

CARLA CRISTINA AMODIO ESTORILIO

**O TRABALHO DOS ENGENHEIROS EM SITUAÇÕES DE
PROJETO DE PRODUTO: UMA ANÁLISE DE PROCESSO
BASEADA NA ERGONOMIA**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia.

São Paulo

2003

CARLA CRISTINA AMÓDIO ESTORILIO

**O TRABALHO DOS ENGENHEIROS EM SITUAÇÕES DE
PROJETO DE PRODUTO: UMA ANÁLISE DE PROCESSO
BASEADA NA ERGONOMIA**

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Prof. Dr. Laerte Idal
Sznelwar

São Paulo

2003

*“Quanto maior o rigor e a ênfase
quantificadora da ciência, mais ela se
distancia da sociedade que a produziu. O
crescente cientificismo produz um grau de
crescente desconhecimento da sociedade
acerca de si mesmo”.*

Georg Lukács

Com carinho,

*Aos meus pais que me incentivaram e
me ensinaram que a capacitação ainda é a
melhor herança e*

*a toda minha família pelo estímulo,
apoio e incentivo, especialmente, a Rafael.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram com a evolução dessa tese e que, portanto, merecem meu profundo agradecimento, pois, tenho certeza de que a colaboração dessas pessoas foi fundamental para que essa tese fosse concluída.

Meus agradecimentos especiais ao Prof. Dr. Laerte Idal Sznelwar, por sua contribuição em relação à idéia inicial desse trabalho e pelo constante apoio durante o seu desenvolvimento. Agradeço, principalmente, por todas as leituras e releituras e pelas idéias e implementações que, sem dúvida, foram fundamentais para melhorar o conteúdo dessa tese, resultando nesta versão final.

Ao Prof. Dr. Ip-Shing Fan, por sua colaboração durante o estágio na Inglaterra, junto à Universidade de *Cranfield*, e a oportunidade de desenvolver um dos estudos de campo relatados neste trabalho de pesquisa.

À CAPES, por seu apoio financeiro na forma de " bolsa sanduíche".

Aos Professores Dr. Mauro Zilbovicius e Dr. Márcio Abraham, pelas críticas extremamente construtivas, durante a qualificação, que foram fundamentais no realinhamento do tema dessa tese.

Aos diversos profissionais das duas empresas que permitiram que esse método fosse testado em campo industrial e que se dispuseram a dar a sua contribuição. Por uma questão de sigilo comercial, não relaciono os seus nomes.

Aos professores da USP que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração desse trabalho de pesquisa, especialmente aos Professores Dr. Afonso Fleury, Dr. Henrique Rozenfeld e Dr. Marcos Barreto.

Aos alunos do Departamento de Engenharia de Produção, pela amizade, troca de idéias e pela colaboração em evitar de fazer aquela "pergunta clássica" "Como vai a tese?".

Ao CEFET-PR, ao Departamento de Mecânica e, especialmente, ao grupo do NUPEM, pelo apoio durante a minha ausência, contribuindo para que esse trabalho pudesse ser realizado.

RESUMO

Esse trabalho apresenta um método de apoio a analistas do trabalho desenvolvido para suportar estudos de processos de engenharia, especificamente, àqueles desencadeados por engenheiros ao projetarem um produto industrial complexo.

Após revisão da literatura a respeito das características dos processos de projeto de produtos complexos, algumas abordagens da engenharia clássica, utilizadas para esclarecer e melhorar esse tipo de processo, são analisadas, com o objetivo de verificar suas abrangências e limitações. Em função destes resultados, uma revisão sobre as abordagens da ergonomia é apresentada, com o objetivo de explorar as mais úteis para compor um método que se aproxime mais da “realidade operacional” do trabalho dos engenheiros, visando esclarecer alguns dos fatores fundamentais para o desempenho dos processos de projeto: o fluxo de informação e a integração do grupo de trabalho.

Após o desenvolvimento conceitual do método e da apresentação de sua estrutura, dois estudos realizados em empresas desenvolvedoras de produtos complexos são mostrados, com o objetivo de verificar o desempenho do método em campo industrial: um ocorre junto a uma empresa brasileira de grande porte e o outro, junto a uma empresa inglesa de médio porte.

Os resultados dessa pesquisa mostram que, apesar de o método apresentar algumas restrições de origem metodológica, que limitam, parcialmente, a coleta de dados, ele é adequado para contribuir com o esclarecimento de um processo de projeto. O nível de visibilidade do processo, obtido com a aplicação do método, é suficiente para que ele seja analisado e suas deficiências e respectivas causas sejam identificadas, possibilitando assim, a sua correção, otimização e, conseqüentemente, a melhoria do desempenho do desenvolvimento do produto em geral.

ABSTRACT

This thesis presents a method to assist work analysts to carry out examinations of engineering processes. Specifically processes related to engineering work undertaken in a design for industrial complex products.

Following a literature review detailing features of design processes for complex products, some classical engineering approaches are analysed, these are utilized to clarify and improve this kind of process. The aim is to verify their main ranges and limitations. Based on these results, a literature review concerning some ergonomic approaches is presented, with the aim of exploring the most appropriate ones to compose an original method, suitable for clarifying the “operational reality” of engineers’ work. The goal is to clarify some of the main factors that affect the design process performance: the work group information flow and integration.

Following the development of the conceptual method and the method structure, two studies are presented, which have been applied in companies that develop complex products. The aim is to verify the methods performance in an industrial setting; one study takes place in a large Brazilian company and the other in an UK based medium sized company.

The research results show that, despite the fact that the method presents some restrictions of methodological origin, whose limits partially relate to the data collection, the method is suitable to contribute to the clarification of a design process. The level of process visibility promoted with the method application, is enough for the process to be analysed and its deficiencies and respective causes to be identified. Therefore process improvement and optimisation are possible and subsequently the improvement of the whole product development performance.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1	INTRODUÇÃO	2
1.1	O problema de pesquisa	2
1.2	O objeto do estudo	5
1.3	Motivação da pesquisa e formulação das hipóteses	8
1.4	Objetivos e metodologia da pesquisa	11
1.5	Estrutura do trabalho	17
2	PROCESSOS DE PROJETO DE PRODUTOS COMPLEXOS	20
2.1	Introdução.....	20
2.2	Produto complexo	21
	2.2.1 Objeto complexo	21
	2.2.2 Interface objeto-usuário	23
2.3	Processo de projeto	24
2.4	A complexidade do trabalho do engenheiro de projeto	26
	2.4.1 As variáveis dos processos de projeto e as suas repercussões.....	28
	2.4.1.1 Mecanismos de apoio à etapa de projeto.....	33
	2.4.1.2 Tecnologias utilizadas para suportar as atividades de projeto	38
3	ABORDAGENS DA ENGENHARIA TRADICIONAL	46
3.1	O princípio norteador das abordagens clássicas.....	46
3.2	Abordagens e métodos utilizados na engenharia clássica	49
	3.2.1 Iniciativas direcionadas à qualidade.....	52
	3.2.2 Métodos cartesianos e sistêmicos	67
	3.2.3 Estratégias de reengenharia de processo	76
	3.2.3.1 Estratégias de “Melhoria de Processo”	81
3.3	Críticas e sugestões para implementar as abordagens de	

“Melhoria de Processo”.....	91
4 CONCEITOS DA ERGONOMIA	104
4.1 Definição do termo “ergonomia”	104
4.2 Histórico	105
4.3 Tarefa e atividade	107
4.4 A “Análise Ergonômica do Trabalho”	110
4.4.1 Diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho”	112
4.4.2 A evolução do método “Análise Ergonômica do Trabalho”	114
4.5 Interfaces relevantes em processos de projeto	126
4.6 Conclusão parcial sobre as contribuições da ergonomia	131
5 MÉTODO PARA ANALISAR O TRABALHO DOS	
ENGENHEIROS	134
5.1 Metodologia de apoio para o método proposto.....	134
5.2 Método proposto	165
6 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO EM CAMPO	
INDUSTRIAL	179
6.1 Experimentação.....	179
6.2 Caso A - Empresa brasileira de grande porte	180
6.3 Caso B – Empresa inglesa de médio porte	208
7 DISCUSSÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO	239
7.1 Características conceituais predominantes.....	239
7.2 Observações realizadas durante a aplicação do método em campo	240
7.3 Potencial do método proposto	246
7.4 Limitações do método.....	249
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	255
8.1 Conclusões.....	255
8.2 Propostas para trabalhos futuros	259
ANEXO A – Métodos da Análise Funcional	263
ANEXO B – Ferramentas de Análise da Qualidade	269
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	287

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contextualização da condução da pesquisa.....	13
Figura 2 - Relação entre os retrabalhos e o custo dessas mudanças, de acordo com a fase de desenvolvimento do produto.....	32
Figura 3 - Procedimento para a solução de problemas, utilizando algumas das “sete novas ferramentas ou ferramentas do trajeto preventivo”.....	65
Figura 4 - Exemplo de representação do primeiro nível (Ao) das fases de um processo de desenvolvimento do produto, explicitados através do modelo IDEFo.....	71
Figura 5 - Representação da etapa de projeto, mostrada no nível ao do IDEFo, explicitando as regras do modelo	71
Figura 6 - Estrutura hierárquica do processo, mostrada através da representação do modelo IDEFo.....	72
Figura 7 - Representação de algumas fases pertencentes à etapa de projeto do produto detalhadas no nível A11 com o método IDEFo.....	73
Figura 8 - Estratégia utilizada para o levantamento de dados e para a geração do modelo representativo do processo de trabalho	173
Figura 9 - Confrontação dos vários pontos de vista sobre o mesmo processo.....	174
Figura 10 - Delimitação da fase crítica, com base na representação geral do processo de desenvolvimento a ser estudado, fornecida pela empresa.....	182
Figura 11 - Representação de uma parte do fluxograma existente na empresa A, referente a uma parte da fase crítica.....	197
Figura 12 - Representação de uma parte do fluxograma da fase crítica, construída a partir das informações coletadas nas entrevistas.....	198
Figura 13 - Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada	199
Figura 14 - Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica	

estudada – quadro 1	200
Figura 15 - Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – quadro 2	201
Figura 16 - Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – quadro 3	202
Figura 17 - Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – quadro 4	203
Figura 18 - Primeiro esboço do processo geral de desenvolvimento do produto da empresa B.....	212
Figura 19 - Representação parcial do fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas realizadas na empresa B, referente ao início do processo	220
Figura 20 - Representação parcial do fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas realizadas na empresa B, referente ao início do processo – quadro 1	221
Figura 21 - Representação parcial do fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas realizadas na empresa B, referente ao início do processo – quadro 2	222
Figura 22 - Exemplo de análise apoiada pelo diagrama de causa e efeito, para auxiliar a correlacionar o ponto deficitário do processo com as suas possíveis causas	224
Figura 23 - Visão genérica do modelo da empresa investigada, sugerido após as análises.....	232
Figura 24 - Modelo da empresa investigada, referente a uma parte da etapa de projeto, sugerido após as análises – parte A	233
Figura 25 - Modelo da empresa investigada, referente a uma parte da etapa de projeto, sugerido após as análises – parte B.....	234
Figura 26 - Exemplo de aplicação de árvore funcional.....	263
Figura 27 - Exemplo de aplicação da análise seqüencial dos elementos	

funcionais.....	265
Figura 28 - Exemplo de aplicação do gráfico dos inter-atores	266
Figura 29 - Exemplo de aplicação do diagrama <i>fast</i>	267
Figura 30 - Exemplo de aplicação do gráfico de influência.....	268
Figura 31 - Exemplo de aplicação da árvore de falhas.....	268
Figura 32 - Exemplo de aplicação dos relatórios de dados.....	269
Figura 33 - Exemplo de aplicação dos gráficos	270
Figura 34 - Exemplo de aplicação de um histograma, mostrando o tempo médio de espera para o recebimento da matéria-prima para a fabricação de um produto.....	271
Figura 35 - Exemplo prático mostrando a aplicação dos cartões de controle	272
Figura 36 - Exemplo prático da análise de pareto, mostrando o número de reclamações recebidas sobre um determinado produto e suas principais causas	274
Figura 37 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de causa e efeito 275	
Figura 38 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de correlação	276
Figura 39 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de relações.....	278
Figura 40 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de afinidades	279
Figura 41 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de árvore.....	280
Figura 42 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama matricial	281
Figura 43 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de priorização (DP) 283	
Figura 44 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama em seta.....	284
Figura 45 - Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de alternativas.....	286

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ferramentas de “Análise da Qualidade”.....	64
Tabela 2 - Comentários sobre as abordagens utilizadas para melhorar o desempenho dos processos de desenvolvimento de produtos.....	79
Tabela 3 - Fases sugeridas para conduzir trabalhos de “Melhoria de Processo”.....	82
Tabela 4 - Fases sugeridas por Motwani, Kumar e Jiang (1998) para conduzir trabalhos de “Melhoria de Processo”.....	84
Tabela 5 - Sugestões para minimizar os pontos críticos em trabalhos de “Melhoria de Processo”	96
Tabela 6 - Composição da metodologia que serve de base para o método proposto.....	135
Tabela 7 - Roteiro proposto para a aplicação do método em campo industrial.....	166
Tabela 8 - Perguntas sugeridas para as primeiras entrevistas, realizadas com os principais dirigentes da empresa e líderes do processo de desenvolvimento delimitado para o estudo	168
Tabela 9 - Quadro referencial para as entrevistas junto ao grupo operacional.....	171
Tabela 10 - Informações obtidas com o término das entrevistas realizadas com os líderes do processo escolhido e da sua fase mais crítica.....	186
Tabela 11 - Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações.....	189
Tabela 12 - Problemas identificados na fase crítica estudada.....	205
Tabela 13 - Informações obtidas através das entrevistas com os principais dirigentes da empresa.....	211
Tabela 14 - Problemas levantados com as primeiras entrevistas realizadas na empresa B	213
Tabela 15 - Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações.....	218
Tabela 16 - Comparação dos processos para verificação de falhas.....	225
Tabela 17 - Problemas identificados no processo de desenvolvimento e algumas de suas causas	227

Tabela 18 - Correlação dos pontos deficitários do processo com os recursos tecnológicos sugeridos para melhorar o desempenho do desenvolvimento da empresa investigada.....	229
Tabela 19 - Sugestão para o novo desenvolvimento, considerando as falhas constatadas no processo estudado e seus pontos mais deficitários	231
Tabela 20 - Exemplo de aplicação da análise dos modos de falhas, deficiências, seus efeitos e criticidade	264
Tabela 21 - Número de reclamações recebidas sobre um determinado produto e suas principais causas.....	273

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APQC	- American Productivity and Quality Center
BENCHMARKING	- Conjunto de procedimentos através dos quais se comparam parâmetros e especificações de um produto ou de um processo com o(s) do(s) concorrente(s) de máximo desempenho
CAD	- Computer Aided Design (Projeto Auxiliado por Computador)
CAE	- Computer Aided Engineering (Engenharia Auxiliada por Computador)
CAM	- Computer Aided Manufacturing (Manufatura Auxiliada por Computador)
DFMA	- Design for Manufacturing and Assembly (Projeto para Manufatura e Montagem)
DIAGRAMA FAST	- Functional Analysis System Technique
ES	- Engenharia Simultânea
IDEF	- Integrated Definition for Function Modelling
MIT	- Massachusetts Institute of Technology
NUMA	- Núcleo de Manufatura Avançada – Grupo de pesquisa da USP de São Carlos (EESC-USP)
QFD	- Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade)
SADT	- Structured Analysis and Design Technique
VE/VA	- Value Engineering and Value Analysis (Engenharia de Valor e Análise de Valor)

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 O problema de pesquisa

Nos últimos anos as empresas vêm enfrentando um grande impasse; por um lado, as pressões geradas pela competição, exigindo a introdução dos produtos no mercado com mais rapidez, menor custo e melhor qualidade. Por outro lado, os consumidores, apresentando-se cada vez mais exigentes, demandando mais variedade e exclusividade nos produtos (Stalk e Hout, 1990; Blackburn, 1991; Wheelwright e Clark, 1992; Stalk, 1998; Barnett e Clark, 1998).

Segundo Prasad (1998), dos anos 80 até o momento houve, principalmente, mudanças relativas ao aumento da complexidade dos produtos e à redução do tempo para o seu desenvolvimento.

Em função da evolução das necessidades do mercado, os fatores relevantes para a competitividade foram adquirindo diferentes dimensões nos últimos anos. Nos anos 60, com a produção em massa, a competição baseou-se na dimensão custo, cuja minimização era obtida através da economia de escala e da melhoria da produtividade. Nos anos 70, a qualidade emergiu como uma segunda dimensão para atrair a preferência dos consumidores. Nos anos 80, a diversificação foi adicionada, pois o consumidor passou a exigir mais variedade e personalização nos seus produtos. Nos anos 90, os fatores exclusividade e tempo de resposta foram acrescentados (Bowijin e Kumpe, 1990; Facin, 1998).

Segundo Bowijin e Kumpe (1990), os “Critérios de Desempenho para as Grandes Indústrias de Manufatura”, relativos aos fatores previamente citados, foram os seguintes: eficiência (anos 60), qualidade (anos 70), linha flexível (anos 80) e inovação (anos 90).

Visando acompanhar as tendências do mercado, alguns aspectos do produto foram sendo alterados, exigindo também, um realinhamento dos seus processos de projeto.

Antes o produto era simples e estático em relação às mudanças, a precisão era baixa, a necessidade de permutabilidade era limitada e os produtos eram basicamente do tipo consumíveis. A compreensão em relação ao produto era alta,

raramente eram discutidos aspectos de segurança, sua vida útil era longa, a base científica era baseada em tentativas e erros e a confiabilidade do produto era baixa. Para esse perfil de produto, a causa comum de falhas ocorridas durante a utilização do produto era geralmente relacionada aos erros de fabricação.

Atualmente o produto passou a ser o oposto em praticamente todos esses fatores. O produto apresenta alta precisão, envolve várias frentes do conhecimento, sofre freqüentes alterações, a necessidade de permutabilidade é extensa e os produtos são mais duráveis. O entendimento a respeito do produto é baixo, os aspectos de segurança passaram a ser fundamentais, sua vida útil é mais curta e a base do projeto, em geral, é fundamentada em cálculos e simulações virtuais do comportamento do produto, antes da fabricação, garantindo a sua confiabilidade. Para esse tipo de produto, a causa comum de falhas de campo deve-se, basicamente, às inconsistências de projeto (Ferreira, 1993).

Enfim, com a alteração do perfil dos produtos, em função da evolução do mercado, novas considerações de projeto passaram a ser relevantes.

Ferreira (1993) cita as considerações denominadas tradicionais, modernas e mistas, adaptadas de Juvinal e Marshek (1991). As considerações tradicionais envolvem basicamente os aspectos técnicos do produto como; tamanho, peso, resistência e outros. As considerações modernas já envolvem fatores relacionados com a segurança, ecologia, entre outros. As considerações mistas ainda mantêm algumas preocupações relativas ao aspecto técnico do produto, porém, também envolvem aspectos como; confiabilidade, manutenção, estética, atualização e qualidade.

A Associação dos Desenhistas Industriais dos Estados Unidos, por exemplo, tem considerado, basicamente, a dimensão das considerações modernas para conceder o prêmio de “*Excellence for Design*”. Segundo Braham (1992), também são avaliados fatores como inovação, uso apropriado dos materiais, processos eficientes de produção e benefícios para o usuário. Aspectos como benefícios para o fabricante, aparência, impacto social, preocupação com aspectos ecológicos e projeto universal, também vêm sendo levados em consideração (Ferreira, 1993).

Em função dessas evoluções, os projetistas vêm enfrentando exigências

crescentes, com prazos cada vez menores. Visando buscar meios para lhes auxiliar nessa situação, houve uma procura acelerada, nos últimos anos, por novas formas de organização do trabalho e por recursos tecnológicos que viessem a contribuir com o desenvolvimento das tarefas relacionadas ao projeto do produto (Bessant e Francis, 1997; Williams, 1999).

Entretanto, se por um lado esses recursos vêm ajudando a enfrentar a nova situação, imposta pelo mercado, por outro, acabam desencadeando um maior nível de complexidade durante o trabalho.

Um exemplo pode ser verificado com a implantação da metodologia de trabalho denominada por Engenharia Simultânea (Williams, 1999). Essa metodologia não só altera a estrutura organizacional do trabalho, como também, sugere a inserção de recursos tecnológicos de apoio, modificando completamente a configuração do trabalho. Entre outras alterações, pode-se dizer que, com a implantação da Engenharia Simultânea:

- As tarefas de projeto que, antes eram desenvolvidas sequencialmente, passam a ser desenvolvidas em paralelo;
- A execução do trabalho que, antes era realizada individualmente, passa a ser realizada em grupo;
- Os departamentos que, antes trabalhavam isoladamente, passam a desenvolver algumas tarefas em conjunto e a compartilhar informações vinculadas ao projeto, desde o início do seu desenvolvimento, entre outras alterações (Lawson e Karandikar, 1994; Prasad, 1996; Estorilio, 1998; Hartley, 1998).

Enfim, todos os fatores descritos até o momento, somados às pressões provenientes do mercado, vêm acrescentando complexidade ao trabalho dos engenheiros, tornando difícil o seu gerenciamento de maneira tradicional. Com isso, problemas de integração e otimização passaram a ser comuns, refletindo em retrabalhos durante o desenvolvimento dos produtos.

Segundo as discussões ocorridas no *Advanced Research Workshop* sobre *Managing and Modelling Complex Projects* em 1996 e outras posteriores publicadas em Williams (1999), os processos de projeto de produtos mais complexos e que,

portanto, demandam excepcional nível de entendimento e gerenciamento, vêm apresentando inadequações com a aplicação de sistemas de controle convencionais, desenvolvidos para projetos simples.

Sendo assim, a ocorrência de retrabalhos vem aumentando durante o desenvolvimento do produto, refletindo negativamente no desempenho da empresa. Pois segundo Williams (1999), o efeito desencadeado pelos retrabalhos é sempre maior do que a soma dos efeitos de cada mudança.

Ettlie e Stoll (1990) citam os numerosos reprojatos, as subotimizações, o aumento do custo do produto, a resposta precária para o mercado e os amplos períodos de tempo para o lançamento dos produtos, resultantes da falta de adaptabilidade da empresa frente a todos os fatores descritos anteriormente.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), essa falta de adaptabilidade é resultante da busca pelo “caminho mais fácil”, que tem sido adotada pela maioria das empresas industriais. Esse caminho vem privilegiando a eficiência das soluções tecnológicas propostas pelo mercado, em detrimento a um estudo prévio das inúmeras possibilidades para um determinado processo, considerando as variabilidades industriais e as precauções a serem consideradas quando ocorre a apropriação de novos recursos.

Esse tipo de análise tende a reduzir, não só o impacto gerado pela inserção dos novos recursos, como também, as distâncias entre aqueles que concebem o ambiente de trabalho e o coordenam e aqueles que nele trabalham.

Constata-se, portanto, que nos últimos anos vem surgindo, de maneira crescente, uma demanda por soluções que contribuam para melhorar o entendimento das novas situações de trabalho, principalmente, aquelas estabelecidas nos ambientes de projeto de produtos industriais mais complexos.

1.2 O objeto do estudo

O produto industrial é o resultado de um processo de desenvolvimento composto por duas etapas básicas: a do projeto e a da manufatura. Na etapa de projeto, as necessidades do consumidor são relacionadas com as tecnologias disponíveis para a concepção do produto. Na manufatura, ocorre a transformação dos

materiais em um produto, conforme especificações do projeto (Schneider, 1994).

Na visão de Barnett e Clark (1998), essas etapas são compostas por fases, que se desmembram em várias tarefas e que constituem uma seqüência de resolução de problemas.

As fases referentes à etapa de projeto são relativas à fase conceitual do produto, ao seu planejamento e à engenharia do produto. Essas fases antecedem tanto a engenharia que planeja a fabricação, como os procedimentos de manufatura e montagem (Barnett e Clark, 1998; APQC (*American Productivity & Quality Center*)).

Na etapa de projeto ocorre a evolução conceitual do produto, a definição das suas especificações, envolvendo custos, metas de investimentos e escolhas técnicas, que posteriormente, são traduzidas em projetos detalhados. Esses projetos acabam sendo utilizados no planejamento da fabricação, na construção de protótipos, quando necessários, e na manufatura e montagem dos produtos.

