima de um tempo pré-determinado, pode fazer com que o produto quebre mais facilmente, por isso o processo exige controle e monitoramento constantes.

Uma outra etapa deste processo é o “jateamento”, na qual o produto (ainda com superfície fosca e pequenas esfoliações) recebe um “jato ou esguicho” de pequenas esferas de metal, que realizam o polimento da peça, conferindo-lhe o “brilho”. Caso o projeto especifique a necessidade de usinagem, o lote de peças produzidas, depois de passarem por uma triagem pelo controle de qualidade da forjaria, aguarda o transporte por meio de contentores até o Departamento de Usinagem.

O lote de amostras ou piloto (caso não necessite ser usinado), é então submetido à análise da gerência de qualidade e ferramentaria, sendo posteriormente encaminhado ao(s) cliente(s) que por sua vez realizarão o teste de verificação do produto, avaliando a sua confiabilidade, durabilidade e rumorosidade (avaliação de ruídos). Depois desta verificação, são informadas ao fornecedor as não conformidades apresentadas pelo produto. Dessa maneira, a empresa

fornecedora realizará uma verificação da etapa do processo responsável pelo defeito apresentado pelo lote piloto ou partes dele.

Após a etapa de forjamento, o lote de peças forjadas (se estiver previsto no projeto) é encaminhado ao setor de usinagem. Neste setor, basicamente, as peças são colocadas uma a uma, por operadores em máquinas CNC. Estas máquinas são programadas para usinar, ou seja, dar características mais uniformes e precisas ao produto, conforme aquelas especificações técnicas previstas em projeto e inseridas na programação dos equipamentos.

Em uma etapa anterior à colocação do lote de peças forjadas nas máquinas, existe a realização de um outro projeto. A gerência de usinagem, por meio de seus técnicos, desenvolve um projeto para fabricação de ferramentas, que servirão de ponto de apoio para as peças no interior das máquinas de comando numérico. A precisão dessas ferramentas deve ser exata, pois uma vez realizado um dimensionamento maior, como um orifício maior que o desejado, o lote de peças que passa pelo processo é refogado. Dessa maneira percebe-se a importância do desenvolvimento de um projeto de usinagem na fase anterior ao processo propriamente dito.

Verifica-se nesta fase que a empresa utiliza uma competência que lhe é peculiar, adaptando o seu processo àquela exigência inicial formalizada pelo pedido do cliente. Outra habilidade observada é a capacidade do setor de usinagem e ferramentaria fabricarem ferramentas para as máquinas de comando numérico e torno mecânico, ao invés de comprá-los, pois muitas das ferramentas são importadas. Este procedimento fica limitado quando a ferramenta exige uma precisão superior e a empresa não dispõe de meios para fabricá-la.

Analisando este processo, verifica-se que os técnicos e projetistas deste setor não participam (mesmo como meros observadores) de uma forma integrada nas etapas de desenvolvimento do projeto base (Gerência de Projetos da Ferramentaria), o que compromete a agilidade e muitas vezes a identificação de erros nas etapas iniciais de desenvolvimento (em nível de projeto).

5.3.3 Terceira Etapa

Após o cumprimento do programa de desenvolvimento do projeto de produto, no qual esteja previsto o processo de forjaria e usinagem, chega-se ao terceiro estágio do fluxo de informações para o desenvolvimento de um projeto. Esta etapa consiste na avaliação e conferência do lote de amostras ou lote piloto, os quais seguirão para o processo de embalagem e expedição ao cliente. Toda esta fase é monitorada pelo setor de qualidade que executa seus trabalhos juntamente com as seções de expedição da forjaria e usinagem.

Quando as amostras são recebidas pelo cliente, o mesmo confirma a chegada assinando um relatório emitido pela própria fornecedora. De posse destas amostras o cliente analisa, testa e emite parecer favorável ao processo e ao produto. Caso seja diagnosticada alguma irregularidade ou não-conformidade no lote fornecido, a empresa fornecedora recebe um parecer do cliente recusando ou aceitando a entrega do produto.

Diante das inconsistências relatadas pelo cliente, o setor de qualidade realiza o levantamento dos pontos de não-conformidade e tenta identificar a origem do problema (através de uma reunião com os líderes de produção e projetistas). Após esta etapa são redefinidos os escopos do projeto e/ou processos somente para produtos usinados, pois as verificações de não-conformidade de produtos forjados é feita durante a passagem do projeto para o setor de usinagem. A partir da redefinição do projeto/ processo verifica-se a necessidade de produção de um novo lote de amostras ou se o retrabalho do lote submetido anteriormente é suficiente. Caso seja necessária a produção de um novo lote de amostras usinadas submete-se um novo lote de produtos forjados ao processo de usinagem, dentro das especificações de mudanças solicitadas, para posterior encaminhamento ao cliente. Finalizadas todas as correções de irregularidades e recebida a aprovação do cliente para entrega do produto, a empresa inicia a produção da peça solicitada.

Após a análise do fluxo de informação em um determinado projeto, faz-se necessário evidenciar que, conforme descrito neste item 5.2, o processo de comunicação seguirá as características do tipo de projeto que está sendo desenvolvido pela empresa. Dependendo do tipo de projeto requerido pelo cliente, o caminho da informação percorrerá os setores responsáveis por conferir as características técnicas do respectivo projeto. Assim apenas o

projeto forjado e usinado (onde existe uma dependência entre as atividades) assumirá a configuração do modelo identificado.

5.4 A Integração entre os Setores da Empresa

Para que se possam entender os reflexos da informatização e da integração em uma organização, esta pesquisa procurará identificar a partir da descrição da atividade projetual em uma indústria de autopeças, os efeitos daqueles sobre as atividades dos envolvidos (indivíduo, equipes e departamentos). Para tanto serão discutidos os aspectos favoráveis e desfavoráveis à construção de uma política formal e estruturada de comunicação, que sirva ao mesmo tempo de suporte aos vários aspectos que envolvem o processo de integração entre indivíduos, equipes e departamentos.

A pesquisa iniciada em janeiro de 2003 expõe alguns pontos relevantes que podem interferir em medidas de desempenho como a redução dos custos, retrabalhos, bem como do ciclo de desenvolvimento de projetos de produtos.

Existe uma ampla discussão na literatura (conforme descrito no Capítulo 3) sobre a necessidade de empresas integrarem seus procedimentos, indivíduos e equipes, entretanto estas práticas, através do estudo realizado, demonstram que a adoção dos meios favoráveis a estes ambiente mais integrados são incipientes, recebendo pouca ou nenhuma atenção dentro das organizações. O próprio método de trabalho das empresas, as quais possuem estruturas altamente departamentalizadas, acabam por interferir no processo cíclico que deve ser assumido pela informação, dificultando a execução de determinado trabalho pelos agentes envolvidos.

No caso avaliado, observa-se a existência de uma estrutura altamente departamentalizada, onde os trabalhos são realizados utilizando o modelo tradicional (ou seqüencial) de desenvolvimento. Não se pretende dizer que esta forma tradicional de desenvolvimento esteja errada, pois cada empresa tem suas características e infra-estrutura que vão permitir um maior ou menor desempenho de suas atividades. Entretanto, pela pesquisa, observa-se que a empresa conta com uma estrutura informática e softwares capazes de permitir um relativo grau de

integração. Esta estrutura favorável ao processo de integração, todavia, não é explorada com a consistência necessária ao atendimento das exigências mercadológicas, haja vista a pressão estabelecida pelos processos de certificação, as quais a cada etapa cobram metas mais arrojadas das organizações que se submetem ao processo de auditoria externa.

Observa-se com uma relativa frequência a exigência pelo órgão certificador da prática de procedimentos mais uniformes e alinhados ao padrão internacional. Esta formalização exigida entra em conflito constantemente com as práticas aplicadas pela empresa analisada. Isto se deve ao fato da empresa não possuir uma forma claramente definida do caminho assumido pela informação durante seu processo de desenvolvimento. As recomendações dos auditores externos reforçam a necessidade de formalização dos procedimentos organizacionais que envolvem a atividade projetual. A carência pela normalização de certos procedimentos dificulta o fluxo de comunicação e a eficiência do processo de integração, o que demonstra a relevância do estudo apresentado.

Através da descrição dos papéis assumidos pelos diferentes envolvidos na atividade projetual, pretende-se demonstrar, nos próximos itens, o grau de integração apresentado pelos mesmos, seja pela utilização de sistemas informatizados de apoio aos projetos ou por reuniões sistemáticas com as equipes de desenvolvimento de projetos de produtos. Ainda será alvo de comentário a metodologia de trabalho adotada pelos envolvidos, bem como os aspectos necessários à melhoria da performance apresentada pelos indivíduos. Assim, para explicar o fenômeno que envolve a falta de integração entre os diversos setores serão discutidos exemplos reais que têm dificultado o sincronismo e sinergia do processo de integração.

5.4.1 Características das Seções de Projetos Pertencentes às Etapas de Forjaria e Usinagem

Para que haja um entendimento sobre as atividades que envolvem os sistemas de apoio ao projeto como os sistemas CAD, é necessário compreender as características assumidas pelas seções de projetos de produtos forjados e usinados e evidenciar que se tratam de setores distintos, apesar de possuírem papéis que se restringem ao desenvolvimento de processos e projetos. Analisando o trabalho real executado pela Empresa, percebe-se que muito mais

importante do que transmitir informações é compreender a forma e conteúdo assumido por estes dados. Assim, será evidenciada, a partir deste tópico, a integração necessária ao projeto de produto durante o ciclo de desenvolvimento.

Verifica-se que após a aprovação para desenvolvimento (acordo entre diretoria e cliente), os projetos são encaminhados paralelamente à gerência de projetos, qualidade e usinagem (esta última etapa é adotada quando existe dependência das operações do produto, isto é, necessita forjamento e usinagem). À medida que vão sendo aprovados os pedidos, os mesmos são transmitidos aos projetistas, os quais dependendo da complexidade do projeto trabalham em “parceria” (trabalhos paralelos e isolados) ou independentes. Utilizando uma estrutura que conta com onze computadores, os setores de projetos estão assim organizados:

- No setor de projetos da ferramentaria/forjaria existem sete microcomputadores, sendo 1 (um) para a gerência, 1 (um) para suporte administrativo, 1 (um) para recebimento de pedidos e avaliação da viabilidade técnica da proposta, geralmente realizados por um supervisor (esta estação possui uma versão bidimensional do software AUTOCAD), podendo ser delegada a um dos projetistas. O setor conta ainda com quatro estações gráficas com versões tridimensionais (3D) do Sistema CAD UNIGRAPHICS, além de um microcomputador com a versão completa deste software mais o módulo CAM (sistema CAD/CAM) que possui interface com máquinas de comando numérico de controle (CNC) no setor de ferramentaria.

- No setor de projetos da usinagem são quatro microcomputadores todos com versões bidimensionais do software AUTOCAD e recentemente houve a aquisição de um software tridimensional (SOLIDWORKS) capaz de ler os arquivos 3D oriundos do setor de projetos da ferramentaria (entretanto isso ainda não é feito via sistemas informatizados, apenas em disquetes). Cada projetista neste setor possui uma tarefa específica, assim discriminada: um responsável por uma nova elaboração do desenho em AUTOCAD, que é repassado pelo setor de projetos da ferramentaria/forjaria (quando existe dependência de atividades), ou pelo cliente direto (produto que necessita somente do processo de usinagem); um responsável pelos projetos dos dispositivos técnicos e pontos de apoio; um projetista para definição dos calibres de controle e pastilhas; e um quarto profissional para definição das embalagens para cada produto, verificando o dimensionamento da embalagem e a forma de acondicionamento (esta tarefa é acompanhada pelo Gerente da Usinagem).

Todos os microcomputadores estão conectados em rede e possuem um servidor para acesso ao arquivo central de dados, disponível única e exclusivamente para este setor de projetos e ferramentaria, que chamaremos aqui de central de projetos. Esta central conta com um gerente responsável pela fiscalização e controle do trabalho. Percebe-se que existe uma estrutura básica compatível para a implementação de princípios de Engenharia Simultânea, ficando sua total implementação limitada à remoção das barreiras tecnológicas, inter-pessoais, organizacionais e físicas, que representam obstáculos ao desenvolvimento de um processo de integração horizontal (entre indivíduos do mesmo setor) e vertical (entre indivíduos/equipes de setores distintos).

As características e configurações assumidas por essa infra-estrutura informática é que conferirão à empresa um dos requisitos essenciais ao desenvolvimento integrado do trabalho organizacional. Neste momento é conveniente destacar que a mera adoção de sistemas informatizados não implicará necessariamente na execução de trabalhos integrados, fato este comprovado na revisão de literatura, o que corrobora a importância de implementar uma estrutura de equipe de trabalho que seja multifuncional e capacitada no gerenciamento das etapas de trabalho que compreendem o projeto de produto. A incompatibilidade existente entre os diferentes sistemas CAD dos setores analisados dificulta o processo multilateral da informação e a conseqüente integração dos setores.

5.4.2 Aspectos da Integração no Setor de Projetos de Forjados

Nesta etapa que envolve o setor de projetos da ferramentaria/forjaria observa-se a existência de um certo nível de informatização, pois todos têm acesso aos recursos computacionais. Além disso, os indivíduos em alguns momentos interagem dentro do ambiente trocando informações e esclarecendo dúvidas que surgem durante o desenvolvimento do projeto do produto. A partir desta comunicação verbal os projetistas acabam por melhorar a interação em suas atividades seja pelo compartilhamento do conhecimento, dúvidas ou discussões, o que em tese contribui para o aumento da integração entre os mesmos. Quando se avalia a integração via sistemas informatizados, observa-se que a rede local (*intranet*) e os sistemas CAD compatíveis são capazes de estabelecer um certo nível de integração entre os

participantes desta central. Entretanto, esta atividade de compartilhamento não é praticada com a frequência necessária que justifique os altos investimentos realizados, até o presente momento, na estrutura informática da empresa. Ao analisar o processo de comunicação estabelecido entre este setor e aqueles (setor de projetos da usinagem, ou chão de fábrica) onde existem estações gráficas para visualização das informações em desenho, nota-se que alguns computadores possuem versões de sistemas *2D* e *3D* (setor de ferramentaria, usinagem), os quais não são capazes de estabelecer entre si um fluxo multilateral, ou de “mão-dupla” de informações, o que, por vezes, na ausência (férias, doença e outros) de algum dos projetistas pode dificultar o compartilhamento do projeto tornando inviável sua continuidade.

Após a finalização do desenho na central de projetos, o mesmo é repassado à próxima etapa, a programação CNC e CAPP (Planejamento do Processo Auxiliado por Computador). Nesta etapa em específico, o programador recebe cerca de 60% dos desenhos elaborados pelo setor de projetos, paralelamente aos líderes de produção da ferramentaria. Isso gera, constantemente, conflitos entre os ferramenteiros e o Programador CNC, pois este não tem um espaço de tempo suficiente que permita desenvolver seu trabalho para então repassar ao setor de ferramentaria. Isto indica que os profissionais do setor de ferramentaria recebem o pacote de desenhos do projeto ao mesmo tempo em que o indivíduo da programação, mas como os ferramenteiros só podem iniciar os trabalhos após a definição do processo e programação das máquinas, os trabalhos ficam limitados à etapa de programação. Foi demonstrado que a ausência de uma política formal de integração que apóie as atividades entre a programação em CNC e projetos dificulta uma melhor performance do fluxo de informações que envolvem aqueles setores e as próximas etapas.

Durante o acompanhamento do desenvolvimento de um produto específico, pôde-se perceber que o profissional de programação não participa da análise dos desenhos repassados pelo cliente, como também não está autorizado a executar certas operações como forma de adiantar procedimentos como setup de máquinas ou solicitação de compra de ferramental, mesmo que os desenhos estejam em um nível avançado de desenvolvimento. Apenas com a finalização de todos os desenhos do projeto em análise é que o programador de linguagem CAM ou CNC estava autorizado a iniciar suas atividades. O acesso aos desenhos concluídos via sistemas informatizados, somente pode ser feito depois que o programador recebe uma cópia em papel de cada desenho, pois neste papel vem descrito o caminho de acesso à rede onde encontra-se o formato digital dos desenhos das matrizes, gabaritos e outros.

A atividade deste profissional envolve uma série de procedimentos que, se não forem bem gerenciados, podem representar gargalos e interferir no processo de desenvolvimento gerando retrabalhos e custos. Dependendo do grau de complexidade da peça, este profissional definirá o tipo de processo a ser adotado. Quanto maior a complexidade da forma geométrica da peça maior a exigência pela utilização de máquinas CNC. Entretanto dependendo da precisão exigida para o corte da peça, torna-se necessária a utilização de outros processos como o de eletro-erosão.

Ainda durante o acompanhamento do produto mencionado acima, observou-se que, em virtude das horas limitadas envolvendo tempo de desenvolvimento e tempo de entrega, há uma enorme dificuldade por parte do profissional da programação CNC em realizar o levantamento e estudo de todos os processos necessários à elaboração de todos os projetos que servem para as atividades de produção do setor de forjaria. Para que haja uma otimização de todos os processos para cada projeto desenvolvido é conveniente que o programador participe dos estágios iniciais do desenvolvimento, aumentando sua interação com os projetistas.

Durante a pesquisa de campo, foi possível identificar e acompanhar projetos nos quais a ausência de uma participação mais ativa do programador CNC nas etapas iniciais ocasionou problemas de retrabalho e até mesmo refugo completo de ferramental. Não se pode dizer que a participação deste profissional no início de cada projeto implicará na redução total dos problemas de retrabalho e tempo de desenvolvimento, mas percebe-se que esta integração faz-se necessária para compartilhamento de conhecimentos e melhoria do processo de comunicação eliminando as barreiras inter-pessoais que interferem na melhoria do desempenho organizacional.

Diante dos aspectos evidenciados, torna-se relevante mencionar que em alguns projetos, onde o tempo foi o fator determinante para atender uma necessidade específica do cliente, a empresa utilizou uma estrutura de desenvolvimento envolvendo as atividades de programação nas etapas iniciais de projetos. Neste caso específico, percebeu-se que a interação antecipada do profissional responsável pela programação CNC às atividades dos projetistas, favoreceu a agilidade na captação de informações pertinentes ao seu trabalho, e conseqüentemente ao adiantamento dos mesmos. A integração entre esses trabalhadores (projetistas e programador)

se deu de uma forma mais ágil e coesa, principalmente porque os profissionais notaram que somente seria possível cumprir os objetivos previstos pela alta administração se conseguissem entender o momento certo em que deveriam realizar o compartilhamento das informações. Através deste caso, observou-se que algumas etapas de desenvolvimento dos projetos em desenho só foram possíveis mediante a intervenção do programador CNC e CAPP, por meio do qual puderam resolver problemas que eram novos para os profissionais da área de projetos. Isto demonstra que as diferentes competências não são excludentes, mas complementares ao processo de integração e melhoria da aprendizagem organizacional.

Torna-se cada vez mais plausível que um número maior de atividades sejam compartilhadas, principalmente se os indivíduos puderem perceber que as integrações entre suas atividades podem contribuir para a redução do tempo de fabricação, e até mesmo o adiantamento de setup de máquinas, separação de ferramental, preparação de plano de trabalho (direcionamento de trabalhos para determinado tipo de máquina o que facilita o processo), redução de pedidos de mudança de dimensões do projeto, e outros. A falta de formalização de procedimentos em cada etapa do desenvolvimento é um dos problemas que dificulta a aproximação dos diferentes setores e profissionais. O tratamento formal de certos procedimentos pode representar um caminho para acumulação e gestão de novos conhecimentos. Por este motivo torna-se importante a participação de cada um na etapa que precede a sua atividade, pois isto facilita a transmissão de informações e gestão do conhecimento ao longo do processo de desenvolvimento.

Após a finalização dos trabalhos de programação em CNC, o pacote de ferramentas desenvolvidas pela programação e ferramentaria são encaminhados à forjaria. Quando não é necessário o processo de forjamento, os projetos de usinagem são elaborados pelo próprio setor de usinagem.

5.4.3 Aspectos da Integração no Setor de Forjaria

Na forjaria (chão de fábrica) existem três pontos informatizados, o escritório da gerência, dos líderes de produção e do laboratório metalúrgico. Entretanto pela inexistência de softwares gráficos (2D e/ou 3D) os desenhos são repassados em papel. Neste caso, como não existe uma

estrutura sistematizada e formalmente estabelecida para propor sugestões de melhoria, via sistemas informatizados, os desenhos recebidos em papel por este setor acabam por sofrer alterações à mão. Muitas vezes estes desenhos são rasurados a lápis ou a caneta pelos próprios responsáveis pela execução no chão de fábrica, que numa tentativa de agilizar certos procedimentos acabam por desenvolver estratégias próprias para a solução de problemas, como regulagem de máquinas ou ferramental para evitar atrasos na produção. Isto demonstra que existe uma falta de integração entre estes setores para conciliação e adequação das diferenças existentes no processo de comunicação, além de uma evidente falta de formalização de procedimentos necessários ao processo de desenvolvimento para manufatura e montagem ou *Design For Manufacturing and Assembly (DFMA)*, o que em tese facilitaria o processo de retroalimentação e utilização das informações em atividades futuras.

Existe em alguns momentos uma certa relutância em cumprir o que está definido no desenho emitido pelo setor de projetos, o que demonstra ser uma barreira ao mesmo tempo organizacional e interpessoal, uma vez que a empresa não mantém um controle formal e sistemático dos problemas de comunicação que interferem na execução dos trabalhos de produção. Isto é claramente percebido quando o desenho do setor de projetos implica na desmontagem de um pacote de ferramental para elaboração de um produto similar ao que estava sendo forjado anteriormente. Os responsáveis pela execução dos procedimentos na forjaria acabam por adequar a regulagem da máquina ao projeto quando na verdade o essencial, segundo os próprios projetistas, é que o projeto estivesse adequado às máquinas, equipamentos e dispositivos existentes. Isso demonstra que o projeto do ferramental está sendo desenvolvido de forma incompleta, o que não permite que se mantenha uma regulagem fixa do maquinário, o que se fosse feito diminuiria os tempos de setup's entre mudanças de produtos.

Com a possibilidade do projeto de produto ser alterado no setor de forjaria, o setor de projetos da ferramentaria/ forjaria acaba por não receber o *feedback* necessário à atualização do projeto original. Isto caracteriza-se como uma falta de estruturação do canal de comunicação e formalizações dos procedimentos para apoio ao processo de integração, que interferem na qualidade e eficiência do processo de desenvolvimento, comprometendo a integridade do trabalho em equipe, o que reforça as afirmações de Ruckert & Walker (1987), Monaert (1994), Prasad (1996) e Gao (2000) sobre a necessidade de métodos formais para melhoria do processo de integração. Estes aspectos têm relevância, principalmente porque existe o risco do

desenho do ferramental ser alterado cada vez que é repassado sem as alterações solicitadas pelo setor subsequente. Isto pode implicar em problemas frequentes de retrabalho. Diante disto, percebe-se que pode haver um aumento do atrito entre setores, sobre os quais recai a responsabilidade pelo erro, gerando insatisfação e “corroendo” as relações individuais de trabalho.

5.4.3.1 Problemas da falta de integração e medidas alternativas adotadas no processo de forjaria

Na etapa de forjaria percebe-se a ocorrência de uma série de problemas devido à certas inconsistências presentes no sistema de comunicação entre este setor e as etapas anteriores. Este fato é ratificado pelas constantes irregularidades relacionadas à inadequação do projeto às máquinas e ferramental disponíveis. Estes problemas ocasionam retrabalhos e aumento no custo de desenvolvimento de projetos de produto (Gráficos 1 e 2).

A inobservância de aspectos relacionados ao processo de integração tem conduzido a empresa a prejuízos constantes com as elevadas taxas de refugo e retrabalho, além de problemas com tempos elevados de setup's das máquinas (Gráficos 1 e 2). A falta de integração entre as etapas que compõem projetos de usinagem, projetos de forjaria, setor de ferramentaria e setor de forjaria tem afetado os trabalhos deste último, pois têm ocorrido problemas frequentes com os pacotes de produtos (entenda-se ferramental para o maquinário: matrizes superiores e inferiores de formas finais e pré-forma para várias máquinas).

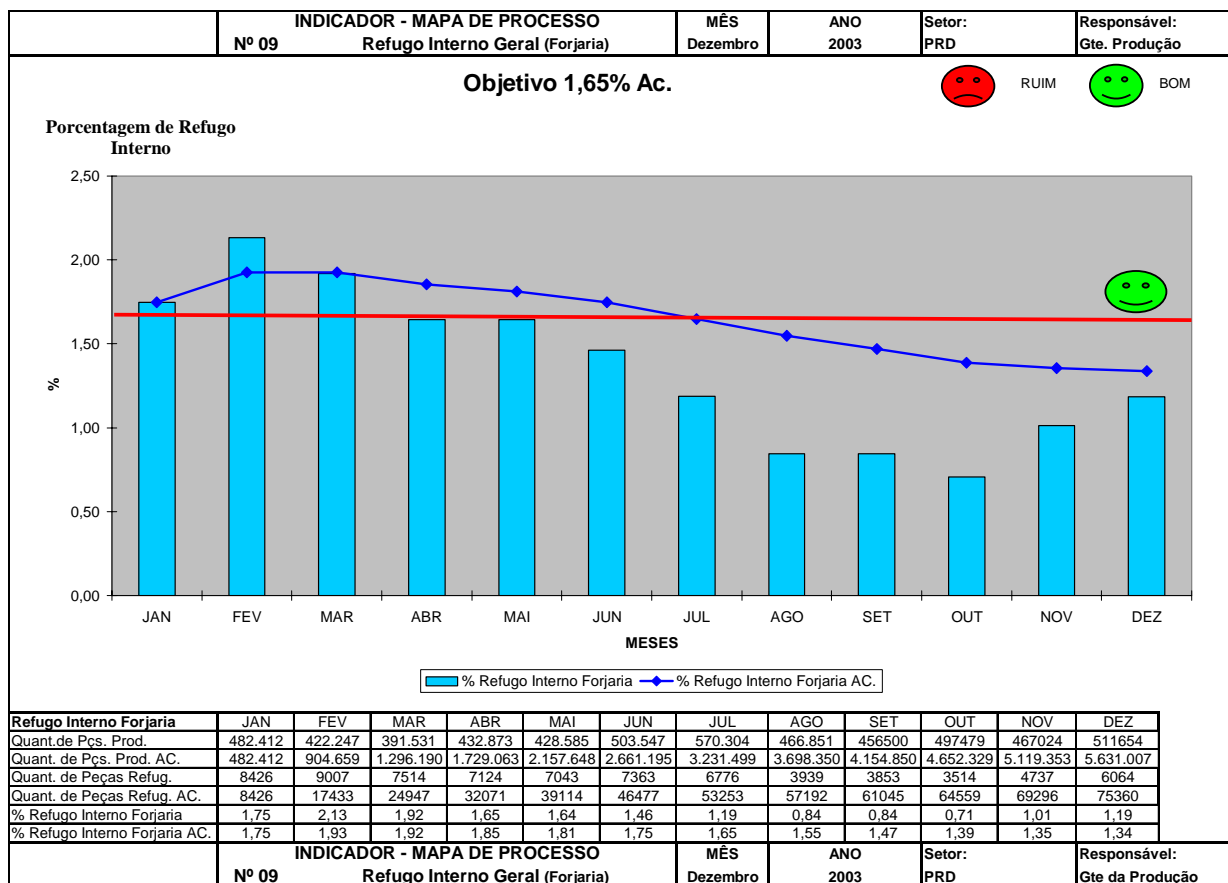


Gráfico 1 - Gráfico de refugo interno geral referente ao ano 2003.