As fases referentes ao projeto do produto estão entre as mais críticas em um processo de desenvolvimento, pois é justamente neste início que se seleciona a maior quantidade de soluções, que refletirão nos meios empregados para fabricá-las. Ou seja, essas definições iniciais refletem em até 85% do custo final do produto. Quando modificações de projeto são solicitadas ao longo do ciclo de desenvolvimento, o custo de engenharia tende a aumentar cada vez mais, pois a cada mudança um número maior de decisões já tomadas acaba sendo invalidado (Hartley, 1998).

O impacto dessas modificações no decorrer do desenvolvimento do produto não se restringe apenas à dimensão custo: tanto o tempo de desenvolvimento, como a qualidade e a integridade do produto também são fatores que acabam sendo prejudicados (Clark e Fujimoto, 1991).

Portanto, apesar de o projeto do produto se desenvolver de forma evolucionária e até mesmo a melhor engenharia não conseguir desenvolver um item sem modificações de projeto, de acordo com Bedworth (1991), estas devem ser minimizadas, principalmente, quando elas atingem um patamar que começa a prejudicar o desempenho do desenvolvimento.

Entretanto, assegurar a consistência da etapa de projeto não é algo

simples, que possa ser executado por um gerente ou um funcionário experiente. Principalmente quando se aborda processos de projeto resultantes do desenvolvimento de produtos mais sofisticados e que envolvem várias frentes do conhecimento. Afinal, para se projetar esse tipo de produto, em um curto espaço de tempo, demanda-se um grande número de especialistas e um intenso fluxo de informação, o que, normalmente, dificulta a visualização e o entendimento do processo por todos os envolvidos (Clark e Fujimoto, 1991).

Exemplos desse tipo de produto são os aviões, os carros, os televisores e produtos que possuem muitos componentes, envolvem alta tecnologia e apresentam inúmeras interdependências entre os seus componentes, os quais Wallace e Sackett (1996) denominam por “produto complexo”.

Clark e Fujimoto (1991) fazem uma analogia entre o projeto de um produto complexo e um grupo musical. Cita que tanto uma orquestra sinfônica como um quarteto de cordas tem o potencial de criar música de alta qualidade, porém, os padrões de concepção, especialização, coordenação e comunicação são muito diferentes quando se comparam esses dois casos.

Portanto, o processo de projetar um avião depende muito mais de uma excelente coordenação, para que o mesmo evolua sem muitos problemas, do que o projeto de um lápis, por exemplo, considerando que este é um produto tecnologicamente mais simples e envolve menos especialistas.

O que Williams (1999) sugere para contribuir com a coordenação dos processos de projeto de produtos mais complexos, visando assegurar a sua consistência, é que se busque o esclarecimento das variáveis envolvidas nesse tipo de desenvolvimento.

Clark e Fujimoto (1991) sugerem, não somente o esclarecimento do processo, mas também, o compartilhamento desse conhecimento junto a todos aqueles que se encontram nele envolvidos.

Considerando a contextualização acima descrita, **o objeto de estudo** desse trabalho de pesquisa será restrito às **fases da etapa de projeto de produtos industriais complexos**, já que essa etapa apresenta um grande impacto no desenvolvimento do produto e, conseqüentemente, no desempenho das organizações.

1.3 Motivação da pesquisa e formulação das hipóteses

A definição do tema para a tese de doutoramento teve como motivações; a atuação profissional da autora e o interesse acadêmico relacionado ao tema.

A autora vem atuando na área relacionada ao projeto do produto nos últimos treze anos e, em decorrência dessa experiência profissional, passou a se preocupar em entender os motivos das dificuldades encontradas nos processos de projeto de produtos industriais.

Em 90 e 91, a autora esteve desenvolvendo suas atividades junto ao grupo de engenheiros de projeto do produto, em uma empresa industrial mecânica de grande porte, que desenvolvia produtos, como turbinas a vapor, usinas hidroelétricas, motores para navios de grande porte e outros.

Esse foi o seu primeiro contato prático com o projeto de produtos industriais e desde esse período a autora começou a ver os inúmeros desentendimentos e impasses técnicos que ocorriam no decorrer do desenvolvimento, gerando retrabalhos e comprometendo, conseqüentemente, a margem de lucro da empresa e a sua imagem junto ao mercado externo.

Nesse período, o projeto do produto ainda era desenvolvido através de tarefas seqüenciais e, praticamente, sem recursos gráficos computacionais para a elaboração de desenhos, resultantes dos projetos, ou para simulações virtuais.

Após esse período, a autora passou a integrar a equipe de professores do Departamento de Mecânica do CEFET-PR (Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná), onde passou a ministrar disciplinas relacionadas ao Projeto do Produto, com ênfase em projetos de ferramentas para moldes de injeção de plástico.

Após três anos, a autora passou a integrar, também, um grupo de consultoria especializada em simulações numéricas computacionais. Esse grupo, instalado no CEFET-PR, atuava em fases específicas do projeto do produto de empresas contratantes, aplicando alguns conceitos referentes à metodologia denominada por Engenharia Simultânea.

Nesse grupo, a autora atuou construindo modelos tridimensionais com recursos de computação gráfica, que serviam de protótipos virtuais para que fosse simulado, antecipadamente, o processo de injeção de plástico, utilizado para a

fabricação do produto. O objetivo dessa tarefa era o de corrigir a parte dimensional da ferramenta projetada (molde de injeção de plástico), antes que ela começasse a ser fabricada, evitando assim, os retrabalhos ao longo do desenvolvimento.

Apesar do grupo visar a antecipação de problemas, objetivando a redução de retrabalhos futuros, o desenvolvimento do produto continuava apresentando inconsistências de projeto e modificações tardias.

Considerando que o grupo possuía a capacitação técnica e os recursos necessários para o desenvolvimento das tarefas exigidas, além de dominar os conceitos da Engenharia Simultânea, concluiu-se que os fatores que obstruíam o processo eram de outra natureza.

Isso levou a autora a questionar a eficácia de se dirigir a atenção somente aos aspectos físicos e quantificáveis dos ambientes de engenharia. Além disso, apesar do grupo utilizar a Engenharia Simultânea com o objetivo de otimizar e integrar o desenvolvimento do produto, visando à redução do tempo de desenvolvimento, entre outros fatores, sua real aplicação não acontecia na prática.

Esses questionamentos se transformaram em uma dissertação de mestrado sobre a metodologia denominada por Engenharia Simultânea, a qual, entre outros fatores, levantou as dificuldades do grupo, instalado no CEFET-PR, durante o processo de projetar um produto e as suas dificuldades para colocar os conceitos desta metodologia em prática.

Ao término da dissertação, constatou-se que a maioria dos problemas, que vinham obstruindo a etapa de projeto, estava relacionado com a falta de integração do grupo e com as falhas na transmissão de informações. Entretanto, não foi possível detectar as origens desses problemas, nem os motivos das dificuldades do grupo para colocar em prática conceitos considerados úteis para melhorar o desempenho do desenvolvimento de produtos.

Com os resultados apresentados na dissertação, foi possível verificar, também, que essas dificuldades não aconteciam apenas naquele grupo de projeto, mas em outras empresas entrevistadas, que vinham tentando incorporar os conceitos relacionados à Engenharia Simultânea, buscando melhorar o desenvolvimento de seus produtos.

Baseando-se nesses resultados, a autora começou a buscar meios para

compreender os motivos dos problemas acima citados e o porquê de as empresas terem dificuldades para estabelecer uma integração adequada durante o desenvolvimento de seus produtos. Para isso, a autora interrompeu suas atividades docentes e profissionais, objetivando se dedicar a um programa de doutoramento.

Através de revisões bibliográficas e do aprofundamento do tema, levantaram-se as seguintes **hipóteses**:

H1: Através dos métodos convencionais, utilizados para esclarecer o trabalho dos engenheiros durante o desenvolvimento de um produto, obtém-se apenas uma visão abstrata do processo, não sendo suficiente para mostrar as relações desencadeadas entre os engenheiros quando os mesmos executam as tarefas.

H2: A falta de compreensão do nível operacional desencadeado durante o desenvolvimento do produto não permite identificar, com precisão, os problemas decorrentes da evolução do processo, nem as suas respectivas causas.

H3: Através da análise das tarefas efetivamente realizadas pelo grupo de trabalho é possível compreender as relações existentes entre os atores atuantes na etapa de projeto, facilitando assim, a identificação dos problemas decorrentes da evolução do desenvolvimento do produto e de suas respectivas causas, possibilitando uma intervenção corretiva.

H4: O esclarecimento das relações estabelecidas entre os engenheiros durante o projeto do produto contribui com a reestruturação do processo, com o objetivo de promover uma melhor integração do grupo de trabalho e otimizar o desenvolvimento do produto, melhorando assim, o seu desempenho.

H5: Os estudos citados nas duas hipóteses anteriores servem de base para a reestruturação do processo de desenvolvimento, incluindo a inserção sustentada de recursos tecnológicos de apoio ao projeto do produto, o que também reflete na melhoria do desempenho do desenvolvimento do produto.

Buscando recursos que pudessem promover o esclarecimento da dinâmica operacional do processo de trabalho dos engenheiros de projeto, de forma mais realista do que as abordagens sugeridas pela engenharia clássica, constatou-se a possibilidade de se aplicar conceitos relacionados com o método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outras iniciativas da ergonomia.

Objetivando entender o potencial e a abrangência da ergonomia nesse sentido, a autora inicia, também, a especialização em “Ergonomia em Sistemas de Produção”, no Departamento de Engenharia de Produção da USP, e, através de revisões bibliográficas nessa área, levanta mais duas hipóteses:

H6: Considerando que o método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da ergonomia têm o seu foco direcionado para “o que o funcionário necessita realizar para que o trabalho prescrito aconteça”, essas abordagens podem contribuir para melhorar o potencial das abordagens clássicas, ajudando a promover um melhor esclarecimento da dinâmica do processo de desenvolvimento de produtos.

H7: Os conceitos descritos acima, somado a alguns já existentes, são adequados para compor um método que possa ser utilizado para apoiar analistas do trabalho durante a busca pelo esclarecimento do processo desencadeado por engenheiros ao projetarem um produto industrial complexo.

1.4 Objetivos e metodologia da pesquisa

Considerando a busca por meios que conduzissem às respostas das hipóteses acima citadas, define-se o foco do estudo e a questão principal para a pesquisa.

O **foco da análise** é o processo desencadeado por engenheiros ao projetarem um produto industrial complexo e a **questão básica para pesquisa** e tema foco dessa tese é a seguinte:

“Como o método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da

ergonomia podem contribuir com as abordagens clássicas, visando compor um método que seja útil para esclarecer a dinâmica do trabalho de projetar produtos, objetivando melhorar o desempenho desse tipo de processo?”

Para responder a essa pergunta, vários temas foram investigados; desde as características dos processos de projeto de produtos industriais mais complexos, até as características do método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da ergonomia. Para esclarecer a lógica com a qual esses e outros temas foram investigados, um fluxograma será apresentado na Figura 1.

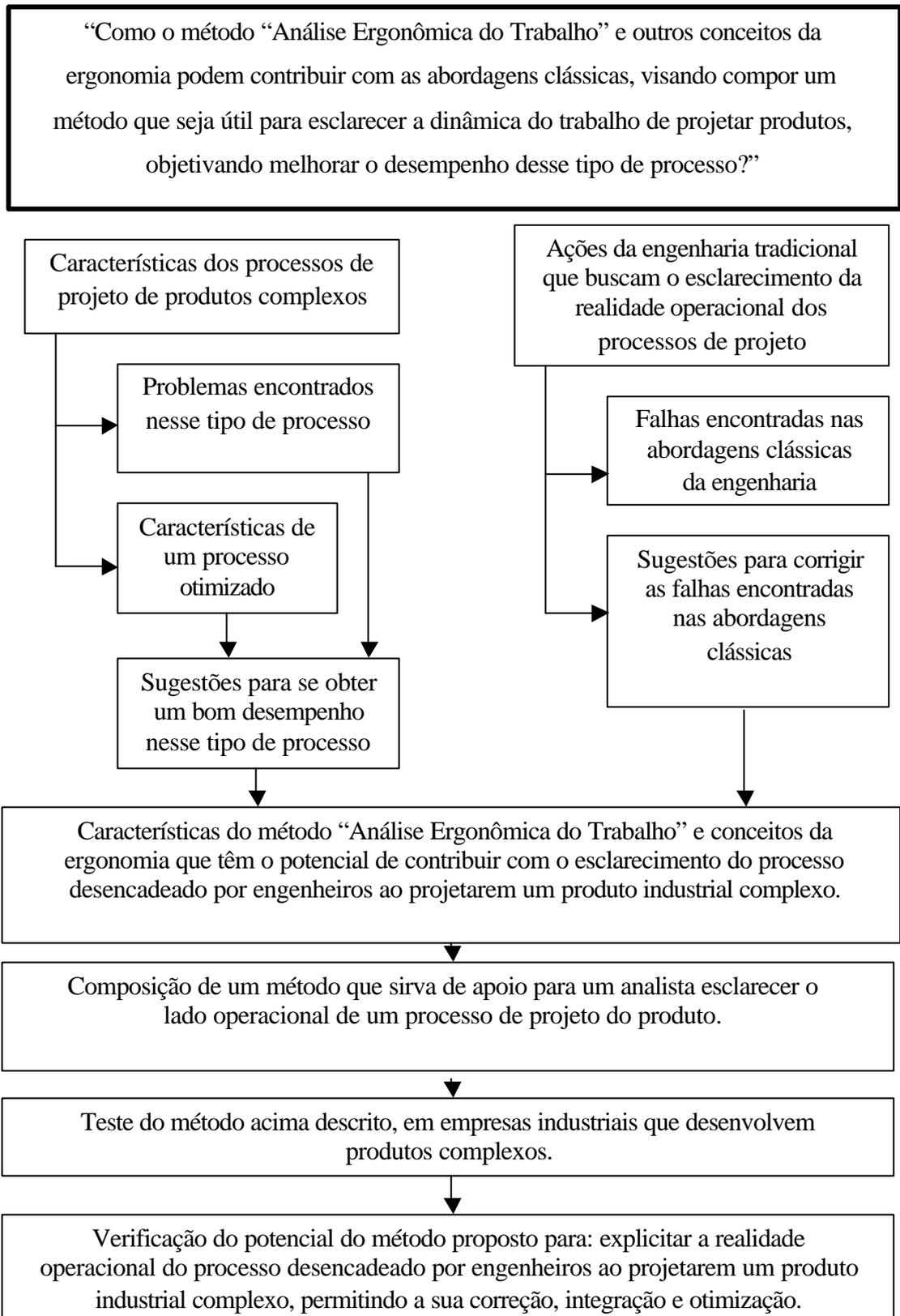


Figura 1: Contextualização da condução da pesquisa
(Elaborada pela autora)

Visando estabelecer diretrizes para a condução do levantamento bibliográfico, baseado no esquema mostrado na Figura 1, várias questões específicas foram elaboradas, as quais estão descritas a seguir, referindo-se a quatro grandes tópicos:

- Ao processo de projeto de produtos complexos;
- Às abordagens provenientes da engenharia tradicional, utilizadas para promover o esclarecimento da realidade operacional dos processos de projeto;
- Ao método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da ergonomia;
- Ao método proposto nessa tese, baseado nos conceitos da ergonomia.

A.1 Questões de pesquisa referentes ao processo de projeto de produtos complexos:

A1.1 Características e dificuldades encontradas durante o desenvolvimento

- Quais são as características desse tipo de processo?
- Quais são os fatores que dificultam a obtenção de um bom desempenho do processo?

A1.2 Fatores relacionados com a otimização e a melhoria do processo

- O que significa uma etapa de projeto otimizada?
- Quais são as variáveis que podem ser utilizadas para medir o nível de desempenho em uma etapa de projeto?
- Quais são as ações recomendadas para melhorar o desempenho dessa etapa?

A.2 Questões de pesquisa sobre as abordagens da engenharia tradicional, utilizadas para promover o esclarecimento da realidade operacional dos processos de projeto:

A2.1 Características de algumas das abordagens existentes

- Quais são os focos das abordagens existentes?
- Quais são as deficiências encontradas nessas abordagens?
- Quais são as sugestões para minimizar as deficiências dessas abordagens?

A2.2 Potencial das abordagens levantadas

- Qual é o potencial das abordagens existentes, para esclarecer o lado operacional

dos processos de projeto?

- Qual é o potencial das abordagens existentes, para melhorar o desempenho da etapa de projeto?

A.3 Questões de pesquisa sobre o método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da ergonomia:

A3.1 Características do método “Análise Ergonômica do Trabalho”

- Quais são os conceitos relacionados ao método “Análise Ergonômica do Trabalho”?
- Quais conceitos e características do método “Análise Ergonômica do Trabalho” poderiam contribuir para suprir as falhas identificadas nas abordagens da engenharia tradicional?

A3.2 Potencial do método “Análise Ergonômica do Trabalho”

- Como a “Análise Ergonômica do Trabalho” poderia contribuir para esclarecer o lado operacional dos processos de projeto?
- Quais são os limites da “Análise Ergonômica do Trabalho” para esclarecer os fatores relevantes quando se estuda o processo de trabalho desencadeado na etapa de projeto?

A3.3 Contribuições da Ergonomia

- Quais conceitos da ergonomia poderiam contribuir com o método “Análise Ergonômica do Trabalho”, considerando os seus limites para apoiar trabalhos de análise de processos de projeto?
- Quais fatores devem ser observados com mais ênfase quando se estuda o trabalho coletivo, desencadeado por engenheiros ao projetarem um produto?
- Em que nível de profundidade deve ser investigada a tarefa individual em estudos dessa natureza?
- Como a ergonomia pode auxiliar no momento das transformações do processo, sugeridas após as análises, no sentido de contar com a colaboração dos funcionários que serão afetados por essas transformações?

A.4 Questões de pesquisa sobre o método proposto nesse estudo, para servir de apoio para o esclarecimento da dinâmica operacional de um processo desencadeado por engenheiros durante o projeto de um produto complexo:

A4.1 Características do método

- Quais são os conceitos úteis para compor esse método?

A4.2 Potencial do método proposto

- Qual é o potencial do método para explicitar a realidade operacional estabelecida nos ambientes de projeto de produtos industriais mais complexos?
- Qual é o potencial do método para corrigir, integrar e otimizar a etapa de projeto do produto?
- Qual é o potencial do método para dar suporte às implantações de recursos tecnológicos que visam apoiar a etapa de projeto e que, conseqüentemente, contribuem com a melhoria do desempenho do desenvolvimento de produtos?

É importante salientar que ainda não se tem conhecimento de trabalhos que discutam sobre a utilização do método “Análise Ergonômica do Trabalho” para analisar processos desencadeados por engenheiros ao projetarem um produto industrial complexo, sendo, portanto, uma discussão inovadora.

Apesar da existência de algumas abordagens, utilizadas para analisar esse tipo de processo, elas não apresentam um perfil direcionado ao esclarecimento da “dinâmica operacional” que se estabelece através da prática do trabalho.

Além disso, há pouco esclarecimento quanto ao modo de se conduzir um trabalho de investigação e análise de processo. Verifica-se apenas a explanação das etapas e fases a serem desenvolvidas em trabalhos dessa natureza, o que tende a dificultar a utilização da abordagem por terceiros.

Entretanto, considerando as pressões do mercado, existe uma grande carência, por parte das indústrias, em entender, corrigir, otimizar e melhorar a etapa de projeto do produto, demandando, portanto, meios que contribuam nesse sentido.

1.5 Estrutura do trabalho

Esse trabalho apresenta, no seu **capítulo 2**, uma **revisão bibliográfica sobre as características dos processos de projeto de produtos complexos**, analisando as suas particularidades e as variabilidades que interferem no trabalho dos engenheiros, refletindo no desempenho do desenvolvimento de produtos.

Ainda nesse capítulo, são apresentados os fatores relacionados com a otimização e com a melhoria do desempenho da etapa de projeto.

O **capítulo 3** apresenta uma **revisão bibliográfica sobre as características das abordagens da engenharia tradicional**, utilizadas para melhorar o desempenho do desenvolvimento de produtos, através da compreensão das variáveis que o compõem. São também analisadas algumas das vantagens e falhas encontradas nessas abordagens e são apresentadas algumas sugestões propostas na literatura para melhorá-las.

O **capítulo 4** apresenta as **diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho”** e uma **revisão bibliográfica sobre outras abordagens da ergonomia**, com o objetivo de identificar conceitos que possam ser utilizados na composição de um método para explicitar a realidade operacional dos processos de projeto de produtos industriais complexos, que considere as variabilidades e limitações desses processos.

O **capítulo 5** é apresentado em duas partes. Primeiramente, **apresenta a metodologia** que serve de **base para o método proposto nesta tese**. A metodologia se fundamenta nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho” e é implementada com as várias contribuições metodológicas descritas no capítulo 4 e com alguns métodos e iniciativas da engenharia clássica, descritos no capítulo 3.

A segunda parte **apresenta um método estruturado**, criado para apoiar os analistas que desejam estudar o processo desencadeado pelos engenheiros, quando estes projetam produtos industriais complexos, visando compreender, principalmente, o fluxo de comunicação e a integração que se estabelecem nesse tipo de ambiente.

O **capítulo 6** apresenta **dois estudos realizados em campo industrial**, nos quais o método proposto é utilizado como apoio aos trabalhos de melhoria.

A aplicação prática do método, realizada com o objetivo de testá-lo e validá-lo em campo, desenvolve-se em duas empresas industriais desenvolvedoras de produtos complexos: um dos trabalhos foi realizado em uma empresa brasileira de grande porte e o outro, em uma empresa inglesa de médio porte.

O **capítulo 7** apresenta as principais características conceituais do método e, posteriormente, apresenta a **análise dos resultados obtidos com a aplicação do método proposto em campo industrial**.

Algumas observações resultantes da aplicação do método em campo são apresentadas, abordando, principalmente, as repercussões da sua estratégia de ação nos resultados dos trabalhos de análise e junto aos grupos estudados. Este capítulo também descreve o potencial do método para melhorar um processo de projeto de produtos complexos e as suas limitações em campo.

Para essa análise, foram considerados todos os dados apresentados até então, referentes às hipótese da pesquisa, às características e particularidades dos projetos de produtos industriais mais complexos, às abordagens da engenharia tradicional e da ergonomia e aos resultados obtidos com a aplicação do método proposto em campo industrial.

Finalmente, no **capítulo 8**, **conclusões** sobre os resultados são apresentadas, incluindo também, **sugestões para a continuidade de trabalhos**, baseadas no conteúdo desta pesquisa.

CAPÍTULO 2

PROCESSOS DE PROJETO

DE

PRODUTOS COMPLEXOS

2 PROCESSOS DE PROJETO DE PRODUTOS COMPLEXOS

Esse capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre as características dos processos de projeto de produtos complexos, analisando as suas particularidades e as variabilidades que interferem no trabalho dos engenheiros, refletindo no desempenho do desenvolvimento de produtos.

Ainda nesse capítulo, são apresentados os fatores relacionados com a otimização e com a melhoria do desempenho da etapa de projeto.

2.1 Introdução

Segundo Clark e Fujimoto (1990), nas últimas duas décadas houve pelo menos três frentes que fizeram com que o desenvolvimento de produtos se colocasse em um elevado grau de importância: a intensa competição internacional, o rápido avanço tecnológico e a sofisticação na demanda dos consumidores.

Esses autores citam que as empresas que desenvolvem produtos de sucesso de forma consistente, ou seja, produtos com integridade, normalmente são coerentes e integradas.

Essa coerência se diferencia, não somente pelo nível estrutural e estratégico da empresa, mas também e, principalmente, pelo nível do trabalho conduzido no dia-a-dia da empresa e pelo nível de entendimento individual.

A integridade do produto, por sua vez, envolve dimensões externas e internas. A integridade externa se refere à consistência entre o desempenho do produto e as expectativas do consumidor. Em mercados turbulentos e dinâmicos, a integridade externa é crítica para a competitividade dos novos produtos. Nesse caso, as empresas precisam antecipar o que os consumidores esperam do produto, integrando as expectativas do consumidor com o trabalho de desenvolvimento.