Fonte: Dados fornecidos pela empresa

A ausência de utilização de sistemáticas de controle e acompanhamento dos problemas de refugo e retrabalho na empresa conduziram a um aumento gradual destes índices. Segundo relatos da equipe de qualidade e produção que cuidam do monitoramento desses problemas, o aumento dos refugos e retrabalhos observados, especificamente no ano de 2004, se deve ao à falta de acompanhamento dos trabalhos da equipe ou comissão de análise, para que fosse possível realizar um mapeamento das inconsistências presentes no processo de fabricação. Observando-se os dados do gráfico 1, referente ao ano de 2003, percebe-se que a formação de um histórico inicial foi suficiente para que a empresa pudesse estabelecer um plano de ação para redução dos refugos e retrabalhos. No ano de 2004, entretanto, há uma elevação considerável dos índices de refugos e retrabalhos, fato este que comprova o relato inicial dos colaboradores, que mencionaram que isso se deveu à interrupção dos trabalhos de monitoramento e da ausência de elaboração de planos de ação mais precisos e consistentes para solucionar os problemas do processo de manufatura.

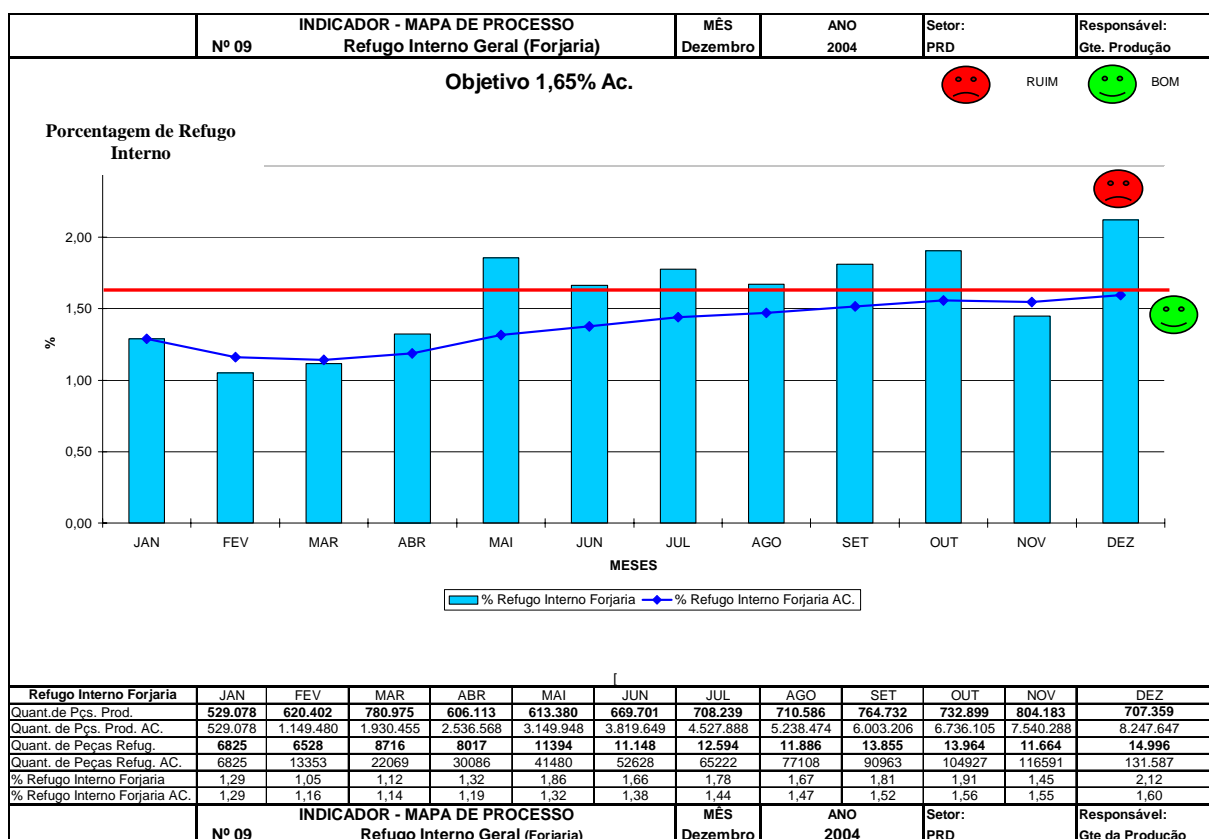


Gráfico 2- Gráfico de refugio interno geral referente ao ano 2004.

Fonte: Dados fornecidos pela empresa

Na tentativa de buscar uma redução nos tempos de setup, os profissionais da ferramentaria adotam medidas paliativas para evitar paradas freqüentes para regulagem das máquinas ao pacote de produtos (ferramental). Na verdade, seria necessário que o pacote de produtos fosse confeccionado de forma customizada para cada máquina, levando-se em consideração as folgas existentes em cada uma delas e não o inverso - regular as máquinas para o ferramental. Isto indica que os projetos desenvolvidos para a manufatura não atendem de forma correta às necessidades dos profissionais do chão de fábrica, fazendo com que tenham que adequar as medidas das ferramentas às máquinas, utilizando calços improvisados ou mesmo efetuando alterações nos dispositivos técnicos (também definidas como ferramentas de apoio) que desenvolvem para facilitar a montagem do pacote de produtos. Durante as fases de observação e entrevistas foi possível perceber que algumas medidas de desenhos de projetos eram ignoradas pelo fato de constituírem problemas de atrasos aos trabalhos dos líderes de produção. Observa-se que se fossem trabalhar no pacote de ferramentas (produtos desenvolvidos pela ferramentaria para o setor de forjaria, tomando-se por base os desenhos de

projeto) repassado, os profissionais da forjaria seriam obrigados a trabalhar na regulagem das máquinas, o que procuram evitar ao máximo. Assim para “ganhar” tempo de setup, os líderes de produção utilizam a estratégia de padronização das máquinas, que consiste em montar e ajustar o maquinário pelo pacote de ferramentas similares às aquelas do novo produto forjado em desenvolvimento. Dessa maneira ao invés de ter que desmontar o ferramental da máquina para montagem de um novo pacote que terá por objetivo o forjamento de uma peça similar (da mesma família) os funcionários apenas utilizam calços para compensar a diferença de altura ou comprimento.

As informações disponibilizadas por este setor (Forjaria) indicam que a participação antecipada em projetos, incluindo a visualização da evolução dos desenhos, possibilita que os profissionais do chão de fábrica sejam capazes de eliminar os improvisos para regulagem das máquinas, utilizando efetivamente as vantagens do desenvolvimento paralelo e integrado das atividades. Isto implica dizer que o setor de forjaria estaria adiantando seus procedimentos referentes a ajustes e regulagem de ferramental, montagem das matrizes ao mesmo tempo em que o setor projetos elabora os desenhos, contribuindo para a redução dos tempos de setup.

As alternativas individuais para solução destes tipos de problemas são observadas em quase todos os setores, o que demonstra ser uma prática rotineira na empresa. Percebe-se que se não fossem estas estratégias individuais para resolução de problemas, provavelmente a empresa teria maiores transtornos com as paralisações frequentes da linha de produção. Em contrapartida, as observações indicam que se os esforços individuais estivessem canalizados por uma rede formal e integrada de comunicação e relacionamentos, utilizando sistemas informatizados de apoio ao projeto e princípios de engenharia simultânea, os constantes retrabalhos e tempos de setup de montagem e manutenção poderiam ser atenuados, facilitando tanto o fluxo de informações como também diminuindo a falta de formalização daqueles procedimentos comuns aos trabalhadores e que representam um ganho para o contexto organizacional e ao processo de gestão do conhecimento e aprendizagem.

Um outro problema decorrente da deficiência da integração entre as seções de projeto da ferramentaria com o chão-de-fábrica da forjaria são os defeitos identificados na forjaria que podem ser decorrentes tanto de projetos quanto de falta de manutenção, ajustamento inadequado dos parâmetros de controle de processo, manipulação como também desgaste do ferramental.

Durante o processo de forjamento o ferramental montado nas máquinas “sofrem” um processo de desgaste em razão do atrito constante para prensar e forjar uma peça. Algumas vezes os defeitos identificados em determinado lote de produção são decorrentes destes desgastes “naturais” pelo uso normal, entretanto, outros problemas estão associados aos defeitos das peças fabricadas e nem sempre pode-se afirmar que são resultantes do desgaste das matrizes posicionadas nas máquinas. Os defeitos que acabam por incorrer em retrabalho ou na pior das hipóteses em refugo são relacionados pela empresa da seguinte maneira, defeito por: (i) jateamento, (ii) amassamento, (iii) impressão de carepa, (iv) deslocamento de matriz, (v) deslocamento de punção, (vi) deslocamento de rebarba, (vii) dobra, (viii) empeno, (ix) dimensão fora de tolerância, (x) marcação, (xi) peça grossa, (xii) rebarbagem excessiva, (xiii) peça fina, (xiv) peso, (xv) forjamento, (xvi) sub-enchimento, (xvii) trinca, (xviii) deformação interna, (xix) extensão de rebarba, (xx) tratamento térmico, (xxi) mistura, (xxii) queima, (xxiii) outros.

Abaixo são apresentados os defeitos e respectivas características, segundo descrição apresentada pela Empresa:

- 1) Jateamento: a peça apresenta restos de carepa (metal oxidado devido ao aquecimento e exposição à temperatura ambiente), em sua superfície após ter sido submetida ao jato de granalha.
- 2) Amassamento: o produto em forjamento apresenta depressões na sua superfície, decorrentes de impactos com outros componentes do processo produtivo e/ ou mesmo produto.
- 3) Impressão de Carepa: a peça apresenta depressão em sua superfície ou mesmo falta de material em alguns pontos, devido a restos de carepa no tarugo (blank) ou depósitos de carepa na matriz durante a operação de forjamento.
- 4) Deslocamento de Matriz: o produto em processo de forjamento apresenta um deslocamento transversal ou longitudinal entre as partes forjadas pela matriz superior e inferior.
- 5) Deslocamento de Punção: consiste em um corte realizado de forma irregular na região puncionada. Trata-se de uma eventual eliminação (em uma determinada região do furo) de raios de concordância. Ou ainda pode ser considerada uma irregularidade na espessura do sobre-metal para usinagem.

- 6) Deslocamento de Rebarba: a peça apresenta extensão de rebarba irregular em todo o seu contorno, variando de 0 (zero) até uma extensão acima da medida especificada no desenho do produto forjado.
- 7) Dobra: o produto em forjamento apresenta descontinuidade superficial com aparência de trincas, porém sem interrupção da fibratura originada no forjamento. A dobra é consequência da superposição de material.
- 8) Empeno: trata-se de um defeito caracterizado pelo desvio das faces de uma peça em relação à sua forma teórica.
- 9) Dimensão fora de tolerância: são peças que apresentam dimensões não exequíveis com as tolerâncias permitidas.
- 10) Marcação: ocorre quando o produto apresenta marcação fora das especificações do desenho.
- 11) Peça Grossa: este defeito está associado a problemas no fechamento de matriz ou de temperatura de forjamento.
- 12) Rebarbagem Excessiva: a peça apresenta corte excessivo no seu perímetro em decorrência de operação de rebarbagem.
- 13) Peças Finas: defeitos ligados a problemas no fechamento de matriz ou de temperatura de forjamento.
- 14) Peso: defeito caracterizado pela falta de atendimento das especificações de peso da peça, quando o mesmo é exigido no desenho do produto forjado.
- 15) Forjamento: a peça apresenta-se fora de dimensão ou com alguma falha no processo de forjamento ou preparação de máquina.
- 16) Sub-enchimento (Falhas): a peça apresenta um defeito pela ausência de material em decorrência do não preenchimento de aço em todos os espaços da matriz.
- 17) Trinca: o produto forjado apresenta uma descontinuidade superficial com o seccionamento da estrutura da peça, sem desvio de sua fibratura.
- 18) Deformação Interna: a peça apresenta defeitos internos detectados através de ensaio de ultra-som.
- 19) Extensão da Rebarba: a peça apresenta extensão de rebarba acima do especificado em desenho.
- 20) Tratamento Térmico: o produto em forjamento apresenta defeitos de estrutura metalográfica e propriedades mecânicas, após exames do laboratório metalográfico ou inspeção de área (magnateste).
- 21) Mistura: peças ou tarugos (blanks) com composição química diferentes misturados em

um mesmo lote, contrariando as especificações técnicas exigidas em projeto ou pelo cliente.

22) Queima: a peça com este defeito apresenta alta porosidade em sua superfície.

23) Outros: o código xxiii é utilizado para identificar todos aqueles defeitos que não estão classificados dentre os itens acima.

Depois de relacionados os tipos de defeitos que podem ocorrer no processo de forjamento torna-se relevante indicar aqueles que estão relacionados ao desenvolvimento de projetos de forma mais evidente quando comparados aos outros (Figuras 9, 10, 11 e 12). Isto não quer dizer que as atividades de projeto possam ser excluídas das causas responsáveis pelos demais defeitos. O que se pretende é demonstrar que existem especificações técnicas de falhas mais usualmente relacionadas a defeitos no desenvolvimento de projetos para a manufatura.



Figura 9 - Peças perfeitas (a elipse vermelha apresenta a parte analisada).

Fonte: A Empresa

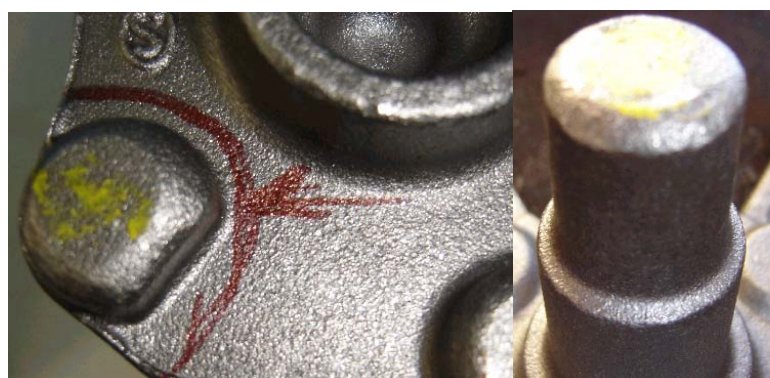


Figura 10 - Peças Defeituosas com problema de sub-enchimento.

Fonte: A Empresa



Figura 11 - A peça perfeita (esquerda).

Figura 12 - Peça com defeito de dobra demonstrado pela elipse vermelha. (direita)

Fonte: A Empresa

Os defeitos categorizados como (vii) dobra e (xvi) sub-enchimento são irregularidades mais recorrentes em projetos e que ao mesmo tempo representam altos custos de retrabalho e refugo. Os defeitos classificados como (xxiii) outros, necessitam de uma melhor especificação, pois pode haver um outro tipo de irregularidade sendo mascarado por esta nomenclatura. Seria conveniente desmembrar este item em vários tipos de defeitos possíveis como uma forma de encontrar uma solução para os altos índices de refugo atribuídos a esta não-conformidade.

Outros pontos que freqüentemente contribuem para o aumento dos refugos são as matérias-primas que não podem receber novo tratamento térmico sob risco de sair das especificações técnicas ditadas pelo cliente ou mesmo ocorrer o defeito denominado (xxii) queima. Geralmente, as características técnicas de certas peças produzidas pela empresa exigem que o aço para este produto receba tratamentos térmicos diferenciados para atender certas necessidades dos clientes, entretanto, quando ocorre algum problema no processo ou no ferramental, a peça acaba saindo defeituosa. Este defeito, diante dos equipamentos existentes na empresa, não permite que a peça receba um novo tratamento térmico para ser retrabalhada, pois na maioria das vezes em que são feitas tentativas de aquecimento, o produto começa a derreter (apresenta bolhas na superfície). De acordo com os envolvidos, ainda não foram feitos testes com outros meios alternativos de aquecimento para verificar a interferência nas

propriedades técnicas do aço. O que se observa é que o equipamento disponível para este trabalho não possui subsídios para regulagem da temperatura por se tratar de um forno rudimentar.

Uma maneira de contornar estas falhas existentes na forjaria seria efetuar uma integração antecipada entre os setores de projeto da forjaria e o chão-de-fábrica da forjaria o que poderia reduzir as falhas referentes tanto ao projeto quanto ao processo. Esta integração evitaria, por exemplo, os problemas de sub-enchimento, peso e dobras, pois as sugestões dos líderes de produção poderiam ser incorporadas ao projeto, trazendo experiências práticas. As falhas de processo como trinca, empeno ou dimensão fora de tolerância podem ser evitadas durante a definição do processo do projeto do produto ao identificar a viabilidade, disponibilidade e capacidade interna para a produção. Caso não exista uma previsão do tempo de vida útil de uma determinada matriz corre-se o risco de um lote de peças sair com defeito, principalmente quando se trata de novos produtos. Além disso, durante a etapa de projeto podem-se identificar os equipamentos que necessitam de manutenção preditiva e preventiva, ajustes e regulagens.

A utilização de ferramentas informatizadas de apoio ao projeto como os sistemas CAD, e Engenharia Simultânea podem oferecer subsídios a estes setores para a tomada de decisão e controle dos melhores processos a serem utilizados na produção das peças, uma vez que o setor de forjaria poderia realizar a leitura dos parâmetros de controle do produto, através da visualização das características técnicas dos desenhos em seu próprio terminal de trabalho.

Após a atividade de forjamento as peças forjadas são encaminhadas ao setor de usinagem, quando previsto no orçamento encaminhado ao cliente, onde receberão novas características físicas. Nesta etapa se houver alguma inconsistência nas peças repassadas gera-se um documento chamado Requisição de Ação Corretiva (RAC). Trata-se de um documento interno que tem caráter de urgência. Este documento é encaminhado ao setor de processos (Técnico de Processos da Forjaria) que providencia a paralisação da produção para identificar o local de origem do problema evidenciado. Torna-se necessário identificar neste momento até que ponto a falta de integração está dificultando o fluxo de informações e como deveria ocorrer para atender as peculiaridades destes dois setores da empresa.

5.4.3.2 Metodologias para gerenciamento de informações e soluções de problemas em nível de projeto

O compartilhamento de informação é uma das maneiras possíveis de concretizar a transferência de conhecimento entre indivíduos e equipes. Neste momento, destaca-se a necessidade de consolidar as estratégias de ação para o desenvolvimento organizacional, através da adoção da estrutura de equipes multifuncionais como um modo de estabelecer um ambiente de cooperação entre os atores envolvidos no estudo. O compartilhamento, neste caso específico, seria feito por meio de recursos gráficos disponibilizados via sistemas informatizados de forma gradual. Assim, um projeto num estágio de desenvolvimento de 45%, por exemplo, poderia ser disponibilizado ao setor à jusante o qual identificaria os pontos possíveis de melhoria ou mesmo o início do seu próprio trabalho.

Através dos relatos de alguns funcionários levantou-se que na época em que a empresa não trabalhava com o Software Unigraphics, os profissionais da ferramentaria e forjaria eram consultados com uma maior frequência ao final de cada desenho, como uma forma de oferecer alguma contribuição para alteração no projeto. Entretanto a implementação deste software foi entendida como uma forma de eliminação das opiniões dos profissionais das etapas posteriores, justamente por entenderem que o software era suficiente para o desenvolvimento de projetos para a manufatura. A colocação em segundo plano das opiniões daqueles profissionais que trabalhavam mais próximos dos projetistas dificultou o enriquecimento do processo de comunicação e interação entre os envolvidos de forma integrada. Levando-se em consideração o trabalho através de equipes multifuncionais, seria mais interessante que os profissionais de projeto pudessem conciliar a utilização do software com as reuniões de feedback dos indivíduos do chão de fábrica, favorecendo a identificação de falhas em projetos ainda em fases iniciais de desenvolvimento. A importância do compartilhamento de informações é uma forma de se buscar soluções para os problemas, principalmente se conjugadas com uma política formal de gerenciamento de projetos. Algumas ferramentas possíveis para gerenciamento de projetos podem ser destacadas: PMBOK® (PMI, 2000), Stage Gate System, MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) e softwares Workflow.

A necessidade em realizar um diagnóstico mais preciso sobre as causas dos constantes

problemas de refugo e retrabalho conduziram o setor de produção de forjados a adotarem uma ferramenta para o tratamento das irregularidades. Trata-se do MASP, com a ajuda da qual os projetistas juntamente com os técnicos e líderes de produção foram capazes de trilhar um caminho para solução de problemas. Inicialmente, por se tratar de uma ferramenta nova e que até então (janeiro de 2004) não haviam utilizado para melhoria do controle de qualidade. Através de reuniões entre as equipes de projeto e forjaria foi realizado um levantamento de peças forjadas, enumerando as quinze peças que apresentavam os níveis de refugo e retrabalho mais elevados, e a partir dos dados coletados começaram a estabelecer uma relação de causa e efeito para tratamento das incompatibilidades, procurando identificar se as inconsistências existentes se deviam a um problema em nível de projeto e/ou processo.

Este princípio de reuniões utilizando equipes multifuncionais segue um dos princípios defendidos por esta pesquisa que se baseia na formalização de certos procedimentos comuns aos profissionais que compõem a atividade de projetos, mas que no entanto não têm sido alvo de registros sistemáticos para compartilhamento de idéias e transferência de conhecimento para projetos futuros. As reuniões, quando adotadas em cada fase do projeto ou portal de decisão, podem conduzir a resultados menos inconsistentes à medida que o desenvolvimento recebe um tratamento formalizado através de relatórios e acompanhamento do estágio de desenvolvimento, verificando se o que foi definido inicialmente pelo cliente e a empresa está sendo cumprido. Este procedimento pode ser auxiliado pela metodologia do stage gate system (ou portal de decisão) através do qual são definidos pontos de discussão, registro, revisão e avaliação sobre os pontos críticos do projeto assim como a viabilidade de continuá-lo (ver figura 1 do Capítulo 2).

Essa atividade, apesar de recente, retrata a necessidade de um canal formal para monitoramento e controle dos níveis de defeito apresentados pelos produtos. Esse caminho, adotado por esses setores (projetos e forjaria), demonstram que as parcerias e cooperação estabelecidas entre equipes parece ser uma alternativa viável para solução de problemas, principalmente porque através da adoção de reuniões sistemáticas é possível compartilhar conhecimentos de diferentes competências por área e por formação profissional, além da possibilidade de geração de relatórios e atas ao final de cada seção de diálogos e discussões.

Através de uma participação deste pesquisador em uma das reuniões, pôde-se constatar que o nível de detalhamento compartilhado entre os diferentes setores contribui, em muito, para o

enriquecimento do processo de desenvolvimento de projetos de produtos. Entretanto outros pontos, como por exemplo as barreiras envolvendo os conflitos inter-pessoais, também foram observados e percebe-se que apesar de não haver explicitamente a atribuição ou imputação de culpas por certos erros, observou-se que sempre existia um suposto “bode expiatório (setor)” sobre o qual recaia maior grau de cobranças para resolução dos problemas. Parece irrelevante, mas foi percebido por meio do acompanhamento das fases de desenvolvimento da atividade de projetos, que estas cobranças eram ‘fruto’ de trabalhos onde existia pouco ou nenhum compartilhamento. Esta situação pode ser exemplificada quando um determinado projeto com seus vários desenhos (um projeto pode conter de 10 ou mais desenhos dependendo de sua complexidade) é finalizado pelo próprio setor de projetos e repassado simultaneamente para o setor de programação CAPP/ CAM. A entrega destes projetos é realizada em uma única vez, como se fosse em lote. Esta situação ocasiona uma sobrecarga de trabalho sobre o profissional da programação, o que acaba por caracterizá-lo como um funil ao receber dados de três projetistas distintos. Este volume de informações dificulta a agilização de suas tarefas. Diante disso, observa-se que sua função passou a representar um gargalo durante o processo, haja visto que as etapas subsequentes dependem de sua rapidez e precisão na programação e definição dos processos de construção de ferramental. Sendo assim, a demora na realização de suas atividades implica em críticas e atritos com os companheiros tanto do setor de projetos (à montante) quanto do setor de ferramentaria (à jusante).

A falta de integração decorrente de falhas no canal de comunicação acaba por tomar uma expressão mais relevante à medida que o tempo de desenvolvimento vai sendo dilatado. Isto faz, conseqüentemente, com que haja um aumento natural de cobranças por parte da gerência e diretoria. Assim o que antes parecia ser um trabalho de relativa simplicidade, começa a tomar uma estrutura mais robusta, mas com um nível a mais de dificuldade, pois tem um tempo menor para ser resolvido.

O que se pretende não é demonstrar o grau de responsabilidade de um ou outro setor dentro da empresa por uma determinada falha, mas induzir os participantes à uma participação mútua nas fases de desenvolvimento de projetos, quer seja através de reuniões quer pela utilização de sistemas informatizados. Ao mesmo tempo em que se percebe haver a necessidade em estabelecer uma aproximação entre os diferentes setores da organização, observa-se a pertinência em adotar uma política formal de desenvolvimento de projetos de produtos que seja adequada tanto aos trabalhos realizados pelos técnicos responsáveis pela parte de

engenharia, em linguagem CAE/CAD/CAM, quando aqueles referentes aos profissionais do chão de fábrica e administração.

A importância no desenvolvimento de uma política estruturada de formalização de procedimentos está justamente no dimensionamento dos projetos às atividades dos diversos atores de maneira que possam compartilhar uma linguagem comum e, ao mesmo tempo, flexível, pois é necessário que haja um espaço dedicado às atividades de criação dos diversos profissionais que compõem os vários estágios da atividade projetual.

Avaliando as diversas atividades que compõem a atividade de projetos na empresa pesquisada podemos associá-la à montagem de um quebra-cabeça, necessitando de peças complementares para a formação da figura global. Entretanto, o que foi possível identificar, é que cada profissional em seu setor específico funciona, na maioria das vezes, como peças iguais do mesmo jogo. Desse modo a cada atividade, não há uma complementação satisfatória, dificultando a montagem da figura que representa, neste caso, a finalização do projeto final. Isto demonstra que, por vezes, mais de um setor pode estar realizando as mesmas tarefas, tornando o trabalho redundante e repetitivo, e diminuindo a velocidade do processo de desenvolvimento.

5.4.3.3 Aspectos formais que contribuíram para compreensão e solução de problemas de produção

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de campo, percebeu-se que a empresa, a partir de janeiro de 2003, começou a fazer registros formais de problemas relacionados aos refugos e retrabalhos por peça a cada mês, o que contribuiu para iniciar a montagem de um histórico de problemas relativos ao desenvolvimento de projetos de produto e produção. Após os relatórios parciais da pesquisa apresentada à alta administração e por meio das reuniões e entrevistas com os atores envolvidos no projeto, percebeu-se que começaram a entender a importância da integração para aumentar a competitividade da empresa e ao mesmo tempo capacitá-la frente às constantes auditorias externas a que era submetida para certificação.

O incentivo da alta administração aos trabalhos de pesquisa facilitou o processo de relacionamento do pesquisador com os atores envolvidos e com o fenômeno estudado, “a falta de formalização como elemento dificultador do processo de integração na atividade projetual”. Ao mesmo tempo os diálogos freqüentes, as reuniões individuais e coletivas parecem ter servido para a mudança de certos procedimentos dos indivíduos na empresa, à medida que adotavam ações discutidas durante as entrevistas e reuniões. Isto demonstra que existem interesses individuais e coletivos pela melhoria de certos procedimentos para adequar o processo de identificação de problemas e, ao mesmo tempo, contribuir para a melhoria do nível de comunicação. Isso contribui na eliminação de ruídos, que possam estar dificultando o fluxo contínuo e rico de informações, com uma freqüência e velocidade satisfatória à execução das atividades.

Um exemplo claro deste tipo de atitude diz respeito ao procedimento que identifica o defeito de produtos forjados classificados como ‘AB’, uma denominação atribuída à peça que não possui um defeito preciso, assim ela é classificada como OUTROS. A partir de uma reunião com o setor responsável pela separação das peças defeituosas e respectiva classificação, foi levantada a possibilidade de desdobrar as características deste defeito. Dessa maneira seria possível criar novas classificações que fossem mais precisas e capacitassem os setores responsáveis na busca por uma identificação mais adequada dos erros de projetos e/ ou processo e da mão-de-obra que não correspondessem às necessidades da produção. Estas ações passaram a ser registradas em um documento próprio da empresa, o qual passou a sofrer atualizações mais coerentes com a realidade praticada pelo setor.

5.4.4 Aspectos da Integração no Setor de Usinagem

O setor subsequente ao processo de forjaria é a Usinagem, no qual verifica-se também existência de meios informatizados. Todavia assim como o processo de comunicação estabelecido entre o setor de projetos de ferramentaria com o setor de forjaria, verifica-se a inexistência de uma política voltada para o compartilhamento multilateral do projeto, via sistemas informatizados. Isto quer dizer que os projetos nos quais existe a dependência entre os processos (produto forjado e usinado) não são desenvolvidos em conjunto entre o setor de projetos da ferramentaria e da usinagem. Da mesma forma que descrito por Clark &

Wheelwright (1993) o desenvolvimento de projetos neste caso segue um modelo tradicional e sequencial onde as atividades de um grupo à jusante só iniciam após a finalização dos trabalhos à montante. Além destes aspectos, observa-se que existe uma limitação dos recursos computacionais quanto à compatibilidade dos Sistemas CAD disponíveis nas máquinas. Em linhas gerais o fluxo multilateral e integrado de informações neste departamento fica condicionado ao número de estações com versões mais atualizadas dos Sistemas CAD 3D. Neste setor existem quatro microcomputadores, sendo que apenas um possui um software em versão tridimensional, e que mesmo assim não é similar ao utilizado no setor de projetos da ferramentaria. Assim que o desenho do projeto é entregue na usinagem, seja em papel ou em disquete, haja vista que a rede local é pouco utilizada (quer pelo despreparo profissional quer por fatores culturais da organização), os projetistas desenvolvem um outro desenho, utilizando como parâmetro o primeiro, para análise e desenvolvimento de ferramentas, dispositivos que servirão de ponto de apoio ou fixação das peças forjadas (e/ ou fundidas) nas máquinas de comando numérico.

5.4.5 A integração no Contexto Organizacional

Parece ser pouco o número de departamentos envolvidos, mas é porque são os que aparecem mais, por estar sobre eles o peso maior pelo desenvolvimento do projeto que levará ao produto. No entanto, outros atores estão presentes no suporte ao desenvolvimento do projeto de produto. São as gerências de Compras, Qualidade, Logística e Recursos Humanos (RH). Percebe-se que estas gerências estão isoladas dos demais órgãos que fazem parte das fases iniciais de desenvolvimento. Este isolamento, no entanto, só é percebido quando ocorrem problemas como atraso no pedido de compras, no recebimento e loteamento do material para a distribuição e até mesmo no agendamento de determinado curso ou treinamento necessários ao manuseio específico de determinado equipamento, máquina ou *software* durante certas etapas do processo de desenvolvimento.

Conforme já mencionado, a integração parcial e informatizada identificada na empresa é peculiar somente aos participantes da central de projetos. Nos demais, quando ocorre, é realizada por meio de conversas (informalidade). Não existe um acompanhamento do projeto, ainda nas fases iniciais de desenvolvimento, pelas gerências de Qualidade, Forjaria,

Usinagem, Compras, Logísticas e RH. Apenas no início quando então o pedido do cliente é aprovado pela diretoria é que ocorre uma reunião, para que os envolvidos saibam com qual cliente estarão trabalhando. Mas estes setores não têm conhecimento do produto que estão desenvolvendo para o respectivo cliente. Esta informação de cima para baixo é realizada poucas vezes, o que dificulta o planejamento dos três últimos (Compras, Logísticas e RH) na realização de suas atividades.

Ao invés do compartilhamento simultâneo das informações iniciais - para que os setores possam desenvolver de forma integrada suas tarefas e ao mesmo tempo trocar sugestões para evitar que falhas do processo possam se perpetuar à medida que o desenvolvimento do projeto evolui - o que se observa são fluxos unilaterais e escassos de informações, que acabam por resultar em aumento de retrabalho e custos. A figura 13 descreve o processo tradicional e seqüencial adotado na segunda etapa de desenvolvimento de projetos de produtos na Empresa pesquisada.

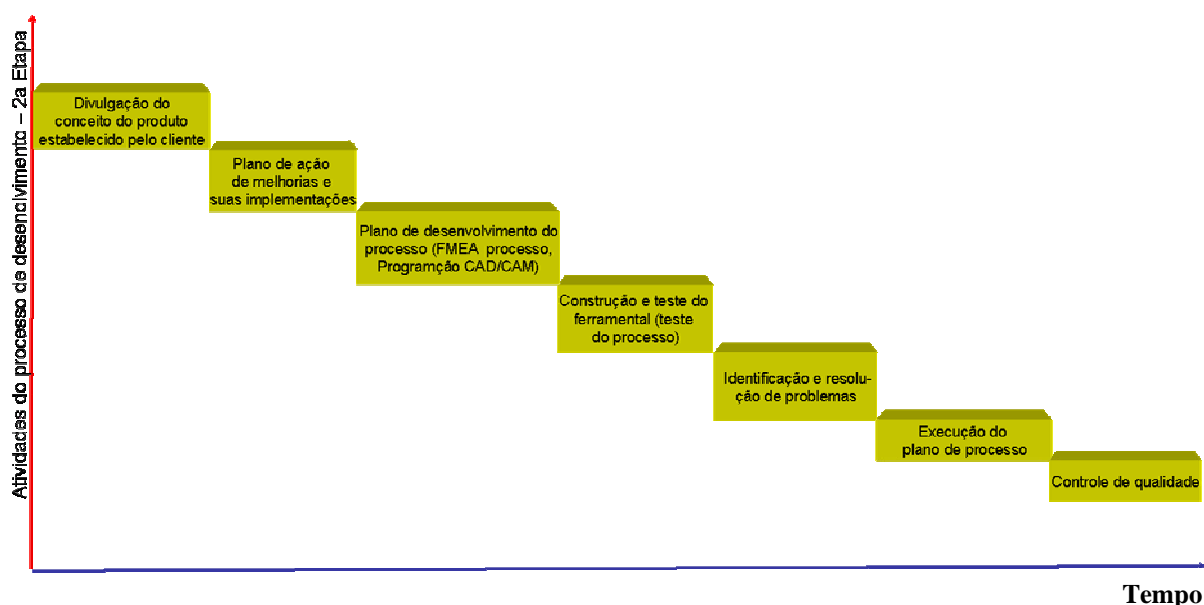


Figura 13 - Representação da segunda etapa de desenvolvimento de projetos da Empresa (Atividade Real).

Fonte: Adaptação do próprio autor

A central de projetos, a forjaria a usinagem não estão integradas com aqueles, pois o único sistema de que dispõem é a *intranet*. Mesmo assim é subutilizada dentro da empresa pelas próprias características culturais difundidas na organização. Isso pode ser verificado pela dificuldade observada que os diversos usuários têm com a utilização da informática. Muitos

profissionais não foram treinados ou reciclados para manusear essas ferramentas. A empresa saltou de 192 funcionários em 1988 para 916 em 2004, sendo que poucos dos profissionais mais antigos poucos têm recebido as orientações ou treinamentos necessários à nova realidade. Para contornar essas dificuldades a empresa contrata secretários e por vezes alguns técnicos para assessorar os diversos supervisores e gerentes.

Não existe um método de acompanhamento do projeto nas fases iniciais, que não seja a verbal, para que as gerências de RH, Logísticas e Compras possam se antecipar às solicitações.

5.4.6 A Metodologia de Trabalho da Empresa

A análise dos trabalhos da empresa pesquisada demonstram que a metodologia de trabalho está enquadrada dentro do modelo tradicional e seqüencial de integração, como o apresentado por Clark e Wheelwright (1993). Todo o processo de desenvolvimento de projetos para os clientes internos (ferramentaria, forjaria e usinagem) é comprometido pela utilização restrita da ferramenta CAD, uma vez que o modelo de comunicação identificado na empresa se assemelha ao modo mais simples, o seqüencial, dificultando o processo de integração entre os diversos envolvidos.

A metodologia de trabalho apresentada pelas equipes da empresa fica então vinculada à finalização das atividades pela etapa antecedente, o que pode eventualmente conduzir a atrasos e problemas de retrabalho, interferindo nas variáveis de tempo e custo tão valiosas para a empresa. O principal problema deste processo é que a comunicação simples não é suficiente para conduzir todas as nuances e feedback do projeto, dificultando também a inclusão de sugestões e melhorias que poderiam advir das equipes das etapas posteriores Clark e Wheelwright (op. cit).

5.5 Sistemas Informatizados e seu Papel na Empresa: Sistemas CAD

O software gráfico utilizado pela empresa é o UNIGRAPHICS. Trata-se de um recurso de alta performance e de alto investimento. A empresa começou a utilizá-lo em sua versão 16 (lançada em 1998), entretanto, não foi observada a existência de profissionais com certificação para trabalhar com esta ferramenta. Observa-se que os profissionais possuem conhecimento e treinamento em outras ferramentas similares, mas de baixa performance, como o AUTOCAD. Atualmente os profissionais possuem uma boa desenvoltura e certo domínio de algumas funções disponíveis na ferramenta, mas por vezes “esbarram” em certos procedimentos desconhecidos do Sistema CAD dominante na empresa.

O software oferece a possibilidade de integração entre as várias estações gráficas disponíveis e compatíveis, mas percebe-se que não há incentivos dos canais superiores para utilização das funções de visualização. Esta falta de incentivo está, por vezes, associada ao temor de alterações que outros profissionais possam fazer nos projetos originais. Outro aspecto que têm dificultado a utilização dos recursos do software de maneira otimizada é a falta de atualização da ferramenta, que está há quatro versões desatualizadas.

5.6 Engenharia Simultânea e Equipes Multifuncionais na Atividade de Projetos da Empresa

Um ponto relevante e pouco explorado pelos setores de projeto da forjaria e usinagem é a integração multifuncional, como uma maneira de beneficiar os trabalhos da empresa. Conforme proposto por Clark e Wheelwright (1993) no artigo “*Cross Function Integration*”, certas etapas do desenvolvimento podem se beneficiar de práticas de Engenharia Simultânea, para oferecer agilidade àqueles procedimentos que necessitam de participação conjunta dos envolvidos no desenvolvimento de produtos. Apesar de haver uma limitação da empresa quanto a utilização de sistemas de desenvolvimento de produtos, observa-se a importância da implementação de tal metodologia (Engenharia Simultânea), haja vista que o setor de projeto da usinagem em certos projetos depende das atividades de desenho realizadas pela Gerência de Projetos da Ferramentaria.

Durante a pesquisa foi observado um nível relativamente baixo de integração entre as etapas de desenvolvimento que atendem a manufatura. Existe um elevado índice de retrabalho nas fases de projeto entre os dois setores (Gerência de Projetos e Usinagem), que são decorrentes da inexistência de uma integração multifuncional e da prática da metodologia de Engenharia Simultânea.

Pelo estudo realizado nesta indústria de autopeças observa-se que, mesmo não havendo um sistema de desenvolvimento de produto que utilize equipes multifuncionais e metodologia de engenharia simultânea, é conveniente que tal prática seja implementada como uma maneira de reduzir o índice de retrabalhos e aumentar o aprendizado entre os departamentos, através de uma maior participação dos envolvidos nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento.

5.7 Estudos Realizados em Outras Empresas do Setor Metal-mecânico

Na tentativa de identificar pontos capazes de ratificar os dados levantados por esta pesquisa, este pesquisador realizou o estudo em mais quatro empresas do setor metal-mecânico. As empresas foram escolhidas da seguinte maneira: uma empresa (A) com certificações ISO/ TS (International Standards Office/ Technical Specifications), uma empresa em processo de certificação (B) e duas empresas (C, D) sem perspectivas de certificação. O critério de escolha das unidades de análise não foi aleatório, respeitando os requisitos definidos acima pelo pesquisador.

Para que as visitas fossem mais produtivas foi feito um roteiro de perguntas envolvendo pontos sobre estruturas de equipes multifuncionais, ferramentas de gerenciamento de projetos, estrutura computacional e engenharia simultânea.

Empresa A

Nesta empresa observou-se a existência de estruturas de equipes multifuncionais, além de ferramentas computacionais de suporte às atividades de projeto. Percebe-se que existe, durante as fases de desenvolvimento de projeto de produto, uma série de reuniões para verificação da consistência dos trabalhos e revisões, através dos quais realiza-se o registro das

informações para transição para as etapas operacionais. Durante esta pesquisa foi identificada uma integração mais efetiva das equipes, principalmente por existir na empresa um método formal para registro e acompanhamento das informações geradas em cada projeto.

A pesquisa foi realizada em um indústria de segmento de componentes automotivos, como maçanetas, fechaduras, pedais, bomba d'água, levantadores elétricos e manuais para vidros. Os principais clientes são GM (28%), FIAT (30%), FORD (14%), VW (11%), *After-Market* (7%), Outros (9%).

A empresa conta com aproximadamente 900 funcionários. Através da pesquisa observou-se que cerca de 30% dos projetos são desenvolvidos em *co-design* com os clientes, isto é, a empresa pesquisada é responsável por uma parte importante no desenvolvimento de produto dos clientes. Isto demonstra que sua responsabilidade vai além de traduzir as especificações técnicas dos desenhos, oferecendo soluções de design compatíveis com o conceito do produto estabelecido pelo cliente. O tempo médio de desenvolvimento de um projeto está vinculado ao tempo de lançamento do veículo no mercado, aproximadamente de dois a 2,5 anos. Os outros 70% dos projetos a empresa atende como uma Manufatura Contratada (MC), ou seja, recebem as características técnicas dos desenhos já definidas pelos clientes, restando apenas a elaboração do projeto no Sistema CAD da empresa para adequação aos seus procedimentos internos.

Durante a pesquisa identificou-se que a organização recorre a alguns sistemas de desenvolvimento de produtos em nível estratégico para a empresa como um todo, e operacional/ projeto: *Stage Gate Systems*, Ciclo de teste de Protótipos, Equipes Multifuncionais e Engenharia Simultânea, além da Renovação Contínua de Plataforma. Um outro aspecto bem interessante é que a empresa está sempre recorrendo aos seus projetos anteriores como uma maneira de enriquecimento e aproveitamento do aprendizado organizacional.

Para o desenvolvimento de qualquer produto seja em *co-design* ou como manufatura contratada, o primeiro passo da empresa após receber a conceito do produto final pelo cliente é a formação das equipes multifuncionais. Estas equipes são definidas de acordo com o tipo de produto que será desenvolvido, procurando sempre alinhar o perfil de cada componente, suas habilidades e experiências com as exigências de determinado projeto. As equipes são

constituídas por membros de todos os departamentos, sem exceção. Todos os participantes são requisitados ao longo do desenvolvimento, entretanto, ao longo do processo alguns finalizam suas tarefas e não têm razão em permanecer até o final, podendo inclusive ser realocados para projetos paralelos ou outros que serão iniciados. A permanência é compulsória para os membros da engenharia, manufatura e projeto, para os quais os problemas podem estar presentes em todas as etapas até a finalização.

Assim como o cliente possui um conceito do seu produto final, a empresa pesquisada também define o conceito do seu produto (componente), baseado nas necessidades do cliente, para que a forma final não interfira nas características estéticas e funcionais do automóvel. Este conceito é definido pelo grupo multifuncional formado, o qual numa etapa posterior fará o teste deste conceito com a simulação em CAD e no mesmo programa verifica-se o dimensionamento e o teste simulado da funcionalidade. Após esta etapa parte-se para a montagem das ferramentas e matrizes necessários à confecção dos estampos e moldes para injetora, respectivamente. É importante mencionar que todos os processos de desenvolvimento dos projetos e dos processos são definidos pela Engenharia de Projetos, e somente depois repassados à Manufatura.

Com a utilização de um RP (Realização do Produto), a equipe multifuncional consegue definir as metas e ferramentas que serão necessárias durante o desenvolvimento, se será subcontratada uma empresa para desenvolvimento das ferramentas - etapa que não existe dentro da empresa, pois resolveu terceirizar este processo - enfim, neste documento são planejadas várias etapas necessárias à realização dos trabalhos como: 1ª) Definição de preliminares; 2ª) Planejamento e definição do programa; 3ª) Projeto e desenvolvimento do Projeto; 4ª) Aquisição dos recursos de produção; 5ª) Validação do produto e processo. As reuniões das equipes são feitas três vezes por semana, independente do tipo de projeto em andamento (Co-design ou Manufatura Contratada). É relevante ainda destacarmos o papel do gerente do setor de projetos que por meio da utilização de um processo chamado *Stage Gate Systems* ou Portal de Decisão, estabelece reuniões ao final de cada fase dos projetos para verificação dos procedimentos, se estão em conformidade ou não, e para definição dos planos alternativos de controle dos problemas quando identificados. Quando não existem problemas passa-se para a próxima etapa.

Antes da implementação da Engenharia Simultânea (ES) não existia uma formalização dos procedimentos para cada posto de trabalho, ou seja, não se tinha conhecimento ao menos de imediato se a maneira como determinada tarefa estava sendo executada era o mais apropriado para o processo. A exigência dos clientes pela melhoria da qualidade e mesmo pela transformação sofrida pelo mercado conduziu a empresa na busca pela certificação ISO 9000 e posteriormente pela ISO/ TS. Estas certificações foram primordiais para que a empresa conseguisse atingir um índice de formalização de seus procedimentos considerado satisfatório. Em cada posto de trabalho existe um quadro informativo de como aquela atividade deve ser executada, para que não comprometa o processo. Assim, com cada indivíduo entendendo a forma com que deve executar suas atividades, maior o grau de certeza de que os procedimentos reais correspondem aos formais (ou seja, a forma real com que uma atividade é executada está retratando com fidelidade o que está estabelecido na documentação da empresa).

Esta formalização ao mesmo tempo em que permitiu à empresa ter um maior domínio sobre a maneira de agir dos funcionários, também contribuiu para que seus procedimentos tornassem viável a implementação de alguns princípios da ES, para a realização de seus trabalhos em *co-design* com seus clientes e principalmente para a formação e coordenação de equipes multifuncionais. Observa-se que cerca de 30% de todos os projetos da empresa são desenvolvidos em *co-design* utilizando-se a metodologia de ES.

Para a realização de trabalhos em paralelo foi inicialmente necessária a formalização de todos os procedimentos existentes entre os membros de equipes de desenvolvimento, entre setores, e entre a empresa e seus clientes. A próxima etapa consistiu na definição de grupos de trabalho considerados multifuncionais, como uma maneira de garantir um melhor entendimento do papel de todos os envolvidos em cada etapa do processo desenvolvimento. Assim todos teriam algo a acrescentar em determinada fase do projeto. O envolvimento mais cedo no desenvolvimento de projetos é benéfico, uma vez que favorece a identificação antecipada de eventuais inconsistências, diminuindo os problemas de retrabalho.

Percebe-se, então que a formalização antecede a ES e deve ser usada como método de orientação das atividades das equipes multifuncionais, que necessitam de uma padronização de seus procedimentos para que seus participantes saibam com precisão a seqüência pré-determinada dos trabalhos. Não parece conveniente que um grupo ou equipe tenham que

executar suas atividades de forma aleatória, ou da maneira que entendem como mais conveniente. Uma vez que todo o processo e a forma de execução das atividades estão definidos e formalizados, a gerência consegue sem grandes esforços identificar os postos de trabalho, nos quais os procedimentos não estão em conformidade com aqueles previamente estabelecidos, podendo alertar com maior controle os responsáveis pelo setor. A execução de um procedimento em desacordo com o processo padrão pode implicar em retrabalhos, além de interferir na confiabilidade das informações oriundas daquele posto de trabalho. Neste momento percebe-se que o processo de comunicação ficou comprometido, posto que houve quebra da linguagem formal acordada entre os envolvidos e a empresa.

Avaliando o setor de projetos da empresa observa-se que existem quatro estações gráficas com Sistemas CAD, sendo uma licença do UNIGRAPHICS (UGS) e três licenças do software CATIA (um da versão IV e dois da versão V). Com os computadores existentes no setor de projetos é possível estabelecer uma comunicação via sistemas CAD entre os projetistas, onde cada um tem acesso aos arquivos do outro. Não existe uma limitação no acesso das informações entre estes profissionais. Esta integração existente entre os projetistas permite com que eles se ajudem mutuamente no desenvolvimento de um mesmo projeto quando necessário. Entretanto não existe um sistema CAD nos outros departamentos ao menos em modo de visualização para que as etapas subseqüentes, dependentes dos trabalhos do setor de projetos, pudessem monitorar ou mesmo oferecer sugestões para determinado procedimento que viesse a interferir nas atividades do setor de destino.

Na empresa não existe um setor de ferramentaria de confecção de moldes ou ferramentas, apenas um setor de ferramentaria de manutenção. Este tipo de atividade não é interessante nem foi considerado como sendo a competência da empresa, por isso a decisão por terceirizar o processo e atuar apenas como fiscalizador das atividades de seus fornecedores. Neste ponto existe outra questão relevante que é a integração da empresa pesquisada com os seus fornecedores. Uma vez que tenha terceirizado um processo do qual é totalmente dependente e sem o qual não é possível entregar o seu produto à montadora, percebe-se que deve haver uma atividade de monitoramento constante nos trabalhos de seus fornecedores. Avaliando a questão da integração da empresa pesquisada com seus fornecedores observou-se que os sistemas CAD existentes não são utilizados via rede *internet*, para realizar o acompanhamento das atividades de desenvolvimento dos moldes e ferramentas necessários ao seu processo de manufatura.

Dentro do contexto da empresa estudada não existe um sistema informatizado, além da intranet, que permita uma integração entre o setor de projetos e os demais. A melhor ferramenta de integração utilizada pelos departamentos é a equipe multifuncional de projeto. Dentro destas equipes existe uma constante troca de informações seja pelo *face-to-face*, memorandos ou e-mail, além de relatórios parciais que viabilizam a verificação constante do *status* de andamento dos projetos.

A ausência de um sistema CAD, ao menos em modo de visualização, para aqueles setores dependentes dos trabalhos do setor de projetos impede que problemas de projetos possam ser identificados em fases iniciais de desenvolvimento, ou, antes de seu término. As equipes multifuncionais utilizando as Instruções de Controle de Qualidade (ICQ) conseguem fazer este monitoramento, mas apenas ao final do desenvolvimento em CAD, fato este que acaba representando um *gap* substancial no que se refere a custos, retrabalho e tempo de desenvolvimento para entrega do produto ao mercado (*time-to-market*).

A ES é fortemente utilizada nos trabalhos em co-design, onde os clientes na maioria dos casos compartilham um chamado pré-projeto quando o mesmo possui 30% da forma final. Percebe-se que este pré-projeto chega à empresa de duas maneiras, uma informal utilizando a Internet para adiantamento dos procedimentos e uma outra que é protocolada mediante sua chegada à empresa ou sua retirada no cliente. A ES ainda não é adotada em sua totalidade, mas alguns benefícios já podem ser observados. Diante disso, observa-se que a formalização de procedimentos definida pela empresa, através de seu modelo de Realização de Produto (RP), permite que a mesma consiga gerenciar de maneira equilibrada grande parte das informações e conhecimentos gerados no desenvolvimento de projetos.

Empresa B

A empresa em questão possui 50 anos de tradição no ramo de máquinas, equipamentos para frigoríficos e matadouros com produtos como: transportadores aéreos mecanizados e não mecanizados, helicoidais, de correias, pneumáticos, trituradores, digestores, esterilizadores, tanques para escaldar, e outros. Existem mais de 34 produtos em seu *portfolio*.

Na visita a esta organização foi identificado um interesse constante na padronização de procedimentos em cada etapa do desenvolvimento, destacando aquelas referentes a transição das informações do setor de projetos para a produção. Verificou-se naquele momento que a empresa estava entendendo a importância no levantamento de informações necessárias ao controle de problemas de refugo e retrabalho (são frequentes na empresa). Não existe na empresa a estrutura de equipes multifuncionais nem mesmo um método formal de gerenciamento de projetos, mas foi detectada um espécie de revisão técnica ao final de cada desenvolvimento de projeto, como uma maneira de controlar problemas de produção. Apesar de adotar um desenvolvimento sequencial, observa-se um método de aprimoramento para controle de problemas em projetos futuros.

Observa-se que o nível de integração atingido pelos setores está limitado a três estações de trabalho disponíveis no setor de projetos e cinco microcomputadores no setor administrativo. A rede interna não é utilizada para comunicação das necessidades nem mesmo para veiculação de informações referentes ao desenvolvimento de produtos. A inexistência de um padrão gerencial para monitoramento das atividades e de um método sistematizado de gestão de projetos de produto dificulta a manutenção e documentação de informações e a continuidade dos trabalhos dos diversos envolvidos. Isso se mostra mais evidente quando os gerentes e diretores necessitam recorrer a históricos de produtividade da empresa ou de levantamento dos níveis de refugo e retrabalho de anos anteriores. Essas medidas de desempenho não estão documentadas e/ou registradas em arquivos ou planilhas o que dificulta sensivelmente a tomada de decisão ou mesmo a elaboração de estratégias de ação, uma vez que não existem padrões pré-estabelecidos e que sirvam como valores de referência e aproximação.

Inicialmente, constatou-se que o processo de desenvolvimento de produtos na empresa é feito de forma muito empírica, não existindo nenhum tipo de sistema de desenvolvimento de produtos em nível estratégico ou operacional. Isso demonstra que os recursos humanos e organizacionais não são orientados por métodos consistentes de trabalho e que, ao mesmo tempo, favoreçam o fortalecimento do PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) na empresa analisada.

Diferentemente do primeiro caso analisado, percebe-se que o chamado Realização de Projeto é feito de forma empírica e pouco formal, deixando o nível gerencial sem as informações

necessárias à tomada de decisão e até mesmo, interferindo no fluxo de informações entre os diversos setores e equipes envolvidas. Essa ausência de formalização de procedimentos seja pela utilização efetiva de ferramentas de qualidade ou sistemas de desenvolvimento como os Pontos de Decisão, impede que o processo de integração multifuncional possa melhorar o nível de comunicação e interação entre os diversos participantes.