A integridade interna se refere à consistência entre a função do produto e a sua estrutura. Organizacionalmente, a integridade interna é alcançada através da coordenação interfuncional da empresa e dos seus fornecedores.

Esforços para alcançar a integridade interna, através desse tipo de coordenação, têm se tornado uma prática comum entre os desenvolvedores de

produtos nos últimos anos. Entretanto, será visto neste capítulo que essa integridade não é algo simples de se obter, principalmente, quando se fala em produtos com alto nível de complexidade (Clark e Fujimoto, 1990).

2.2 Produto complexo

Juran e Gryna (1991) definem “produto” como “qualquer resultado de um processo”, relacionando assim, o produto a ser concebido com o seu processo de desenvolvimento.

Em relação ao adjetivo “complexo”, existem muitas conceituações sobre o termo, que variam em função do seu nível de abrangência, podendo ser referente a um objeto, a uma interface produto-usuário, a uma tarefa ou a uma situação de trabalho. Nessa revisão bibliográfica, começaremos nos referindo a um objeto e, posteriormente, discutiremos sobre a definição de complexo para as outras dimensões.

2.2.1 Objeto complexo

No dicionário Michaelis (1998), o termo “complexo” está definido como “um conjunto que abrange ou encerra muitos elementos que estabelecem relações entre si”.

Cilliers (1998) discute o termo “complexo”, explicando a diferença entre este conceito e outros como o “simples” e o “complicado”.

A definição para o termo “complicado”, obtida através do dicionário Michaelis (1998), está associada com a dificuldade de entendimento, conceituando o adjetivo como “um composto de grande número de peças de difícil entendimento”. Ou seja, o adjetivo está relacionado com “algo confuso, intrincado e difícil de entender”.

Segundo Cilliers (1998), é importante distinguir complexo de complicado e complexo de simples. Para o autor, o conceito de “complicado” não está associado apenas ao fenômeno em si, mas sim, à relação entre o fenômeno e o observador. Já o termo “simples” pode ser referente tanto ao “oposto de complexo”, como pode estar

associado à “relação entre o fenômeno e o observador”, significando algo fácil de entender. Um objeto, por exemplo, pode parecer tanto simples como complicado e, após uma análise mais aprofundada, pode ser constatada a presença de um objeto simples ou complexo.

O autor cita o exemplo de uma folha de papel. Quando ela é observada de longe ela pode parecer algo simples. Quando observada em um microscópio, pode-se constatar, porém, um alto nível de complexidade, verificada através de suas fibras. Por outro lado, algo aparentemente complicado, após uma análise detalhada, pode ser extremamente simples ou complexo. Portanto, como afirma Cilliers (1998), "o simples e o complexo frequentemente mascaram-se entre si".

Entretanto, segundo o autor, para que algo seja considerado “complexo”, além da definição previamente citada, o objeto deve apresentar alguma integração e interação com o ambiente, ou seja, deve ser um sistema aberto. Assim, o objeto não opera em condições de equilíbrio, pois existe sobre ele um constante fluxo de energia para manter a sua organização e para garantir a sua sobrevivência.

Nesse tipo de sistema, em vez de interações lineares, em que as pequenas causas geram pequenas conseqüências e as grandes causas geram grandes conseqüências, depara-se com interações não lineares. Ou seja, essas interações se caracterizam pelo fato de não ser possível prever o resultado de um fenômeno apenas tendo como base a causa a qual foi submetido. Afinal, essa causa desencadeia interações comunicacionais por meio de encadeamentos, multiplicidades, singularidades, incertezas e desordem (Cilliers, 1998).

Baseado nesse conceito, não se pode dizer que um produto composto por muitos componentes que se interfaceiam seja um produto complexo. Afinal, para ser definido como tal, um produto precisa ser um sistema aberto e não um sistema fechado.

Objetivando esclarecer os conceitos de “sistema aberto” e “sistema fechado”, serão adotados os conceitos atribuídos por *Morin*.

Considera-se um sistema fechado aquele que não dispõe de fonte energética ou material exterior a ele mesmo. Portanto, um sistema desse tipo se encontra em estado de equilíbrio. Já um sistema aberto realiza trocas com o ambiente, sejam essas trocas de origem material, energética, organizacional ou

informacional (Morin, 1990).

Analisando os produtos sob esse ponto de vista, considerando, também, o seu objetivo funcional, pode-se afirmar que uma mesa, dada a sua funcionalidade junto ao usuário, é considerada um sistema fechado, não sendo considerada, portanto, um produto complexo. Por outro lado, apesar de uma vela necessitar de energia térmica para cumprir a sua função, caracterizando-se então como um sistema aberto, não possui vários componentes que interagem dinamicamente entre si.

Sendo assim, pode-se afirmar que os produtos que demandam algum tipo de energia externa para cumprir o seu objetivo funcional e que envolvem muitos componentes que interagem entre si são considerados “produtos complexos”.

Ou seja, serão aqui considerados como “produto complexo” aqueles do tipo eletromecânico, os quais contemplam vários elementos e dispositivos mecânicos, cujo funcionamento ocorre através de comandos elétricos, que acionam a transformação de algum tipo de energia externa (Michaelis, 1998).

Esse tipo de produto, em condições normais de uso, apresenta interações não lineares entre os seus componentes, desencadeando efeitos que podem ser resultantes de muitas causas diferentes. Cilliers (1998) cita, como exemplos, um tocador de CD, um vídeo câmara, um avião, um carro e outros produtos dessa natureza.

Apesar da conceituação do termo “complexo” para um “objeto” isolado, veremos que existe uma conceituação mais abrangente quando se analisa a “interface objeto-usuário” ou mesmo, um “ambiente de trabalho”.

2.2.2 Interface objeto-usuário

Referindo-se aos produtos e equipamentos, Meister (1999) define complexidade discutindo a interface homem-máquina. Para o autor, a complexidade de um sistema é determinada pelo número de subsistemas dos equipamentos, a maneira pela qual estes subsistemas interagem e o que é exigido do usuário do sistema. Com exceção deste último, a infra-estrutura da complexidade do sistema-produto é essencialmente invisível para o ser humano. O que é aparente para o ser humano e define a complexidade, nesse caso, é a quantidade e o tipo de informação

colocada à disposição do usuário.

Portanto, segundo essa conceituação, independentemente do nível de complexidade interna do objeto-produto, ele pode se apresentar “simples ou complexo” para o usuário, contendo comandos e dispositivos que permitam um acionamento e um funcionamento mais ou menos administráveis pelo usuário.

Analisando, agora, o desenvolvimento do produto e não o produto em si, deparamo-nos com o “trabalho de projetar esse produto”. Esse tipo de análise é importante para que possa ser verificada a existência de algum tipo de relação entre a “complexidade de um produto” e a “complexidade do seu processo de projeto”. Para isso, é preciso, porém, que seja definido em que consiste um “processo de projeto”.

2.3 Processo de projeto

Existem diferentes níveis de abrangência quando se aborda o termo “projeto do produto”, porém, independentemente da definição atribuída pela literatura técnica, existem alguns pontos comuns entre as abordagens, como o reconhecimento de uma necessidade, a composição de várias tarefas consecutivas, a iteratividade do processo e o fato de não se ter apenas uma única alternativa.

Ferreira (1993), por exemplo, aborda o termo “projeto do produto” como sendo o desenvolvimento de qualquer item ou combinação de itens, desde a sua concepção até o final da linha de produção. Esse produto tanto poderia se referir a uma peça única, como a um conjunto de componentes como um carro ou um avião.

Entretanto, o processo de projeto do produto, ao qual essa tese se refere, baseia-se nas definições fornecidas por Slack et al. (1995) e Clark e Fujimoto (1991), as quais são mais restritas do que a anteriormente citada.

Slack et al. (1995) definem “projeto do produto” como um conjunto de tarefas executadas pelos projetistas, nas quais eles visam atender às necessidades e expectativas do consumidor, segundo a interpretação do grupo que capta informações do mercado. Os projetistas especificam o produto para que essas informações sejam, posteriormente, utilizadas para as operações que criam e entregam o produto para o consumidor.

Seguindo essa mesma linha, Clark e Fujimoto (1991) apresentam um

modelo simplificado, composto por uma seqüência de tarefas necessárias para fabricar e montar produtos. O modelo se divide em quatro grandes fases de desenvolvimento: a **fase conceitual**, o **planejamento do produto**, a **engenharia do produto** e a **engenharia de processo**.

Sendo o foco desse estudo, apenas o início do processo de desenvolvimento, apenas as três primeiras fases serão detalhadas, denominadas nessa tese por **etapa de projeto do produto**.

Na primeira fase dessa etapa, chamada de **fase conceitual**, informações sobre a demanda do mercado, juntamente com as possibilidades técnicas da empresa e outras condições são analisadas e traduzidas no conceito do produto. A concepção básica do produto é, na maioria das vezes, verbalizada, utilizando-se alguns recursos visuais de apoio. Ela fornece especificações técnicas preliminares que visam atender às expectativas dos clientes.

Na fase de **planejamento do produto**, os conceitos do produto são traduzidos em detalhes específicos para o projeto, incluindo mais especificações, custos, metas de investimentos e escolhas técnicas. O problema central nessa fase é conciliar os objetivos da empresa com os requerimentos do produto. Essa fase apresenta a primeira oportunidade de interpretar o produto fisicamente, através de protótipos ou modelos virtuais.

A fase de **engenharia do produto** traduz as informações provenientes da fase de planejamento, em projetos detalhados do produto. O problema dessa fase é transformar o produto conceitual em partes e componentes reais, satisfazendo em paralelo, os requerimentos dos negócios da empresa (como custo e valor de investimento). O produto pré-concebido é dividido em componentes, os quais originam projetos detalhados e vários desenhos. Com esses desenhos, em alguns casos, os componentes e subconjuntos são convertidos em protótipos, fabricados em materiais semelhantes ao previsto. Os subconjuntos são então montados, constituindo a primeira representação física do projeto do produto. Após testar os protótipos, tanto de alguns componentes, como de subconjuntos ou do produto completo, variando de acordo com a necessidade, verifica-se se o projeto está de acordo com os objetivos iniciais e as definições conceituais. Como auxílio para os desenhos e protótipos, recursos computacionais podem ser utilizados, como os sistemas CAD (*Computer*

Aided Design), para modelar componentes e produtos, e os sistemas CAE (*Computer Aided Engineering*), para simular os modelos previamente elaborados nos sistemas CAD, por exemplo.

Os desenhos de engenharia podem sofrer alterações de acordo com o resultado dos testes dos protótipos ou das simulações virtuais. Esse ciclo de projeto, protótipo e teste só termina quando o projeto detalhado do produto for oficialmente aprovado, mostrando estar de acordo com as expectativas da empresa.

Após essa fase, encerram-se as atividades relacionadas diretamente com a **etapa de projeto do produto**. A fase seguinte é relativa à **engenharia de processo**, na qual os projetos detalhados do produto são traduzidos em planos de fabricação. As informações dessa fase incluem definições e dados necessários para a fabricação do produto.

Apesar dessa fase não incluir tarefas relacionadas com o “projeto do produto”, foco dessa tese, é comum acontecerem mudanças de projeto ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento. Nesses casos, o projeto retorna às suas fases iniciais, demandando alterações, o que implica perda de trabalhos previamente realizados, baseados em parâmetros anteriores. Esse é um dos fenômenos que se caracteriza como “retrabalho” ou “modificações de projeto”, muito comuns no desenvolvimento de produtos (Barkan, 1992).

Como foi visto, essa explanação se baseou na descrição dos objetivos e metas a serem atingidos em cada fase da etapa de projeto, necessários para a fabricação do produto conforme as exigências do seu futuro usuário. Para que seja verificado o nível de relação existente entre a “complexidade do produto” e a “complexidade do processo de projetar” é necessário, porém, analisar o trabalho do engenheiro, realizado durante o desenvolvimento dessa etapa.

2.4 A complexidade do trabalho do engenheiro de projeto

Buscando a definição do “trabalho do engenheiro como projetista de produtos”, constata-se que o mesmo tem como função aplicar conhecimentos científicos à criação e aperfeiçoamento de estruturas, máquinas e equipamentos, visando atender às necessidades humanas. Denomina-se por “especialista em

projetos” àqueles capazes de desenvolver projetos, planos, desenhos, croquis, máquinas, aparelhos e outros produtos (Michaelis, 1998).

Segundo Gurgel (1997), algumas das tarefas que podem estar envolvidas no trabalho de projetar produtos são:

- Definição de exigências mercadológicas (normas de segurança e outras);
- Desenho de conjunto, com esclarecimento dos detalhes significativos;
- Estudo inicial da embalagem do produto;
- Seleção preliminar de todas as matérias-primas;
- Análise da matéria-prima;
- Desenhos e especificações técnicas dos materiais das embalagens;
- Detalhamento e desenho técnico de todas as peças e componentes;
- Definição das normas de ensaio de recebimento da matéria-prima e componentes externos;
- Análise dos componentes;
- Análise dos pontos críticos (sujeitos a fortes solicitações);
- Análise dos processos de fabricação instáveis;
- Análise do relacionamento produto-usuário e outras.

No projeto do produto, deve-se prever, também, os movimentos de controle e comandos que se ajustem aos hábitos e atos reflexos dos usuários. A isto chama-se de “sentido esperado”. Quando o cliente encomenda um produto, não é responsabilidade dele passar esse tipo de informação, pois também faz parte da função da engenharia esse tipo de análise. Ou seja, é responsabilidade do engenheiro projetar a interface homem-máquina descrita por Meister (1999).

Analisando o trabalho do engenheiro, constata-se que ele atua como um desenvolvedor, tanto do sistema interno do produto, como da interface produto-usuário. Para isso, o engenheiro trabalha individualmente e/ou em grupo, trocando e criando informações, com o objetivo de conceber um produto que, no caso de ser complexo, envolve várias frentes do conhecimento.

Esse tipo de desenvolvimento apresenta muitas variáveis durante o seu ciclo, além das aleatoriedades e imprevistos, sempre presentes nesse ambiente de

trabalho.

De acordo com Morin (1990), o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações e imprevistos, que constituem o mundo dos fenômenos, faz parte do que ele define por “complexidade”.

Segundo o autor, a complexidade está presente nas diversas dimensões que constituem os fenômenos e objetos, enfim, a realidade; não só nas dimensões passíveis de formalização e quantificação, mas também, naquelas que comportam a incerteza, a aleatoriedade e a contradição. Portanto, pode-se dizer que a complexidade é parte integrante dessa situação de trabalho.

Isso poderá ser constatado no próximo item, que apresenta outros fatores que compõem um processo de projeto e que o tornam, muitas vezes, vulnerável às incertezas.

2.4.1 As variáveis dos processos de projeto e as suas repercussões

Segundo Juran e Gryna (1991), o nível de complexidade do produto tem influência direta na estruturação organizacional e tecnológica do processo de desenvolvimento deste produto.

A dimensão organizacional é definida pelos autores como o número de níveis hierárquicos, o número de unidades organizacionais, o nível de divisão de tarefas, o número de especialidades e outros.

A dimensão tecnológica envolve o número e a diversidade de especialidades e tarefas envolvidas no processo, suas entradas e saídas, o nível de dependência entre as tarefas, o desenvolvimento individual e em equipe, as tecnologias utilizadas e outros fatores dessa natureza.

Segundo os autores, tanto a dimensão organizacional como a tecnológica são fatores que podem ser quantificados, analisados e controlados em um processo de desenvolvimento. Existem, porém, fatores intrínsecos ao desenvolvimento de produtos que são menos passíveis de controle. Alguns desses fatores estão relacionados com:

- As parcerias no desenvolvimento;

- As incertezas inerentes ao início do desenvolvimento;
- A constrição dos prazos de entrega;
- As diversas situações que desencadeiam imprevistos nos ambientes de engenharia.

O estabelecimento de parcerias no desenvolvimento de produtos tem como motivos principais, a viabilidade técnica e econômica. Estabelecer uma parceria com outra empresa significa; admitir a participação de pessoas externas no processo de desenvolvimento interno da empresa, deparar-se com outras metodologias de trabalho, além de outras diferenças que se constata, principalmente, em casos de parcerias internacionais.

Nesse tipo de parceria, enquanto alguns engenheiros se encontram co-localizados com o grupo de desenvolvimento da empresa responsável pelo produto em questão, outros podem se encontrar geograficamente dispersos. Esse fato, somado a diferenças como cultura, língua e outros fatores relacionados com a origem do parceiro, tendem a conferir um acréscimo no número de aleatoriedades e contradições durante o desenvolvimento do produto (Williams, 1999).

Em relação às incertezas inerentes à etapa de “projeto do produto”, elas também são parcialmente responsáveis pelas aleatoriedades e contradições, presentes no desenvolvimento de produtos.

Jones e Deckro (1993) explicam esse fenômeno em função da instabilidade das suposições sobre as quais as tarefas de projeto são baseadas, considerando o nível de incerteza contido nos produtos em desenvolvimento.

Um projeto, por definição, tem muitos objetivos, sendo muitos deles, conflitantes entre si. Isso acaba repercutindo nas tarefas desenvolvidas para atingir os objetivos preestabelecidos na etapa de projeto, demandando constantes avaliações por parte dos engenheiros, para que se consiga um balanço adequado entre as diversas tarefas envolvidas.

Além disso, os projetos têm uma multiplicidade de condições de contorno que nem sempre são óbvias: o cliente, o gerente de projeto, o time de projeto, os fornecedores de peças e componentes e outros fatores que tendem a alterar a rotina dos projetos em desenvolvimento.

Ferreira (1993), através de uma investigação sobre os motivos que normalmente levam um produto ao fracasso, cita que há evidências crescentes de que muitos produtos ainda têm problemas de adequação, resultantes da “etapa de projeto”. Isso pode ser verificado através dos resultados obtidos em alguns dos estudos realizados por Juran e Gryna (1992), dentre os quais estão:

- A análise de 850 falhas de campo de equipamentos eletrônicos, constatando-se que 43% delas foram resultantes do projeto técnico;
- Um estudo realizado em sete programas espaciais levantou que 35% das falhas dos componentes utilizados foram resultantes de erros relativos às suas especificações ou relativos ao projeto;
- Uma análise realizada em uma empresa de produtos eletrônicos verificou que 80% das modificações de engenharia resultaram de deficiências na etapa de projeto.

De acordo com Barkan (1992), as modificações de engenharia, em excesso, são consideradas um problema de primeira ordem no desenvolvimento de produtos industriais e poderiam ser utilizadas como um item de controle para medir a eficácia dos processos de projeto.

Afinal, os reprojeto e retrabalhos tardios geram impactos diretos sobre o custo e o tempo de desenvolvimento e impactos indiretos sobre a qualidade dos produtos.

Wheelright e Clark (1992) mostram que uma grande parcela dos custos de manufatura, por exemplo, vem de reprojeto ou modificações de projeto.

Segundo Savoie et al. (1990), o custo da manufatura é comprometido durante o projeto porque suas definições tendem a afetar a produção do ferramental utilizado na produção, responsável pela maior parte do desembolso efetuado.

De acordo com Back e Ogliari (2000), as decisões tomadas nas fases iniciais do projeto do produto não só têm um efeito significativo nos custos de produção como também na própria manufaturabilidade dos produtos. Portanto, decisões não acertadas durante o projeto podem comprometer, em maior ou menor grau, não somente o custo e o tempo de desenvolvimento mas também a integridade

do produto nas demais fases do seu ciclo de vida.

Exemplos desse tipo podem ser vistos em Muniz (1995), que cita problemas como sendo uma interpretação errada que se prolifera para as etapas seguintes, transmissões ineficientes de informações e recomendações incompatíveis com outras etapas do processo, como a definição de uma tolerância dimensional ou outra especificação para a fabricação que está fora do alcance da capacidade de manufatura.

Visando quantificar a relação existente entre o projeto e o custo final de seus produtos, um estudo foi realizado na *Ford Motor Company*, através do qual foi constatado que, embora o custo da matéria-prima, necessária na construção do produto, fosse dez vezes maior do que o custo de projeto, o material acabava afetando somente 20% do custo total de seus automóveis. O projeto e suas definições refletiam em aproximadamente 70% do custo final de seus veículos (Savoie et al., 1990).

Segundo Rozenfeld (1996), isso se deve ao fato de que, apesar das incertezas típicas dessa etapa, é nesse momento em que se seleciona a maior quantidade de soluções construtivas para o produto. Considerando que a cada mudança ao longo do desenvolvimento, um número maior de decisões já tomadas acaba sendo invalidado, os custos das modificações de projeto tendem a aumentar de forma considerável e progressivamente. Portanto, as decisões tomadas na etapa de projeto podem ser responsáveis por até 85% do custo final de um produto.

Essa relação pode ser vista na Figura 2 abaixo, onde Hartley (1998) mostra como os custos das mudanças vão aumentando consideravelmente ao longo do processo de desenvolvimento.

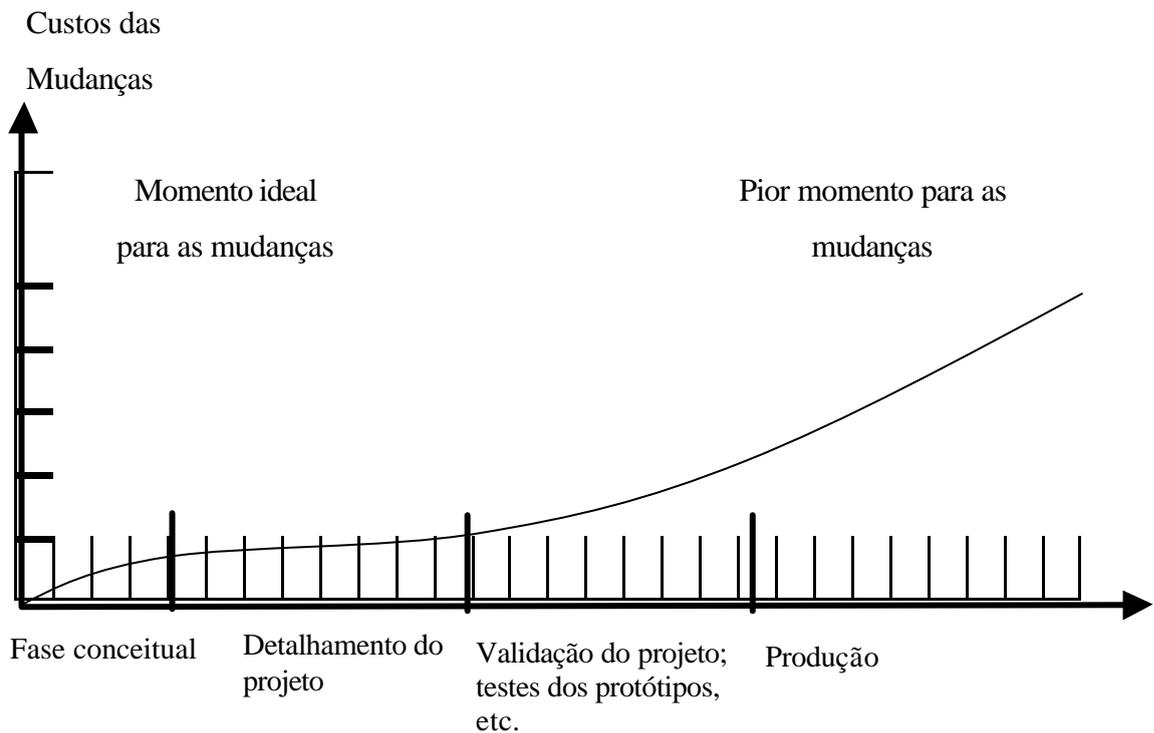


Figura 2: Relação entre os retrabalhos e o custo dessas mudanças, de acordo com a fase de desenvolvimento do produto (Hartley, 1998)

Devido a esses fatores, segundo Wheelright e Clark (1992), se os investimentos na etapa de projeto fossem duplicados de 7% para 15% do custo total, por exemplo, os custos de manufatura poderiam ser reduzidos em até 60%. Além disso, se o tempo de projeto fosse duplicado, visando obter projetos mais bem elaborados, reduzindo assim, o número de retrabalhos, o tempo de lançamento de um produto no mercado poderia ser reduzido em até 40%.

Em relação aos reflexos dos retrabalhos na qualidade dos produtos, segundo Facin (1998), considerando que o tempo de entrega é uma das variáveis mais importantes a ser mantida pela empresa e que os retrabalhos acabam absorvendo parte do tempo de outras tarefas no desenvolvimento, essas tarefas acabam sofrendo pressões relacionadas ao prazo, podendo resultar em perdas de qualidade.