Constatou-se, ainda, que ferramentas de apoio técnico como FMEA (de projeto ou processo), DFX (Design for X) não são adotadas pela empresa, o que mais uma vez demonstra que o controle de medidas como custos e tempo de fabricação não são realizados efetivamente. Diante disso, percebe-se que a empresa não possui uma flexibilidade para entrega de produtos a seus clientes, incorrendo constantemente nas quebras de contrato e multas. Apesar de ter contratado um empresa de consultoria para diagnóstico e levantamento das necessidades para atingir os requisitos de certificação ISO 9000, nota-se que o processo básico adotado pelos consultores foi o levantamento e documentação dos dados estratégicos que envolvem produtividade, controle de qualidade, definição de processos e do fluxo de informações, para que fosse possível identificar parâmetros de controle no processo de planejamento da produção. A empresa entende a importância de identificar seu nível de eficiência e qualidade, e observou que para atingir os objetivos inicialmente definidos, para aumento de sua fatia de mercado e cumprimento das cláusulas contratuais, necessitaria desenvolver um método ou padrão gerencial que correspondesse às suas necessidades e que ao mesmo tempo pudesse servir como fio condutor dos trabalhos internos.

A primeira barreira encontrada foi a falta de informações documentadas em seu histórico organizacional de 50 anos. A empresa entendeu que seu maior conhecimento e competência estava entre seus profissionais com mais de dez anos na empresa e que precisaria gerenciar esse conhecimento tácito, desenvolvendo estratégias que permitisse o represamento de dados importantes para o desenvolvimento de produtos. Como primeiro passo, mapeou o fluxo de informações entre os diferentes setores e procurou montar uma equipe de trabalho multifuncional que pudesse elaborar um *check list* de procedimentos necessários à formalização dos procedimentos. Durante a constituição dessa equipe, composta por seis membros (engenharia de projetos, produção, compras e finanças), a Empresa verificou que lhe faltava um profissional de projetos que conhecesse profundamente cada um de seus produtos. Constatou que esse profissional havia abandonado a empresa um ano antes para trabalhar na concorrência. Diante disso, para não interromper a proposta de trabalho pré-estabelecida foi

buscar esse profissional novamente. Caso não fosse possível a sua recontração, nota-se que seria bastante traumático e demorado o levantamento das informações de cada um de seus produtos.

Nesta nova fase de definição de seu processo de gestão do conhecimento e gerenciamento do trabalho, pode-se observar que a empresa pretende trabalhar com o sistema de renovação de plataforma (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993) como metodologia para desenvolvimento de produtos. Os trabalhos são incipientes, mas percebe-se que a organização entendeu ser importante o desenvolvimento de métodos formais que pudessem servir de balizamento para seu processo de certificação e manutenção de sua fatia de mercado no segmento escolhido.

Empresas C e D

Nestas empresas, em geral existem uma série de pontos dificultadores ao processo de integração, principalmente por não existir um método formal para gerenciamento dos dados de projeto. Observou-se que nem mesmo os desenhos em sistemas CAD obedeciam a um arquivamento adequado no banco de dados, o que dificultava as atualizações e localizações dos arquivos gráficos. Essa dificuldade em gerenciar as informações recebidas e processadas deve-se a ausência de uma definição dos papéis entre os projetistas, técnicos e supervisores de projetos, o que poderia ser feito através de uma matriz de ' tarefa x responsabilidade'. Outros métodos que podem contribuir para a melhoria do processo produtivo dessas empresas é a utilização do DFA e DFM (projeto para montagem e manufatura) que segundo Clark & Wheelwright (1993, p. 613) favorecem a integração multifuncional, favorecendo as participações no desenvolvimento para a manufatura.

Entre outros problemas envolvendo a falta de integração pode-se enumerar alguns outros que dificultavam o fluxo de comunicação entre os diversos departamentos (administração, técnico e operacional):

- a) Existe uma necessidade em controlar de maneira sistemática e integrada a programação do ciclo de pedidos entre os setores de finanças, compras e produção para adequação ao cronograma de atividades de cada departamento;
- b) O setor de contabilidade não recebe a programação de entrega de produtos com as respectivas datas destacadas para realizar planejamento de emissão de notas fiscais;

- c) A ausência de uma política de trabalho integrada entre produção, finanças e compras acaba por sobrecarregar o setor financeiro, dificultando o gerenciamento dos pagamentos e a priorização dos mesmos junto aos fornecedores (este fato gera conflitos de interesses em saber quem priorizar, ou mesmo a possibilidade de faltar recursos);
- d) Ausência de uma política formal para monitoramento do fluxo de informações entre os departamentos, destacando a documentação em cada etapa;
- e) Ausência de uma definição formalizada das atividades e funções de cada funcionário;
- f) Não existem dados evidenciando os índices de desempenho das empresas como exemplo os índices de eficiência; índice das quantidades produzidas; índice de qualidade; índice de utilização da matéria-prima; índice de cumprimento das ordens, os quais poderiam contribuir com informações para controle do processo de produção, além de contribuir na formação de um histórico de desempenho da empresa para aplicação de ferramentas que possam ajudar no processo de melhoria da qualidade.

Diante destes estudos de campo, percebe-se que empresas que adotem estruturas de equipes multifuncionais e que, ao mesmo tempo, tenham seus trabalhos orientados por um método formal para desenvolvimento e gerenciamento dos dados de projeto são capazes de criar um ambiente mais integrado e favorável a adoção de princípios de Engenharia simultânea (a exemplo da empresa A). Isso reforça os dados levantados durante a pesquisa principal, para que sejam desenvolvidos canais formais para desenvolvimento integrado de projetos e melhoria do processo de comunicação organizacional.

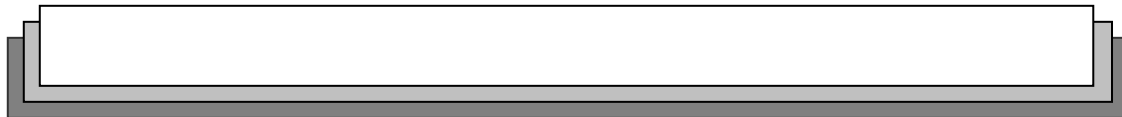
5.8 Conclusão

As informações tratadas neste capítulo são fundamentais para compreensão do cenário que envolve o fenômeno ora analisado. Os estudos realizados em outras empresas do segmento metal-mecânico, como já foi mencionado, não pretendem estabelecer uma comparação entre as empresas como uma maneira de generalizar o problema da falta de integração decorrentes da ausência de modelos formais estruturados. Tais estudos, entretanto, foram pertinentes na medida que identificaram alguns pontos coincidentes que fortalecem a hipótese defendida por essa dissertação.

Avaliando as características e metodologias de trabalhos das empresas, percebe-se que a informalidade no tratamento das informações ao mesmo tempo em que permite a realização e criatividade dos trabalhos serve como limite ao desenvolvimento de produtos haja vista que o paralelismo das atividades por vezes conduz à geração de dados redundantes, além do estabelecimento de rotina de trabalho totalmente empírica. Não é intenção dizer que esse empirismo é irrelevante, pelo contrário, percebe-se que é justamente por essa forma de trabalho dos funcionários que as empresas mantêm a continuidade de suas tarefas. Diante disso, o que entende-se conveniente é a adoção de um modelo conceitual para gerenciamento das informações durante o desenvolvimento da atividade projetual que facilite a comunicação e integração dos diferentes participantes sem, no entanto, limitar o potencial criativo dos mesmos.

No capítulo 6 serão apresentadas algumas sugestões, além de uma proposta formal para gestão de informações na empresa estudada, conjugando a plataforma de trabalho da empresa com os conceitos de Engenharia Simultânea e Equipes Multifuncionais. Essas filosofias poderão ser potencializadas com a utilização do software desenvolvido com base nas informações dessa pesquisa.

CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES, COMENTÁRIOS E SUGESTÕES



6.1 Introdução

Para que os trabalhos possam ter uma aplicação efetiva e robusta é importante que a estrutura organizacional adquira uma maior flexibilidade no processo de desenvolvimento, de forma que cada setor ou equipe possa realizar tarefas paralelas de um mesmo projeto através do compartilhamento de informações, da adoção de um processo formal e sistemático de reuniões a ser programado pelas próprias equipes envolvidas na atividade projetual e ao mesmo tempo recorrendo a sistemas informatizados disponíveis na empresa, otimizando os recursos informáticos para facilitar o trabalho em equipe.

Os procedimentos operacionais que envolvem o conhecimento em projetos possuem uma série de representações cognitivas para os diferentes profissionais, dos diferentes setores. As informações resultantes destes procedimentos podem assumir o mesmo sentido entre os participantes de um mesmo setor, mas em alguns momentos estas mesmas informações podem ser interpretadas de diferentes formas por um indivíduo menos experiente. Neste sentido, a formalização de procedimentos em projetos é capaz, em certo modo, de representar um caminho viável, que permita aos diversos envolvidos uma maneira equilibrada e uniforme para monitoramento do fluxo de informações, contribuindo para que a integração possa ser estabelecida entre as diversas operações de forma encadeada e coerente.

Em alguns momentos, as informações provenientes das interações dos indivíduos com seus meios de produção, principalmente durante a transferência para outro profissional, acabam por não receber o tratamento formal que se entende necessário a um eficiente recebimento e processamento. Isto dificulta o conteúdo e forma com que a informação será repassada e discutida na próxima etapa.

A formalização de procedimentos pode ser auxiliada por ferramentas já disponíveis no mercado como *softwares Workflow*, a metodologia PMBOK® (PMI, 2000) e outros softwares de aplicação exclusiva ao gerenciamento de informação em projetos, mas o que realmente definirá a maneira adequada de gerenciamento das informações será o entendimento do caminho percorrido pela informação desde sua entrada na empresa até o primeiro lote piloto de produção. A compreensão deste caminho poderá tornar-se visível a partir da formalização de um padrão gerencial que represente com o maior nível de detalhamento possível as

entradas e saídas em cada setor, e também a forma adequada de registro desta informação em cada seção (desde reuniões a tele-conferências com clientes ou parceiros).

Diante das necessidades da empresa e na medida em que a pesquisa progredia percebeu-se que a estratégia de pesquisa adotada inicialmente como estudo de caso explanatório, teve que ceder espaço a um outro método de pesquisa, a pesquisa-ação, pois observou-se que a cada reunião estabelecida com os participantes e diretoria um novo conjunto de ações propostas por este pesquisador era redirecionado e dimensionado às especificidades da empresa. Um exemplo claro disto foram as sugestões para desenvolvimento de um aplicativo que pudesse ao mesmo tempo integrar os diferentes sistemas informatizados com os diversos profissionais ligados desde a área técnica até o corpo gerencial e administrativo. Além disto, vislumbrou-se a possibilidade de geração de relatórios com datas e registro do início e término do trabalho com os respectivos tempos de processamento do projeto nos diversos setores envolvidos diretamente no processo de desenvolvimento.

Um dos questionamentos realizados durante o estudo diz respeito às responsabilidades dos profissionais dos diferentes setores durante o desenvolvimento de projetos para a manufatura. Quando no estudo para elaboração de uma matriz de ‘responsabilidade x tarefa’ da empresa, percebeu-se que ainda não estavam definidos os reais responsáveis por certas atividades, e quando se chegava a uma conclusão não parecia evidente a relação entre certas atribuições e seus respectivos executantes. A elaboração desta matriz (tarefa x responsabilidade) permite que o supervisor do processo de garantia de qualidade possa identificar com mais clareza as etapas de desenvolvimento e ao mesmo tempo inspecionar o que está sendo realizado em cada uma das fases. Diante disto nota-se mais uma vez que certos procedimentos da atividade de projetos necessitam de um tratamento formal, sem o qual verifica-se a dificuldade de organização e sistematização das reuniões entre equipes multifuncionais de projeto e até mesmo implementação da ES.

Um outro ponto interessante que merece comentários é que a empresa possui conhecimento e competência para desenvolver produtos, utilizando o modelo de sistema apresentado por Clark e Wheelwright (1993) como Ciclo de Teste de Protótipos. Entretanto, somente poderíamos considerar que a empresa utiliza realmente o sistema denominado Ciclos de Teste de Protótipo, se ela trabalhasse dentro das instalações do cliente, dividindo conhecimento sobre projetos e acompanhando as fases que compõem o desenvolvimento de veículos, para

os quais ela (a fornecedora) estaria desenvolvendo produtos específicos e customizados para o cliente, de acordo com cada projeto. No entanto, esta é uma questão delicada, pois envolve exclusividade e segredos industriais (ex: estratégia de lançamento de um produto novo para um mercado pouco “trabalhado”), além de uma política estruturada e formalizada que permita a integração entre suas atividades de gerenciamento de projetos e os dados internos do cliente. Um manual de procedimentos de gestão de projetos, no qual esteja previsto o planejamento global para desenvolvimento do produto desde o conceito até o final de vida do produto na empresa (lote piloto) pode representar o primeiro passo para a empresa. O modelo sugerido para este gerenciamento será desdobrado no item 6.5.1.

Neste capítulo serão abordados alguns pontos relacionados a utilização de sistemas CAE/CAD juntamente ao requisitos funcionais necessários ao estabelecimento de um estrutura interna mínima para início de atividades concorrentes e integradas, que envolvam as ferramentas disponíveis na atividade projetual. Posteriormente serão destacados os efeitos da informalidade nas relações, bem como as dificuldades de comunicação envolvendo o processo criativo. A intenção é demonstrar ao longo deste capítulo que para o desenvolvimento de um ambiente propício à implementação de princípios de Engenharia Simultânea, Equipes multifuncionais, e ao mesmo tempo a manutenção integrada das tarefas entre os diferentes setores torna-se necessário a adoção de alguns procedimentos formais durante as fases da atividade de projetos (desde o conceito até o lote piloto), sejam através de ferramentas de gerenciamento de projetos (como o PMBOK® (PMI, 2000)) ou modelos próprios desenvolvido pela empresa, mas que realmente satisfaçam os requisitos do trabalho em equipe.

6.2 Implicações da Utilização de Sistemas CAE/CAD para Implementação da ES na Empresa

A conjuntura atual demonstra que estratégias envolvendo competitividade, *market share* e lucratividade precisam ser direcionadas por uma política consistente de informatização. No entanto, não é um objetivo que possa ser facilmente atingido, diante das necessidades peculiares envolvidas em cada função a ser informatizada, a cada indivíduo influenciado e a cada setor integrado. Problemas relacionados à comunicação, isolamento físico e organizacional de equipes, dificultam a viabilidade do processo de desenvolvimento de

projetos de produtos, uma vez que o fluxo de informações está comprometido. Dessa maneira, é conveniente dizer, com base em literatura sobre o assunto, que o emprego de ferramentas CAD aliado à utilização da metodologia de Engenharia Simultânea e de equipes multifuncionais possibilita a diminuição dos problemas mencionados.

Observa-se atualmente forte discussão sobre a importância do desenvolvimento de produtos que incorporem características relacionadas à facilidade de montagem, reciclagem, meio ambiente, integração com o usuário, facilidade de uso, entre outras, uma vez que comprometem a consecução do objetivo central das empresas: compreender e atender o cliente gerando lucro. Estes pontos têm voltado, cada vez mais, a atenção das empresas quanto ao uso de sistemas que tornem o processo de projeto mais rápido e eficiente. Sistemas como Projeto, Engenharia e Manufatura Auxiliados por Computador são amplamente difundidos e devem ser usados fortemente como ferramentas de auxílio aos processos decisórios. Por meio do suporte oferecido pelos sistemas CAD e pela Engenharia Simultânea, a empresa é capaz de criar um ambiente de trabalho dinâmico, no qual a integração desempenhará papel estratégico na interface dos participantes com a atividade de projetos, criando oportunidades para que a empresa consiga desenvolver ferramentas e conhecimentos específicos que viabilizem a manutenção de sua competitividade e conservação de uma posição no mercado, através do desenvolvimento de produtos cada vez mais adequados aos usuários.

Desta forma, percebe-se que a atividade de projetos necessariamente agrega um conteúdo cada vez mais amplo de conhecimento, incorporando a cada dia um novo participante para agregar sua experiência ao produto. Diante desta tendência verifica-se que os princípios de Engenharia Simultânea, aliados à tecnologia CAD, favorecem a formação de equipes mais integradas e capazes de levantar os pontos relevantes aos clientes (usuários). Assim, a adoção de tais ferramentas não serve apenas para oferecer rapidez ao processo de desenvolvimento, mas também viabilizar o gerenciamento do projeto sob diferentes pontos de vista, permitindo uma melhor articulação do pensamento e experiência dos envolvidos nas várias etapas do processo. A literatura consultada, bem como a pesquisa realizada demonstra a importância da aplicação de Sistemas CAD e da Engenharia Simultânea para o setor de metal-mecânico, como uma alternativa capaz de favorecer e agilizar o desenvolvimento do projeto e atender seus clientes com qualidade, tempo e um custo competitivo.

6.3 Efeitos da Informalidade nas Relações de Trabalho

É fato que não é possível normalizar todos os acontecimentos da realidade, pois esta é muito mais rica do que o que se imagina possível padronizar. Não pretende-se dizer que a formalização dos procedimentos é desnecessária, mas é preciso entender “como” e “o que” merece ter um tratamento formal. É extremamente importante que seja reservado um espaço aos indivíduos, como uma maneira de preservação de suas características, procurando oferecer certa flexibilidade não somente ao processo criativo, mas principalmente na forma de se relacionarem (informalidade). Um “engessamento” (POLANYI apud MASCITELLI, 2000) da estrutura pode comprometer a qualidade e harmonia das interações individuais. Certas variáveis presentes no ambiente, como sentimentos, gestos, competências e conhecimentos tácitos que enriquecem o processo de comunicação, e que não podem ser normalizadas devem ser reconhecidas e ter incentivado seu desenvolvimento.

O nível de formalização das atividades proposto por esta pesquisa não tem por objetivo limitar o potencial criativo das equipes simplesmente amarrando-as a normas e regulamentos, mas propor um caminho claro e bem definido para que todos possam estar em sintonia na forma como uma atividade deve ser executada e como um determinado dado deve ser transmitido, eliminando desta maneira possíveis incompatibilidades na interpretação das informações processadas. Um certo nível de autonomia é desejável dentro das equipes, entretanto, esta não deve ser o fio condutor dos trabalhos, principalmente por que cada envolvido precisa entender certos passos de todos os participantes do grupo, para que as diversidades de sugestões e iniciativas individuais não desorientem os atores e tirem de foco o objetivo do trabalho inicial.

6.3.1 Processo Criativo x Formalização

Segundo Polanyi (apud MASCITELLI, 2000), o conhecimento individual que nos é realmente acessível representa apenas uma pequena fração da totalidade do nosso vasto conhecimento, denominado conhecimento tácito. Este é derivado de experiências de vida, práticas,

percepções e aprendizados, sendo sua a frase "nós sabemos mais do que podemos falar". Apesar de o conhecimento tácito (e não padronizável) de cada indivíduo ser pessoal e único, grande parte deste conhecimento que existe na mente de especialistas pode ser 'absorvido' por outras pessoas através de relacionamentos sociais com aprendizagem, compartilhamento e colaboração. Através da experiência prática e do conhecimento tácito, cada profissional acaba desenvolvendo mecanismos próprios que otimizam a execução das tarefas para as quais estão designados. Isso equivale a dizer que estes profissionais utilizam do que chamamos de intuição para resolver diversos problemas de seu cotidiano e acumulam uma bagagem de conhecimentos muitas vezes não explícitos em manuais ou livros. Esses fatos refletem em um trabalho com maior qualidade e criatividade, que não deve ser limitado por excesso de normas por vezes baseadas em conceitos teóricos. Ainda pode-se ressaltar que a idéia de "melhor maneira pela qual uma atividade deve ser executada" é por si só relativa e limitada. Uma mesma atividade pode ser executada de maneiras diferentes por diversos profissionais e ainda ter um mesmo resultado final.

Por outro lado, a formalização dos procedimentos parece representar o meio mais apropriado para atender às expectativas das grandes empresas frente aos pequenos e médios fornecedores, uma vez que estes últimos têm que apresentar um nível mínimo de conformidade de suas atividades para conseguir as certificações de qualidade, como as ISO (International Standards Office) e TS (Technical Specifications), exigidas pelos órgãos certificadores e pelo mercado. Estes títulos atribuídos às empresas garantem que elas possuem confiabilidade em seus processos e são capazes de fornecer com um nível de qualidade aceitável os produtos e serviços existentes em seu *portfolio*.

A padronização ditada pela formalização, de um lado atende às exigências do mercado, mas por outro representa um entrave ao processo criativo e à flexibilidade na execução das atividades de projeto por parte dos projetistas. Estes processos formais muitas vezes não estão adaptados às reais necessidades funcionais para os membros das equipes de projeto, usuários diretos dos sistemas informatizados, por não definirem a melhor maneira com que uma atividade deve ser executada. A alternativa especificada pela padronização nem sempre corresponde à realidade do usuário, podendo muitas vezes representar uma barreira à realização das tarefas. Este fato pode ser facilmente observado e é um problema clássico em ergonomia, ou seja, a não adequação do trabalho ao indivíduo. Este aparente paradoxo pode

ser tratado em diferentes abordagens, inclusive em se tratando de processo de normalização como este.

Neste momento não seria exagero dizer que os princípios de Frederick W. Taylor e Henry Ford poderiam contribuir para melhoria dos processos de inspeção de algumas rotinas de trabalho. Segundo Taylor planejar, organizar e controlar o trabalho é necessário, bem como a forma ideal para se realizar uma determinada tarefa. Barçante (*apud* ALBERTON, 1999) no início do século passado, enfatizou a necessidade da conformidade nos produtos e processos, assim como Taylor com a Administração Científica. Através da industrialização, foi criado um sistema baseado na inspeção, onde um ou mais atributos são examinados, medidos ou testados pelo supervisor ou inspetor da qualidade, que separavam os produtos considerados bons daqueles imperfeitos. Da mesma forma através da racionalização e padronização de Henry Ford, pôde-se por em prática princípios da administração que foram importantes, e que para o caso específico deste estudo se mostram relevantes e aplicáveis em certos procedimentos e atividades.

Como uma maneira de viabilizar o processo de monitoramento e inspeção das atividades no desenvolvimento de projetos pode-se utilizar um gerente de projeto/ produto, que utilizando ferramentas de qualidade como o MASP, por exemplo, dentro do modelo de gerenciamento proposto no item 6.5.1, pode criar procedimentos formalizáveis e estruturas de gestão voltadas para a integração e desenvolvimento dos trabalhos em equipe.

A pesquisa demonstrou que existe uma deficiência na comunicação entre os setores da empresa, entre o cliente e a empresa, seja pela falta de contato direto como pela inexistência de um canal único de entrada de informações. Isso faz com que muitas vezes as atualizações dos projetos enviadas pelo cliente não sejam recebidas pelo projetista responsável, de forma que a produção continue sendo referente a versões antigas do projeto. Apesar de cada projetista ter seu modo peculiar de trabalho, todos os desenhos, depois de concluídos, são passados para o setor de projetos da usinagem ou para o cliente externo (através do setor de qualidade), em formato único. Quando existe a necessidade do produto passar pelo processo de usinagem, por exemplo, esse setor redesenha o projeto, haja vista a incompatibilidade existente entre os sistemas informatizados bidimensionais (setor de destino) e tridimensionais (setor de origem) dos setores de projetos da usinagem e projetos da ferramentaria,

respectivamente. Esse processo resulta em retrabalho, incluindo desperdício de tempo, recursos humanos e materiais.

Depois da aprovação do projeto da peça forjada pela usinagem, o projetista da forjaria desenvolve então a matriz que será utilizada para a produção da peça. Neste momento é interessante destacar que o profissional responsável pela programação em CAM (Computer Aided Manufacturing) mesmo estando no espaço físico comum aos demais profissionais do setor de forjados, somente tem acesso ao desenho quando essa fase é concluída. Isso faz com que este profissional seja, por vezes, subempregado ou sobrecarregado (acúmulo de trabalhos finalizados ao mesmo tempo por todos os projetistas). O acompanhamento do processo de desenvolvimento do projeto, em estágios iniciais, por parte do programador CAPP/ CAM contribuiria para agilizar seu trabalho e, ao mesmo tempo, seria possível oferecer sugestões relevantes nas etapas iniciais de desenvolvimento de projetos de produto.

A partir de dados fornecidos pela empresa (Gráficos 1 e 2 do Capítulo 5), foi possível perceber um alto nível de refugos e retrabalhos das peças produzidas. Uma possível explicação para esse problema seria a falta de integração decorrente de falhas no processo de comunicação, que poderiam ser atenuados através da adoção de métodos formais para o fluxo de informações de todo o processo, uma vez que informações incompletas e/ou atrasadas acabam ocasionando erros de projeto. Apesar de existir a 'idéia' de equipes multifuncionais na empresa, observa-se que esta estratégia quando utilizada fica limitada a somente uma reunião após a finalização dos desenhos, o que parece representar um dos pontos pouco explorados para captação de sugestões e melhorias. A utilização de equipes multifuncionais em cada etapa de desenvolvimento permitiria que a integração pudesse ser facilitada pelo aumento do número de contatos face-a-face e ao mesmo tempo gerar uma sistematização, e porque não uma formalização, de procedimentos adequados ao desenvolvimento de projetos para a manufatura. As equipes da empresa definidas como multifuncionais, apesar de englobarem profissionais de diferentes formações, são constituídas de profissionais com o mesmo papel, projetistas e técnicos de qualidade e produção, responsáveis exclusivamente pela monitoração das etapas apenas em suas atividades específicas e respectivos setores. A maneira como estão organizados dificulta que haja uma real contribuição da competência técnica de cada um às diferentes etapas que compõem o processo.

As atividades de observação direta foram iniciadas no ano de 2002, mas a pesquisa veio a se solidificar somente em agosto de 2003, quando um maior contato do pesquisador com os envolvidos no estudo permitiu uma maior conscientização dos projetistas e demais atores. Apesar de inicialmente resistentes às novas idéias, alguns funcionários perceberam a importância da pesquisa, o que pôde ser observado por meio de iniciativas isoladas, como o desenvolvimento de aplicativos que traduzem soluções próprias e peculiares de cada profissional. Isso demonstra que as pessoas em cada setor estão buscando métodos formais de trabalho e que ao mesmo tempo representam soluções para os problemas vivenciados rotineiramente. Como exemplo podem-se destacar as iniciativas do setor de forjaria e qualidade que desde 2003 vêm registrando os principais dados relativos a problemas de refugos e retrabalhos. No ano de 2004 já foi possível estabelecer um comparativo com os dados do histórico de 2003. Em razão dos registros das informações em planilhas, aumento do número de reuniões para monitoramento dos problemas de retrabalho e refugo, adoção da metodologia MASP para mapeamento e correção das causas dos problemas vivenciados pela manufatura e manutenção. Estas práticas, entretanto, são recentes e demonstram que ainda são tímidas as ações efetivamente implementadas para incentivo a adoção destes métodos formais de controle. Alguns trabalhadores do chão de fábrica têm reconhecido a necessidade em utilizar procedimentos formais em seus trabalhos e aos poucos têm recebido incentivos por parte de líderes de produção e um ou outro gerente.

Estas práticas se comparadas grosso modo às informações obtidas pelos dados do histórico de 2004 permite inferir que o melhor desempenho apresentado pela empresa, no que se refere aos refugos e retrabalhos contabilizados até agosto de 2004, é resultado da adoção sistematizada e formalizada de procedimentos, o que permitiu o repesamento de informações importantes para o processo de desenvolvimento e produção e enriquecimento do histórico para utilização e comparação no desenvolvimento de projetos futuros. A fim de validar essas idéias, é apresentado a seguir um gráfico (Gráfico 3) comparativo dos níveis de refugo e retrabalho referentes a um modelo de peça produzida pela empresa no ano de 2003 até agosto de 2004.