Afinal, segundo a empresa de consultoria *McKinsey and Company*, o atraso na colocação de um produto no mercado é a maior causa de redução dos lucros de uma empresa (Savoie et al., 1990). Portanto, durante o desenvolvimento de um produto, busca-se, normalmente, a manutenção do prazo previsto inicialmente.

Considerando as variáveis previamente descritas e os inúmeros imprevistos que podem ocorrer durante o desenvolvimento de um produto, muitos engenheiros têm buscado mecanismos de apoio para ganhar tempo, qualidade, entre outros fatores que conduzam a um produto de sucesso. Em geral, são recursos que minimizam as barreiras referentes ao tamanho e à especialização das equipes de desenvolvimento e que promovem mais agilidade às tarefas relacionadas ao projeto do produto.

Sendo assim, o próximo item apresenta alguns dos fatores relevantes para a obtenção de produtos de sucesso e alguns dos mecanismos utilizados pelos engenheiros para atingir esse objetivo.

2.4.1.1 Mecanismos de apoio à etapa de projeto

Segundo Clark e Fujimoto (1990), muitos esforços têm sido dirigidos para organizar efetivamente a etapa de projeto, buscando solucionar dois problemas básicos:

1. Projetar, construir e testar as partes e os subsistemas dos produtos, de maneira que cada elemento alcance elevado nível de desempenho;
2. Conseguir desenvolver produtos com integridade, ou seja, produtos de sucesso.

Quando se analisa o primeiro problema, constata-se que, para se obter um bom desempenho dos produtos segundo as exigências atuais, faz-se necessário um elevado nível de especialização individual e da própria organização.

Esse fato, entretanto, acaba desencadeando barreiras de comunicação e coordenação, que prejudicam o desenvolvimento de produtos de sucesso que, segundo Clark e Fujimoto (1990), só são alcançados quando a empresa apresenta certo nível de consistência entre a sua “estrutura formal” e a sua “organização informal”, baseada no “trabalho real” conduzido durante o desenvolvimento.

Hartley (1998) também defende esse tipo de consistência, acrescentando que a integração das tarefas e sistemas é um dos principais fatores para se desenvolver produtos bem sucedidos, buscando níveis mínimos necessários de

produtividade. A integração seria seguida pela qualidade e flexibilidade dos sistemas de produção da empresa.

A qualidade é avaliada segundo o grau de satisfação do cliente que adquire o produto e a flexibilidade é avaliada pelo perfil de produtos oferecidos ao mercado, como contrapartida a uma demanda variável. A integração é conceituada pelo autor como “as relações existentes entre os diversos funcionários e departamentos de uma empresa”.

Na realidade, existem na literatura muitas definições para o termo “integração”. Essas definições se referem, basicamente, ao envolvimento interfuncional e à colaboração coletiva. Entre as definições encontram-se:

- Fluxo de informação/comunicação recíproca;
- Informações disponíveis o mais cedo possível para evitar retrabalhos e perda de tempo;
- Interações através de ações formalizadas;
- Colaboração/cooperação (Paashuis e Boer, 1997).

A integração, do ponto de vista da cooperação interfuncional, consiste em várias pessoas com diferentes habilidades, porém, complementares, trabalharem juntas. Alguns dos mecanismos que auxiliam a promover a cooperação entre os agentes são: a visão comum do processo de desenvolvimento, o entendimento mútuo, o compartilhamento adequado dos recursos, a definição clara dos objetivos coletivos, entre outros fatores.

Para analisar a **integração do ponto de vista da comunicação interfuncional,** parte-se do pressuposto que a etapa de projeto do produto é composta por uma seqüência de tarefas processadoras de informação. Portanto, a eficiência da comunicação interfuncional, da troca de informações entre os projetistas e entre os setores interligados é um fator essencial para que a integração se estabeleça durante o desenvolvimento do produto.

A comunicação, nesse caso, é definida como a transmissão de informações de uma pessoa, que exerce determinada função na empresa, para outra e assim por diante. Essas informações envolvem conhecimento, experiência, idéias,

conceitos, dados, resultados, análises e planos.

Harrington, Esseling e Nimwegen (1997) citam alguns sintomas que podem ser detectados nos processos de desenvolvimento de produtos e que têm relação direta com a falta de integração entre os funcionários. Dentre eles estão:

- O acúmulo de procedimentos e de operações de processamento de dados;
- A existência de semelhantes documentos realizados em diferentes setores da empresa;
- O recebimento de informações em excesso, por parte de alguns funcionários;
- O não recebimento de informações por parte de alguns funcionários;
- A verificação de informações acumuladas, mesmo após não serem mais úteis para o trabalho desenvolvido no presente período;
- O excesso de interações ou falta de interações durante o trabalho.

Clark e Wheelwright (1993) citam algumas conseqüências que os problemas acima citados podem acabar desencadeando no processo de desenvolvimento, afetando-o negativamente. Entre elas estão:

1. Muitas alterações, mudanças e reprojets tardios;
2. Prazos apertados nas fases finais, por atrasos no início do desenvolvimento;
3. Protótipos pouco representativos e com problemas;
4. Perda de diretriz “produto e mercado”.

Considerando que os retrabalhos são um dos maiores responsáveis por afetar os fatores relevantes para a competitividade da empresa, referentes ao tempo de entrega do produto, custo e qualidade, pode-se afirmar que o fator “integração” está fortemente associado ao sucesso da empresa.

Gomes (2001) mostra essa relação em sua tese de doutorado, através de uma investigação junto a 47 empresas industriais, selecionadas como representativas na sua área de atuação. Nessa tese, o autor conclui que a integração funcional está fortemente relacionada com o tempo e o custo do desenvolvimento dos produtos e indiretamente relacionada com a qualidade do produto final desenvolvido.

Apesar da qualidade estar indiretamente relacionada com a integração, alguns autores citam que aproximadamente 40% de todos os problemas relacionados com a qualidade do produto costumam estar associados a projetos deficientes, com causas relacionadas à integração no desenvolvimento (Romano, Back e Oliveira, 2001).

Entretanto, apesar da integração ser um fator-chave para a obtenção de produtos de sucesso, ela não é um fenômeno que acontece naturalmente. Pelo contrário, existem inúmeras barreiras que tendem a prejudicar a integração nas empresas.

Clark e Fujimoto (1991) citam pelo menos três particularidades críticas para que a integração se estabeleça nos processos de desenvolvimento de produtos. São elas:

1. **A organização:** times menores, com menor nível hierárquico e poucos membros tendem a ser mais integrados do que os grupos existentes em organizações de grande porte;
2. **O tamanho e a especialização dos times:** um número menor de pessoas apresenta menos problemas, apesar do tamanho estar relacionado com o número de tarefas a ser executado;
3. **A sobreposição:** homogeneização das habilidades, conceitos, linguagens, métodos, atitudes e outros.

Considerando os itens acima citados, Prasad (1998) afirma que esses aspectos se tornam mais críticos para os desenvolvedores de produtos complexos, já que a necessidade de comunicação, cooperação e interação entre os grupos é ainda maior.

Visando minimizar as barreiras previamente citadas e com o objetivo de desenvolver produtos de sucesso, os engenheiros começam a buscar mecanismos que contribuam com o estabelecimento da integração.

Segundo Paashuis e Boer (1997), existem quatro diferentes níveis de mecanismos de integração que visam facilitar a colaboração e a comunicação, facilitando também, o desenvolvimento das tarefas. Os quatro níveis referem-se aos:

1. **Mecanismos estratégicos.** Parte-se do princípio de que seria impossível determinar a configuração das tarefas, das tecnologias e da organização sem entender os objetivos e as diretrizes da empresa. Portanto, segundo Verzuh (2000), é preciso que haja a definição e o acordo quanto:
 - Às metas e responsabilidades;
 - Ao gerenciamento das expectativas;
 - À coordenação das tarefas;
2. **Mecanismos organizacionais.** São arranjos organizacionais que variam desde os mais formais, até os mais informais, dos mais funcionais até os mais interfuncionais. Entre eles estariam as estruturas funcionais ou matriciais, a co-localização do grupo de projeto, a formalização da integração e outros formalismos;
3. **Mecanismos tecnológicos.** São relativos ao conhecimento, à experiência, ao método, às ferramentas, às máquinas e aos equipamentos que as empresas utilizam para realizar as suas tarefas. Os autores separam o nível tecnológico em três categorias; *software, hardware e humanware*;
4. **Mecanismo de processo.** Relaciona-se como um dos mais importantes mecanismos de integração. Entretanto, as iniciativas de integração têm sido direcionadas mais para algumas tarefas individuais ou funções, do que para o processo, visando a integração de todas as tarefas. Segundo os autores, apesar da sua importância, esse é o mecanismo de melhoria menos investigado.

Dos mecanismos acima citados, segundo Clark e Fujimoto (1991) e Nihtila (1999), os sistemas tecnológicos ainda continuam sendo os mais procurados para facilitar a comunicação e suportar o desenvolvimento de produtos. Isso vem ocorrendo antes mesmo de se buscar conhecer as particularidades operacionais do processo de desenvolvimento.

Le Moigne (1994) denomina essa busca por “princípio da menos ação” ou do "melhor caminho", que é a busca da "otimização das funções de potencial", reduzindo a exploração das possibilidades e interditando as possíveis soluções para os verdadeiros problemas.

De acordo com Pomian, Pradère e Gaillard (1997), esse princípio privilegia a eficiência das soluções tecnológicas propostas pelo mercado, em detrimento a um estudo prévio das inúmeras possibilidades para um determinado processo, em função das suas “reais necessidades”.

Apesar de esse caminho não se mostrar o mais adequado para a obtenção de produtos de sucesso, considerando que esse tem sido o caminho mais adotado no meio industrial, alguns desses recursos serão apresentados e discutidos no próximo item.

2.4.1.2 Tecnologias utilizadas para suportar as atividades de projeto

Antes de começar a apresentação de algumas das tecnologias utilizadas para apoiar as atividades de projeto, veremos como são classificadas em função do seu nível de abrangência.

Segundo a proposta do NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada) para os recursos tecnológicos utilizados para dar suporte ao desenvolvimento de produtos, ou mais especificamente, à etapa de projetos, eles se classificam em três categorias distintas, referentes; às ferramentas, aos métodos e às metodologias.

As **ferramentas e sistemas** são conhecimentos relacionados com produtos comerciais, que visam auxiliar no desenvolvimento dos produtos. Normalmente, uma ferramenta está associada a um conceito e/ou um método. Portanto, quando uma ferramenta é apresentada, os métodos e conceitos relacionados a ela também acabam sendo discutidos.

Os **métodos** envolvem conhecimentos menos abrangentes e, normalmente, são estruturados em passos ou relacionados com algo específico, visando atingir um determinado objetivo. Muitas vezes, um método se relaciona com uma determinada metodologia, conceito ou filosofia, podendo ser até classificado como tal, como é o caso do DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly* - traduzido por “Projeto para Manufatura e Montagem”), por exemplo.

As **metodologias** envolvem conceitos, considerando uma ampla gama de conhecimentos. Elas servem para criar um embasamento teórico e fornecer diretrizes

para a implantação de métodos, ferramentas, sistemas e outras soluções dessa natureza.

Alguns dos mecanismos tecnológicos freqüentemente citados na literatura, direcionados à melhoria do desempenho do desenvolvimento de produtos e utilizados para suportar as tarefas da etapa de projeto, são:

- As **ferramentas CAD/CAE/CAM** (Projeto, Engenharia e Manufatura Auxiliados por Computador). Suas funções são as de dar suporte à elaboração de desenhos, às simulações de engenharia e às simulações dos processos de fabricação. Exemplos desse tipo de ferramenta são: o *AutoCAD* (ferramenta comercial de CAD), o *MoldFlow* (ferramenta comercial de CAE) e inúmeras outras disponíveis no mercado;
- Os **métodos QFD** (*Quality Function Deployment* - traduzido como “Desdobramento da Função Qualidade”) e o **DFMA**, previamente citado;
 - O QFD é utilizado para converter os requisitos do consumidor em características de qualidade para o produto acabado, através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do consumidor e as características do produto (Ohfujii, Michiteru e Akao, 1997);
 - O DFMA é utilizado como apoio no início da concepção e projeto do produto. Ele contribui para a geração de um projeto dentro da capacidade de manufatura da empresa, visando, também, facilitar a montagem do produto final. Alguns dos itens considerados durante a aplicação desse método são os seguintes: projetar para um número mínimo de partes; desenvolver projetos modulares; projetar componentes multifuncionais; projetar componentes de fácil fabricação; evitar ou reduzir componentes de fixação (parafusos, rebites, pinos); eliminar ajustes e tolerâncias desnecessários; enfatizar a padronização de componentes; reduzir o número de partes de um produto e facilitar a manipulação e a montagem das partes restantes; simplificar a estrutura do produto para reduzir os custos de montagem e outros fatores dessa natureza;
- A **metodologia** de trabalho denominada por **Engenharia Simultânea**, entre outros recursos (Clausing, 1994; Prasad, 1998).

Pode-se dizer que, das tecnologias acima citadas, a Engenharia Simultânea (ES) é a mais abrangente, por envolver conceitos e uma ampla gama de conhecimentos. Além disso, essa metodologia pode ser considerada, além de um mecanismo tecnológico, um mecanismo organizacional e de processo. Afinal, com a sua implantação, obtém-se a integração do processo através de uma nova configuração do trabalho, que estrutura a interligação de diversas tarefas e funções.

De acordo com Junqueira (1994), a inserção da ES no processo altera a configuração do desenvolvimento das tarefas, que deixa de ser sequencial para apresentar um certo grau de paralelismo. Sendo assim, as fases de concepção, desenvolvimento, industrialização e produção são tratadas de forma integrada, através de discussões realizadas por grupos multidisciplinares, resultando em reduções de prazos e custos, melhorando, em paralelo, a qualidade do produto final.

Um levantamento bibliográfico, apresentado em Estorilio (1998), relativo aos conceitos mais enfatizados por aqueles que abordam o tema “Engenharia Simultânea”, mostra algumas ênfases como:

- A utilização de equipes multidisciplinares;
- O desenvolvimento simultâneo;
- O projeto voltado para a manufatura e montagem (podendo ser utilizado o DFMA como método de apoio);
- O compartilhamento das informações (podendo ser utilizados os sistemas integradores disponíveis no mercado);
- A presença de um líder para coordenar o projeto;
- A utilização de ferramentas computacionais de apoio ao desenvolvimento do produto (podendo ser utilizados os sistemas CAD/CAE/CAM);
- As práticas gerenciais;
- Os instrumentos para melhoria da qualidade e a ênfase na satisfação do cliente (podendo ser utilizado o QFD e outros métodos da Qualidade como apoio) (Gordon e Isenhour, 1989; Dierdonck, 1990; Chamberlain, 1991; Cleetus, 1992; Hunt, 1993; Prasad, 1996; Hartley, 1998).

As organizações que adotam a Engenharia Simultânea são consideradas ambientes multi-agentes, em que os múltiplos times (agentes) tendem a interagir mais do que em processos de desenvolvimento convencionais, que não a utilizam. Sendo assim, os vários times interagem em vários momentos do processo, coordenando suas respectivas tarefas e gerenciando suas múltiplas dependências.

Apesar de se considerar a autonomia dos atores nesse tipo de ambiente, existem pelo menos três razões que mostram a necessidade de se ter um coordenador para gerenciar todo o desenvolvimento de um produto. São elas:

1. A necessidade de se encontrar o potencial global do grupo;
2. O fato dos agentes normalmente não terem competência, recursos ou informações suficientes para solucionar um eventual problema por inteiro;
3. A dependência entre as ações dos agentes.

Essas três razões identificam três casos de interação que a coordenação tenta gerenciar. Essas **três interações** podem ser entendidas como as dependências existentes entre as tarefas dos agentes.

A **primeira** indica que as tarefas dos agentes devem ser direcionadas para um alvo comum. A **segunda** cita que cada agente é dependente da competência de outros agentes e, portanto, de suas tarefas e a **terceira** é a própria dependência explícita.

Portanto, para que haja uma coordenação eficaz, em ambientes dessa natureza, além de envolver planejamento, detecção de situações que necessitem de coordenação, distribuição das decisões, comprometimento dos agentes, execução do planejamento e comprometimento dos coordenadores, deve-se também:

- determinar a dependência existente entre as tarefas executadas pelos diferentes agentes;
- definir quais tarefas demandam os mesmos recursos (máquinas, computadores, pessoas, etc.);
- identificar quais são os tipos de dependência existentes entre as tarefas que acessam os mesmos recursos;

- definir quais tarefas só podem ser executadas por um grupo específico de agentes.

Portanto, de acordo com Malone e Crowston (1991), é preciso ter o domínio de pelo menos quatro dimensões consideradas de fundamental importância em um processo de desenvolvimento de produtos, para que seja estabelecida uma adequada integração e uma coordenação eficaz. Os quatro são:

1. **As tarefas**, relativas ao trabalho a ser realizado, que desencadeiam atividades físicas e cognitivas. Elas podem ser representadas por estruturas que se dividem em dois níveis: as de nível objetivo, que descrevem o essencial, e as de nível subjetivo, que descrevem a visão do agente frente a determinadas situações;
2. **Os agentes**, referentes às pessoas capazes de executar tarefas e tomar decisões para executá-las;
3. **Os recursos**, relativos aos objetos do ambiente que incluem informação usada e/ou criada pelos agentes, de acordo com a demanda das tarefas;
4. **As dependências**, definidas como elementos de várias naturezas e que apresentam algum tipo de relacionamento (Lizotte e Chaib-draa, 1997).

Segundo Prasad (1996), existem quatro tipos de **relação de dependência** que podem se estabelecer entre as tarefas, denominadas por:

1. **Tarefas independentes**: aquelas em que uma não depende da outra;
2. **Tarefas semi-independentes**: aquelas parcialmente transferidas para terceiros;
3. **Tarefas dependentes**: aquelas que para se iniciar uma, deve-se concluir a anterior. Normalmente demanda transmissão de informações;
4. **Tarefas interdependentes**: aquelas em que uma depende da outra, simultaneamente. Nesse caso, também existe a demanda por transmissão de informações.

Em relação às tarefas **dependentes**, elas podem ser do tipo implícita, quando são de mesma natureza, ou explícita, quando são de naturezas diferentes. Elas também podem ser classificadas como rígidas ou maleáveis. As rígidas indicam

que um componente só pode acontecer após a conclusão do dependente, enquanto as maleáveis, não necessariamente.

A **interdependência**, normalmente, só existe entre elementos de mesma natureza como agente com agente, recurso com recurso e tarefa com tarefa.

Com o objetivo de esclarecer o termo **interdependência**, Williams (1999) aborda a classificação de Thompson (1967) para os tipos de interdependência mais usuais no desenvolvimento de produtos. São elas:

1. **A de fundo comum**: quando cada elemento tem uma discreta contribuição com o outro;
2. **A seqüencial**: quando cada elemento de um produto está inter-relacionado com outro, já que a saída de um elemento torna-se a entrada de outro elemento. As ações geradas em um elemento, geram, portanto, influências sobre outros;
3. **A interdependência recíproca entre elementos**: verifica-se um retorno da mudança do elemento sobre o próprio elemento. Nesse caso, uma alteração de projeto em um componente pode ser suficiente para desencadear alterações em diversas tarefas envolvidas no processo, repercutindo, inclusive, na tarefa que iniciou a alteração.

Como pôde ser visto, o desenvolvimento de produtos pode apresentar uma diversidade de características e peculiaridades que precisam ser bem compreendidas para serem gerenciadas, evitando assim, conflitos durante o decorrer do processo.

Portanto, de acordo com Oge (1990), obter ganhos de desempenho e produtividade no desenvolvimento de produtos depende mais de “como a organização opera”, do que do “desempenho de arranjos tecnológicos isolados”.

Segundo Clark e Fujimoto (1991), a frustração é certa para as empresas que investem em sistemas computacionais avançados, mas mantêm suas empresas fragmentadas e com barreiras ou ineficiências na transmissão de informações, por exemplo. Afinal, “automatizar a tarefa e facilitar a troca de informação” não significa “integrar um processo de desenvolvimento”.

A automação da informação e da comunicação na etapa de projeto tem muito em comum com a automação na manufatura. Muitas empresas investem em automação com a intenção de melhorar o desempenho dos seus processos produtivos. Porém, o que se verifica após um tempo de implantação, quando esta é mal planejada, é a exaltação rápida de fraquezas inerentes à falta de conhecimento a respeito do trabalho realizado na empresa (Clark e Fujimoto, 1991).

Portanto, segundo Veltz e Zarifian (1993), a implantação de qualquer recurso tecnológico deveria ser adaptada à realidade específica de cada organização e à singularidade de cada projeto, sendo irredutível a um plano programado.

Para isso, compreender a relação existente entre as diversas variáveis presentes em um processo de desenvolvimento torna-se fundamental. Além de contribuir com a implantação desses recursos, ter o domínio da situação de trabalho é importante para que a integração seja realmente estabelecida, contribuindo assim, com a obtenção de produtos de sucesso.

Considerando essa discussão, o próximo capítulo apresenta uma revisão das abordagens sugeridas no campo da engenharia tradicional, as quais são utilizadas como apoio para a obtenção do esclarecimento das variáveis de um processo de desenvolvimento, visando melhorar o seu desempenho.

CAPÍTULO 3

ABORDAGENS

DA

ENGENHARIA

TRADICIONAL

3 ABORDAGENS DA ENGENHARIA TRADICIONAL

O capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica sobre as características das abordagens da engenharia tradicional, utilizadas para melhorar o desempenho do desenvolvimento de produtos, através da compreensão das variáveis que o compõem. São também analisadas algumas das vantagens e falhas encontradas nessas abordagens e são apresentadas algumas sugestões propostas na literatura para melhorá-las.

3.1 O princípio norteador das abordagens clássicas

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), as diferentes abordagens da engenharia clássica foram influenciadas, de certa forma, pela Análise Funcional e pela Análise de Valor, que direcionam os seus focos sob a perspectiva da funcionalidade do produto e do seu valor.

Em geral, essas abordagens são utilizadas para identificar os elementos do produto e da organização, com o objetivo de obter o controle do funcionamento do sistema, desconsiderando as variabilidades, as exigências e os limites do trabalho, que influenciam os funcionários que executam as tarefas.

Como será visto a seguir, essa tendência tem sua origem no pensamento clássico, baseado nas proposições de *Taylor* e *Ford*, analisadas por diversos autores como Coriat (1982), Littler (1982), Zilbovicius (1997) e outros.

Para Morin (1990), o pensamento clássico, predominante na engenharia, tem como base, conceitos relacionados com o “movimento de racionalização”. Segundo o autor, as suas diretrizes fundamentam, ainda hoje, muitas das abordagens utilizadas no campo da engenharia.

Visando esclarecer o significado do termo “racionalização” e as suas diretrizes, alguns termos como “razão, racionalidade e racionalismo” serão apresentados, de acordo com a conceituação de Morin (1990).

De acordo com Zilbovicius (1997), a distinção desses termos contribui com o esclarecimento do papel do “movimento de racionalização”, que caracteriza boa parte das formulações do pensamento clássico em administração a partir de

Taylor e parte das diretrizes das iniciativas relacionadas com os movimentos da qualidade e outros que serão abordados posteriormente.

Iniciando pela conceituação do termo “Razão”, Morin (1990) o define como um método de conhecimento, baseado no cálculo e na lógica, empregados para resolver problemas. O termo “Racionalidade” é definido como o estabelecimento de uma adequação entre uma coerência lógica (explicativa, descritiva) e uma realidade empírica (que se baseia somente na experiência, e não no estudo). Quanto à expressão “Racionalismo”, ela é definida como a visão do mundo que afirma o acordo perfeito entre o “racional” e a “realidade do universo”, ou seja, é uma visão que exclui o lado “irracional” da “realidade”.

Baseando-se nos três conceitos previamente citados, Morin (1990) define “racionalização” como a construção de uma visão coerente e totalizante do universo, a partir de uma visão parcial, ou seja, a partir de dados parciais.