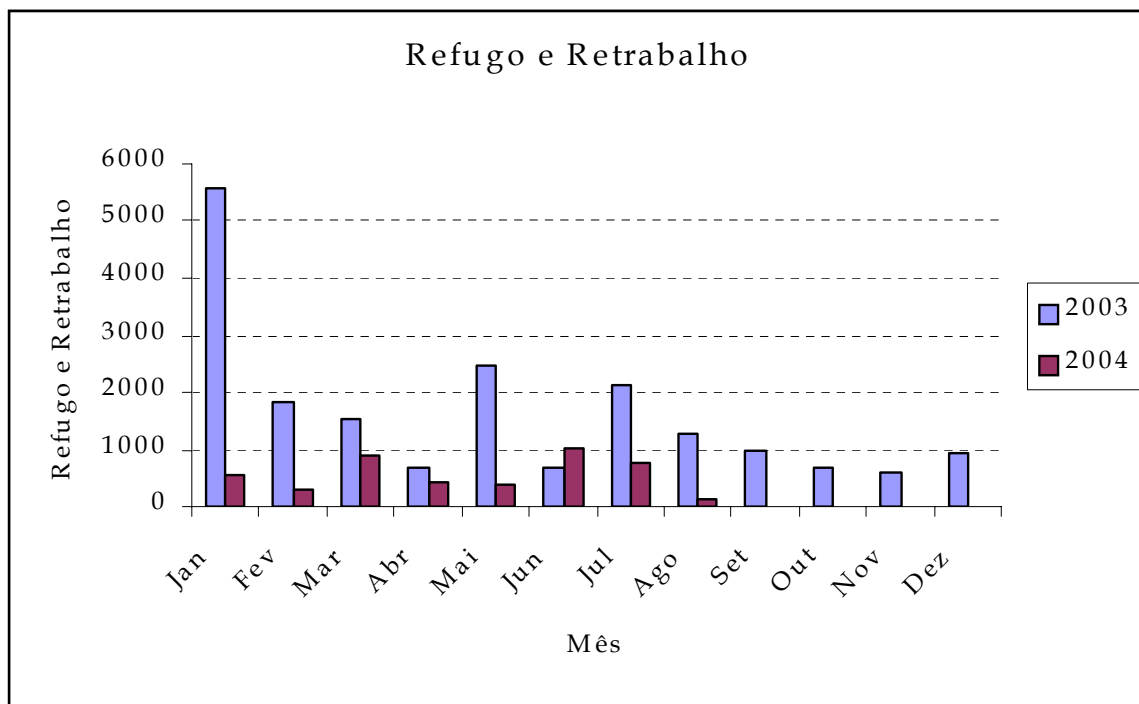


Gráfico 3 - Comparação dos níveis de refugo e retrabalho, anos de 2003 e 2004 referentes a um modelo de peça produzida pela Empresa analisada.

Fonte: Dados fornecidos pela Empresa.

6.4 Critérios para a Formalização de Procedimentos

Quando foi iniciada a atividade de pesquisa na empresa não existiam idéias ou incentivos por parte dos superiores e supervisores para desenvolvimento de atividades paralelas e ao mesmo tempo integradas umas com as outras. A pesquisa, que possui um caráter tipicamente explanatório identificou elementos que apontavam a inexistência de uma política de integração utilizando sistemas informatizados. Até mesmo os funcionários - colaboradores (expressão adotada pelas empresas) - dos setores envolvidos na pesquisa (gerência de projetos da ferramentaria e usinagem, forjaria, qualidade, compras e logística), não percebiam a relevância da integração informatizada, especificamente pelos sistemas CAD e princípios de Engenharia Simultânea, para facilitar o processo de comunicação e integração na empresa.

Ao mesmo tempo em que representaria uma melhoria no processo de comunicação a adoção de princípios de Engenharia Simultânea seria capaz de colaborar na redução de retrabalhos e refugos relacionados principalmente com a atividade de projetos. Outros problemas de retrabalho podem estar relacionados à manufatura, ao processo, entretanto todos possuem uma relação estreita com a atividade projetual, pois na empresa analisada, o processo de produção

e a escolha dos equipamentos e maquinário são definidos pela gerência de projetos.

O contato constante com os envolvidos, as entrevistas, observações e elaboração de relatórios possibilitou que os atores pudessem ter conhecimento do problema vivenciado pela empresa, principalmente porque começaram a entender a importância das informações e como a forma em que são disponibilizadas podem, de certa maneira, comprometer o entendimento e execução das atividades rotineiras.

Os estudos apontam a necessidade de adoção de métodos formais em certas etapas das atividades de desenvolvimento de projeto de produtos para a manufatura. Este fato é comprovadamente aceito pelos envolvidos à medida que tomam conhecimento do tempo que demandam na busca por informações sempre que recebem o “pacote” de informações das etapas anteriores. A necessidade por tais métodos foi aflorando à medida que as interações com os agentes da pesquisa esclareciam os pontos em que os trabalho de um setor interferiam nos outros, isso contribuía para a criação de uma consciência crítica para que eles pudessem pensar sobre a maneira como as informações deveriam ser disponibilizadas aos demais companheiros e que estas informações pudessem ter uma aplicação efetiva, ou melhor, servirem para o fim a que foram elaboradas.

6.5 O Comprometimento Organizacional

Este trabalho, amplamente apoiado pela Diretoria e Gerências teve como objetivo identificar os problemas que dificultam o processo de integração na empresa e a otimização de ferramentas CAD para a adoção de metodologias de desenvolvimento concorrente como a Engenharia Simultânea.

Através do estudo realizado foi possível identificar alguns fatores que dificultam o processo de integração e que têm gerado problemas de tempo de desenvolvimento e retrabalho. Atualmente a pesquisa está focada nos estudos de métodos formais capazes de contribuir na solução dos problemas avaliados.

Pretende-se que os resultados da pesquisa possam facilitar o processo de implementação da filosofia de Engenharia Simultânea e a otimização do Software Gráfico utilizado pela

Empresa, além de consolidar a utilização das estruturas das equipes multifuncionais. Um dos facilitadores para este processo de integração é o programa que foi desenvolvido para a Empresa, utilizando as informações levantadas por esta pesquisa e do fluxograma de informações do item 5.2. Estas necessidades foram avaliadas pela empresa, utilizando as reuniões, sugestões e relatórios periódicos gerados pelo pesquisador juntamente com os envolvidos. Isto contribuiu para que a Diretoria percebesse a importância em contratar um profissional que pudesse colocar em linguagem técnica o método de trabalho levantado pela pesquisa. Além destes aspectos a participação dos diversos profissionais da área de projetos, qualidade, ferramentaria, forjaria e usinagem, recursos humanos e Diretoria Geral, foram extremamente importantes para suporte e apoio ao estudo.

6.5.1 Um Modelo Global para Gerenciamento de Projetos na Empresa

A partir dos elementos levantados pela pesquisa, procurou-se identificar uma metodologia que ajudasse na formalização de certos procedimentos do sistema de desenvolvimento de projeto/processos, e que tomasse por base o método de trabalho existente na Empresa, e através dele fosse realizado uma reestruturação do modelo existente, utilizando as melhores práticas já conhecidas na literatura, como os pontos críticos (*gates*), PMBOK® (PMI, 2000), Equipes Multifuncionais, Engenharia Simultânea. Durante a pesquisa a análise das atividades realizadas durante o processo de desenvolvimento permitiu o desenvolvimento de um software que tem como um dos objetivos auxiliar no processo de formalização e integração da atividade projetual. A utilização dos pontos de revisão contribui para dar clareza ao fluxo do processo, estimulando o trabalho em equipe e revisões técnicas das etapas executadas por critérios de “continua” ou “aborta”. Assim, para montagem de um modelo que auxiliasse a empresa pesquisada recorreu-se ao uso dos *gates* para manter discussões entre as várias equipes de projeto e incentivar a integração entre elas. A figura 14 apresenta a metodologia sugerida para a empresa apresentando três fases macro de desenvolvimento: Conceito & Validação, Execução e Fim do Ciclo de Projeto e os dois *gates*: Plano de Viabilidade e Validação & Fim do Ciclo. Permeando todas estas etapas, existe a etapa de formalização dos procedimentos técnicos e operacionais.

A primeira fase é responsável pelo Conceito & Exploração. O conceito do produto é

desenvolvido pelo cliente, tendo a empresa apenas que estudar o conceito definido e avaliar sua viabilidade na fase de exploração.

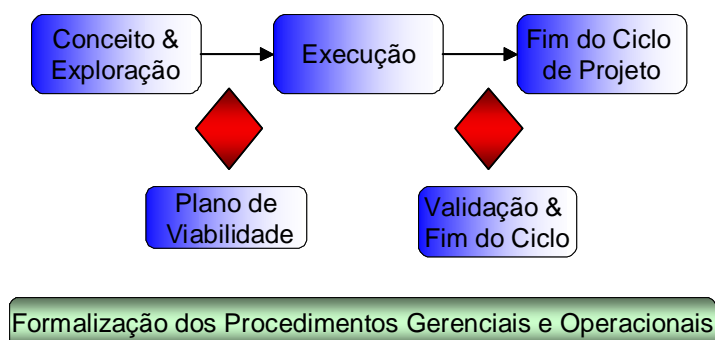


Figura 14 - Modelo sugerido para gestão dos projetos na empresa analisada.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A fase de conceito e exploração (figura 15) é composta por três subfases: FMEA do projeto e/ou produto, desenho e especificação do cliente, matriz de responsabilidade e a fase de exploração, representada pela investigação preliminar e definição das características técnicas. Nesta fase, de posse das informações obtidas pelo cliente, todo o desenvolvimento do projeto do produto deverá ser planejado e estruturado. Nesta mesma fase são definidas as responsabilidades de cada setor e da respectiva equipe selecionada de acordo com o perfil desejável ao alinhamento do projeto. Esta atividade será estabelecida nesta etapa. Através da figura 16 é apresentada uma sugestão adaptada de Kusar (2004) para montagem de uma equipe permanente, que envolverá os gerentes funcionais da empresa e os colaboradores chaves de cada setor.

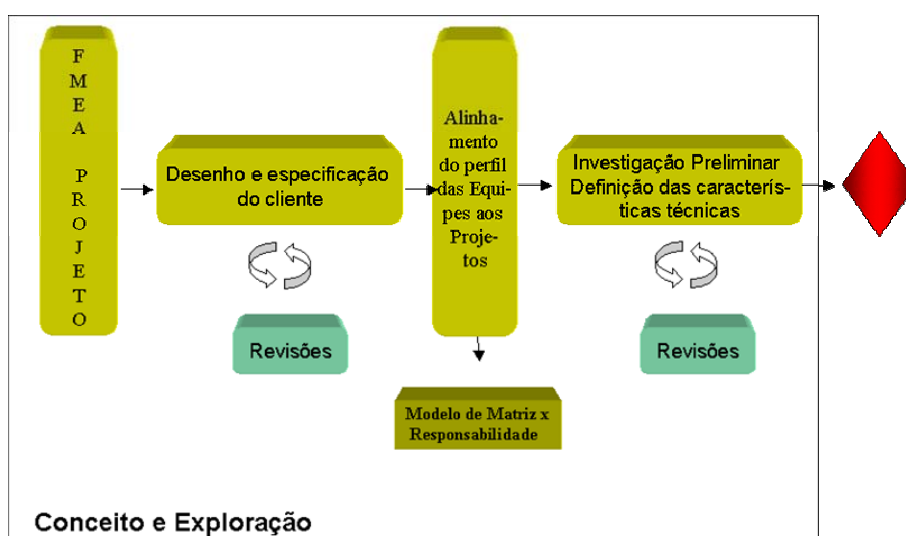


Figura 15 - Desdobramento da fase de Conceito & Exploração.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

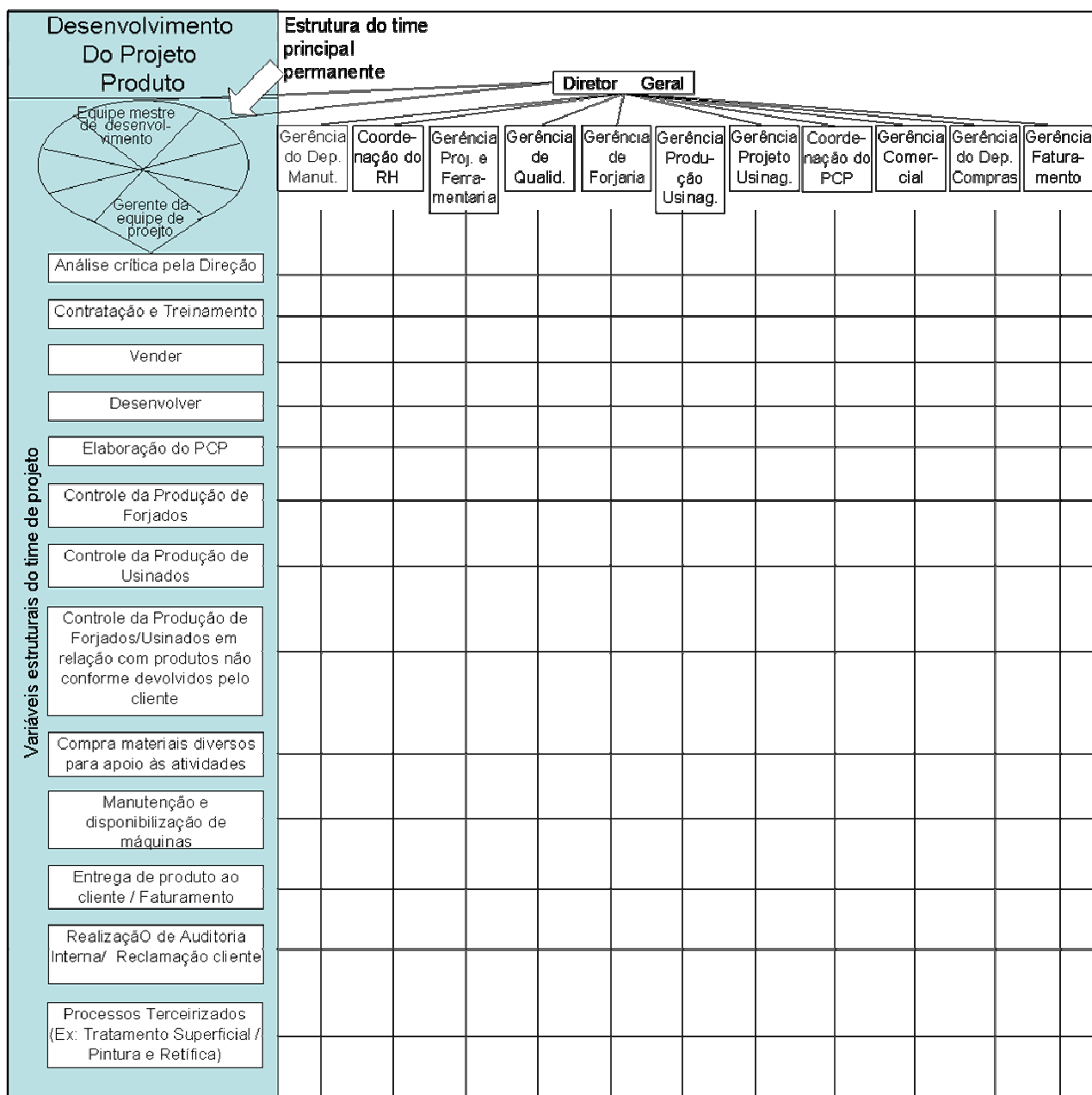


Figura 16 - Modelo de Matriz Tarefa x Responsabilidade.
 Fonte: Adaptado de Kusar et al (2004) p. 9.

Após a finalização desta etapa o projeto deve passar por um ponto de decisão (*Check-point*), no qual serão avaliados e revisados alguns procedimentos desenvolvidos na primeira fase. Como critérios de saída deste *gate* sugere-se a avaliação dos seguintes: análise do conceito está coerente com as exigências do cliente? Os custos levantados correspondem às expectativas da empresa? O processo exige demanda por novas tecnológicas? As revisões

técnicas foram realizadas? Existe necessidade de definição das atividades interdependentes? O processo atende às exigências de qualidade? Há necessidade de atualização do plano de projeto? O projeto pode ser validado?

Na segunda fase (Figura 17) ocorre a Execução do projeto propriamente dito, com os seguintes quesitos: i) desenvolver o projeto; ii) testar; iii) fabricar as primeiras amostras; iv) validar o produto na arquitetura pretendida pelo cliente; v) avaliar a conformidade do produto com os registros e padrões; vi) testar o *scale-up*; vii) integrar a manufatura com a demanda incluída no plano do produto; viii) atualizar e validar o plano do produto; ix) implementar as mudanças no controle do plano de processo; x) atualizar o plano financeiro e xi) monitorar continuamente o mercado e as tendências tecnológicas incorporando as mudanças e requisitos para o plano original para melhor atendimento às necessidades do cliente.

Nesta fase estão presentes várias subfases como *FMEA do processo, definição de processos alternativos, desenvolvimento dos desenhos do produto forjado e ferramental em CAD, planejamento do processo e programação CAPP/ CAM, além da produção*. Nestas 4 últimas subfases, as informações geradas em cada uma deverá ser compartilhada num banco de dados central (software desenvolvido) a fim de explicitar parte do conhecimento gerado em cada etapa do processo de desenvolvimento do projeto. Para auxiliar este compartilhamento e captação parcial do conhecimento tácito, foi desenvolvido um software (criado a partir da avaliação do método de trabalho da empresa e princípios de Engenharia Simultânea), que possui vários procedimentos a serem preenchidos pelos responsáveis por cada atividade.

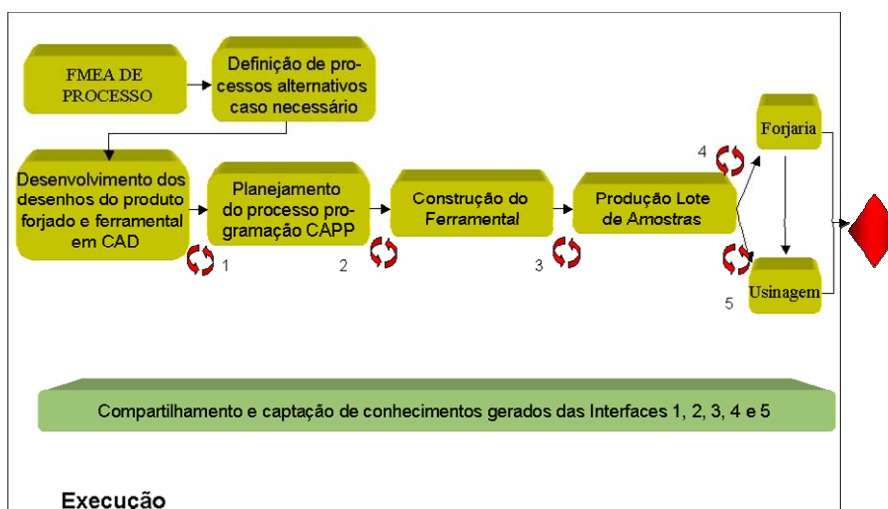


Figura 17 - Desdobramento da fase de Execução
 Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Este compartilhamento antecipado das informações, conforme citado, favorece um acúmulo de conhecimento, levando a um enriquecimento do trabalho e integração dos setores para a busca por melhorias e/ou soluções de problemas enfrentados durante o desenvolvimento. Este processo torna-se mais evidente nas fases de planejamento do processo e programação CAPP/CAM, onde a arquitetura do software desenvolvido permite uma formalização e compartilhamento dos desenhos gráficos com o chão-de-fábrica, durante as fases de elaboração do projeto e desenvolvimento do processo. O trabalho do software é representado através do fluxo das setas da figura 17. Pela figura 18 é representada, de forma simplificada, a lógica de funcionamento do programa.

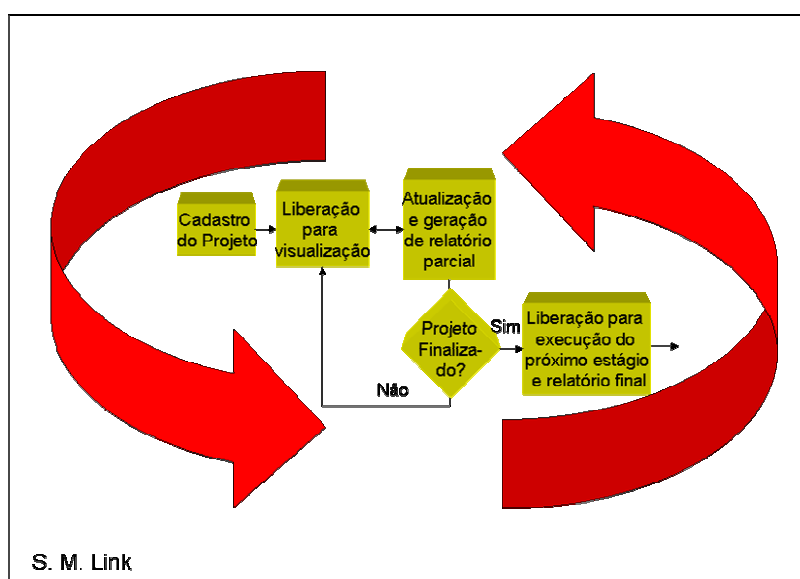


Figura 18 - Lógica de funcionamento simplificada do programa desenvolvido
 Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Após a segunda fase tem-se outro ponto de decisão denominado *Gate de Validação e Fim do Ciclo*. Este ponto de decisão tem a finalidade de verificar os padrões técnicos definidos pelo cliente e se existe compatibilidade entre os mesmos e o produto produzido. Depois de aprovado, todo o planejamento é documentado no final e encaminhado ao departamento de qualidade.

A terceira etapa (figura 19) caracteriza o *fim do ciclo de projeto*, que culmina com a finalização da atividade projetual e início dos trabalhos de manufatura, com a execução das atividades de acordo com o que foi firmado em contrato. Esta etapa tem como objetivo realizar o levantamento das configurações do projeto que precisará de atualizações, através dos relatórios obtidos do compartilhamento e captação de informações tácitas armazenada no

banco de dados central do software desenvolvido.

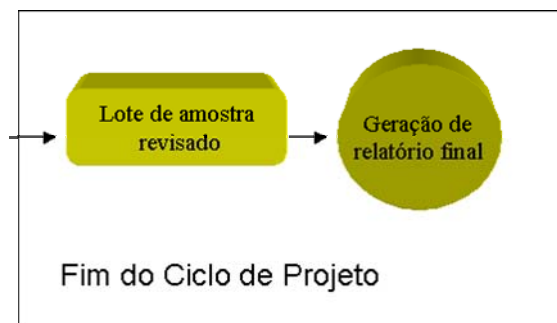


Figura 19 - Etapa final do modelo sugerido com apresentação do fim do ciclo de projeto na empresa.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A estrutura proposta na figura 14 contempla aspectos envolvendo o sistema de *stage gate* ou *gate review* (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993), além de pontos macro que serão posteriormente detalhados envolvendo cada fase do ciclo de desenvolvimento de projetos na empresa analisada. O esquema poderá contar, ainda, com alguns conceitos de engenharia simultânea presentes no software desenvolvido pelo profissional contratado pela empresa para cumprir os requisitos metodológicos delineados durante a pesquisa, convertendo-os para uma linguagem de programação que culminou no software S. M. Link. Algumas funcionalidades do programa permitem a formalização de dados de projetos nas fases de desenvolvimento, além da execução paralela e integrada das atividades que envolvem informações técnicas e formais inicialmente estabelecidos no programa.

6.5.2 O Software S. M. Link®

A intenção preliminar com o desenvolvimento deste aplicativo foi estimular os envolvidos na pesquisa a despertarem o interesse e necessidade pela adoção de métodos mais formalizados utilizando a linguagem e conceitos já trabalhados por eles.

Atualmente, grande parte das empresas utilizam softwares padronizados existentes no mercado e que muitas vezes não atende às suas reais necessidades. Tal fato, leva a formação de verdadeiros quebra-cabeças tecnológicos, compostos por inúmeros “sub sistemas” o que

torna difícil a sua utilização por parte dos usuários (ROMEIRO, 2004). A interoperabilidade dos sistemas de informação envolvidos, também, fica bastante comprometida e conseqüentemente não permite uma integração das atividades desenvolvidas pelos setores durante a atividade projetual.

O mercado para desenvolvimento de produto está cada vez mais rigoroso quanto aos prazos de entregas dos produtos e a qualidade que eles devem apresentar. As empresas devem apresentar características essenciais para sobrevivência e destaque no segmento em que atuam. Para tanto necessitam ser flexíveis às solicitações de seus clientes e ao mesmo tempo ágeis para atender e satisfazer todas os desejos de seu consumidor rapidamente.

Filosofias como Engenharia Simultânea, Equipes Multifuncionais e PLM (Product Lifecycle Management) assumiram posição de destaque dentro do contexto e das exigências mercadológicas. Entretanto, para que se possa desfrutar de todas as vantagens que essas teorias oferecem é necessário existir a integração e um caminho seguro, de fácil acesso da informação dentro dos diversos setores das empresas que participam do desenvolvimento de projeto de produto.

A partir do conhecimento gerado, foi desenvolvido um software por meio da análise do fluxograma de informações, de entrevistas semi-estruturadas com os funcionários da Empresa e da observação do trabalho real dos atores da atividade projetual. Os dados levantados foram confrontados a fim de auxiliar na construção e manutenção de um ambiente favorável à implantação da Engenharia Simultânea.

Através da linguagem mais fácil e interativa que estabelece com o usuário, o software S.M.Link® objetiva preencher lacunas existentes no compartilhamento e cadastro de informações referentes aos projetos desenvolvidos pela empresa. Dentre as suas principais funcionalidades deve-se destacar o seu papel em auxiliar na integração dos setores que em conjunto participam do desenvolvimento de um determinado produto, disponibilizando informações e arquivos de visualização dos projetos a serem compartilhados.

6.5.2.1 Objetivos da utilização do software

- O aplicativo desenvolvido tem como metas estabelecer um elo entre os funcionários envolvidos no desenvolvimento de projetos, permitindo que os dados gerados sejam compartilhados e que possam originar novos conhecimentos. Assim é possível realizar uma *aprendizagem cíclica* com o enriquecimento contínuo da aprendizagem organizacional.
- Auxiliar na padronização de procedimentos para o compartilhamento dos dados, além de propiciar a criação de um ambiente favorável à implantação de ferramentas como a Engenharia Simultânea;
- Permitir a formação de um banco de dados e a unicidade do armazenamento dessas informações. Conforme já mencionado, o que favorece a integração e o fluxo de informação.
- Promover a interação entre os departamentos desde as etapas iniciais do desenvolvimento permitindo menor tempo de projeto, antecipação do lançamento do produto no mercado, redução do retrabalho uma vez que os problemas são identificados e as soluções são geradas paralelamente ao desenvolvimento do projeto.
- Auxiliar na obtenção de relatórios gerenciais de acompanhamento de projeto (duração, tempo gasto em cada setor) e auxiliar na redução do tempo final de desenvolvimento de um determinado produto.
- Permitir que o conhecimento tácito seja explicitado, ao menos parcialmente, ao longo do desenvolvimento o que favorece a comunicação entre os atores envolvidos no processo.
- Aumentar o acesso dos trabalhadores às informações relacionadas aos projetos desenvolvidos pela empresa e auxiliar na tomada de decisão de forma mais coerente, tomando-se por base os erros e acertos já ocorridos em projetos de produtos anteriores (estes projetos ficam armazenados em um banco de dados central do software SM Link®, permitindo o acesso a qualquer tempo).
- Além disso, é possível quantificar o tempo de desenvolvimento de cada desenho do projeto do produto envolvido, gerar relatórios gerenciais com esses dados e verificar gargalos de produção e falhas no desenvolvimento de produto.

6.5.2.2 Metodologia para coleta de dados e a estruturação do software

O programa passou por uma série de testes laboratoriais e também junto aos usuários finais e alguns supervisores. Através dos testes em laboratório observou-se que as funcionalidades previstas no aplicativo atingiram o objetivo inicial: compartilhar informações entre diferentes terminais.

Inicialmente não foi feito nenhum treinamento com os envolvidos. A intenção era verificar a interface do programa com os atores e registrar, em um primeiro momento, as características e funcionalidades que estariam dificultando o seu manuseio e compreensão. Reuniões individuais foram realizadas tanto com a gerência quanto com os projetistas envolvidos, permitindo a modelagem de necessidades que ainda não tinham sido detectadas. Alguns testes foram realizados depois da instalação do software em todos os computadores da seção de projetos, da ferramentaria e em duas máquinas CNC.

Os resultados iniciais demonstraram uma necessidade de inclusão de algumas funções de caráter gerencial por parte dos supervisores, além de outros campos que permitissem o compartilhamento para subseções do setor de ferramentaria e forjaria.

Ao final deste trabalho o software encontrava-se em fase de aperfeiçoamento, após a qual serão programados treinamentos dos usuários para manuseio do programa. Entende-se que o método sugerido pela pesquisa obteve aceitação pelos funcionários através do teste e sugestões de melhoria que podem ser cadastradas no banco de dados do programa durante a utilização do mesmo. Percebe-se claramente - seja pela solicitação de inclusão de novas funcionalidades no programa, pelos testes executados pelos próprios usuários ou pelas solicitações de informações referentes a projetos em desenvolvimento que os funcionários faziam uns aos outros através do programa - que a formalização dos procedimentos ditada pelo software correspondeu à maioria das necessidades dos usuários, necessitando apenas de algumas melhorias para adoção efetiva do modelo conceitual de integração proposto pela pesquisa através deste aplicativo.

Durante a fase de concepção do software foi realizado um estudo dos procedimentos e dados comuns nos documentos, identificando o sistema de codificação dos produtos, as informações

inerentes ao processo e que deveriam ser armazenadas no banco de dados para geração de um “*post mortem*” (relatórios emitidos após finalização das etapas de desenvolvimento de projeto) e até mesmo os principais tipos de consultas a dados de projeto durante o ciclo de vida dos produtos. Foram utilizados recursos bastante difundidos e disponíveis na Empresa: um sistema de banco de dados, uma rede *Intranet* e um sistema *Windows Explorer*.

Este aplicativo buscou subsídios nas informações preliminares apresentados no estudo de caso explanatório, mas foi através da estratégia de pesquisa-ação que o desenvolvimento do software pôde se concretizar. Foram 10 meses de observações e acompanhamento do desenvolvimento do projeto de produto que permitiram a elaboração de um fluxograma da informação que retratasse com fidelidade a metodologia de desenvolvimento de projeto na Empresa. Foram analisados documentos tais como: plantas de projetos desenvolvidos na empresa e as normas de qualidade que devem ser seguidas para se ajustar às exigências da certificação, à cultura organizacional e à metodologia de desenvolvimento de projetos adotada pela empresa. Através de observações diretas, análise e registro das informações nos relatórios foi possível, numa etapa posterior, realizar a confrontação dos dados fornecidos pelos envolvidos com aqueles que constavam no diário de bordo do pesquisador. Isso permitiu enriquecer o método de trabalho a ser sugerido, na medida em que os pontos obscuros tornavam-se mais evidentes e o tratamento mais consistente.

A elaboração do programa levou em consideração as informações que eram comuns aos envolvidos na atividade projetual, numa tentativa de tratar com mais realidade o trabalho dos envolvidos, sem a pretensão de padronizar a realidade, o que em tese demonstra-se inviável, senão impossível.

Após desenvolvido um esboço do software, foram realizadas reuniões individuais tanto com a gerência quanto com os projetistas envolvidos. Esses futuros usuários do sistema permitiram a modelagem de possíveis necessidades e falhas que ainda não tinham sido detectadas. As informações coletadas foram incorporadas ao esboço, o qual foi implementado na seção de projetos da ferramentaria a fim de simular o funcionamento do modelo proposto e enriquecê-lo.

6.5.2.3 Características gerais do software

Em sua fase de idealização foram pensadas algumas características que deveria apresentar como requisitos importantes para integração dos diversos setores, além de ajudar no atendimento aos objetivos apresentados inicialmente.

I) Funcionalidades:

Esta etapa consiste na validação do modelo, para se adequar as características do cenário em que os atores envolvidos no desenvolvimento de projeto de produto poderão usufruir das funcionalidades do programa. Este cenário retrata quais os possíveis casos de uso que os usuários em diferentes níveis de acesso do programa poderão estar envolvidos. Esses usuários representam todos os setores da empresa envolvidos na atividade. Estes diferentes níveis de acesso permitem maior flexibilidade e segurança na utilização do programa. Cada nível permite que o usuário tenha diferentes níveis de acesso. Assim, por exemplo, o corpo gerencial poderá ter acesso às informações relacionadas e a relatórios de gestão, enquanto que os funcionários do chão-de-fábrica apenas compartilharão as informações disponibilizadas pelo software que o nível de acesso deles permitir.

II) Metodologia de Implementação:

O software foi concebido por meio da análise do fluxograma de informações (figura 8), de entrevistas semi-estruturadas com os funcionários da Empresa e da observação do trabalho real dos atores da atividade projetual. Os dados levantados foram confrontados a fim de auxiliar na análise dos requisitos de projeto e desenvolver um projeto para satisfazer tais requisitos. Portanto, a etapa inicial de implementação consistiu em um OOAD (Objected-Oriented Analysis Design), processo pseudocódigo de análise e projeto orientados a objetos. Feito isso, utilizou-se de uma linguagem gráfica para informar alguns resultados desse OOAD, denominada UML (Unified Modelling Language), desenvolvida em meados da década de 90, sob a direção de três metodologistas de software: Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, sendo o esquema de representação gráfica mais amplamente utilizados para modelagem de sistemas orientado a objetos.

Como resultado dessa etapa OOAD, deu-se origem a um Diagrama de Casos de Usos (figura

20) que modela as iterações entre os clientes externos do sistema e os casos de uso do sistema. Dessa maneira pode-se representar cada recurso diferente que o sistema pode oferecer para um cliente (usuário), sem apresentar detalhes de implementação que até então não haviam sido definidos.

O Diagrama Casos de Uso do S.M. Link® permite reunir os requisitos do sistema solicitados pelos futuros usuários e especificar claramente o que se pretende que o sistema faça. As interações entre os clientes externos do sistema são modeladas e cada caso de uso é definido representando um recurso diferente que o sistema oferece ao cliente. Neste Diagrama Caso de Uso tem-se representado o acesso às funcionalidades que cada nível de acesso do usuário possui.

A UML (Unified Modeling Language) modela cada caso de uso com uma elipse onde tem-se representado o recurso que cada ator envolvido poderá utilizar dentro do sistema em análise, o S.M. Link®. Contudo, pode-se assegurar que as necessidades dos clientes estão sendo atendidas e explicitar os tipos das interações que os usuários possuem, sem fornecer detalhes dessas interações.

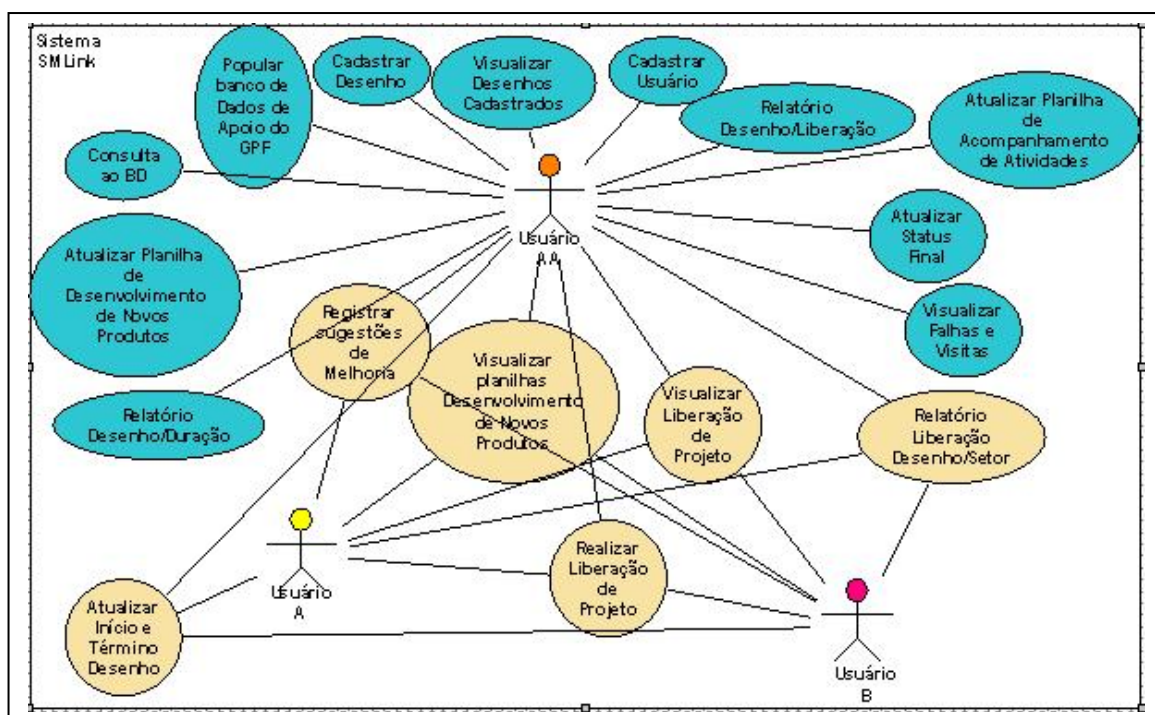


Figura 20 - Diagrama Caso de Uso do Software.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

III) Diagrama caso de uso do Sistema S.M.Link®

O cenário retratado no Diagrama de Casos de Usos (figura 20) demonstra quais os possíveis casos de uso que os usuários em diferentes níveis de acesso do programa poderão estar envolvidos. Esses usuários representam todos os setores da empresa envolvidos na atividade. Está diferenciação em níveis de acesso permitem maior flexibilidade e segurança na utilização do programa, visto que de acordo com o tipo de acesso definido para o usuário ele terá diferentes visões das funcionalidades do S.M. Link®. Assim, por exemplo, o corpo gerencial poderá ter acesso às informações e a relatórios de gestão, enquanto que os funcionários do chão-de-fábrica apenas compartilharão as informações disponibilizadas pelo software que o nível de acesso deles permitir.

Outro conceito empregado na implementação do Software foi o de concorrência, programação concorrente (Estudo de execução alternada de instruções atômicas de processos sequenciais). Utilizou-se de uma *Thread*, conceito apresentado por Seixas & Szuster (2003), processo peso leve que visa dar maior grau de concorrência às atividades de um processo, a fim de monitorar continuamente o número de liberações de arquivos para cada um dos diferentes setores da empresa, alertando os usuários a cada novo compartilhamento de arquivo realizado por um outro setor.

IV) Funções do Programa Desenvolvido

As quatro funções básicas do software estão relacionadas ao usuário, ao projeto, ao compartilhamento e à geração de relatórios conforme a figura da tela principal.

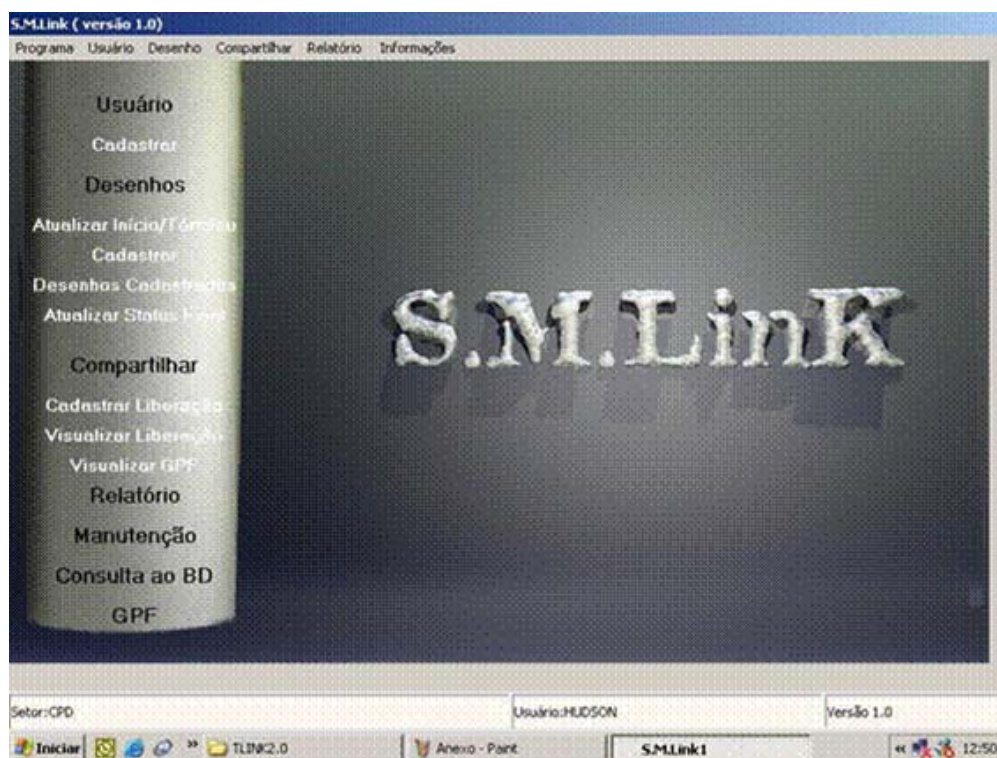


Figura 21 - Tela principal do software.
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

a) Usuário

O cadastro de usuário é utilizado para permitir o acesso às informações do software e manipulação dos dados envolvidos, é necessário que o usuário esteja cadastrado adequadamente no sistema com um nível de acesso determinado corretamente, conforme o diagrama de caso e uso. De acordo com a necessidade, o usuário vai ter nível de acesso diferente. No setor de projetos, existe um administrador do programa, que gerencia o cadastramento dos usuários, a definição dos *logins* e senhas.

b) Projeto

Através das informações geradas durante o desenvolvimento de um projeto elas são cadastradas, através do software, e armazenadas em um banco de dados unificado no servidor local. O programa permite o gerenciamento dos dados e informações cadastradas do produto, além de registrar o tipo de processo adotado na produção, bem como as liberações e modificações efetuadas durante todo o processo de desenvolvimento. Outro fato importante é

que as informações atualizadas são registradas automaticamente em uma única pasta criada no servidor local, assim para cada projeto de produto criado existe uma pasta própria composta por diferentes sub-pastas referentes aos desenhos que o compõe o que permite um acesso rápido e padronizado de todos os usuários durante o compartilhamento da informação.

Figura 22 - Tela de cadastro de desenhos de projetos
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Através do cadastro no sistema, das informações mais importantes relativas ao projeto de produtos desenvolvidos pela empresa, o software automaticamente cria uma pasta no gerenciador de arquivos (dentro da pasta do Software) com o nome do código do projeto e uma sub-pasta com o nome dos códigos dos desenhos, estabelecendo um local único e padronizado para o compartilhamento de arquivos através do sistema S.M. LINK®.

Uma vez realizado o cadastro do projeto é possível que cada setor que venha fazer parte do seu desenvolvimento, defina uma data de início e uma data de término para ser cadastrada e armazenada no banco de dados. Dessa maneira, é possível estabelecer o tempo em dias gasto em cada setor durante o desenvolvimento, e futuramente identificar se a implementação da

engenharia simultânea está realmente contribuindo para a redução do tempo total de desenvolvimento de um mesmo produto.

c) Compartilhamento (Cadastro de liberação e visualização de liberação):

Uma vez cadastrado um projeto no S.M.Link® ele pode ser disponibilizado para um outro setor. Além dessas informações serem armazenadas no banco de dados e repassadas ao destinatário, as pastas de projeto criadas pelo S.M.Link® contém arquivos de visualização que podem ser abertos pelo aplicativo.

Podem ocorrer as liberações de arquivos com diferentes extensões como *.prt*, *.pdf*, *.doc* e *.dwg*. Dessa forma, tem-se a consolidação de um ambiente favorável à implantação da ES e um aumento da utilização de informações em arquivos digitais dentro do contexto corporativo.

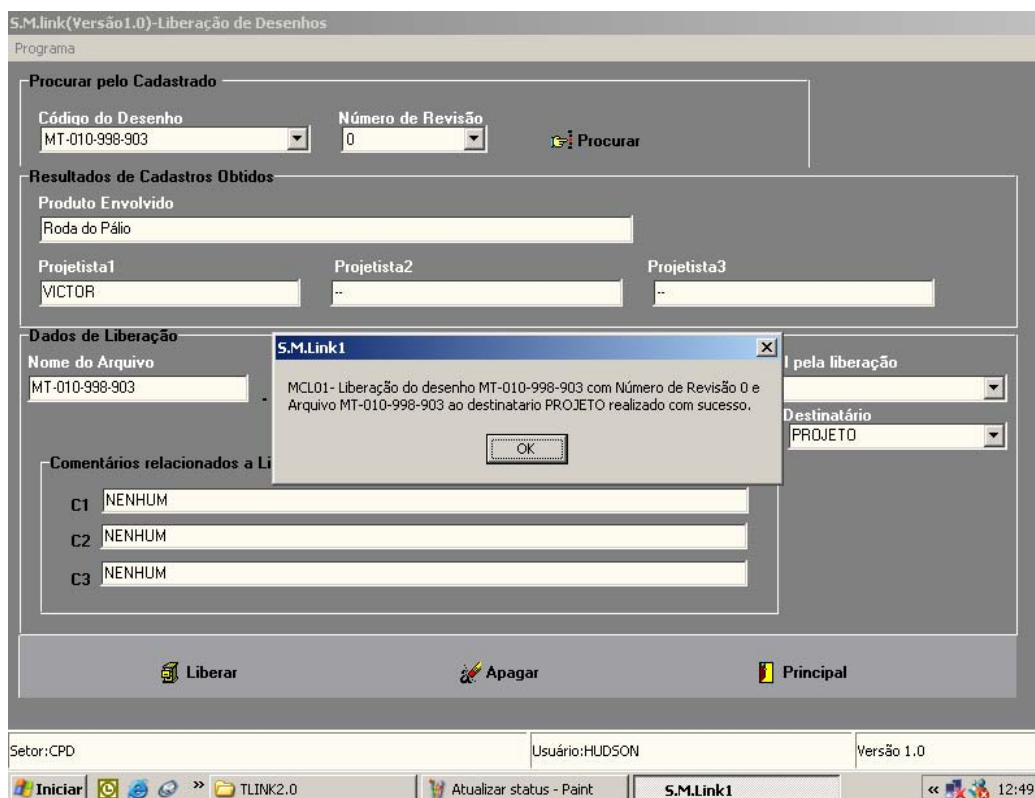


Figura 23 - Tela de Liberação de Desenho permitindo visualização
Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

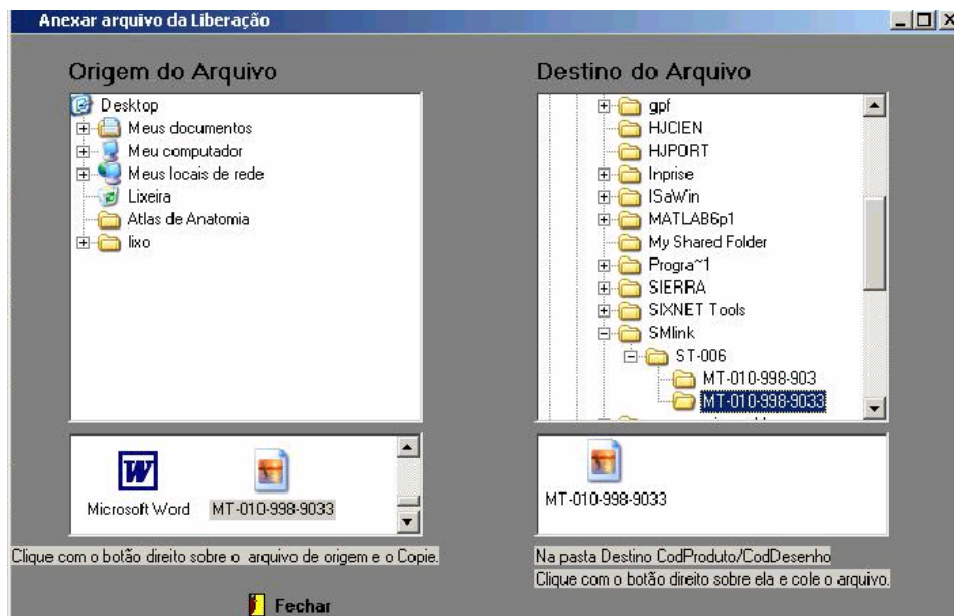


Figura 24 - Pasta de compartilhamento
 Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

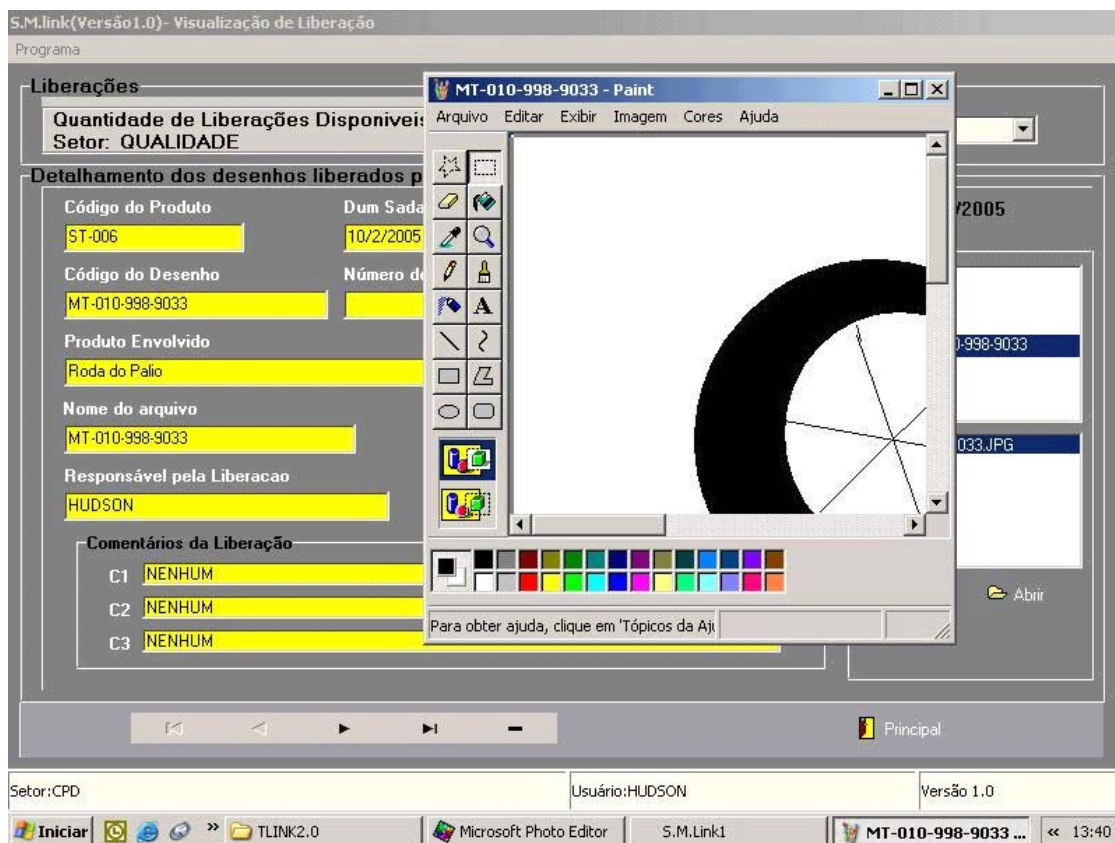


Figura 25 - Tela de visualização do desenho liberado
 Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

d) Geração de Relatórios:

Com as informações armazenadas no banco de dados o S.M. Link® é capaz de gerar relatórios referentes a um determinado projeto contendo informações de cadastro, liberações e duração de cada setor envolvido. Esses relatórios podem ser armazenados via sistema informatizado ou impresso.

O S.M. Link® pode ajudar no Gerenciamento do fluxo de trabalho, pois é capaz de registrar a quantidade de acessos que cada usuário tem no sistema, podendo assim definir qual setor ou funcionário está desconectado e rompendo o elo de integração proposto pelo sistema.

Essas funcionalidades incorporadas pelo programa auxiliam no estabelecimento de interfaces padrão e modelos unificados para uma comunicação mais eficiente entre os setores envolvidos direta e indiretamente. Entretanto, a gestão do conhecimento em projetos só torna-se eficiente a partir da manutenção do ciclo proposto por Nonaka & Takeuchi (1997) onde esteja prevista a integração entre recursos humanos, ferramentas tecnológicas e apoio organizacional através de incentivos e treinamentos. O aumento desta interação entre os diferentes envolvidos e respectivas ferramentas é que permitirá a formatação de métodos de gestão do conhecimento mais uniformes e adaptados à realidade da empresa. Diante disto, percebe-se que o programa desenvolvido não representa por si só uma solução isolada para os problemas enfrentados pela empresa, mas oferece um modelo de integração interessante para incentivar as trocas de informações explícitas e registro de informações tácitas que podem contribuir para o gerenciamento do conhecimento e experiências criadas durante o processo de desenvolvimento de projetos para atender a manufatura.

V) Tecnologia Envolvida

O aplicativo S.M.Link® foi desenvolvido utilizando recursos disponibilizados pelo Delphi® 7.0. A sua modelagem baseia-se em conceitos abordados na Engenharia Simultânea. Dessa maneira, objetiva-se a redução do retrabalho e tempo gasto no desenvolvimento de um determinado produto.

6.5.2.4 Benefícios Gerados

O software permitiu que o conhecimento tácito fosse explicitado e compartilhado entre os usuários do sistema, enquanto que o conhecimento explícito teve seus aspectos mais importantes filtrados e aproveitados para o enriquecimento da aprendizagem organizacional no desenvolvimento de produtos, na medida em que oferece um método para gestão de informações e conhecimentos em projetos.

O software S.M. Link®, ainda em fase de validação, pretende atingir uma redução do tempo de desenvolvimento do projeto do produto ao tornar as atividades paralelas e ao estabelecer uma comunicação bilateral entre os participantes. O S.M. Link®, em sua lógica, oferece recursos para reduzir o retrabalho e melhorar a qualidade com o auxílio da padronização dos procedimentos básicos necessários ao estabelecimento de um canal formal para desenvolvimento das atividades dos envolvidos, além de permitir uma integração antecipada entre as etapas envolvidas.

Por intermédio do método utilizado no desenvolvimento do aplicativo é possível alcançar uma universalização da linguagem de comunicação envolvida na atividade projetual e ao mesmo tempo seria capaz de aproximar os trabalhadores pertencentes às diversas etapas para as fases iniciais de projeto. Através da implementação do software pretende-se verificar se é possível alcançar, através de testes a curto prazo (oito meses), uma diminuição de refugos e dos retrabalhos em projeto e produção em decorrência do aumento das sugestões e contribuições nos estágios iniciais do desenvolvimento.