Segundo Morin (1990), a “esse conjunto de princípios de inteligibilidade próprios à cientificidade clássica que, ligados uns aos outros, produzem uma concepção simplificante do universo (físico, químico, biológico, antro-po-social)” é o que ele denomina por “paradigma da simplificação”.

Segundo o autor, a “ciência clássica” está baseada nesse paradigma através da idéia de que a complexidade do mundo dos fenômenos pode e deve ser resolvida a partir de dados parciais, princípios simples e leis gerais. Dessa forma, busca-se “simplificar o mundo real”, tornando-o passível de quantificação e formalização.

O princípio da simplificação tende, portanto, a separar o que é ligado ou unificar o que é diverso. Mesmo quando o pensamento clássico reconhece o “todo”, o faz dentro do princípio holístico, que também é simplificador, pois considera o “todo” desconsiderando as “partes” (Montedo, 2001).

Algumas das características do paradigma da simplificação são as seguintes:

- A inteligibilidade de um fenômeno ou objeto complexo reduz-se ao conhecimento das leis gerais e necessárias que governam as unidades elementares de que é constituído;

- A confiabilidade absoluta da lógica, na qual toda contradição aparece como erro;
- Pensa-se inscrevendo idéias claras e distintas em um discurso monológico;
- Evidencia-se a eliminação de ser e da existência por meio da quantificação e da formalização;
- Verifica-se o isolamento/separação do objeto em relação ao seu ambiente;
- Ocorre a separação absoluta entre o objeto e o sujeito que o concebe;
- A autonomia não é concebível (Morin, 1998).

Baseado nos princípios acima descritos, uma das características constantes na perspectiva clássica da engenharia, vigentes desde o final do século XIX, é a tentativa de separar o sujeito-observador e o objeto-fenômeno observado. Ela fundamenta o conhecimento na experimentação, retirando o objeto de seu ambiente, isolando-o e testando-o experimentalmente para identificar as leis gerais e princípios que o definem, controlam e determinam. Portanto, as diretrizes da ciência clássica estão sempre orientadas a “construir o objeto” extraíndo-o de seu “ambiente complexo” para colocá-lo em “situações experimentais não complexas”.

Essa visão parte do pressuposto de que os fatores de produção, incluindo o trabalho, devem estar separados do sujeito. Segundo Zilbovicius (1997), a vinculação entre o sujeito e o objeto só se estabelece a partir do planejamento do trabalho, que também é um produto da ação do engenheiro.

Entretanto, as etapas do desenvolvimento do produto passam a ser dependentes do “trabalho teórico”, planejado por indivíduos que, por sua vez, não realizam qualquer trabalho. Portanto, os pólos passam a ser identificados pela distinção prescrição - execução. A partir do taylorismo, essa dissociação passa a estar inscrita no núcleo central do pensamento clássico como “medida de racionalização”.

O emprego das abordagens predominantes nas ciências exatas, derivadas do pensamento clássico, implica a construção de um objeto - “a fábrica” como um meio capaz de executar prescrições e isento de “sujeitos e aleatoriedades”. Essa visão simplista e racionalista será constatada, com frequência, nas abordagens e métodos descritos nesse capítulo.

3.2 Abordagens e métodos utilizados na engenharia clássica

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), apesar de a engenharia clássica admitir que deveria existir uma certa elasticidade entre a “apresentação teórica do trabalho e das metas a serem alcançadas”, com os “reais modos de operação e os resultados práticos obtidos”, as diretrizes que orientam o desenvolvimento do produto ainda correspondem a uma estrutura mecanicista de decisões. Essa estrutura visa compatibilizar os resultados obtidos, em cada fase, com os objetivos inicialmente pré-definidos, descrevendo, quando necessário, ações corretivas ao longo do processo.

Segundo os autores, os modelos conceituais, baseados na análise do funcionamento do sistema e do produto, os quais desconsideram qualquer variabilidade existente, surgiram para responder a certas qualificações como eficiência e relevância, em função da demanda da época.

No início do século XX, por exemplo, a concepção de uma situação de produção era construída a partir de um modelo econômico em crescimento, em que a dificuldade principal era a otimização do custo do produto, obtido através da produção em série, entre outros fatores (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Sendo assim, a demanda na época consistia em tentar saber como resolver os problemas existentes no desenvolvimento do produto, ou mais especificamente, na produção, aumentando, em paralelo, a produtividade das operações de trabalho, organizadas para se obter a maior velocidade de realização possível, ajustando as operações técnicas das máquinas (Veltz e Zarifian, 1991).

Em função dessa demanda, começam a aparecer, a partir dos anos 60, os “Métodos de Análise dos Sistemas em Funcionamento e Análise Funcional”, como por exemplo:

- A Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (E.U.A., 1960);
- A Árvore de Falhas (E.U.A., 1961);
- O Diagrama de Blocos (E.U.A., 1962);
- A Rede de Petri (República Federal da Alemanha (RFA), 1962);

- O Gráfico de Influências (Inglaterra, 1965), entre outros (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Como pode ser visto abaixo, a maioria desses métodos tem o seu foco direcionado para o aspecto funcional do produto, negligenciando qualquer variabilidade existente durante o seu desenvolvimento. Alguns deles são os seguintes:

- **Árvore Funcional:** é utilizado para analisar as funções técnicas de um produto ou de um sistema mecânico, objetivando verificar os possíveis modos de falha;
- **Análise dos Modos de Falhas, Deficiências, seus Efeitos e Criticidade:** são métodos indutivos e preventivos, que visam examinar as fragilidades funcionais de um produto durante a sua concepção;
- **Análise Seqüencial dos Elementos Funcionais:** serve para verificar os elementos funcionais do processo através da sua decomposição em fases, conjunto de fases, seqüências de tarefas e conjunto de operações. Esse tipo de análise é centrado na tarefa teórica e visa fazer uma adaptação do homem ao trabalho. Em função do produto a ser concebido e dos elementos que o compõem, as fases e tarefas são planejadas, objetivando distribuir os engenheiros de maneira adequada para desenvolver o produto. Entretanto, esse método não considera a compreensão das lógicas da ação individual, nem a variabilidade operativa;
- **Gráfico dos inter atores:** serve para decompor as necessidades dos usuários em funções principais e limitações, ao qual se supõe que o produto a ser concebido responda;
- **Diagrama FAST** (*Functional Analysis System Technique*): visa ordenar as funções principais, secundárias e técnicas, definindo os limites do espaço de resolução de problemas. Também permite verificar as soluções alternativas para corrigir um sistema existente ou para conceber um novo sistema ou um novo produto;
- **Gráfico de Influência:** visa esquematizar o funcionamento de um sistema existente ou auxiliar na concepção de um novo. O princípio consiste em relacionar

variáveis complexas e simples em uma única matriz, identificando as interações causais entre elas;

- **Árvore de Falhas:** é um método dedutivo que parte de um evento e procura a origem do problema real e/ou potencial.

Apesar de alguns métodos, previamente citados, parecerem menos “simplificadores” e, portanto, considerarem, de certa forma, a complexidade presente nos ambientes de desenvolvimento, na prática eles não atingem essa função, como pode ser constatado através de exemplos práticos explicitados no Anexo A.

Considerando a limitação desses métodos e a evolução das necessidades do mercado, que passam a abranger outras dimensões com o passar do tempo, novos métodos acabam surgindo como resposta a essa demanda.

Após a dimensão custo, cuja minimização era obtida através da economia de escala e da melhoria da produtividade, nos anos 70, surge a preocupação com a qualidade. Nesse caso, o objetivo passa a ser a atração da preferência dos consumidores, além da busca pela redução dos custos, através da redução de retrabalhos.

Voltadas a esses objetivos, surgem algumas iniciativas direcionadas à “qualidade”, destacando-se alguns autores da América do Norte, que se fundamentam no modelo clássico ocidental, como Juran (1988), Deming (1986) e outros.

Posteriormente, *Deming* acaba exercendo grande influência na difusão das práticas de “Controle Estatístico da Qualidade” no Japão, que, apesar de sofrer influências do pensamento clássico ocidental, acaba desencadeando um movimento diferenciado dos demais, extrapolando determinados limites e apresentando um novo modelo de eficiência, em função de seus resultados (Zilbovicius, 1997).

Considerando que o enfoque de algumas abordagens, utilizadas até hoje na engenharia clássica, tiveram sua origem em alguns movimentos da qualidade, uma descrição sucinta dessas iniciativas será apresentada. Entretanto, não é o objetivo desse trabalho detalhar os movimentos da qualidade de origem japonesa ou ocidental/norte-americana, nem discutir as suas semelhanças e diferenças.

3.2.1 Iniciativas direcionadas à qualidade

Os movimentos da qualidade foram evoluindo com o passar do tempo, tendo o seu início muito antes dos anos 70. Segundo Feigenbaum (1991), até o final do século XIX, o “Controle da Qualidade” era totalmente realizado pelos próprios trabalhadores, cujo movimento foi denominado por “Controle da Qualidade do Operário”.

Posteriormente, no período da Primeira Guerra Mundial, aparece o “Controle da Qualidade do Capataz” e entre as duas guerras aparece o “Controle da Qualidade por Inspeção”, cujo movimento marca o que se conhece por “Controle da Qualidade Moderno”.

Partindo da fase moderna da qualidade, ela será aqui apresentada em quatro diferentes estágios, conforme Alves (1995). Esses estágios serão referenciados por: Inspeção; Controle Estatístico da Qualidade (CEQ); Garantia da Qualidade e Gestão Estratégica da Qualidade.

Objetivando descrever a idéia básica de cada um desses movimentos, os quatro estágios serão brevemente apresentados. Eles consistem em:

1. **Inspeção** - Foi o primeiro degrau para a inserção da qualidade como uma atividade rotineira dentro das organizações. Seu surgimento, na década de 20, junto aos departamentos de produção e operações, foi uma decorrência do início da produção em série, tendo, inicialmente, a finalidade de impedir que produtos defeituosos chegassem às mãos dos consumidores (Garvin, 1992). A inspeção, em sua essência, era uma técnica bastante primitiva e defensiva de controle de qualidade, consistindo em uma tarefa de contagem e classificação, com finalidade de separar os "bons" dos "maus" produtos. Entretanto, a inspeção foi um primeiro e importante passo para a redução dos problemas de montagem. Suas limitações consistiram na manutenção de uma abordagem defensiva, não buscando encontrar e resolver as causas dos problemas e defeitos, mas sim, eliminá-los simplesmente, permanecendo no processo as verdadeiras causas. Portanto, nos anos que se seguiram, o papel do profissional da qualidade passa a ser redefinido;

2. **Controle Estatístico da Qualidade (CEQ)** - Garvin (1992) aponta o ano de 1931 como um marco para a história da qualidade. Foi nesse ano que *Shewhart* apresenta seu livro intitulado "*Economic Control of Quality of Manufactures Product*; Controle Econômico da Qualidade de Produtos Manufaturados", relatando uma experiência realizada na empresa *Bell Telephones*. *Shewhart* reconhece que a variabilidade é inerente a um processo industrial e que pode ser entendida através da utilização de princípios de probabilidade e estatística. *Shewhart* ressalta ser improvável que duas peças sejam fabricadas precisamente de acordo com as mesmas especificações. Na sua opinião, é provável que exista um certo grau de variação dos materiais, da habilidade dos funcionários e dos equipamentos. Até a mesma peça, produzida pelo mesmo trabalhador em uma mesma máquina, provavelmente, revelaria alguma variação com o tempo. No entanto, surgia uma questão: como poderiam ser distinguidas as variações aceitáveis das autuações que indicassem problemas? Segundo Garvin (1992), *Schewart* formulou técnicas estatísticas simples para determinar os limites dessas variações, além de métodos gráficos de representação de valores de produção, para avaliar se elas se situavam dentro da faixa aceitável. Alguns autores citam *Deming* como precursor dessas idéias, porém, deve-se considerar que os estudos de *Deming* se basearam, inicialmente, nos de *Shewhart*. De qualquer maneira, apesar do avanço que essa técnica imprimiu para os programas de qualidade, ela implicava um certo grau de risco. O risco de aprovar um lote com peças defeituosas era tão grande quanto o de rejeitar outro com qualidade perfeitamente aceitável. Portanto, as limitações dessas técnicas em muito contribuíram com o surgimento da visão preventiva, para que os problemas pudessem, assim, ser antecipados e não simplesmente corrigidos. Dessa forma, inicia-se um outro estágio: o da garantia da qualidade;
3. **Garantia da Qualidade** - Essa expressão começa a ser divulgada no final da década de 50 e no início da década de 60. Foi nesse período que a qualidade passa de um estágio meramente fabril, passando a ser considerada como uma disciplina com implicações mais amplas para o gerenciamento. A abordagem de prevenir falhas passa a nortear as diretrizes das empresas, substituindo o enfoque da correção de falhas, adotado, até então, na inspeção e no controle estatístico da

qualidade. Além disso, objetivando desenvolver um programa de aprimoramento da qualidade, todos os departamentos da organização passam a estar comprometidos na etapa de construir a qualidade de produtos e serviços. Garvin (1992) define quatro elementos distintos, expandidos a partir desse conceito:

- **A quantificação dos custos** - *Juran* lança um livro intitulado "*Quality Control Handbook*" em 1951, em que, pela primeira vez, é desenvolvida uma visão dos custos da qualidade, enfocando os custos evitáveis e os inevitáveis (Juran, 1988). Os custos inevitáveis estão associados à questão da qualidade, com iniciativas de se controlar a produção o máximo possível. Os custos evitáveis estão associados aos defeitos e falhas dos produtos, representados através do material sucateado, das horas de trabalho necessárias para se refazer o produto ou repará-lo além do processamento das reclamações e prejuízos financeiros resultantes de clientes insatisfeitos. O enfoque abordado por *Juran* permitiu a sistematização dos custos da qualidade, possibilitando a quantificação e o acompanhamento dos custos devidos às falhas e à decisão sobre novos investimentos na prevenção e avaliação da qualidade, a partir de análises do tipo "custo-benefício". Entretanto, esse enfoque acabou revelando a necessidade de se ampliar a ação do controle da qualidade para as fases que antecedem a fabricação, como a etapa de projeto e compras, já que se constatou que essas áreas tinham implicações diretas no desempenho da empresa. Portanto, parte-se para um enfoque mais sistêmico da qualidade;
- **O controle total da qualidade** – De acordo com Feigenbaum (1991), parte-se do princípio de que a qualidade deveria começar pelo projeto do produto e só terminar depois de chegar às mãos do cliente satisfeito. Portanto, a qualidade passa a ser reconhecida como um trabalho de todos, nascendo, dessa forma, o "enfoque sistêmico para a qualidade". Esse enfoque consiste, basicamente, em uma visão integrada da empresa. Os departamentos, antes autônomos, integram-se a um todo, tornando essencial a formação de "equipes multifuncionais". Entretanto, nota-se, nesse período, que as demais eras da qualidade, descritas anteriormente, ainda continuam sendo tratadas com bastante importância. O controle dos processos, as técnicas tradicionais de amostragem, inspeção e medição continuam tendo seu espaço garantido

nas empresas. Ficou evidente, porém, que o profissional deveria agregar outras atividades dentro de suas responsabilidades, como o desenvolvimento de novos produtos, a seleção de fornecedores e o atendimento aos clientes;

- **A engenharia da confiabilidade** – Essa ênfase surge como decorrência da necessidade e do crescimento pós-guerra da indústria eletrônica e aeroespacial nos Estados Unidos da América (EUA) nos anos 50, tendo como uma de suas principais referências, a área militar. O objetivo da engenharia da confiabilidade era o de garantir um desempenho aceitável do produto ao longo do tempo. O termo “confiabilidade” foi definido como a “probabilidade de um produto desempenhar uma função específica, sem falhas, durante um certo tempo e sob condições preestabelecidas”. Com o surgimento desse paradigma, começa-se a prever o desempenho de equipamentos ao longo do tempo e a reduzir índices de falha, com o produto ainda na etapa de projeto (Garvin, 1992);
 - **O zero defeito** - Esse movimento originou-se na *Martin Company* entre os anos de 1961 e 1962. Compromissados em atingir as metas estabelecidas junto ao governo dos EUA, para a entrega de mísseis perfeitos, a empresa estabelece, através de estudos, que uma forte causa da falta de qualidade era proveniente da falta de atenção daqueles que estavam envolvidos no processo produtivo. A partir daí, estabelecem-se programas cujo objetivo era o de promover uma vontade constante e consciente de fazer o trabalho certo da primeira vez. Entretanto, segundo Garvin (1992), somente nas décadas de 70 e 80 é que iniciativas preventivas passam a ser reconhecidas e incorporadas;
4. **Gestão Estratégica da Qualidade** - A diferença básica entre esse movimento e os anteriores é o direcionamento dos esforços para a “prevenção dos problemas”. O marco inicial do estágio denominado por "Gestão Estratégica da Qualidade" não pode ser estabelecido com precisão, uma vez que a transição entre essa fase e a anterior nunca foi delimitada com clareza pelos autores que tratam do tema. Porém, seu surgimento ocorreu, principalmente, em razão da concorrência externa, notadamente a japonesa, a qual, segundo Garvin (1992), passou a colocar no mercado norte-americano produtos de qualidade bastante superior e a custos muito mais baixos. Ao mesmo tempo, as exigências dos consumidores

tornavam-se muito maiores, pressionando as indústrias, por meio de órgãos e associações especiais, a produzirem com maior nível de qualidade. Cabe destacar, também, que o governo, através de legislações protecionistas aos consumidores, começava a exercer, cada vez mais, pressões junto às empresas para cumprir este fim. Nesse novo contexto, havia uma demanda pela redefinição da qualidade, uma vez que a produção sem defeitos, objeto do controle estatístico da qualidade e da garantia da qualidade, apresentava muitas limitações. Nesse sentido, a solução foi definir a qualidade do ponto de vista do cliente, uma vez que, somente os usuários poderiam dizer se um produto estaria de acordo com as suas necessidades e expectativas ou não. Também ficou evidente a associação entre a qualidade e a rentabilidade, pois os empresários perceberam que não bastava a equiparação dos mesmos níveis de qualidade dos concorrentes, era necessário a busca contínua para ultrapassá-los. Portanto, a gestão estratégica da qualidade incorpora os três estágios da qualidade, descritos anteriormente, e apresenta uma dimensão mais ampla, por estar relacionada à lucratividade da empresa, ao acompanhamento da concorrência e das necessidades dos consumidores. Além disso, passa a considerar o envolvimento das pessoas no alcance da melhoria contínua.

É importante ressaltar que a concorrência japonesa, que incita o aparecimento da Gestão Estratégica da Qualidade através de seus resultados, apresenta uma diferença fundamental na forma de abordar os problemas nos processos produtivos.

Segundo Zilbovicius (1997), os japoneses passam a considerar as incertezas presentes nos ambientes de desenvolvimento de produtos, alterando o ponto de vista dos “modelos abstratos da engenharia clássica” para a “compreensão da prática do desenvolvimento”.

A lógica japonesa passa a reconhecer a autonomia presente no processo de desenvolvimento do produto, usada para coordenar os eventos que permanentemente ocorrem na empresa e que geram distorções que os modelos teóricos e abstratos da engenharia clássica são incapazes de absorver.

Segundo Fleury (1998), apesar da organização do trabalho em empresas japonesas ter influência taylorista-fordista, através da racionalização dos processos produtivos, constata-se uma diferença na lógica do modelo japonês na medida em que se procura utilizar o conhecimento operário.

Pode-se dizer que o chamado “modelo japonês” incorpora, “de maneira natural”, algumas diretrizes da abordagem sociotécnica, que teve seu início nos países europeus, essencialmente na Inglaterra e na Suécia, e que, atualmente, vem sendo melhor representada no Canadá (Fleury, 1998).

Considerando essa observação, antes de continuar a discussão sobre o “modelo japonês”, uma breve explanação sobre a “abordagem sociotécnica” será apresentada. Inicialmente, a proposta metodológica desta abordagem foi elaborada por psicólogos industriais, mas em uma perspectiva que superava as preocupações de caráter exclusivamente humanístico, como pode ser constatado através da seguinte crítica à abordagem mecanicista do trabalho;

“Como consequência da subordinação do sistema social às condições do sistema técnico e da inadequação desta forma à condição humana, o próprio desempenho das tarefas e a consecução dos objetivos da organização sofrem disfunções. Estas disfunções em um sistema produtivo são geralmente traduzidas na forma de: redução de produtividade, queda dos níveis de qualidade, surgimento de distúrbios psicossomáticos, conflitos interpessoais e intergrupais, assim como, elevação das taxas de absenteísmo e rotatividade. Pode-se resumir dizendo que; se o sistema tecnológico for otimizado às custas do sistema social, o resultado alcançado será subótimo” (Herbst, apud Fleury, 1998, p. 220).

Considerando essa crítica, a proposta da linha sociotécnica implica a busca de uma solução ótima em uma visão de sistema integrado, em que as demandas e as capacitações do sistema social sejam adequadamente articuladas às demandas e aos requisitos do sistema técnico, tendo em vista a consecução das metas de produção e os objetivos da organização e das pessoas.

Sendo assim, a abordagem sociotécnica define como “otimização conjunta dos aspectos sociais e técnicos” a “proposta que leva ao melhor alcance dos objetivos organizacionais, explorando a adaptabilidade e a criatividade das pessoas para o cumprimento das metas”, em vez de determinar tecnicamente a maneira pela qual essas metas deverão ser atingidas (Fleury, 1998).

Baseados nessa perspectiva, os critérios considerados no planejamento do trabalho, segundo a abordagem sociotécnica, são os seguintes:

- Demandar outros esforços além do físico, como o esforço intelectual e a criatividade, além de permitir alguma variedade;
- Possibilitar que o indivíduo tenha acesso a uma aprendizagem contínua, em um ritmo coerente com as suas capacidades individuais;
- Permitir que o indivíduo tome decisões a respeito das tarefas que realiza;
- Gerar conhecimento perante os demais membros da empresa;
- Posicionar o funcionário de forma digna em termos de valores compartilhados por seu grupo social;
- Proporcionar acesso a algum futuro desejável quando o trabalhador adquire um bom desempenho, como; maiores salários, promoções, benefícios ou aparições em tomadas de decisão, entre outros fatores (Fleury, 1998).

Comparando as iniciativas de raízes “taylorista-fordista”, a “abordagem sociotécnica” e o denominado “modelo japonês”, pode-se dizer que:

- a abordagem taylorista-fordista está centrada sobre o posto de trabalho e parte da premissa de que se cada trabalhador estiver operando isoladamente, com o máximo de eficiência, a produtividade da empresa será também maximizada;
- a abordagem sociotécnica tem como base que, em uma empresa produtora, o aumento de produtividade só poderá ser alcançado quando ocorrer a otimização do funcionamento conjunto do sistema técnico e do sistema social;
- o modelo japonês também parte deste pressuposto, porém, demonstra que a abordagem sociotécnica precisa considerar como referencial comum; os objetivos e as estratégias competitivas da empresa (Fleury, 1998).

Quando se compara a “abordagem sociotécnica” e o “modelo japonês”, no que se refere à “utilização do conhecimento operário na empresa”, constata-se que, de acordo com a linha sociotécnica, a questão da aprendizagem e do conhecimento se justifica a partir do potencial de crescimento das pessoas e da “eventual utilização desse potencial” por parte das empresas.

Nas empresas japonesas, o uso e o desenvolvimento de conhecimentos são fortemente objetivados e associados à estratégia competitiva da empresa, mediante a organização das chamadas “Atividades de Pequenos Grupos”.

A função desses “Pequenos Grupos” na empresa é a de operacionalizar a melhoria contínua dos processos produtivos, cuja atividade faz parte de um conceito mais amplo, que foi evoluindo no Japão com o passar do tempo, conforme será descrito a seguir.

Com o objetivo de reconstruir o Japão, após a segunda guerra mundial, os japoneses criam, em 1947, o JUSE (*Japanese Union of Science and Engineers* - Sindicato Japonês de Ciência e Engenharia), através do qual, vários ocidentais capacitados em temas relacionados com a qualidade são convocados para treinar uma nova geração de administradores.

Considerando que um dos interesses dos japoneses era o de dominar as “Técnicas de Controle Estatístico da Qualidade”, eles convidam *Shewhart* para repassar esse conhecimento. Como ele não estava, porém, disponível na época, *Deming* o substitui, já que ele havia estudado e aplicado os métodos de *Shewhart*.