É importante destacar que o aplicativo além de proporcionar um ambiente favorável a engenharia simultânea tem por princípio realizar uma customização final, também, em paralelo com a utilização do sistema pela empresa, através do cadastro de falhas e sugestões de melhorias para projetos futuros.

Durante a definição do conceito do software, foram observadas algumas iniciativas e esforços focalizados para tratamento das informações utilizando métodos formais e padronizados. Estas iniciativas se traduziram na criação de ‘mini-programas’ desenvolvidos pelos próprios funcionários, tomando por base o método e o conceito de integração desenvolvido e sugerido

por este trabalho, através do S. M. Link®. Os mini-programas desenvolvidos pelos funcionários, entretanto, apresentavam soluções isoladas para cada setor não existindo uma conexão com as necessidades que emergiam de outros pontos da empresa, ou se a solução apresentada para uma determinada área poderia resolver também o problema de outra. O que se observa é que não há uma replicação das soluções individuais, o que é agravado pela ausência de uma estrutura adequada de comunicação via sistemas informatizados.

A gestão do conhecimento na empresa enfrenta uma série de barreiras que dificultam a transferência de conhecimento de trabalhador para trabalhador, sabe-se também que as ferramentas de tecnologia de informação, como o S. M. Link®, por si somente não representam soluções efetivas para a resolução de problemas que envolvem o gerenciamento de informações presentes nos campos tácitos e explícitos. Percebe-se, no entanto que estas ferramentas são importantes na criação de ambientes mais propícios à contínua transformação do conhecimento dentro da organização, principalmente porque as dimensões tácitas e explícitas estão em um processo cíclico de interação - explícito para tácito e tácito para explícito - conforme estudos de Nonaka & Takeuchi (1997).

6.6 Conclusão e Análise dos Resultados

A utilização das técnicas de observação direta, entrevistas não-diretivas e semi-estruturadas na atividade projetual possibilitou a identificação de certos procedimentos na empresa que confirmam os estudos de Clark & Wheelwright (1993), Mattos (1991), Hameri & Puittinen (2003) sobre os aspectos que dificultam o processo de comunicação e adoção de tecnologias para atingir as metas de projeto em relação a tempo, foco e qualidade. Os aspectos citados por Hameri & Puittinen (2003) envolvem:

- a) Desconhecimento sobre o que os outros times de projeto estão fazendo - “Como nós e os outros estamos progredindo em nossas tarefas”;
- b) Ausência de disciplina no controle das mudanças em projetos - “Como poderíamos checar e comunicar os assuntos que são de nossas responsabilidades”;
- c) Diversos pontos de vista sobre quais os objetivos do projeto - “Quais nossas metas e como traduzimos em cada momento do projeto o objetivo global”;

- d) Rigidez no planejamento de projetos e cronograma das rotinas - “Como comunicamos e implementamos mudanças no cronograma”;
- e) Pobreza na reatividade diante de mudanças repentinas no ambiente de projetos - “Como tratamos os riscos em projetos com muitos parceiros”;
- f) Inobservância das dificuldades tecnológicas.

Todos estes pontos foram constatados no estudo empírico como situações que interferem no processo de comunicação e conseqüentemente no processo de integração entre os envolvidos na atividade de projeto para concepção de um produto. Quando associamos estes aspectos ao levantamento realizado por Clark e Wheelwright (op. cit) que afirmam que a integração multifuncional é essencial para que o desenvolvimento de projetos tenha uma performance satisfatória e permita um dimensionamento ótimo sobre as variáveis custo, tempo e qualidade, observa-se a necessidade de adequar os métodos formais de gerenciamento de informações utilizados pela empresa, como uma maneira de reduzir as interferências e perdas durante a comunicação.

Durante a pesquisa foram identificadas algumas evidências que permitiram orientar o estudo dentro do caminho proposto inicialmente “a integração na atividade de projetos”:

- Não existe um esquema formal na documentação da empresa demonstrando o fluxo de informações relacionados ao desenvolvimento de projetos de produtos. O que se observa é a existência de um macrofluxograma (esquema geral e pouco consistente) demonstrando a ligação dos processos envolvendo os diversos setores (Figura 6);
- No desenvolvimento de projetos observa-se que os profissionais possuem certa resistência no compartilhamento de informações com os demais companheiros, principalmente com o responsável pela programação CNC (Controle Numérico por Computador). Esta resistência está claramente associada às decisões tomadas em nível de supervisão, as quais não permitem que o programador tome conhecimento do projeto antes de sua finalização. Este procedimento retrata o perfil da empresa quanto a classificação de suas atividades entre os modelos propostos por Clark e Wheelwright (op. cit) como sendo seqüencial;
- Durante a elaboração do projeto, quando o projetista executante possui dúvidas, estas são esclarecidas pelos demais integrantes do setor somente após esgotadas as fontes de consulta que não dependem diretamente dos mesmos (como a consulta a um projeto anterior,

arquivos). Estes aspectos demonstram que o processo de comunicação paralelo entre projetistas só se torna concreto quando existe um pedido verbal de auxílio por parte do executante a um outro profissional ou ao coordenador técnico. Percebe-se que há um respeito entre os projetistas no que diz respeito a ‘palpites’ de colegas. Estes palpites ou sugestões só são oferecidos pelos demais companheiros quando solicitados.

Utilizando-se dos modelos de integração apresentados por Clark e Wheelwright (1993) observa-se que o processo de integração é comprometido pela utilização restrita da ferramenta CAD, uma vez que o modelo de comunicação identificado na empresa se assemelha ao modo mais simples, o seqüencial (ver figura 4).

Este modelo, segundo os autores se caracteriza pela maneira seqüencial como é feita a comunicação entre os grupos de trabalho, ou seja, a etapa subsequente só inicia os trabalhos após a finalização completa do projeto do grupo anterior. Após a finalização do projeto ele é transmitido em um lote único de informações para o grupo posterior. O problema deste processo, à semelhança do que ocorre na Empresa, é que o estilo de comunicação simples não é suficiente para conduzir todas as nuances e feedback do projeto, dificultando também a inclusão de sugestões e melhorias que poderiam advir das equipes das etapas posteriores. Este modelo demonstra que existe a falta de integração nas etapas envolvendo engenharia e manufatura, exatamente como identificado no estudo empírico.

Os resultados demonstram que existem muitas barreiras dentro da empresa a serem superadas para que a integração possa ter, efetivamente, um papel de destaque nas atividades dos envolvidos. O relacionamento entre gerências e funcionários deve ser cada vez mais estreito, para que a implementação de conceitos como o de equipes multifuncionais de trabalho e metodologias de desenvolvimento simultâneo (Engenharia Simultânea) ganhe força e credibilidade. Percebem-se alguns passos neste sentido, mas ainda são tímidos, principalmente porque nem todo funcionário deseja compartilhar seus conhecimentos com os demais, sob o risco de perder espaço ou reconhecimento perante seus superiores hierárquicos. O trabalho desenvolvido pelas Gerências de Forjaria e Qualidade têm contribuído para a implementação de programas de qualidade e outras políticas da empresa, entretanto estes setores assim como os demais, praticam esforços isolados e pouco consistentes para viabilizar uma real integração e interação entre seus membros.

Diante destes fatos, observa-se a necessidade de se desenvolver novas formas de integração, o que levou este pesquisador a compreender e interpretar os dados como uma maneira de buscar uma alternativa inicial para a questão da formalização de procedimentos durante o processo de desenvolvimento da atividade projetual. Como resultado, após a confrontação entre as atividades prescritas e reais da empresa, constatou-se que haviam várias divergências entre o macrofluxo e o trabalho real, o que levou esta pesquisa a buscar por uma situação mediadora que correspondesse às necessidades dos funcionários e da organização, levando em consideração as questões que envolvem a participação dos altos escalões, experiências e interesses dos funcionários, a cultura organizacional e outros aspectos considerados relevantes para o êxito na implementação de técnicas adequadas ao desenvolvimento de projetos de produto.

O modelo conceitual, para desenvolvimento e gestão da atividade projetual, apresentado pelo estudo (item 6.4.1) seguiu a lógica do fluxo de informações da empresa, mas procurou acrescentar algumas fases no processo que não estavam formalizados, o que acredita-se que diminuirá a quantidade de informações que se perdiam entre uma etapa e outra.

Os estudos realizados têm buscado fortalecer o conceito na formação de estruturas de equipes multifuncionais e a partir dos trabalhos desses grupos analisar os procedimentos comuns que merecem um tratamento formal. A análise do trabalho dos diferentes grupos da empresa favoreceu o desenvolvimento de um software, que vem justamente oferecer uma padronização mais flexível à realidade e aumentar o fluxo de informações entre os setores envolvidos, além de facilitar o gerenciamento do ciclo de vida do projeto dentro da empresa. Observa-se pela pesquisa realizada que um modelo estruturado de gerenciamento de atividade de projetos que possa nortear os trabalhos das equipes multifuncionais pode facilitar o desenvolvimento das atividades e contribuir para que aquelas informações essenciais não se percam durante o fluxo dos dados entre as equipes e setores envolvidos. O modelo sugerido no item 6.4.1 tem por objetivo aliar as competências existentes na estrutura de equipes multifuncionais com ferramentas de gerenciamento de projetos e alguns princípios de engenharia simultânea previstos no software. Esse modelo formal, no qual o software se baseou, permite a aproximação dos membros dos diferentes setores (à montante e à jusante) e o gerenciamento das etapas de projetos em cada departamento, além da troca recíproca e contínua das informações à medida que um setor disponibiliza para o outro os dados em desenvolvimento. Isso viabiliza a capacitação dos profissionais na medida em que se observa que as

informações são disponibilizadas em um ritmo mais constante através de caminhos de mão dupla, semelhante às descrições propostas por CLARK & WHEELWRIGHT (1993), e onde existe um enriquecimento dos meios e canais de comunicação para integração das equipes (figura 26).

Dimensões de Comunicação entre grupos de trabalho

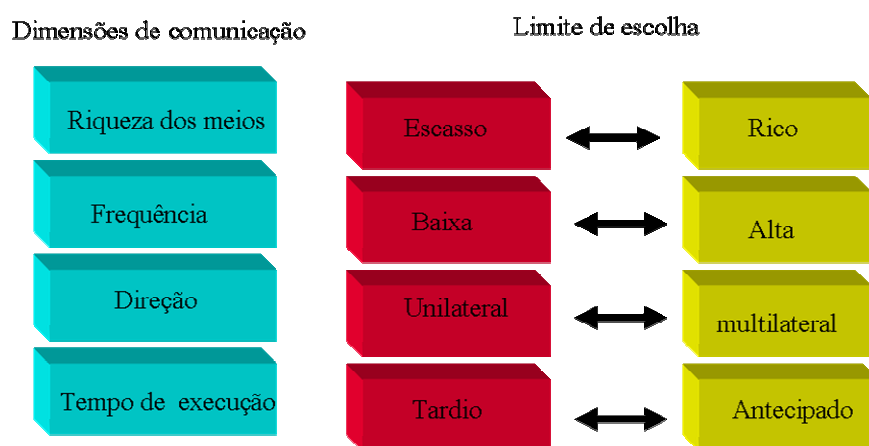
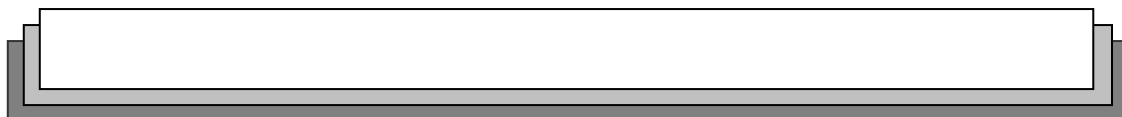


Figura 26 - Dimensões de comunicação possíveis entre grupos de trabalho.

Fonte: Clark & Wheelwright (1993).

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES



7.1 Retomada dos Objetivos da Pesquisa

Para que a pesquisa pudesse apresentar um alinhamento apropriado entre o problema identificado pela pesquisa e a realidade da empresa, foram traçados alguns objetivos para balizar a trajetória desse pesquisador. Para tanto, buscou-se subsídios na estratégia de Estudo de Caso, bem como outras técnicas e recursos metodológicos para atingir a proposta inicialmente estabelecida.

Como resultado final da pesquisa e representando o objetivo geral foi proposto: “Desenvolver, através da análise da atividade projetual, um método de trabalho para os usuários que leve em consideração os procedimentos comuns, passíveis de normalização, capazes de contribuir para o processo de integração dos envolvidos”. Tomando como referência a literatura da gestão e desenvolvimento de produtos, gestão de projetos e gestão do conhecimento (TAKEUCHI & NONAKA, 1986; COOPER, 1993; CLARK & WHEELWRIGHT, 1993 e 1994; DAVENPORT & PRUSAK, 1998; PMI, 2000) pôde-se elaborar uma estrutura baseada em etapas e pontos de decisão, adequados às atividades dos atores envolvidos na análise do problema. A formalização do trabalho sugerida no capítulo 6 ainda não foi implementada na empresa. Entretanto, como resultado imediato proveniente da pesquisa e das constantes reuniões com a diretoria e envolvidos foi criado um setor para Pesquisa e Desenvolvimento de Programas de Melhoria Contínua, que fosse capaz de avaliar os passos para implementação de novas formas de trabalho mais adequadas à realidade da empresa. Essa área, além de coordenar e fiscalizar as atividades para o desenvolvimento de projetos de novos produtos, será responsável pela implementação de metodologias para gestão de informações e integração dos setores.

Os objetivos específicos por sua vez foram essenciais para norteamento da pesquisa, podendo-se dizer que todos foram alcançados. Durante o capítulo 5 é possível identificar cada um, seja pelo fluxograma representado na figura 8 ou pela descrição detalhada das atividades durante o capítulo. Entre os oito objetivos, um em específico pode ser identificado como a contribuição maior desta pesquisa: 8) Desenvolver instrumentos metodológicos que dêem suporte às formas de integração real entre os membros da equipe de projeto. Os demais citados a seguir compuseram o repertório de informações necessárias ao atendimento do último, pode-se dizer que cada um deles representou um degrau a ser vencido durante os estudos: 1) Realizar o

diagnóstico da empresa, identificando os níveis de integração atingidos entre as equipes de projetos e entre estas e os demais setores; 2) Expor a metodologia de trabalho do setor de projetos; 3) Descrever as etapas do processo de desenvolvimento de projetos para a manufatura; 4) Descrever a atividade de projetos, identificando os procedimentos comuns no desenvolvimento de projetos e que merecem um tratamento formal por parte dos usuários; 5) Identificar o(s) gargalo(s) que pode(m) comprometer a integração no setor de projetos; 6) Avaliar as estratégias pessoais (dos projetistas) de ação para contornar os problemas decorrentes da falta de integração; 7) Compreender em quais circunstâncias a normalização das atividades reais pode interferir no trabalho dos projetistas e dificultar o processo de integração.

7.2 Conclusões do Estudo

A partir desta pesquisa observa-se que, apesar da variedade de informações acerca da utilização de sistemas informatizados de apoio ao projeto, mais especificamente CAD, equipes multifuncionais e metodologias de desenvolvimento simultâneo do trabalho, como a Engenharia Simultânea, as empresas ainda não atentaram para os reais benefícios da integração utilizando-se sistemas informatizados de apoio ao projeto. Tal fato ficou evidenciado pela pesquisa de campo realizado na indústria de autopeças e nos demais casos avaliados.

Apesar de se verificar a difusão e utilização de sistemas CAD em vários ramos industriais, a falta de gerenciamento desses sistemas por uma política de *padronização com critérios de processos formais* (MATTOS, 1991; ROMEIRO, 1997; BONNER, 2005) dificulta a criação de um ambiente favorável à sua utilização antes mesmo de se efetivar a aquisição e implantação, o que acaba por conduzir empresas ao fracasso e desperdício de recursos financeiros. Tal padronização é necessária, porque se tratam de ferramentas que têm alto valor de investimento, e que estão sendo usados como simples estações de desenho. A simples atividade de desenho ganhou rapidez com a adoção destes instrumentos, mas representa muito pouco para as empresas e enquanto não for desenvolvida uma política consistente de gerenciamento para implantação (e mesmo depois de efetuada) as organizações estarão subutilizando sua infra-estrutura técnica e seu capital humano.

Como verificado no estudo de campo, além da falta de integração a empresa conta com fatores como a incompatibilidade entre sistemas com versões 2D e 3D, as quais mais uma vez dificultam o fluxo eficaz e adequado da informação.

Durante a pesquisa foi identificada a ausência da aplicação da ferramenta de Análise dos Modos e Efeitos da Falha (FMEA) nas etapas de projeto (ou produto) que compreendem as interações com o setor de desenvolvimento dos clientes, bem como do uso efetivo da FMEA de processo. A FMEA, em específico a de processos, é aplicado de modo pouco consistente nas atividades da empresa. Diante do exposto, entende-se necessária a adoção sistematizada desta ferramenta nas etapas do projeto de produto como também a consolidação de seu uso na definição do processo.

A perda de tempo e recursos, advindos do fluxo unilateral e cada vez mais escasso das informações, inviabiliza o desenvolvimento paralelo e integrado das atividades relacionadas ao desenvolvimento do projeto de produto. Além desses fatores, corre-se o risco de cada departamento (por exemplo: departamento de projetos, ferramentas e forjaria) desenvolver o seu trabalho de forma independente um do outro e, no final da etapa de desenvolvimento, ao tentarem unir as partes que elaboraram isoladamente, conseqüentemente acabarão por encontrar inconsistências entre as etapas, uma vez que a montagem final apresentou irregularidades que não permitiram dar andamento à própria produção do item projetado.

Essas incompatibilidades que foram encontradas devem-se ao isolamento de cada área, pois apesar de desenvolverem o trabalho paralelo não trocaram informações entre si, que seriam de grande relevância para a realização de seus trabalhos específicos. Dessa forma, observa-se a necessidade de retornar com o projeto para a fase inicial do desenvolvimento, para que possam ser efetuadas as correções e então reprojeto o produto.

Verifica-se dessa maneira que estar informatizado pode representar apenas uma forma de desenvolver mais rapidamente uma determinada tarefa e se a mesma possuir algum erro, este também será agilizado. Diante disso, a empresa corre o risco de identificar problemas relacionados ao retrabalho apenas depois da fase final de desenvolvimento, ou pior, após ter dado início à produção. Por isto torna-se fundamental adotar uma política de integração via sistemas informatizados de apoio ao projeto, que a empresa já possui, aliado à estrutura de

equipes multifuncionais e princípios de Engenharia Simultânea, como uma solução para os problemas de retrabalho que interferem nos níveis de eficiência e competitividade da empresa.

A integração entre as funções internas é uma medida de desempenho (CORRÊA, 1993) e merece a devida atenção como uma tentativa de atenuar ou eliminar as constantes correções e adaptações no projeto do produto, além de contribuir para aumento da competitividade através da redução dos custos para as organizações.

A pesquisa demonstra que ainda existem muitas barreiras a serem superadas para uma efetiva integração na empresa, com resultados consistentes para as atividades dos envolvidos. O relacionamento entre gerências e funcionários deve ser necessariamente mais estreito, para que a implementação de conceitos como o de equipes multifuncionais de trabalho e metodologias de desenvolvimento simultâneo (como a Engenharia Simultânea) ganhe força e credibilidade. Percebem-se algumas iniciativas neste sentido, mas ainda tímidas e sem articulação com outras ações observadas. Os trabalhos desenvolvidos pelas Gerências de Qualidade e Forjaria têm contribuído para a implementação de programas de qualidade e outras políticas da empresa. Entretanto estes setores, assim como os demais, realizam esforços isolados e pouco consistentes para viabilizar uma real integração e interação entre os membros da empresa.

Observa-se a necessidade de fazer com que o caminho da comunicação se torne uma via de mão dupla, onde as diferenças culturais e a experiência prática de cada um dos envolvidos não representem barreiras ao processo de integração. Deve-se buscar uma maneira de adequar os procedimentos comuns adotados pelos diferentes especialistas em uma linguagem “universal”, porém coerente para os diferentes envolvidos com a atividade de projeto. Não se trata simplesmente de normalizar a realidade dos trabalhadores, o que se demonstra impossível, mas tornar viável uma comunicação efetiva, visando um ambiente mais colaborativo, onde cada indivíduo consiga compreender e utilizar a forma e conteúdo das informações compartilhadas pelos seus companheiros. Assim, a partir de uma abordagem sistêmica do processo, centrada na atividade real dos projetistas, será possível estabelecer métodos de trabalho capazes de permitir um maior fluxo de informações e ao mesmo tempo colaborar para que as normas não diminuam a flexibilidade da equipe para realização de atividades rotineiras. Por meio da pesquisa torna-se evidente que o processo de comunicação

exerce um papel importante no trabalho coletivo, servindo para que as idiossincrasias se manifestem em um grau maior ou menor diante das exigências peculiares a cada ambiente.

As informações obtidas no estudo de caso permitiram identificar que não existe na empresa pesquisada uma estrutura formal que seja compatível e adequada às necessidades dos indivíduos envolvidos com as atividades de projeto e que ao mesmo tempo represente a maneira mais clara e ao mesmo tempo comum para estruturar os procedimentos relacionados a projetos. Através da análise dos dados, acredita-se que os problemas de integração estão relacionados à falta de padronização de certas etapas do fluxo das informações. Por intermédio das observações, nota-se que parece existir um meio informal e pouco desenvolvido de integração entre os funcionários. No entanto, se esse não existisse, dificultaria sensivelmente o andamento das atividades da fábrica.

No capítulo 5 são levantadas informações sobre o trabalho prescrito e o real da Empresa analisada, através dos quais percebe-se que existem falhas no processo de comunicação em razão da ausência da definição do fluxo contínuo da informação. No esquema apresentado na figura 8 (fluxograma), que retrata o método real de trabalho e do fluxo de informações na Empresa, parece existir uma continuidade do processo de comunicação, mas que é realizado de forma muito empírica, necessitando de uma explicitação de sua forma e conteúdo para o grupo de trabalho envolvido. No capítulo 6, são discutidos alguns pontos para melhoria do fluxo das informações, além da sugestão de um método para gerenciamento dos trabalhos na atividade projetual. O modelo conceitual sugerido conjugou características do esquema prescrito e do esquema real da empresa, além de oferecer novos aspectos para melhoria do processo de integração. A etapa de integração do modelo sugerido foi materializada com o software desenvolvido, de forma que as informações geradas pelas equipes fortalecessem o conceito multifuncional de trabalho, além da possibilidade de desenvolvimento concorrente e integrado da atividade projetual.

As ações propostas em novembro de 2003 culminaram na contratação de um profissional que trabalhou como suporte às atividades de pesquisa e, à medida que o estudo evoluía, um novo conceito era incorporado ao programa em desenvolvimento. De maneira que ao final da pesquisa este software de gerenciamento de projetos, fosse capaz de formalizar os procedimentos comuns às diferentes atividades que eram desenvolvidas pelos diferentes setores, facilitando o processo de visualização das informações à medida que os trabalhos

fossem compartilhados. O aplicativo teria assim uma série de características incorporadas à sua lógica que permitisse captar as sugestões dos participantes àquelas atividades à montante, além de relacionar as características determinadas inicialmente pela pesquisa. Na verdade o aplicativo tomou por base para desenvolvimento a metodologia de trabalho proposto por esta pesquisa através do padrão gerencial descrito no capítulo 6.

A formalização de procedimentos discutida por esta pesquisa, através do software e do modelo conceitual que o originou, tem por objetivo propor uma alternativa de trabalho mais adequada às necessidades dos indivíduos e grupos, oferecendo um método que represente com uma clareza maior a forma ideal para fluxo de informações em projetos na empresa, contando com a utilização de sistemas informatizados e equipes multifuncionais. O método de trabalho proposto, que implicou no desenvolvimento do programa, possibilita a universalização dos resultados das atividades realizadas pelo setor de projetos, ao mesmo tempo em que facilita o envolvimento antecipado dos trabalhadores das etapas subsequentes para as fases iniciais de projeto, podendo favorecer a diminuição de retrabalho e refugo e *time-to-market*. Ainda são discutidas algumas características do software que permite o registro de informações, sugestões fruto de experiências próprias dos diversos envolvidos, o que demonstra representar uma maneira formal de documentar uma informação tácita. Apesar de se encontrar em fase de testes o método de trabalho proposto no software pode representar um passo inicial rumo à integração real das atividades da empresa. Testes, na rede interna do Laboratório de Design e Engenharia do Produto (LIDEP) da Universidade Federal de Minas Gerais, conseguiram validar os objetivos definidos inicialmente pelo aplicativo para integrar e registrar, através de relatórios, as informações geradas em todas as atividades de desenvolvimento.

Como mencionado durante este estudo, a utilização de sistemas ou softwares como recursos para facilitar a integração, por si somente, não são suficientes para garantir a eficiência do processo de desenvolvimento da atividade projetual. Faz-se necessário a utilização da figura do gerente de projeto/ produto, para que a gestão das fases de desenvolvimento possam corresponder aos objetivos estipulados pela diretoria. Assim, para que o gerente de projeto/ produto tenha condições de monitorar e coordenar cada etapa do processo poderá recorrer ao modelo de gerenciamento de projetos apresentado no capítulo 6 (figura 14), como um método formal e estruturado para acompanhamento das atividades, ao mesmo tempo em que recorre ao software desenvolvido para verificar os possíveis problemas que podem surgir em etapas

preliminares do desenvolvimento de projetos para manufatura. Isso permitirá que esse profissional possa realizar intervenções mais precisas e consistentes em momentos oportunos.

A conclusão dessa pesquisa demonstra que quando um padrão de procedimentos formalmente estabelecido pela empresa reflete, ao menos parcialmente as atividades reais executadas pelos profissionais, verifica-se que os indivíduos e o ambiente estão interagindo em sintonia, visto que as normas refletem as reais necessidades do grupo. Tanto a média gerência quanto a alta administração poderão contar que o que ocorre na prática reflete o que está documentado. Uma vez cumpridos estes aspectos pode-se afirmar que o ambiente organizacional está preparado para gerenciar o trabalho em equipe de forma mais integrada, podendo utilizar-se de estruturas de equipes multifuncionais, metodologias como ES e de sistemas informatizados de apoio ao projeto de modo mais consistente.

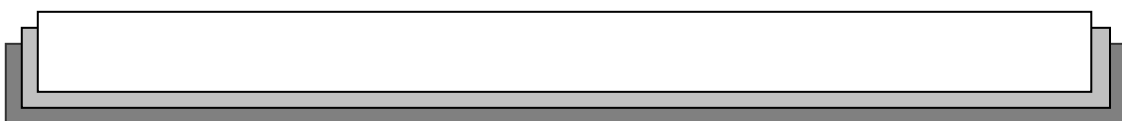
7.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

Entre os pontos levantados pela pesquisa, mas que não foram alvos de discussões, tem-se a extensão do trabalho para os demais componentes da cadeia de valor entre eles e os Fornecedores. Essa proposta futura pode ser vislumbrada a partir da utilização do setor de Pesquisa & Desenvolvimento de Programas de Melhoria Contínua criado pela empresa, para viabilizar através de estudos a integração com fornecedores. À luz do que é apresentado na teoria (RAGATZ et al, 1997), para um efetivo sistema de desenvolvimento de produto a empresa deveria trabalhar de forma integrada dentro da cadeia produtiva, agregando mais valor para seus clientes, propondo soluções adequadas aos seus processos produtivos. Assim, poderia utilizar das práticas propostas pelo autor, aliando as técnicas prototipais aos interesses existentes dentro da cadeia produtiva. Percebe-se neste caso, que uma maior integração entre cliente e fornecedor, contribuiria de forma expressiva para a identificação de problemas nas etapas do processo de desenvolvimento de produtos e, dessa maneira, facilitaria o surgimento de soluções mais rápidas e eficientes para situações de emergência.