Sendo assim, em 1950, *Deming* treina vários engenheiros e administradores durante dois meses, enfocando principalmente três aspectos:

- O ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*, traduzido como; Planeje-Execute-Controle-Atue);
- As causas e as variações;
- O controle de processos com quadros de controle.

Apesar de os resultados obtidos com as técnicas acima citadas terem sido positivos, eles ainda não se mostravam satisfatórios e, gradativamente, os funcionários japoneses foram perdendo a motivação em continuar aplicando esses conceitos. Portanto, os japoneses resolvem convidar *Juran* para realizar novas conferências e treinamentos relacionados ao gerenciamento e à promoção das atividades de Controle da Qualidade.

Essa visita determina, de certa forma, o salto do Japão para os princípios da Qualidade Total, através da introdução de políticas e planejamento da qualidade. Esses princípios são, posteriormente, reforçados com o lançamento do livro de *Peter Drucker*, intitulado “*The Practice of Management*”, que apresenta a “Gestão por Objetivos”.

A fusão das contribuições ocidentais, acima descritas, somadas a algumas iniciativas locais, em muito contribuíram para a origem da Gestão Estratégica da Qualidade e da Gestão da Qualidade Total.

Ishikawa, por exemplo, publica um livro em 1957 que ressalta a importância da Gestão e das Políticas Operacionais, que acaba formando a base do que se denomina por “CWQC (*Company Wide Quality Control*)”, que, em termos gerais, é muito parecido com o “Controle da Qualidade Total” (TQC).

Segundo Campos (1992), algumas das fontes do “Controle da Qualidade Total” (TQC) são: o método cartesiano (cujo enfoque é linear e determinista), alguns elementos do taylorismo, elementos do controle estatístico do processo, conceitos de *Maslow* sobre o comportamento humano, um conjunto de conhecimentos ocidentais sobre a qualidade, entre outras iniciativas.

A essência do TQC reside no “Controle da Qualidade centrada no processo”, tendo como meta fundamental; garantir a qualidade do produto para os seus clientes (externos ou internos). O seu sustentáculo é o gerenciamento participativo, que consiste no exercício diário e consciente do controle da qualidade por todos os que trabalham dentro da organização. Entre os princípios básicos do TQC, estão os seguintes:

- Definir e garantir a execução da visão e estratégia da alta direção da empresa;
- Produzir produtos e serviços de acordo com as necessidades dos clientes;

- Nunca permitir a venda de produtos defeituosos;
- Gerenciar com base em dados concretos;
- Assegurar a sobrevivência da empresa através de altos índices de produtividade e qualidade;
- Tratar cada funcionário como um ser singular dentro da organização, respeitando sua subjetividade;
- Desenvolver habilidades nos recursos humanos, estabelecendo como lema principal o aprendizado contínuo;
- Estabelecer métodos que permitam a identificação de erros e a correção de rotas, quando necessários;
- Gerir a empresa ao longo de todo o processo, corrigindo erros de forma preventiva;
- Isolar as causas que ocasionam dispersões durante o processo;
- Evitar a repetição de um problema, ocasionado pela mesma causa (Campos, 1992).

Segundo Fleury (1998), em termos de organização industrial, considerando de forma mais abrangente o que acontece no Japão atualmente, tem-se basicamente o CWQC, citado previamente, e o termo japonês “*Kaizen*”, que significa “a busca permanente e contínua de melhoramento”.

De acordo com Akiba et al. (1992) apud Fleury (1998), o CWQC requer que as atividades obedeçam ao ciclo PDCA (Planeje-Execute-Controle-Atue) e a sua estrutura inclui tanto os instrumentos do tipo *‘top-down; de cima para baixo’*, como os do tipo “*bottom-up; de baixo para cima*”, operacionalizados através dos “Pequenos Grupos”, previamente citados.

Esses Grupos se apresentam com diferentes rótulos, que variam conforme a denominação em uso na empresa. Entre eles estão os chamados “Círculos de Controle da Qualidade” (CCQ), “Grupos de Melhoria” e outros que têm a sua origem na expressão “*Kaizen*”, acima citada.

O Círculo de Controle da Qualidade (CCQ), por exemplo, é definido como “um pequeno grupo que, voluntariamente, executa atividades para melhorar a qualidade e a produtividade de uma tarefa, com a finalidade de contribuir para o

crescimento e desenvolvimento da empresa, respeitar as condições humanas, construir uma vida mais vantajosa e elevar o potencial de cada indivíduo até o infinito”. Para isso, o pequeno grupo de funcionários tem como meta:

- Identificar e analisar os problemas relativos à sua área de trabalho;
- Discutir, propor e participar da implementação das soluções.

Os objetivos dos CCQ podem ser resumidos da seguinte forma:

- Inspirar eficiência na equipe de trabalho;
- Melhorar a relação entre chefia e empregado;
- Estimular, promover e desenvolver o espírito de liderança;
- Desenvolver maior conhecimento e segurança no trabalho;
- Estimular o envolvimento no trabalho, por meio da motivação do empregado;
- Melhorar a comunicação entre as pessoas;
- Originar capacidade para resolução de problemas;
- Desenvolver uma atitude de prevenção de problemas;
- Reduzir erros e melhorar a qualidade dos produtos e dos processos (Amato, 1998).

De acordo com Zilbovicius (1997), o objeto de trabalho dos diversos grupos de melhoria é mais ou menos amplo e varia conforme o caso. Mas, em geral, seu papel fundamental é permitir que a esfera da fabricação, a partir da sua particular vivência diária nos sistemas produtivos, solucione problemas e realmente a etapa de projeto para evitar a repetição desses problemas.

Apesar das iniciativas japonesas apresentarem, portanto, certa evolução em relação as abordagens anteriormente descritas, por considerar as incertezas presentes nos ambientes produtivos, reconhecer a autonomia dos funcionários e utilizar o conhecimento deles no trabalho, elas ainda se apresentam de forma bastante pontual, com forte influência racionalista e simplificadora, voltada, principalmente, para o controle do processo.

Isso pode ser constatado através do enfoque das diversas ferramentas criadas para suportar a análise da qualidade, as quais são apresentadas na Tabela 1, conforme a classificação de Périgord (1993).

O autor as divide em dois grandes grupos; nas "7 primeiras ferramentas", referentes ao "trajeto curativo da qualidade", que são utilizadas pelos "Pequenos Grupos de Melhoria" para orientar e organizar o processo de aprendizagem, e nas "7 novas ferramentas", referentes ao "trajeto preventivo da qualidade", que são utilizadas através das atividades gerenciais administrativas.

Tabela 1: Ferramentas de “Análise da Qualidade” (Elaborada pela autora – baseada em Périgord, 1993)

Ferramentas de “Análise da Qualidade”	
	<p>“7 primeiras ferramentas” - trajeto curativo: visam a resolução dos problemas já existentes.</p>
	<p>“7 novas ferramentas” - trajeto preventivo: visam a prevenção de problemas futuros.</p>
1	<p>Relatórios de dados</p> <p>Geram relatórios de erros, de faltas, de localização e suas causas, do número de controles e testes, representados sob várias formas; relatórios, diagramas e outros;</p>
	<p>Diagrama das Relações</p> <p>Visa apontar dados e ordená-los de acordo com a prioridade das relações de causa e efeito que existem entre fatores explicativos do problema;</p>
2	<p>Gráficos</p> <p>Apresentam análises estatísticas de dados em termos de flutuação, decomposição, inter-relação ou comparação e são usados em todas as fases de resolução de problemas;</p>
	<p>Diagrama das Afinidades</p> <p>Utilizado para refletir sobre um determinado tema, cruzando as relações de causa e efeito ou as contradições entre as idéias apresentadas;</p>
3	<p>Histogramas</p> <p>Apresentam os dados quantitativos sob a forma de diagramas de distribuição e de repartição, permitindo supervisionar a conformidade do produto;</p>
	<p>Diagrama em Árvore</p> <p>Permite uma decomposição do problema em termos de objetivos e meios correspondentes para realizá-los, mostrando o tempo relativo entre eles;</p>
4	<p>Cartões de Controle</p> <p>Técnicas estatísticas usadas nas estações de trabalho da produção, para colocar em evidência as variações das medidas, dos atributos e a capacidade dos procedimentos.</p>
	<p>Diagrama Matricial</p> <p>Serviu de inspiração para o método QFD. Ele permite cruzar de duas a quatro séries de fatores ou funções, para que as interseções sejam analisadas, ponderando-se diferentes pontos de vista como o do cliente, o da empresa, o do gerente, o do engenheiro, etc.</p>
5	<p>Análise de Pareto</p> <p>Descreve a evolução qualitativa das variáveis, relatando o percentual de resultado para um percentual de esforço, visando a tomada de decisão. Apresenta-se sob a forma de diagrama ou de curva e apresenta coeficientes de ponderação;</p>
	<p>Análise dos Componentes Principais (ACP)</p> <p>Analisa os dados de vários grupos, para identificar as inter-relações entre as famílias de parâmetros de projeto. Os resultados ajudam na tomada de decisão, por explicitar os grupos de acordo com os seus atributos;</p>
6	<p>Método de Causa e Efeito (ou Diagrama de Ishikawa)</p> <p>Visa relacionar os efeitos (problemas) com as suas causas potenciais, segundo a opinião dos “Pequenos Grupos”, através de técnicas de <i>brainstorm</i> e discussões em grupo. Classifica as causas de um problema em cinco ramificações, relativas ao: tema, trabalhador, material, método e meio. O método visa estabelecer as prioridades, podendo utilizar os resultados da Análise de Pareto. Esse método é considerado razoável para tratar de casos complexos;</p>
	<p>Diagrama em Seta (direcional)</p> <p>Inspirado no método PERT (Programa, Avaliação e Revisão Técnica). Ele visa entender o porquê dos atrasos de projeto. É representado por sucessões de fases e tarefas, em série ou em paralelo, mostrando a data prevista e os atrasos já estabelecidos;</p>
7	<p>Diagrama de Correlação</p> <p>Determina o nível de probabilidade de uma relação comum existente entre dois grupos de dados;</p>
	<p>Diagrama das Alternativas</p> <p>Permite estabelecer um cenário para antecipar os eventos incertos e, se necessário, reorientar a ação ainda em tempo.</p>
<p>Detalhes e exemplos de aplicações dos métodos acima citados podem ser vistos no Anexo B.</p>	

Um exemplo de aplicação de algumas das “ferramentas do trajeto preventivo”, utilizadas através das atividades gerenciais administrativas, pode ser visto na Figura 3 abaixo.

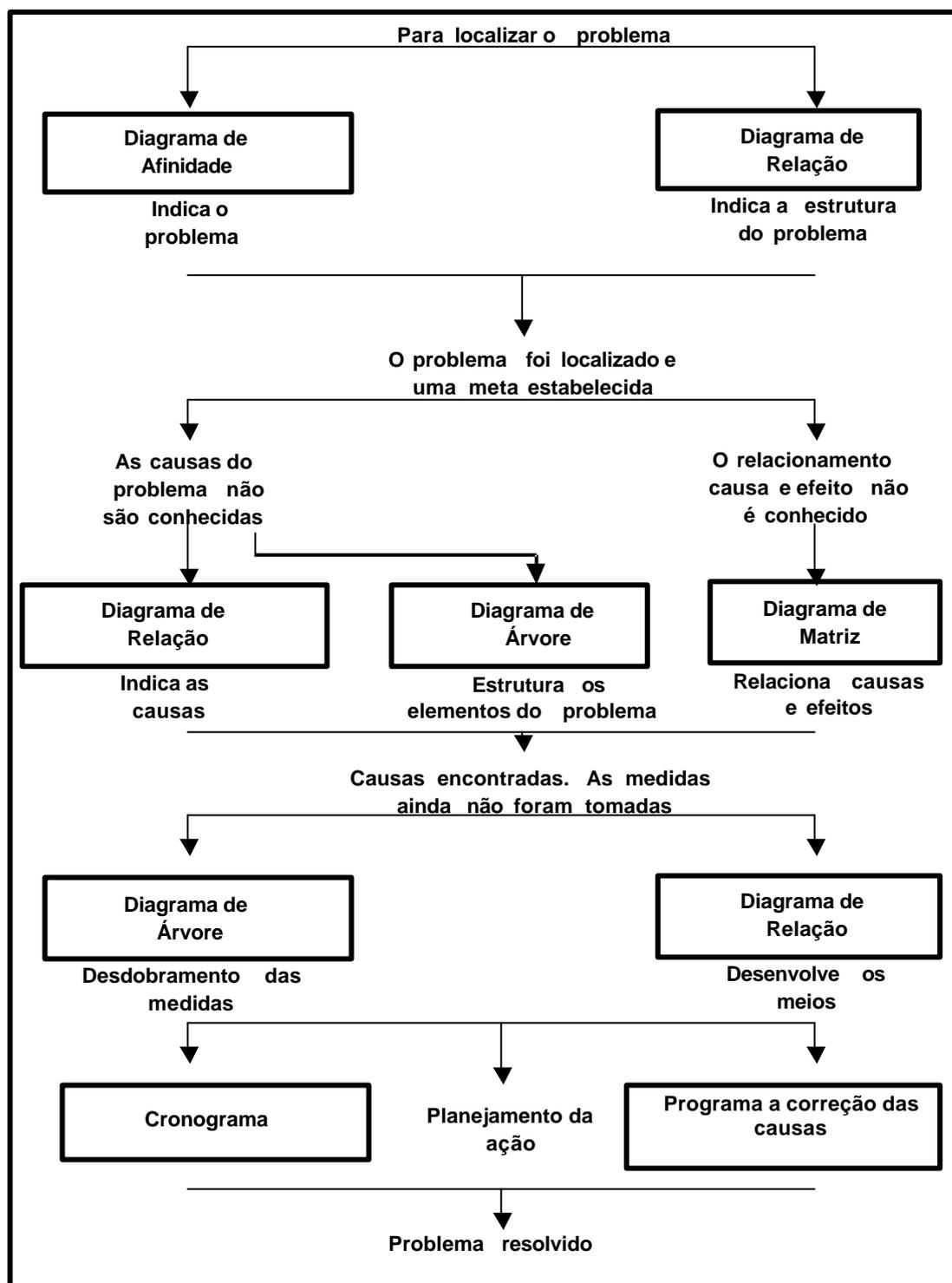


Figura 3: Procedimento para a solução de problemas, utilizando algumas das “sete novas ferramentas ou ferramentas do trajeto preventivo” (Campos, 1989)

Para mostrar a base do gerenciamento japonês, referente ao “controle do processo em todos os níveis hierárquicos da empresa”, vamos analisar a origem do método denominado por "Diagrama de Causa e Efeito" ou "Diagrama de *Ishikawa*", citado na Tabela 1.

O "Diagrama de Causa e Efeito" foi criado com o objetivo de separar os “efeitos” das “causas”, visando controlar o processo através dos seus efeitos, baseados na definição de que “qualquer processo que produz resultados apresenta uma série de causas geradoras de um fim”.

E para resolver as causas detectadas no sistema produtivo, os japoneses passam a adotar o “*QC Story*”, traduzido como uma espécie de “estória das atividades do controle da qualidade” (Kume, 1993). Com esse método, um problema é resolvido conforme as sete etapas seguintes: identificação do problema, reconhecimento dos aspectos do problema, descoberta das principais causas, ação para eliminar as causas, verificação da eficácia da ação, eliminação definitiva das causas, revisão das atividades e planejamento para o trabalho futuro.

Para que os itens de controle estabelecidos sejam alcançados, todo o processo passa a ser planejado, incluindo metas e procedimentos-padrão. Portanto, a padronização passa a ser constantemente revista. Ou seja, para garantir que um problema não ocorra novamente, são avaliadas as causas desencadeadoras do mesmo, alterando o procedimento-padrão a cada novo acontecimento.

Em suma, a prática do controle da qualidade constitui-se em um conjunto de tarefas voltado para o atendimento de metas em cada etapa do processo de desenvolvimento. Essas tarefas consistem nos seguintes itens:

- Definir a função de cada setor e de cada pessoa, bem como, dos fornecedores de produtos e serviços;
- Estabelecer um “macro fluxograma” que explicita os processos da empresa;
- Determinar os itens de controle, as metas e a frequência de verificação;
- Construir fluxogramas de tarefas para cada área de trabalho;
- Definir procedimentos-padrão para as operações, no intuito de alcançar os objetivos estabelecidos pelos itens de controle;
- Identificar os problemas e propor soluções de forma participativa;

- Treinar o pessoal em todos os métodos e técnicas de controle da qualidade.

Portanto, apesar do movimento japonês considerar a “existência da variabilidade nos sistemas produtivos e instigar o envolvimento das pessoas na análise desses sistemas”, os estudos ainda se mostram simplificadoros da situação de trabalho e os resultados obtidos com esses estudos acabam sendo utilizados para que os itens de controle sejam revistos e reestabelecidos, objetivando, assim, garantir que a variabilidade não ocorra novamente.

Considerando essas limitações e com o objetivo de averiguar iniciativas mais abrangentes, que vão além de uma análise simplificadora, a qual relaciona os problemas e soluções de uma forma linear e determinista, direcionada a pontos específicos do processo, outras abordagens serão apresentadas. Estas são utilizadas para explicitar, não só os problemas e as suas respectivas causas, mas, também e principalmente, o ambiente onde eles acontecem.

O objetivo dessas abordagens é explicitar um processo evolutivo e dinâmico, visando uma otimização mais global e eficaz. É nesse contexto que se situam os métodos cartesianos e sistêmicos, que utilizam modelos conceituais mais abrangentes e se aplicam, preferencialmente, desde o início do desenvolvimento do produto (Rolland, 1986; Le Moigne, 1994).

3.2.2 Métodos cartesianos e sistêmicos

Os métodos cartesianos têm um modelo conceitual menos abrangente do que os sistêmicos e eles têm como objetivo, descrever a organização de um sistema e o seu comportamento em um ambiente evolutivo e dinâmico, considerando como as funções devem ser estruturadas. Eles são utilizados, basicamente, para descrever a estrutura de um processo de desenvolvimento, através de caminhos hierárquicos e funcionais (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Segundo Davenport (1993), o modelo de representação que fundamenta o método é o que define a linguagem usada na modelagem, tanto em termos de sintaxe (símbolos disponíveis e regras para a sua combinação), como em termos de semântica (significado de cada símbolo).

Para o autor, modelar um processo consiste, basicamente, em representar graficamente em um modelo as relações existentes entre; tarefas, pessoas, informações e objetos envolvidos, com o objetivo de explicitar, de certa forma, a realidade estabelecida no ambiente a ser estudado.

De acordo com Pomian, Pradère e Gaillard (1997), é possível, através dos métodos cartesianos, atender a diferentes representações de um mesmo processo, como por exemplo: explicitar a condução das tarefas, das informações ou da automação.

Um processo de projeto do produto, por exemplo, pode ser visto sob várias perspectivas, dependendo do tipo de informação requerida para a sua análise. As perspectivas mais usuais são:

- A **visão funcional**, que representa as tarefas executadas;
- A **visão comportamental**, que relaciona como e quando as tarefas são conduzidas;
- A **visão organizacional**, que representa quem está conduzindo as tarefas;
- A **visão informacional**, que mostra os detalhes relativos às informações manipuladas durante a realização das tarefas. Nesse caso, são consideradas tanto as informações criadas e trocadas, como as suas relações de dependência (Bal, 2000).

A escolha das visões, acima descritas, variam em função da finalidade do modelo. Ou seja, ele poderia ser utilizado para apoiar o desenvolvimento de uma linguagem de programação ou para reestruturar um processo de desenvolvimento do produto, por exemplo.

Considerando o objetivo de reestruturar um processo de desenvolvimento, um dos métodos cartesianos que tem sido mais adotado pela engenharia nos últimos anos, devido à sua simplicidade e contribuição para fornecer vários tipos de representação, é o IDEFo (*Integrated Definition for Function Modelling*) / SADT (*Structured Analysis and Design Technique*) (Vernadat, 1996).

Apesar do IDEFo e o SADT serem apresentados, freqüentemente, como sinônimos, devido à proximidade de suas origens, eles apresentam concepções

distintas, apesar de ambos servirem, principalmente, para representar a condução das tarefas.

O SADT foi concebido por *Douglas T. Ross* em um projeto de desenvolvimento de uma linguagem estruturada para programação de máquinas ferramenta no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), no final da década de 60 (Marca e Macgowan, 1988). Esse formalismo trouxe algumas características revolucionárias na época, que auxiliou na descrição e no desenvolvimento de sistemas de *softwares* complexos que começavam a surgir.

O IDEF foi desenvolvido durante o projeto ICAM (*Integrated Computer Aided Manufacturing*), realizado pela Força Aérea dos Estados Unidos da América (EUA) na década de 80. Em função da necessidade de se modelar a realidade de um processo produtivo sob diferentes perspectivas, o método foi concebido para suportar três diferentes níveis de representação, sendo implementado, posteriormente, com mais um nível. Essas representações são:

- O IDEFo, que serve para modelar o aspecto funcional do processo;
- O IDEF1, utilizado para modelar a cadeia de informações circulantes;
- O IDEF2, adotado para modelar a dinâmica do processo;
- O IDEF3, recentemente criado para implementar o IDEFo. Ele é utilizado para modelar o fluxo de desenvolvimento das tarefas e é considerado logicamente equivalente a um fluxograma (Vernadat, 1996; Colquhoun, Baines e Crossley, 1996).

Segundo Vernadat (1996), as desvantagens do IDEFo é ele possuir uma semântica imprecisa; não provê clareza do comportamento dinâmico do sistema e não apresenta a dinâmica dos fluxos e sim, as dependências entre as tarefas. Além disso, a modelagem de informações é limitada e apresenta uma baixa consistência devido à não integração dos diferentes modelos que são gerados com a aplicação deste método.

Portanto, Vernadat (1996) sugere que essa arquitetura seja utilizada apenas para modelos pequenos ou restritos a visões de maior nível de abstração, caso sejam utilizados em processos com maior complexidade.

O autor também discute a possibilidade de alterar a arquitetura do IDEFo, complementando-a com outros modelos. A recomendação seria utilizar a combinação IDEFo com o IDEF3, ou com o seu equivalente, o fluxograma. Vernadat (1996) sugere que as etapas do processo sejam modeladas com o IDEFo e que o detalhamento das tarefas e as suas relações de dependência sejam explicitadas através do IDEF3 ou do fluxograma.

Afinal, segundo BAL (2000), apesar do IDEFo, do IDEF3 e do fluxograma representarem, principalmente, o aspecto funcional do processo, o fluxograma e o IDEF3 suportam, adicionalmente, a visão informacional, mostrando as relações de dependência entre as tarefas.

Além disso, esses métodos poderiam, também, ser adaptados, para representar o aspecto comportamental e organizacional do processo, de acordo com a necessidade do estudo que ele venha a apoiar. Dessa forma, as quatro perspectivas do processo de projeto de produtos, previamente citadas, poderiam ser explicitadas, ou seja: as tarefas executadas, como e quando elas são conduzidas, quem as conduz e quais são as informações manipuladas durante a realização dessas tarefas, incluindo as suas relações de dependência.

Apesar dessa recomendação, considerando que o método IDEFo vem sendo um dos mais utilizados na engenharia, para explicitar um processo de desenvolvimento, uma aplicação desse método na sua forma original será apresentada, com o objetivo de mostrar o nível de detalhamento promovido através da sua representação. Porém, antes de mostrar esse exemplo, é importante compreender a sua estrutura básica.

Tanto o SADT como o IDEFo são baseados em um diagrama conhecido como “ativograma”. Esse diagrama é composto por “caixas” que representam as “tarefas”. Essas caixas são ligadas por linhas e dispostas de tal forma que a ordem de condução das tarefas é explicitada, seguindo da esquerda para a direita.

As linhas que entram pela esquerda indicam as entradas para a execução daquela tarefa ou fases e as setas que saem pela direita das caixas indicam as saídas. As setas que entram por cima das caixas indicam as restrições para a execução das tarefas e as setas que entram por baixo representam os mecanismos/recursos

utilizados durante a realização das tarefas (Vernadat, 1996). Um exemplo de representação com o método IDEFo pode ser visto através das Figuras 4, 5, 6 e 7.