Diante disso, é plausível dizer que seria possível ao departamento de projetos uma participação do tipo *co-location* (RAGATZ, *op. cit*), no qual um funcionário do fornecedor, responsável pela parte técnica, participaria de todas as etapas do processo de

“desenvolvimento”, participando ativamente daquelas etapas capazes de comprometer a qualidade e funcionalidade do produto final. A esses princípios poderiam ser somados os trabalhos de integração via sistemas informatizados e estruturas de equipes multifuncionais entre-empresas, contribuindo dessa maneira para a otimização dos recursos tecnológicos e aplicação estratégica da gestão por competências e gestão de projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



_____ Encyclopaedia Britannica do Brasil, (2001). *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*. Editora BARSÁ. São Paulo. Vol. 2.

_____ FIAT-GM-POWERTRAIN (2001). *Global Powertrain Development Process (Overview): Implementação no Brasil, guia do participante*. Edição em português.

AINSCOUGH, Matthew; NEAILEY, Kevin; TENNANT, Charles. (2003). A self-assessment tool for implementing concurrent engineering through change management. *International Journal of Project Management*, 21 (2003) 425 –431

AMARAL, D. C.; ROZENFELD, H. (2001). Gerenciamento de Conhecimentos Explícitos sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto. 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto Florianópolis, SC - 25-27 Setembro.

ARZI, Yohanam; BUKCHIN, Joseph, MASIN, Michael (2001). European. Theory and methodology An efficiency frontier approach for the design cellular manufacturing systems in a lumpy demand environment. *Journal of Operational Research* 134 (2001) 346-364.

ASHLEY, Steven, (1992). “ DARPA initiative in concurrent engineering”. In: *Mechanical Engineering*. v. 114. n 4 (Apr), p. 54-57.

BACKHOUSE, C. J.; BROOKES, N., (1996). *Concurrent Engineer: What’s Working Where*, The Design Council, Gower Publishing Ltd., London.

BAK, David J.; BARTLETT, Norman; HARS, Adele, (1995). *CAD, CAM, and CAE: Formula One’s Favored Team*. In: Design News (Boston), v 50 n 10 (May/22). Pp. 70-72.

BARNES, A.; THAGARD, P. (1996). Emotional decisions. In: *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. University of California, San Diego, 1996, pp. 426-429.

BARRETT, Jon., (1994). "Rapid product development plan". In: *Engineering Computers* v 13 n 2 (Apr).

BEER, MR; EISENSTAT, R; SPECTRE, B. (1990). *The critical path to corporate renewal*. Boston: Harvard Business School Press;1990.

BONNER, Joseph M. (2005). The influence of formal controls on customer interactivity in

new product development. *Industrial Marketing Management* 34, 63– 69.

BONNER, Joseph M., RUEKERT, Robert W., & WALKER Jr, Orville C. (2002). Upper management control of new product development projects and project performance. *Journal of Product Innovation Management*, 19(3), 233– 252.

BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P. (1988). Product design for manufacture and assembly. *Manufacturing Engineering*, p. 42-46, abril.

CAMPOS, Vicente Falconi (1992). *Qualidade total - Padronização de Empresas*. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 3ª ed, QFCO, Fundação Cristiano Ottoni, 1992.

CARDINAL, Laura B. (2001). Technology innovation in the pharmaceutical industry: The use of organizational control in managing research and development. *Organization Science*, 12 (1), 1 – 18.

CARVALHO, R.C.; FERREIRA, M.A. (2000). *Análise de softwares de gestão do conhecimento*. São Paulo-SP: XXI Simpósio de gestão da inovação tecnológica, nov, 2000.

CHAMBERS, A. (1982). *O que é ciência afinal?* São Paulo, Editora Brasiliense, 1982. Pp 1-145.

CHAN, H. M. (1981). *Group Technology As A Manufacturing Philosophy Extracted from Design & Control of Cellular Manufacturing Systems*. Thesis, University of Aston, Birmingham, U.K.

CHENG, L. C. *et al.* (1995). *QFD Planejamento da Qualidade*. Belo Horizonte: QFCO Fundação Cristiano Ottoni, 261p.

CHENG, L. C.; LIMA, F. P. A. (2003). *Notas de Aula da Disciplina Metodologia de Pesquisa*. Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, segundo semestre de 2003.

CHLEBUS, E; CHOLEWA, R; KOZERA, M., (1998). Cax application for process oriented concurrent design. In: *Journal of Materials Processing Technology*. Institute of Production Engineering and Automation, Poland. Elsevier Science. V. 76, pp. 176-181.

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

CLARK, Kim B.; WHEELWRIGHT, Steven C, (1994). *The Product Development Challenge*. Harvard Business Review Book. Boston, 431p.

CLARK, Kim B.; WHEELWRIGHT, Steven C., (1993) *Managing New Product and Process Development: text and cases*. Boston: Harvard Business School, 1993, 896p.

COOPER, Robert (1993). *Winning at New products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. 2. ed. Addison-Wesley Publish Company, 385 p.

COOPER, Robert G., & KLEINSCHMIDT, Elko J. (1987). New products: What separates winners from losers? *Journal of Product Innovation Management*, 4(3), 169– 184.

CORRÊA, H.L., GIANESI, I.G.N. (1993). *Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico*. 2.e.d.São Paulo: Atlas.

CRAWFORD, Lynn (2005). Senior management perceptions of project management competence. *International Journal of Project Management* 23 (2005) 7–16.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. (1998). *Conhecimento empresarial*. Rio de Janeiro, Campus.

MALONE, David (2002). Knowledge Management A model for organizational learning International. *Journal of Accounting - Pergamon*, 2002.

DESHPANDE, Rohit, & ZALTMAN, Gerald (1982). Factors affecting the use of market research information: A path analysis. *Journal of Marketing Research*, 14(1), 14– 31.

DIENG, R.; CORBY, O.; GIBION, A.; RIBIÈRE, M. (1999). Methods and tools for corporate knowledge anagement. *International journal of human-computer studies*, V.51, p.567-598.

DIMOPOULOS, Christos; ZALZALA, Ali M. S. (2000). Recent Developments in Evolutionary Computation for Manufacturing Optimization: Problems, Solutions, and Comparisons. *IEEE Transactions On Evolutionary Computation*, VOL. 4, NO. 2, JULY 2000 93.

FEIST, G. (1994). *The affective consequences of artistic and scientific problem solving*. *Cognition and Emotion* 8 (6) (1994) 489-502.

FERRAZ *et al.* apud NITSCHKE, A. T. (2004). *O desenvolvimento de produtos como ferramenta de gerenciamento do processo de transferência de tecnologia*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais.

FERNANDES, J. M.; ROMEIRO, E.; VAZ, C. R.; MARÇAL, F. V.; ARAKI, L. A.; REIS, L. P.; NOGUEIRA, M. J. S. M. (2005). A formalização de procedimentos e seu papel na integração das atividades de projeto: um caminho real para o desenvolvimento de produtos ou fator limitante ao processo criativo? *In: 5º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação*. Anais 2005, Joinville, RS.

FERNIE, S.; GREEN, S.D.; WELLER, S.J.; NEWCOMBE, R. (2002). Knowledge sharing: context, confusion and controversy. *International Journal of Project Management*. Elsevier Science, 21:177-187.)

FILHO, Nelson Casarotto *et al.* (1999). *Gerência de projetos/ Engenharia Simultânea*. São Paulo: Atlas.

FRANCO, T.: (1997). STEP para falar a mesma língua. *Metal mecânica*, São Paulo, p. 16-19, abril/maio.

FRASER, Pete (2003). *Projeto para a manufatura*. Institute for Manufacturing, Mill Lane, Cambridge, UK. Disponível em: <<http://www.betterproductdesign.net/guide/design4X.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2005.

GABBAR, Hossam A.; AOYAMA, Atsushi; NAKA, Yuji (2004). Model-based computer-aided design environment for operational design. *Computers & Industrial Engineering*, 46 (2004) 413–430.

GALEGHER, Jolene; KRAUT, Robert E.; EGIDO, Carmen. (1990). *Intellectual Teamwork: social and technological foundations of cooperative work*. Pub. by LEA, 542p.

GALINA, S.V.R., *et al.* (1998). Ambiente para Auxílio ao trabalho cooperativo na engenharia simultânea. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP*, 18,

1998, Niterói. Anais. Niterói: UFF.TEP, 1. CD-ROM: il gerência de produção, modelos de gestão.

GAO, J.X.; MANSON, B.M.; KYRATSI, P. (2000). Implementation of Concurrent Engineering in the Suppliers to the Automotive Industry. *The Journal of Materials Processing Technology*. Elsevier Science, 107: 201-208

GARRETY, Karin; ROBERTSON, Paul L.; BADHAM, R. (2004). Integrating communities of practice in technology development projects. *International Journal of Project Management* 22 (2004) 351–358.

GAZETA MERCANTIL *Economy/ Business*, abr. 2002, n 986, p 6.

GONÇALVES, Marilson apud MINHOTO, L.D. & MARTINS, C.E. (2001) - As redes e o desenvolvimento social. *Cadernos FUNDAP*. Número 22, p. 81-101. Disponível em: <<http://publicacoes.fundap.sp.gov.br/cadernos/cad22/cadernos22.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2003.

GRIFFIN, A.; HAUSER, J. R. (1996). Integrating R&D and Marketing: A Review and Analysis of the Literature. *The Journal of Product Innovation Management*. New York: Elsevier Science Inc. 13: 191-215.

HAMERI, A. P. & PUTTINEN, R. (2003). WWW-enabled knowledge management for distributed engineering projects. In: *Computers in Industry*. Elsevier Science 50: 165-177.

HAMMER, Michael e CHAMPY, James (1994). *Reengenharia - Revolucionando a empresa*. 16ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus.

HANNEGHAN, M.; MERABTI, M.; COLQUHOUN, G. (2000). A viewpoint analysis reference model for Concurrent Engineering. *Computers in Industry*. Elsevier Science, 41: 35-49.

HARTLEY, J. R. (1990). Concurrent Engineering: shortening lead times, raising quality, lowering costs, *Industrial Newsletter*, Dunstable, UK.

HARTSON, H. Rex (1998). Human -computer interaction: Interdisciplinary roots and trends. *The Journal of Systems and Software*. Elsevier Science, 43 (1998),103-118.

HAUPTMAN, O.; HIRJI, K. K. (1996). *The Influence of Process Concurrency on Project Outcomes in Product Development: An Empirical Study of Cross-Functional Teams*. 1996.

JACOBS. G. (Ed). (1970). *The participant observer: Encounters with social reality*. New York: George Braziller.

JAMES, P. T. J. (1996). *“Total Quality Management: an introductory text”*. Hertfordshire, Prentice Hall Europe, 1996.

JAWORSKI, Bernard J. (1988). Toward a theory of marketing control: Environmental context, control types, and consequences. *Journal of Marketing*, 52(3), 23– 39.

KASHANI, K. (1989). “Beware the pitfalls of global marketing”. In: *Harvard Business Review*, vol. 67 (5):91-98 (September-October 1989).

KASVI, Jyrki J.J.; VARTIAINEN, Matti; HAILIKARI, Milla (2003). Managing knowledge and knowledge competences in projects and project organizations. *International Journal of Project Management* 21 (2003) 571–582.

KIM, J.; MOON, J. Y. (1997). *Designing towards emotional usability in customer interface - trustworthiness of cyber-banking system interfaces*. Department of Business Administration, Yonsei University, Seodaemun-Ku Shinchon-dong 134, Seoul 120-749, Korea.

KUJALA , Jaakko; AHOLA, Tuomas. (2005). The value of customer satisfaction surveys for project-based organizations: symbolic, technical, or none. *International Journal of Project Management*, Feb (2005) 01-06.

KUSAR, J.; DUHOVNIK, J; GRUM, J.; STARBEK, M. (2004). How to reduce new product development time. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. Pergamon, 01-15.

LESSA, A.; FREITAS, A.; WALKER, R. A. (1999). Soluções CIM aplicadas a engenharia simultânea. Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 19, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ. Novembro. CD-ROM.

LI, W.D.; ONG, S.K.; FUH, J.Y.H.; WONG, Y.S.; LU, Y.Q.; NEE, A.Y.C. (2004). Feature-based design in a distributed and collaborative environment. *Computer Aided Design*. Volume 36, Issue 9, August, P 775-797.

LIMA, F. P. A. (1994). *Da Natureza e do Objeto da Engenharia de Produção*. Produção, 4(1), 1994.

LINDEMAN, Dennis; WIJAYA, Lissy, (1992). *Managing design structure data in a concurrent engineering design*. In: *Engineering Data Management: Key to Integrated Product Development Proc 92 ASME Int Comput Eng Com Expo*. Publ by ASME, New York, NY, USA. P 97-104

LORINO, Philippe, (1992). *O Economista e o Administrador*. São Paulo:Nobel.

MACKE, J. (1999). *A pesquisa-ação na discussão da pesquisa empírica em engenharia de produção*. ENEGEP, 1999.

MALONE, David (2002). Knowledge Management: A model for organizational learning. *International Journal of Accounting, Information Systems* 3, Pergamon, 2002, p. 111–123.

MARCONDES, Carlos H. (2004). Descrição e indexação de recursos informacionais na Web. Disponível em <www.uff.br/gdo/htm/tsld116.htm>. Acesso em: 07 abr 2004.

MAROPOULOS, Paul G., BRADLEY, Hugh D., YAO, Zhihui, (1998). CAPABLE: an aggregate process planning system for integrated product development. In: *Journal of Materials Processing Technology*. Design and Manufacturing Reserch Group, University of Durham, UK. Elsevier Science. V. 76, pp. 16-22.

MASCITELLI, R. (2000). From Experience: Harnessing Tacit Knowledge to Achieve Breakthrough Innovation. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 2000; 17: 179-193.

MATTA, N.; CORBY, O.; PRASAD, B. (1998). A generic library of knowledge components to manage conflits in CE tasks. *Concurrent engineering: research and applications*, v. 6, n.4, p.274-287, dec.

MATTOS, J.H.V., (1991) *Gerência de Projetos em CAD*. 4^a edição. Rio de Janeiro: Microequipo Computação Gráfica.

MCDONOUGH, E. F., III (2000). Investigation of Contributing to the Success of Cross-Functional Teams. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 2000 ; 17: 221-235.

MCKINLAY apud FERNIE et al, R. (2002). Knowledge sharing: context, confusion and controversy. *International Journal of Project Management*. Elsevier Science, 2002; 21:177-187.

MCNAMARA, Christopher; BAXTER, Jane; CHUA, Wai Fong. (2004). Making and managing organisational knowledge(s). *Management Accounting Research*, 15 (2004) 53–76.

MEYER, M. H.; DALAL D. (2002). Managing platform architectures and manufacturing processes for nonassembled products. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 2002; 19:277-293.

MILES, M. B. apud VAN MAANEN (1983). *Qualitative Methodology*. London: Sage Publications, Inc., 1983. Pp 117-118.

MINHOTO, L.D. & MARTINS, C.E. (2001) - As redes e o desenvolvimento social. *Cadernos FUNDAP*. Número 22, p. 81-101. Disponível em: <<http://publicacoes.fundap.sp.gov.br/cadernos/cad22/cadernos22.htm>>. Acesso em 21 nov. 2003.

MITROFANOV, S. P., (1966). *Scientific Principles of Group Technology*. English Translation, National Library for Science and Technology, Washington, D.C.

MOENAERT, R. K.; SOUDER, W. E.; De MEYER, A. and DESCHOOLMEESTER, D. (1994). “R&D/marketing integration mechanisms, communication flows and innovation success”. *The Journal of Product Innovation Management*, vol. 11 (1):31-45 (January 1994).

MOENAERT, Rudy K.; DE MEYER, A.; SOUDER, W.E. (1995). “R&D/Marketing communication during the fuzzy front-end”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 42 (3):243-258 (1995).

MORAES, A. de & MONT'ALVÃO, C. (1998). *Ergonomia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: 2AB, 1998, 129p.

MOURA, Armando Noé C. Junior. (1996). *Novas tecnologias e sistemas de administração da produção: análise de integração e informatização nas empresas catarinenses*. Santa Catarina, 1996. Dissertação (mestrado em engenharia de produção), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 1996.

MUNIZ, Jorge Junior, PLONSKI, Guilherme Ari, LOURENÇÃO, Paulo T. M.. (1996). A Engenharia Simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo da EMBRAER. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16, 1996. ENEGEP. Anais. Piracicaba. Novembro de 1996. CD-ROM.

NEVES, M., CAULLIRAUX, H. M., SOUZA, A.. (1998). Sistemas integrados de produção no Brasil: os esforços na área de recursos humanos. *Produto & Produção*, Porto Alegre, v.2, n.1, p.15-22, fevereiro.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. (1997). *Criação de conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro, Campus.

NUMPRASERTCHAI, Somchai; IGEL, Barbara, (2004). Managing knowledge through collaboration: multiple case studies of managing research in university laboratories in Thailand. *Technovation Journal* (2004) 1-10.

OAKLEY, Mark. (1990). *Design Management: A Handbook of Issues and Methods*. Aston University, UK, 430p.

PETERSON, K.A.; BICKIMAN, L. (1992). *Using program theory in quality assessments of children's mental health services*. In H.T. Chen & P. Rossi (Eds), *Using theory to improve program and policy evaluations* (pp. 165-176). Westport, CT: Greenwood.

PICARD, R. (1995). *Affective Computing*. MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section. Technical Report n. 321, 1995.

PIRES, C. C., (1994). Reengenharia do processo de desenvolvimento de produtos baseada em Engenharia Simultânea e na tecnologia workgroup computing. In: *II CONAI – Congresso Brasileiro de Automação Industrial*. São Paulo: SUCESU/SOBRACON.

PMI, (2000). *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*. Newtown Square: Project Management Institute, 2000.

POLANYI apud MASCITELLI, R. , (2000). From Experience: Harnessing Tacit Knowledge to Achieve Breakthrough Innovation. *The Journal of Product Innovation Management*, New York, v. 17, p. 179-193.

POLANYI, M. (1966). *Personal knowledge*. Chicago: University of Chicago Press.

PORTER, Michael. *Posicionamento Estratégico e Concorrência*. Economica, Paris, 1986.

PRASAD, B. (1996). “*Concurrent Engineering Fundamentals: integrated product and process organization*”. New Jersey, Prentice Hall PTR.

PRASAD, Biren. (1999). Enabling principles of concurrency and simultaneity in concurrent engineering. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, USA: Cambridge University, Treze: 1999: p. 185-204, 12/02/1999.

RAGATZ, G. L., HANDFIELD, R. B., SCANNEL, T. V., (1997). Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, New York, NY.

RODGERS, P.A; CALDWELL, N.H.M.;HUXOR, A.P.; CLARKSON, P.J. (1999) *WEBCADET: a knowledge management support system for new product development*. Cambridge-UK: 6th IPDMC, 1999. Proceedings.

ROG, D.J. & HUEBNER, R. B. (1992). *Using reseach and theory in developing innovative programs for homeless individual*. In In H.T. Chen & P. Rossi (Eds), *Using theory to improve program and policy evaluations* (pp. 129-144). Westport, CT: Greenwood.

ROMEIRO FILHO, Eduardo, (2004). *Projeto do Produto* (Apostila). 6ª edição. Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia de Produção.

ROMEIRO FILHO, Eduardo. (1997 A). *CAD na Indústria: Implantação e Gerenciamento*. Rio de Janeiro. Editora da UFRJ.

ROMEIRO FILHO, Eduardo. (1997 B). *A integração na empresa através da utilização de Sistemas Informatizados de Apoio ao Projeto*. Tese (doutorado). COPPE/ UFRJ. Rio de Janeiro.

RUEKERT, R. W. And WALKER, O. C. Jr. (1987). Marketing's interaction with other functional units: a conceptual framework and empirical evidence, *Journal of Marketing*, vol. 51:1-19.

SANTIAGO, Leonardo P. (1999). *Sistema de Desenvolvimento de Produtos: Como Capacitar Empresas de Autopeças?* Tese de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade

Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, Minas Gerais, 1999.

SARIN, Shikhar; MAHAJAN, Vijay (2001). The effect of reward structures on the performance of cross-functional product development teams. *Journal of Marketing*, 65(2), 35– 53.

SCHWARTZ, H., & JACOBS, J. (1979). *Qualitative Sociology: A method to the madness*. New York: Free Press.

SEIXAS FILHO, C. e SZUSTER, M. (2003). *Programação concorrente em ambiente Windows: uma visão em Automação*. Belo Horizonte: Editora UFMG e Escola de Engenharia da UFMG.

SHERMAN, J. D.; SOUDER, W. E.; JENSSEN, S. A. (2000). Differential Effects of the Primary Forms of Cross Functional Integration on Product Development Cycle Time. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 17: 257-267.

SLACK, N, et al.; revisão técnica CORRÊA, H. & GIANESI, I. (1997). *Administração da Produção*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 725p.

STARBEK, M., GRUM, J., (2002). Concurrent Engineering in small companies. *International Journal pr Machine Tool & Manufacture: Design, Research and Application*. Vol 42.

STRAUSS, A., & CORBIN, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Par, CA: Sage.

SUSMAN, Gerald I., EVERED, Roger D. (1978) An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative Science Quarterly*. Cornell University, v. 23 p. 582-603. Dec.1978.

SWINK, M. (2000). Technological Innovativeness as a Moderator of New Product Design Integratio and Top Management Support. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 17: 208-220.

SWINK, M.; SANDVIG, J.; MABERT, V. A. (1996). Customizing concurrent engineering processes: Five case studies. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 13: 229-244.

TAKEUCHI, H, & NONAKA, I (1986). The new new product development game. *Harvard Business Review*, 64(1), 137– 146.

TENNANT, C; ROBERTS P. (2000). A faster way to create better quality products. *International Journal of Project Management*,19:353 –62.

THIOLLENT M. (1996). *Metodologia da Pesquisa –Ação*. 7.^a Edição. São Paulo. Editora Cortez. P. 1-43.

THE INSTITUTE OF INDUSTRIAL ENGINEERS, acesso em 23 outubro de 2004, disponível em: <<http://www.iienet.org/public/articles/details.cfm?id=468>>).

THOMKE, S.; FUJIMOTO, T. (2000). The effect of “Front Loading” problem-solving on product development performance. *The Journal of Product Innovation Management*. Elsevier Science, 17: 128-142.

TONEY, F. (1997). *What the Fortune 500 know about PM best practices*. *PM Netw* 1997;11(2):30 – 4.

TURINO J. (1991). *Managing concurrent engineering, the product development strategy for the 90 's*. London: Addison Wesley Publishing Company.

ULMAN, David G. (1997). *The mechanical design process*. 2nd. Ed. New York. McGraw-Hill.

VAN MAANEN, J. (1988). *Tales of the field: On writing ethnography*. Chicago: University of Chicago Press.

VYGOTSKY, L. S. APUD CASTORINA, J. A. et al (1996). *Piaget - Vygotsky: novas contribuições para o debate*. São Paulo: Ática, 1996.

WISNER, Alain, (1994). *A Inteligência no Trabalho: Textos Selecionados de Ergonomia*. Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Fundacentro.

YANG, D.Y.; AHN, D.G.; LEE, C.H.; PARK, C.H.; KIM, T.J. (2002). Integration of CAD-CAM-CAE. *Journal of Materials Processing Technology*. Volumes 125-126, 9 September 2002, P. 26-34.

YIN, R. K. (1989). *Case study research – Design and methods*. Sage Publications Inc., USA, 1989.

YIN, R. K. (2001). *Estudo de Caso – Planejamento e Métodos*. Porto Alegre, Bookman, 2ª edição, 2001.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BAXTER M, (1999). *Product design: practical methods for the systematic development of new products*, Stanley Thornes, UK .

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. (2000). *A Arte da Pesquisa*. São Paulo, Martins Fontes, 1ª edição, 2000.

BRALLA, J. G. (1986). *Handbook of product design for manufacturing*, McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA.

BRALLA, J. G. (1996). *Design for excellence*. New York: McGraw-Hill.

BURREL, G.; MORGAN, G. (1979). *Sociological Paradigms and Organisational Analysis*. London, Heineman. Parte I. 1979.

CAMEIRA, Renato et al (2003). *Componentização de Processos e de sistemas: impactos metodológicos na implantação de sistemas orientados por processos*, ENEGEP, Ouro Preto.

CAMPOS, Vicente Falconi. (1992). *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia*. Contagem- MG. Editora: Littera Maciel Ltda.

COUGHLAN, P. & COUGHLAN D. (2002). “Action Research for Operations Management”. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22: 2, pp. 220-240.

GIL, Antônio C. (1995). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo, Editora Atlas, 4ª edição.

GIL, Antônio C. (1996). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo, Editora Atlas, 3ª edição.

MARTINS, Eliseu. (2000) *Contabilidade de Custos*. 7ª Ed. São Paulo-SP: Atlas, pp 306.

PEREIRA, Milton e MANKE, Adilson (2001). *MDPA -Uma metodologia de desenvolvimento de produtos aplicado à engenharia simultânea*, 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis.

SILVA, Ana Maria (2003). *Aspectos jurídicos do desenvolvimento conjunto de produtos*, ENEGEP, Ouro Preto.

SLACK, Nigel et al. *Administração da Produção*. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002, pp. 169-175.

THIOLLENT, M. (1983). “Problemas de metodologia”. In: Fleury & Vargas. *Organização do Trabalho*. SP. Atlas, 1983.

VILELA, Renato Machado. (1997). *Um Estudo da combinação do Desdobramento da Função Qualidade com a Engenharia Simultânea e aplicação em uma empresa de bens de capital*. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Produção. Belo Horizonte: 1997.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N. & FROHLICH, M. “Case Reseach in Operations Management”. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 22: 2, pp. 195-219.

WOOD Jr, Thomaz, ZUSFO, Paulo Knöricho. (1999) *Uma abordagem Estratégica para a logística empresarial*. Revista Administração FGV {on line}.

WOOD Jr, Thomaz/ PICARELLI F.º, Vicente. (1996). *Remuneração estratégica: a Nova Vantagem Competitiva*. São Paulo: Atlas, 1996.

WOOD Jr, Thomaz/ PICARELLI F.º, Vicente. (1999). *Remuneração por habilidades e Competência: Preparando a organização para a era das empresas de conhecimento intensivo*. São Paulo: Atlas, 1999.

YIN, R. K. (1981). "The case study crisis: some answers". *Administrative Science Quarterly*. Vol. 26, march, 1981, pp. 58-65.

SITES RELACIONADOS

<http://www.elsevier.com/locate/dsw>

<http://www.dfma.com/>

<http://www.betterproductdesign.net/guide/design4X.htm>

<http://iesu5.ieem.ust.hk/dfaculty/ajay/courses/ieem317/lecs/dfm/dfm.pdf>

<http://www.abntcb25.com.br/cb25noticias/ed37/M07.htm>

<http://www.educ.fc.ul.pt/icm2000/icm32/integracao/conceito.htm>

<http://www.iienet.org/public/articles/details.cfm?id=468>