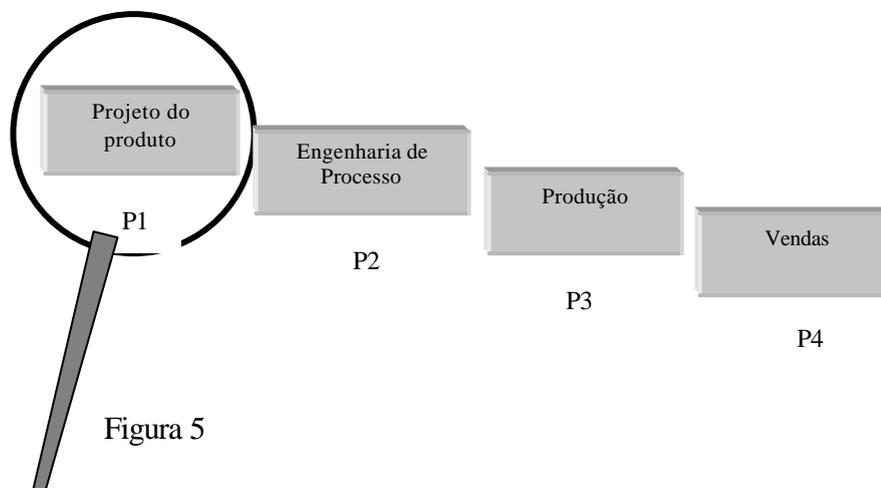


Figura 4: Exemplo de representação do primeiro nível (Ao) das fases de um processo de desenvolvimento do produto, explicitados através do modelo IDEFo (Fan et al., 2001)

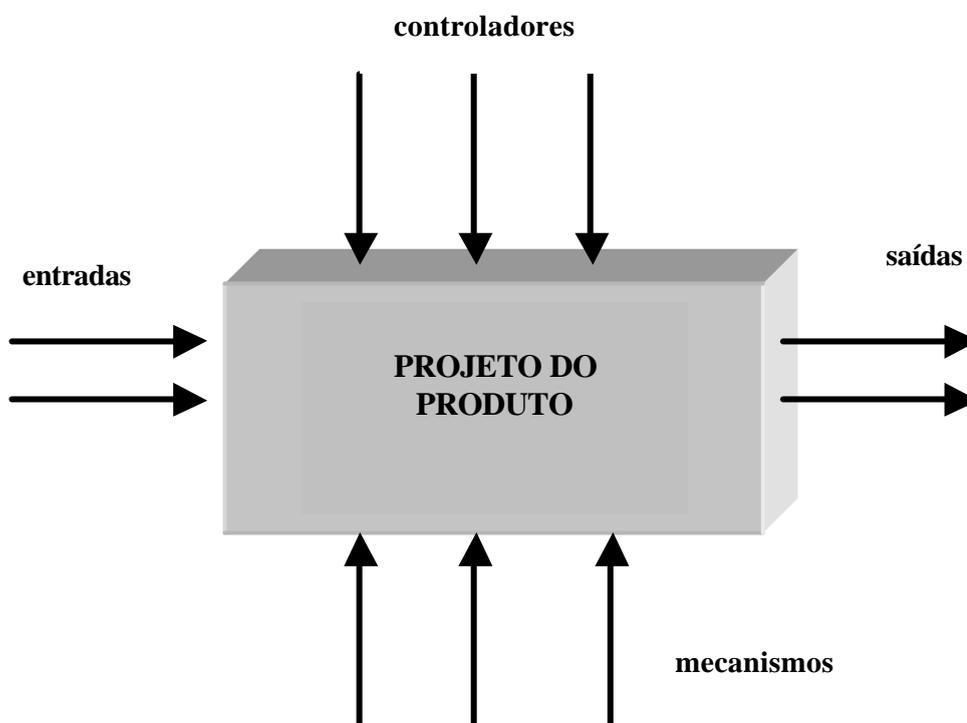


Figura 5: Representação da etapa de projeto, mostrada no nível Ao do IDEFo, explicitando as regras do modelo (Fan et al., 2001)

Se o nível A0 for observado, constata-se que o desenvolvimento do produto é composto por vários sub-processos (P1, P2, Pn). Se o foco é o projeto do produto (P1), por exemplo, detalhando-o, seria possível verificar que essa etapa é composta por várias fases (F1, F2, Fn), que podem ser vistas no nível A1. Dessa forma, o método permite que o processo seja detalhado até o nível suficiente para se obter a análise pretendida (ver Figuras 6 e 7).

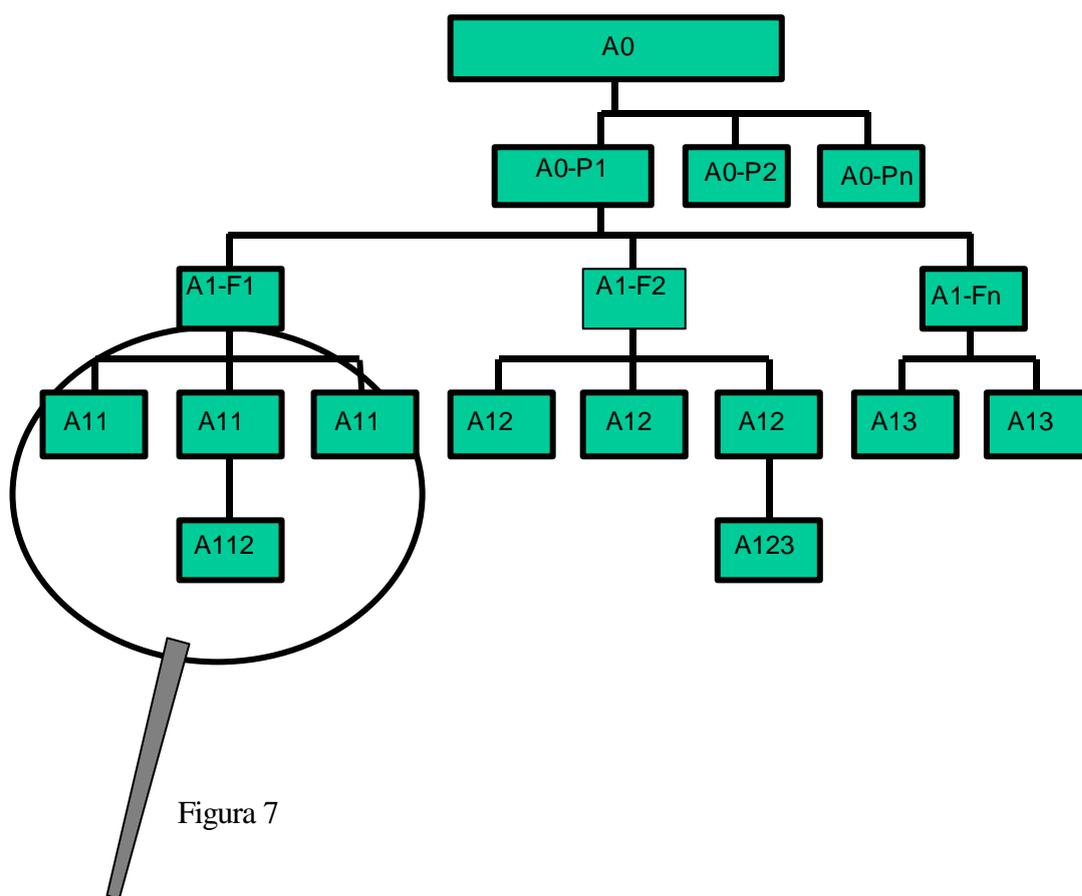


Figura 6: Estrutura hierárquica do processo, mostrada através da representação do modelo IDEFo (Fan et al., 2001)

Ampliando uma parte da estrutura hierárquica, apresentada na Figura 6, pode-se observar a interligação de fases mais detalhadas da etapa de projeto, como pode ser visto na Figura 7.

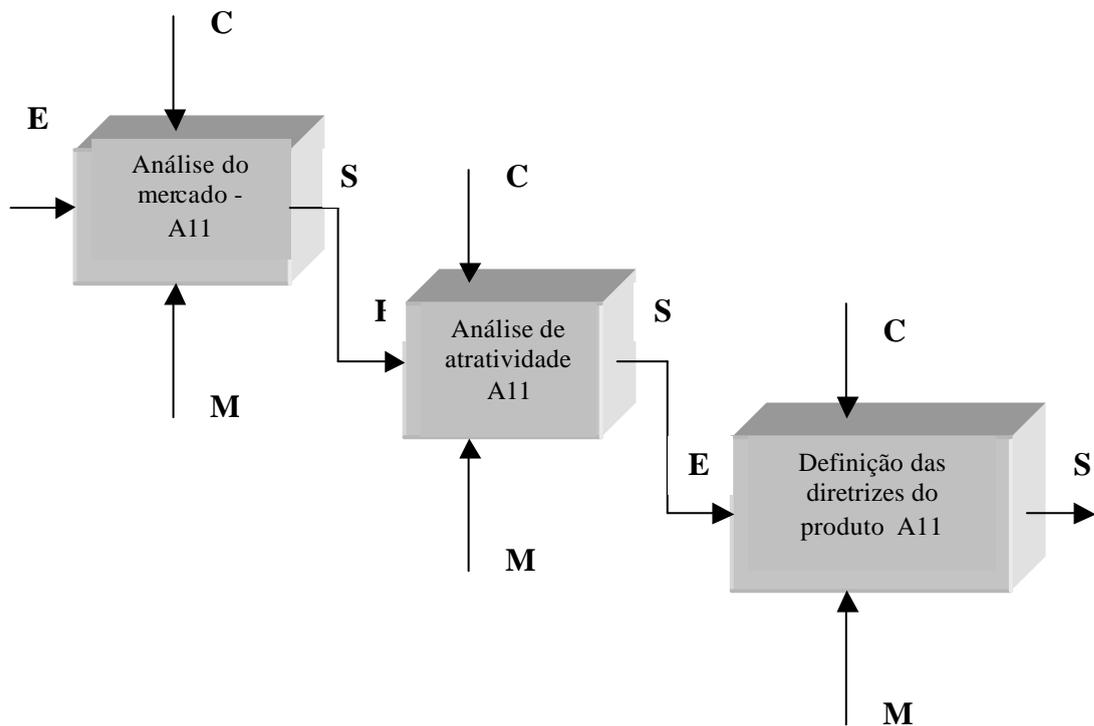


Figura 7: Representação de algumas fases pertencentes à etapa de projeto do produto, detalhadas no nível A11 com o método IDEFo (Fan et al., 2001)

Através desse exemplo é possível constatar que o IDEFo tem seu conceito base sobre o objeto pré-definido (tarefa prescrita) e realiza uma divisão estrutura - funcionamento do sistema, desconsiderando os inúmeros caminhos e as variáveis existentes nos processos de desenvolvimento, até por nem chegar nesse nível de detalhamento.

Aliás, os métodos cartesianos, de uma forma geral, explicitam de maneira simplificadora a realidade complexa dos processos de desenvolvimento, que exigem análises e explicações mais sistêmicas.

A insuficiência desses métodos para abranger a realidade organizacional foi um dos motivos do surgimento dos métodos sistêmicos. A demanda começava a exigir modelos baseados na Análise de Valor e não mais na Análise Funcional.

Essa demanda, formalizada na França desde 1979, acaba sendo explicitada em uma convenção organizada pela Associação Francesa para Análise de Valor (AFAV, 1989), cujas reclamações eram que os modelos:

- Não apresentavam, de forma consistente, o lado cognitivo do homem e os diferentes contextos do desenvolvimento do produto. Na melhor das hipóteses, os modelos descreviam as tarefas que o funcionário deveria fazer para atingir os objetivos impostos pelo sistema;
- Não consideravam a transformação gradual da experiência desenvolvida na organização, a instabilidade e a capacidade de desenvolvimento autônomo do sistema;
- Atuavam como meio de controle durante o trabalho.

Portanto, com a percepção de que existia alguma diferença entre a teoria e a prática é que se desenvolvem alguns métodos baseados em modelos um pouco mais abrangentes, com o objetivo de assegurar que os resultados a serem produzidos em cada fase fossem coerentes com os objetivos pré-definidos.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), a idéia era desenvolver métodos que auxiliassem a manejar as dificuldades resultantes das adaptações organizacionais dos grandes centros industriais e administrativos da época. O método deveria servir de suporte, principalmente, à adequação dos sistemas de informação, considerando as estratégias dos sujeitos, propiciando, também, o conhecimento do comportamento e da estrutura do processo de desenvolvimento.

Como exemplo desse tipo de método de modelagem tem-se o MERISE. Segundo Roque (1998), esse método tem sido um dos mais utilizados para desenvolvimento de sistemas de informação na França e vem sendo adotado, também, na Espanha, Suíça, América do Norte e em outros países.

Esse método pode ser retratado como um formalismo estruturado, com considerável ênfase na modelagem de dados, o qual também é utilizado para descobrir a área problema de um processo de desenvolvimento, como poderá ser visto através de suas diretrizes para o desenvolvimento de sistemas de informação. As diretrizes do método se desenvolvem em três ciclos, que são os seguintes:

1. **O Ciclo de decisão ou de aprovação** - as decisões envolvem: escolhas técnicas sobre *hardware* e *software*; escolhas de processamento; escolhas relacionadas à

interface do usuário; decisões de identificação sobre os principais atores do sistema de informação e da organização; decisões financeiras referentes ao custo e benefício do sistema; decisões de gerenciamento, referentes à funcionalidade do sistema de informação e outras. A tomada de decisão ocorre da seguinte forma: os grupos de usuários e os desenvolvedores dos sistemas discutem sobre as várias opções e é responsabilidade do grupo de usuários produzir um relatório sobre essas deliberações. Esse relatório é analisado pelos coordenadores, usuários e desenvolvedores, sendo então, tomada a decisão;

2. **O Ciclo de vida** - momento em que é documentado todo o progresso cronológico do sistema de informação, desde a sua criação. As principais fases do ciclo de vida são: planejamento estratégico, que distribui os objetivos da organização de acordo com as necessidades de suporte à informação e divide a organização em domínios para futuras análises (finanças, recursos humanos, produção e outros); estudo preliminar, que descreve os sistemas de informação propostos e discute seus impactos e detalhes associados ao custo e benefício; estudo detalhado para um projeto particular, que detalha os aspectos que serão automatizados, incluindo especificações para o projeto funcional e técnico;
3. **O Ciclo de abstração** - esse ciclo é o ponto fundamental do método MERISE, pois nessa etapa os dados são modelados em três estágios: conceitual, lógico e físico. A modelagem do processo leva em consideração três dimensões: a conceitual, a organizacional e a operacional. Cada nível de abstração corresponde a uma representação do sistema de informação, a qual deve apresentar consistência. O ciclo de abstração pode ser considerado um método que é utilizado para conhecer a área problema do processo e para a tomada de decisões referentes aos recursos e às tarefas através dos meios técnicos, os quais são, posteriormente, implementados. Cabe ressaltar, também, que segundo as diretrizes do MERISE, a tecnologia só é considerada após as últimas análises.

Apesar dos esforços desse tipo de método, segundo Lissandre (1990), na prática, ele acabou não sendo muito diferente dos métodos cartesianos. Afinal, o IDEFo descreve o mesmo tipo de organismo, dividindo-o em sistemas até mais simples.

Enfim, o que se verifica através desses formalismos é que, seja qual for o algoritmo, sua função acaba sendo a de mostrar o comportamento de uma entidade global e abstrata, através de decomposições hierárquicas e funcionais.

Constata-se que, usualmente, o funcionário só é considerado sob o ângulo da função, às vezes denominado por "processo operativo" ou "transformador de estado", desconsiderando totalmente a variabilidade operatória inter ou intra-individual. O que se considera, às vezes, é a capacidade de auto organização do sistema e a autonomia sobre a sua evolução (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Portanto, segundo Varela (1989a), apesar de as organizações estarem demandando uma representação que explicita o conjunto de relações entre os diversos elementos que compõe um processo, o que se verifica, com frequência, são formalismos que explicitam, de forma simplificadora e determinista, a estruturação e justaposição de dados.

Considerando a contínua busca por métodos mais abrangentes, outras abordagens foram sendo desenvolvidas, objetivando a criação de meios que viessem a contribuir com o esclarecimento da dinâmica dos processos de desenvolvimento, visando com isso, a sua análise, correção e melhoria. É nesse contexto que surgem, na década de 90, as abordagens de reengenharia de processo.

3.2.3 Estratégias de reengenharia de processo

Esse tipo de estratégia se baseia na explicitação dos elementos que compõe um processo e é utilizada para otimizar um processo de desenvolvimento, através da reestruturação dos seus recursos.

Esse tipo de abordagem teve o seu início em 1990, quando *Tom Davenport* e *James Short* publicam um artigo apresentando uma nova técnica de gerenciamento denominada por “reprojeto do processo de negócio” (Davenport e Short, 1990).

Posteriormente, esse termo ficou conhecido como “reengenharia do processo de negócio (BPR)”, através de um artigo publicado por Hammer na *Harvard Business Review* (Hammer, 1990).

Esse tipo de abordagem, porém, só começa a ganhar ênfase após 1993. Um levantamento bibliográfico, realizado por Deakins e Makgill (1997) entre 1992 e 1995, mostra que, dos 2.019 artigos selecionados sobre o tema, apenas 2% eram anteriores a 93. Além disso, esse tipo de iniciativa ganha ênfase em apenas alguns lugares, como Estados Unidos da América, Reino Unido e Canadá, responsáveis por mais de 80% da literatura analisada.

Segundo Smart et al. (1999), existem vários autores que discutem e sugerem esse tipo de abordagem. Entre os mais notáveis, entretanto, estão; Hammer (1990), Harrington (1991) e Davenport (1993).

A abordagem sugerida por Hammer e Champy (1993) refere-se à utilização da reengenharia, com o objetivo de quebrar antigas regras relativas à condução e à organização dos negócios. Os autores defendem a idéia de que a reengenharia não pode ser feita de forma gradativa, mas sim, de maneira completa e total. O objetivo é apagar o histórico de desenvolvimento previamente construído e reordená-lo completamente. Os autores defendem ser possível, dessa forma, melhorar radicalmente o desempenho da empresa.

Nesse caso, Hammer e Champy (1993) sugerem que a situação de trabalho estabelecida na empresa seja ignorada, para que seja imposta uma nova realidade.

Davenport (1993) compartilha parcialmente da idéia de Hammer e Champy e baseia-se em alguns pressupostos do movimento da qualidade. O autor cita que, na prática, a maioria das empresas precisa combinar mudanças radicais e incrementais, através da melhoria das tarefas, com um programa voltado para a qualidade. Ele afirma que, antes dos empresários se esforçarem por inovar no processo, eles tendem a buscar a sua estabilização através de pequenas melhorias.

Segundo Ballou (1995), apesar de a maioria das iniciativas, referentes à reengenharia, terem como objetivo grandes melhorias de desempenho, grande parte dos dirigentes das organizações vem buscando caminhos incrementais e evolutivos para os seus processos de desenvolvimento.

Essa evolução vem acontecendo em função das inúmeras experiências práticas que obtiveram resultados frustrantes em algumas empresas, após a alteração radical da configuração de seus processos, sem considerar a realidade e o histórico já

existentes. Isso acabou desencadeando o questionamento do quanto esse era um caminho viável para se obter ganhos de desempenho, sem trazer riscos para a empresa.

Sendo assim, começa-se a focar em estratégias cada vez menos radicais, considerando, de forma crescente, a realidade existente e preestabelecida nas organizações.

Nesse sentido, Harrington (1991) sugere uma reengenharia do tipo incremental, a qual o autor denomina por “melhoria do processo de negócio”, ao invés de usar o termo “reengenharia”. Para o autor, melhorar um processo significa desenvolver um método sistemático para ajudar a empresa a fazer avanços significativos, porém, incrementais, mantendo-se na linha em que seus processos já operam.

A diferença entre as abordagens discutidas acima pode ser vista na Tabela 2. Além dessa tabela explicitar algumas características da “Reengenharia” e de iniciativas de “Melhoria de Processo”, Harrington, Esseling e Nimwegen (1997) também comentam, de forma sucinta, o princípio de ação de outras abordagens que também vêm sendo utilizadas para melhorar o desenvolvimento de produtos, através da análise de seus elementos.

Tabela 2: Comentários sobre as abordagens utilizadas para melhorar o desempenho dos processos de desenvolvimento de produtos (Elaborada pela autora – baseada em Harrington, Esseling e Nimwegen (1997))

Abordagens	Comentários
Reengenharia do Processo	<ul style="list-style-type: none"> • A mais radical das abordagens. Ignora o processo corrente e a estrutura organizacional da empresa, visando sugerir um novo processo; • Estima-se que esse tipo de trabalho provoca uma redução de custo e tempo de desenvolvimento na ordem de 60 a 90% e na taxa de erros e reprojeto entre 40 a 70%; • Sua utilização é mais recomendável quando o processo da empresa está completamente desatualizado; • Acredita-se que esse tipo de trabalho seja recomendável para 5 a 20% das organizações que demandam esse tipo de melhoria; • É uma das técnicas que mais consome tempo e tem um alto custo envolvido; • É considerada uma estratégia de alto risco para a empresa.
Reprojeto ou Melhoria de Processo	<ul style="list-style-type: none"> • Tem o seu foco nos esforços do grupo da gerência em retratar o processo atual e melhorá-lo de forma incremental; • Nesse tipo de trabalho, o modelo do processo atual é elaborado, visando servir de base para as análises e melhorias; • Esse tipo de trabalho costuma reduzir custos, tempo de desenvolvimento e a taxa de erros e retrabalhos entre 30 e 60%; • Essa abordagem é recomendada quando o processo da empresa está trabalhando razoavelmente bem, apresentando problemas localizados; • O autor considera essa abordagem aconselhável para 70 a 90% das organizações que demandam esse tipo de melhoria.
Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> • Uma forma sistemática de melhorar o desenvolvimento de produtos, através da comparação do processo da empresa em questão, com outros semelhantes; • Existem algumas etapas, fases e tarefas padronizadas para desenvolvimento de produtos, que podem ser utilizadas como referência para realizar esse tipo de avaliação, como o processo de desenvolvimento sugerido pela APQC (<i>American Productivity & Quality Center</i>), por exemplo, formalizado após um extenso estudo na área, envolvendo muitos pesquisadores e colaboradores industriais.
Fast Analysis Solution Technique (FAST)	<ul style="list-style-type: none"> • É uma das iniciativas recentes na engenharia e tem o seu foco em uma parte do processo, escolhida para ser melhorada. Através de um encontro de um ou dois dias, um grupo analisa e define como esse processo poderia ser melhorado nos próximos 3 meses; • Antes do final do encontro, o gerente aprova ou rejeita as propostas de melhoria.

Como pôde ser visto, Harrington, Esseling e Nimwegen (1997) apontam o “Reprojeto ou Melhoria de Processo” como uma das abordagens mais recomendáveis para as organizações que estão funcionando razoavelmente bem, mas que apresentam indícios de problemas localizados. Em relação às outras abordagens citadas pelo autor, pode-se dizer que:

- As diretrizes da “reengenharia de processo” leva o analista a ignorar a realidade preestabelecida na empresa, podendo causar grandes danos para a organização;
- O “*benchmarking*” é uma iniciativa que conduz à comparação de processos distintos, porém semelhantes do ponto de vista das macro tarefas e sub-processos teóricos e abstratos, não sendo, portanto, indicada para esclarecer a dinâmica operacional dos ambientes de trabalho;
- A técnica *FAST* refere-se a um procedimento de análise rápida, pontual e superficial da situação de trabalho, desconsiderando, portanto, o entendimento do processo como um todo e as demais variáveis envolvidas.

Em relação à técnica de “Reprojeto ou Melhoria de Processo”, será visto que, apesar de ela ser utilizada para melhorar um processo através da compreensão da realidade existente na empresa, ela ainda se apresenta bastante teórica e abstrata, desconsiderando o sujeito pertencente ao processo e as variabilidades e limitações que o rodeiam.

Isso é constatado, inclusive, em função dos métodos de modelagem adotados para suportar esse tipo de trabalho que se referem, em geral, aos métodos cartesianos, vistos anteriormente.

Entretanto, considerando que essa abordagem e outras iniciativas que se basearam nas suas diretrizes são as que mais promovem a aproximação do analista à “realidade” dos processos de desenvolvimento, as mesmas serão brevemente apresentadas.

3.2.3.1 Estratégias de “Melhoria de Processo”

Existem várias iniciativas relacionadas com a abordagem “Melhoria de Processo”. Segundo Archer (1996), a maioria delas apresenta diretrizes semelhantes para que trabalhos de análise e transformação de processos sejam conduzidos, diferenciando-se, principalmente, pelo número de estágios recomendados na sua aplicação, como pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3: Fases sugeridas para conduzir trabalhos de “Melhoria de Processo”
(Elaborada pela autora)

FONTE	ESTRATÉGIA DE MELHORIA DE PROCESSO
<p>Pesquisa realizada no Reino Unido por Archer (1996), sobre as várias abordagens aplicadas para melhorar processos de desenvolvimento de produtos.</p> <p>O autor constatou que a maioria delas sugere o desenvolvimento desse tipo de trabalho através de 3 até 11 estágios, sendo mais utilizadas as que sugerem 4 estágios, conforme apresentados ao lado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificar qual será o processo a ser analisado; 2. Modelar o processo corrente e validá-lo, identificando os seus pontos fortes e fracos; 3. Simular as alternativas de reprojeto e selecionar a melhor opção; 4. Implementar o novo processo.
<p>Maull et al. (1995), baseando-se na síntese de várias abordagens de “Melhoria de Processo”, estruturam suas diretrizes através de 5 fases, mostradas no quadro ao lado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entender a organização, a manufatura e as estratégias das tecnologias de informação (IT); 2. Identificar o(s) processo(s) chave e as medidas de desempenho já existentes; 3. <u>Analisar o(s) processo(s) existente(s)</u>; <ul style="list-style-type: none"> - investigar a fase/etapa escolhida; - modelar essa fase/etapa; - analisar o modelo; - fornecer um diagnóstico sobre a situação de trabalho; 4. Reprojeter e implementar o(s) processo(s); 5. Monitorar e melhorar o(s) novo(s) processo(s) continuamente.
<p>Obs. Segundo Maull et al. (1995), as fases 2 e 3 são as que demandam maior esforço por parte do analista, pois ele precisa de uma estratégia eficiente para coletar dados do processo, visando a sua explicitação e modelagem. Porém, <u>a veracidade da representação obtida na fase 3 é ainda mais importante nesse tipo de trabalho, pois ela vai refletir diretamente na qualidade das análises e, conseqüentemente, no diagnóstico elaborado para melhorar o desenvolvimento do produto.</u></p>	

A apresentação dos estágios acima, sem explicação quanto à condução de cada um deles, é o que mais se encontra na literatura. Segundo Vakola e Rezgui (2000), a maioria não explicita como se faz para concluir cada um desses estágios, durante a aplicação em campo.

A falta de detalhamento quanto à estratégia de aplicação das diretrizes dessas abordagens talvez se deva ao fato de que muitos autores partem do princípio que essas informações serão coletadas através de documentações pertencentes à empresa e junto àqueles que gerenciam o desenvolvimento.

De acordo com Choi e Chan (1997), considerando a forte demanda por abordagens que contribuam com trabalhos de transformação e melhoria de processo, devido às pressões comerciais existentes, um método estruturado seria de grande importância. Além de transmitir idéias, conhecimento e experiência, possibilitaria a sua fácil aplicação por terceiros (Valiris e Glykas, 1999).

Baseando-se nessa demanda, Motwani, Kumar e Jiang (1998) fazem uma compilação de várias abordagens, estruturando um quadro referencial mais detalhado, direcionado aos trabalhos de “Melhoria de Processo”.

Os autores selecionam 900 artigos do período de janeiro de 1986 a agosto de 1996 com as palavras chave: *business process reengineering*, *BPR* e *process reengineering* e, desses, elegem 133 como os mais relevantes, os quais são utilizados pelos autores para estruturarem as diretrizes explicitadas na Tabela 4.

Tabela 4: Fases sugeridas por Motwani, Kumar e Jiang (1998) para conduzir trabalhos de “Melhoria de Processo” (Elaborada pela autora)

DIRETRIZES SUGERIDAS PARA APOIAR TRABALHOS DE MELHORIA DE PROCESSO	
FASES	DETALHAMENTO
1. Entendimento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir a estratégia para conduzir o estudo ➤ Entrar em acordo com a gerência
2. Início	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obter a visão do processo ➤ Selecionar o processo a ser estudado ➤ Definir os objetivos de forma clara e objetiva ➤ Formar um time para conduzir o trabalho de melhoria (incluir gerentes/coordenadores e pessoas responsáveis pelos sistemas de informação)
3. Programação	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Delinear o processo corrente ➤ Entender as obstruções no desenvolvimento ➤ Estabelecer algumas bases para o estudo e utilizar-se de <i>benchmarking</i> visando futuras melhorias ➤ Modelar as possíveis modificações no processo
4. Transformação	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conduzir um estudo piloto para testar a nova configuração, simular/estimular o escopo da mudança organizacional e estimar realisticamente os recursos necessários para efetivar a mudança
5. Implementação	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir o treinamento necessário ➤ Definir o líder para gerenciar o processo ➤ Realinhar a estrutura e reajustar os recursos técnicos (tecnologia de informação e outros) e humanos ➤ Redefinir o sistema de recompensa
6. Evolução	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acompanhar os resultados das mudanças ➤ Fazer alterações quando necessárias ➤ Monitorar o progresso pós-mudança

Como pode ser visto, apesar do nível de detalhamento do método sugerido por Motwani, Kumar e Jiang (1998), os autores também não apresentam “como o trabalho deve ser conduzido na empresa” e “como os dados são obtidos em campo”. Eles apenas explicitam, de forma mais detalhada, as fases do trabalho.

Entretanto, para que possa ser verificado o quanto essas abordagens têm o potencial de explicitar a realidade operacional dos processos de desenvolvimento, considerando as suas variabilidades, seria preciso entender as suas estratégias de coleta de dados. Em busca dessa informação, pesquisou-se a estratégia de análise proposta na área por alguns autores que descrevem, de forma mais ou menos

detalhada, a sua forma de atuação. Essas estratégias podem ser vistas na seqüência descrita abaixo:

1. Estratégia proposta por *Davenport*

De acordo com Davenport (1993), iniciativas de “Melhoria de Processo” demandam informações mais detalhadas do desenvolvimento corrente do que abordagens utilizadas para inovar no processo.

Segundo o autor, existem pelo menos quatro razões para documentar o processo existente antes de prosseguir para a nova configuração:

1. Entender o processo existente facilita a comunicação entre os participantes quanto às iniciativas de melhoria e inovação;
2. Em organizações com desenvolvimentos complexos não existe possibilidade de migrar para uma nova configuração sem entender o processo corrente;
3. Reconhecer os problemas no processo corrente pode ajudar a assegurar que eles não se repitam após a implantação da nova configuração;
4. Somente a comparação do processo corrente com o novo processo pode esclarecer os ganhos com a nova configuração, como uma redução no ciclo de desenvolvimento, por exemplo. Portanto, é importante que o tipo de representação adotada seja a mesma (para o atual e para o novo processo sugerido).

Apesar de essas citações mostrarem a preocupação em retratar a “realidade do processo corrente”, quando se analisa a estratégia adotada pelo autor, verifica-se que a sua investigação se baseia nos dados fornecidos através das tecnologias de informação (aplicativos existentes, base de dados, tecnologias e padrões), nas informações sobre a organização (descrição do trabalho, mudanças organizacionais na empresa) e em outros dados dessa natureza, visando à melhoria das tarefas com um programa voltado para a qualidade.

Quando o autor explicita o processo investigado, constata-se apenas a representação de macros processos, de partes detalhadas destes e de algumas tarefas prescritas.

Para representar o desenvolvimento, após a coleta de dados, o autor sugere a utilização de um fluxograma, considerando-o entre os mais úteis para entender a dinâmica do processo e para discutir as questões de melhoria.

2. Estratégia proposta por *Harrington*

Harrington (1991) parte do princípio de que a análise e a otimização devem ser realizadas de forma mais sistêmica. Segundo o autor, quando um processo é analisado e otimizado, baseando-se em tarefas individuais independentes, jamais vai funcionar como deve.

Portanto, o autor sugere iniciar a modelagem do processo global para que seja possível esclarecer as inter-relações entre os vários setores da empresa para, posteriormente, buscar o detalhamento das tarefas desenvolvidas no nível requerido para as análises. Sugere que, dependendo do nível de detalhamento, os departamentos e/ou as pessoas responsáveis por conduzir as tarefas sejam, inclusive, explicitados.

O autor comenta que a maioria das organizações americanas que investem em análise de processo, visando melhorias, não envolve os funcionários da empresa que, posteriormente, sofrem com os impactos da transformação. Devido a esse fato, os analistas acabam gastando muito tempo nas implantações e encontrando muita dificuldade para conseguir a adesão desses funcionários.

Apesar desse comentário, constata-se que o envolvimento dos funcionários, ao qual o autor se refere, se baseia apenas em comunicá-los sobre o andamento do estudo. Portanto, o ato de analisar e transformar o processo de desenvolvimento continua tendo como objetivo a adaptação do homem ao trabalho.

Essa desconsideração pelos sujeitos que realizam o processo é constatada através da estratégia de coleta de dados, que se desenvolve apenas junto aos gerentes de área. São eles que explicitam o processo corrente para o analista, baseando-se na sua visão e experiência, além de utilizar algumas documentações e históricos preexistentes na empresa. Os gerentes só buscam informações com seus funcionários quando as consideram necessárias. Portanto, mesmo se aproximando dos funcionários, o autor detalha, no máximo, as tarefas prescritas pela organização.

Apesar disso, o autor ressalta que envolver os funcionários no momento da coleta de dados e da modelagem do processo poderia contribuir para que os mesmos se sentissem mais envolvidos com a implantação da nova configuração sugerida, facilitando essa fase que é considerada uma das mais críticas.

Em Harrington, Esseling e Nimwegen (1997), publicado seis anos após o livro anteriormente citado, constata-se que *Harrington* continua sugerindo a coleta de dados através de documentações previamente existentes na empresa, em um primeiro momento, e, posteriormente, junto aos gerentes de área. Entretanto, ele já ressalta que é preciso ter cuidado com o que a documentação relata e o que realmente acontece na prática. Portanto, visando minimizar essa diferença, o autor sugere que as informações sejam conferidas de acordo com o ponto de vista dos gerentes, os quais questionariam seus subordinados em casos de necessidade.

Durante a modelagem do processo, o autor sugere verificar a compatibilidade entre as informações coletadas através de documentos e aquelas coletadas através dos gerentes, voltando a entrevistá-los em casos de divergências, para que o modelo seja validado.

3. Estratégia proposta por *Barnett e Clark*

Avaliando o trabalho de análise e melhoria de processo, realizado em uma indústria química por Barnett e Clark (1998), constata-se que a estratégia de coleta de dados, por eles utilizada, é baseada em entrevistas com os gerentes de área, utilizando-se de questionários em alguns momentos. Quando os autores sentem a necessidade de informações mais detalhadas, buscam-nas através de entrevistas com alguns engenheiros.

Com essas entrevistas, os autores visam explicitar a seqüência de etapas e tarefas relacionadas ao desenvolvimento do produto, buscando compreender o processo e os seus problemas.

Essa forma de atuação é um reflexo da linha de pensamento de um dos autores. Segundo Clark e Fujimoto (1991), os produtos normalmente são desenvolvidos em uma seqüência de fases específicas, as quais demandam ligações personalizadas, de acordo com o produto e com as pessoas que o desenvolvem.

Partindo desse pressuposto, os autores citam que para contribuir com o decréscimo das modificações, resultantes do projeto de um produto, criando e gerenciando efetivamente essas ligações, dependerá:

- De como ocorre o processo de desenvolvimento, ou seja, como o trabalho é dividido e coordenado;
- Da habilidade dos dirigentes da empresa para construir canais de comunicação;
- Da existência de situações que promovam a cooperação.

Apesar da intenção dos autores, quando se analisa a representação do processo, explicitada em Barnett e Clark (1998), constata-se apenas a descrição das grandes etapas e um memorial descritivo explicando em que consiste o desenvolvimento do produto analisado. Eles não detalham as tarefas individuais, nem as suas inter-relações, desencadeadas em função da estratégia de ação individual e coletiva do grupo estudado.

4. Estratégia proposta por *Kotter*

Em Kotter (1995) se encontra o relato de um trabalho de análise e melhoria de processo, realizado em uma empresa de engenharia. Nesse trabalho, o autor ressalta a importância do envolvimento dos funcionários nesse tipo de estudo. Entretanto, o único envolvimento constatado, durante a descrição do estudo, ocorre através do repasse de informações do analista para os funcionários, comunicando sobre o andamento do trabalho, pois não se verifica a busca de dados através dessas pessoas.

5. Estratégia proposta por *Balthazor*

De acordo com Balthazor (1996), um dos problemas básicos nos trabalhos de análise e melhoria de processo é que se explicita o desenvolvimento do produto, negligenciando o ser humano presente nesse ambiente.

Segundo o autor, os estudos que focam apenas os recursos físicos são muito exatos para serem utilizados em um campo de incertezas, onde os atores são pessoas. Portanto, o autor sugere que seja desenvolvido um método que considere o aspecto humano e que promova a explicitação de “quem faz o que” no processo de desenvolvimento.

Balthazor (1996) sugere que tentativas nesse sentido sejam testadas na prática, para verificar a possibilidade de melhorar os processos de projetos complexos através de modelos que explicitem o aspecto humano dentro da cadeia de tarefas.

Apesar dessa sugestão, quando o autor mostra um exemplo de representação, considerando essa idéia, constata-se apenas a explicitação de sub-processos e de tarefas prescritas pela organização.

6. Estratégia proposta por Allen e Abate

Allen e Abate (1999) relatam um trabalho de melhoria de processo, realizado junto à Administração da Aviação Federal (FAA's), o qual é baseado na análise das tarefas. Segundo os autores, é muito importante esclarecer a relação de dependência entre as tarefas, já que essas conexões são responsáveis pela maior parte das redundâncias em um processo de desenvolvimento.

Apesar desse comentário, o trabalho realizado por eles apresenta apenas uma explicitação genérica do processo corrente, cujos dados foram obtidos em entrevistas com alguns gerentes de área e através de informações e dados contidos em documentos preexistentes na empresa.

7. Estratégia proposta por Maull, Childe, Bennett, Radnor, Greswell, Smart, Rogers, Wood, Partridge e outros pesquisadores relacionados com a University of Plymouth (UK)

Outra estratégia de melhoria de processo foi encontrada em Maull et al. (2000), resultante de um estudo que durou três anos, envolvendo mais de dez

pesquisadores na área. O objetivo do estudo foi desenvolver um método para empresas de pequeno e médio porte que pudesse ser utilizado para conduzir trabalhos de melhoria de processo.

Um desses pesquisadores, o *Dr. Childe S. J.* da *University of Plymouth (UK)*, foi entrevistado pela autora dessa tese, possibilitando assim, esclarecer melhor a estratégia de ação desenvolvida pelo grupo, o qual vem atuando nessa área junto à empresas nacionais e estrangeiras.

O método foi desenvolvido em campo industrial, com o auxílio da visão dos gerentes de área, objetivando atender às reais necessidades das indústrias. Analisando o método e considerando o relato do “*Dr. Childe*”, constatou-se que esse método também conduz o analista a modelar o processo corrente, baseando-se em documentos preexistentes na empresa e através de alguns líderes que coordenam o processo.

Como estratégia de validação do modelo representativo do processo o grupo realiza alguns seminários e discussões em grupo com alguns dos funcionários da empresa, os quais conferem e implementam o modelo, até que o mesmo represente a visão consensual de todos os presentes.

Em relação ao tipo de modelo adotado para representar o processo, o grupo tem preferência pelo IDEFO e recomenda um maior detalhamento em casos de melhorias incrementais. Entretanto, observando um processo modelado pelo grupo, verifica-se apenas a explicitação das etapas do processo, suas fases e algumas tarefas prescritas pela organização, como é típico da representação fornecida com a utilização do IDEFO.

Enfim, essas são algumas das abordagens que, a princípio, se mostraram mais próximas da realidade dos processos industriais, mas que, após uma análise mais detalhada, constatou-se a distância do foco de suas análises, no que se refere ao processo operacional que se estabelece no dia-a-dia das empresas.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), a insuficiência de estudos nas áreas de ciências humanas e sociais e de reflexões sobre os constrangimentos reais das tarefas de trabalho compõem, de certa forma, as abordagens existentes. Estas, normalmente, não conduzem à consideração das exigências efetivas dos

funcionários, quando estes buscam assegurar a qualidade e reforçar a integridade operacional dos sistemas de produção.

Identifica-se, portanto, uma forte demanda por uma abordagem técnica, porém, associada a ênfases que considerem os aspectos social e humano dos ambientes de trabalho. O próximo item expõe algumas críticas e sugestões nesse sentido.

3.3 Críticas e sugestões para implementar as abordagens de “Melhoria de Processo”

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), por trás das abordagens, previamente citadas, ainda permanece a tendência de se controlar os processos, em vez de buscar o seu entendimento e desenvolvê-los da melhor forma possível, considerando a dinâmica do trabalho estabelecida pelos funcionários. Os autores explicam essa tendência como resultante de alguns fatores de origem sócio-histórica e econômica, como:

1. A separação organizacional entre as pessoas que concebem o trabalho e aqueles que o realizam, proveniente do *Taylorismo* previamente comentado, conduzindo a um pensamento do tipo; há pessoas que pensam e outras que executam;
2. A formação e o histórico social do engenheiro, baseados em uma visão racionalista que, posteriormente, acaba refletindo na sua atuação profissional junto aos processos de desenvolvimento.

Em relação ao primeiro fator, pode-se dizer que essa linha de pensamento influencia as abordagens de melhoria, fazendo com que se considere apenas a opinião daqueles que gerenciam os processos, acreditando que somente eles têm o conhecimento da situação, ignorando o relato daqueles que executam as tarefas e desencadeiam o “real processo de desenvolvimento”.

Entretanto, segundo Prasad (1998), o gerente não tem o controle do que realmente acontece na prática diária do trabalho dos funcionários e, muito menos, das interações existentes entre eles, pois, as interações entre os funcionários acabam

acontecendo mesmo quando estes grupos não apresentam uma relação de dependência aparente, em função das características do produto.

Portanto, segundo o autor, é o grupo operacional que acaba tendo que gerenciar as variáveis e limitações que aparecem durante o trabalho para que o produto seja desenvolvido. Porém, como o desenvolvimento de um produto mais complexo acaba envolvendo inúmeras tarefas e pessoas e as relações entre essas tarefas são pouco conhecidas, o processo acaba, frequentemente, apresentando problemas e subotimizações. Afinal, cada grupo operacional acaba conduzindo suas próprias tarefas com certa autonomia, porém, sem a visão do fluxo total do desenvolvimento.

Segundo Prasad (1998), isso é um problema típico de situações em que se tem grupos com muita independência e coordenação insuficiente, ou com visão e controle insuficientes para que uma situação com tantas variáveis seja gerenciada adequadamente.

O autor assegura, portanto, que dificilmente os processos de projeto de produtos mais complexos serão gerenciados adequadamente sem um apoio para o fluxo de comunicação/informação. Segundo o autor, todos aqueles que participam do desenvolvimento do produto deveriam saber exatamente qual é a sua posição individual dentro do processo global, o que as outras áreas estão fazendo e onde surgem as dificuldades e os problemas. Sem um sistema que dê sustentação para esse tipo de conhecimento, competir tecnicamente no mercado de tecnologia complexa é praticamente inviável.

Em relação à formação e ao histórico social do engenheiro, pode-se dizer que isso reflete no fato de que o engenheiro se mostra mais como a pessoa das ciências exatas e da técnica, do que como um generalista, capaz de considerar as diversas questões relevantes na variabilidade industrial (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Mesmo admitindo-se que deveria existir uma certa elasticidade entre a apresentação teórica do trabalho e os seus “reais modos de operação”, não se verifica, nos trabalhos de melhoria, a consideração dos engenheiros que desencadeiam o processo, considerando a sua atuação e interferência no sistema.

Segundo Ruessmann, Preece e Peppard (1994), as iniciativas provenientes da engenharia clássica continuam focando os resultados quantificáveis das tarefas, ou seja, as suas entradas e saídas, em vez de focar as condições de realização dessas tarefas, que interferem diretamente nesses resultados.

Isso significa que existem muitas abordagens e métodos que poderiam ser utilizados para melhorar processos de projeto de produtos industriais mais complexos, porém, poucos consideram o elemento humano, as variabilidades e os limites presentes nos sistemas de desenvolvimento e que afetam diretamente os resultados do trabalho.

Deakins e Makgill (1997) afirmam que a desconsideração pelo aspecto humano tem sido um dos principais motivos de falhas quando se adota, em campo, abordagens relacionadas à “Melhoria de Processo”.

Maull et al. (1995) também chegaram a esse resultado através de uma pesquisa realizada junto a 25 empresas do Reino Unido, que passaram pela experiência de tentar melhorar os seus processos de desenvolvimento.

O objetivo foi verificar a relação do sucesso obtido após o trabalho de melhoria, em função das ênfases adotadas durante o estudo. Das ênfases analisadas, o “envolvimento humano” foi considerado um dos mais relevantes junto às indústrias que foram bem sucedidas durante a implantação das mudanças no processo. A outra ênfase importante foi relativa à utilização de “métricas de desempenho”.

O “envolvimento humano”, nesse caso, foi verificado quanto ao nível de comprometimento dos funcionários nos programas de mudança. As “métricas de desempenho” foram referentes à definição de medidas que seriam utilizadas para medir o desempenho do processo antes e depois das melhorias.

Através de algumas pesquisas bibliográficas, os autores também constataram que, dos tópicos que apresentam menos publicação na área estão exatamente esses dois temas; discussões sobre o “envolvimento humano em trabalhos de melhoria” e a definição de “métricas para medir o desempenho dos processos de desenvolvimento, após a sua transformação”.

Através de uma pesquisa realizada por Roy, Roy e Boucharda (1998), composta por quatro estudos de caso e um *survey* junto a 156 empresas canadenses que tinham se submetido à aplicação de um trabalho de melhoria, foi possível

concluir que a maioria das organizações, apesar de conscientes quanto à importância de se considerar o aspecto humano nesse tipo de trabalho, não tinha incorporado essa ênfase nos seus estudos.

Segundo as autoras, algumas das razões de existir certa relutância em melhorar as abordagens existentes com conceitos de natureza sociotécnica são:

- O fato de as empresas de consultoria ou universidades, contratadas para desenvolver esse tipo de trabalho, possuírem formação técnica como engenharia e outras;
- A dificuldade e o alto custo envolvido em abordagens participativas e que envolvam a análise das tarefas;
- A preferência pela abordagem *top-down*, ressaltando as fases e tarefas genéricas, sem detalhar o ambiente operacional.

Apesar dessa relutância, alguns autores se mostram preocupados com essa questão. Vargas (2000), por exemplo, cita que as pessoas são o elo central dos processos de desenvolvimento e o seu recurso mais importante. Elas definem metas, planos, organizam o trabalho, produzem resultados, direcionam, coordenam e controlam as tarefas, utilizando suas habilidades técnicas e sociais. Portanto, todos os resultados do desenvolvimento poderiam ser analisados como frutos das relações humanas e das habilidades interpessoais dos envolvidos.

De acordo com Prasad (1998), uma metodologia ou método estruturado deveria conter diretrizes que proporcionassem o encontro de uma lógica em funcionamento onde pessoas, informações, objetivos e capacitações interagem em um sistema complexo.

Fundamentadas nessas discussões, surgem algumas iniciativas que, apesar de buscarem uma proximidade maior com a “realidade dos processos de desenvolvimento”, não chegam a compor um método estruturado e, portanto, não apresentam implementações práticas. Os autores apenas citam algumas diretrizes que poderiam ser incorporadas às abordagens tradicionais.

Choi e Chan (1997), por exemplo, sugerem que os funcionários sejam envolvidos nos trabalhos de melhoria e que seja proporcionada uma visão

corporativa do fluxo de informações e do processo de desenvolvimento. Além disso, os autores também sugerem outras alterações, visando minimizar alguns pontos críticos dessas abordagens (ver Tabela 5).

Tabela 5: Sugestões para minimizar os pontos críticos em trabalhos de “Melhoria de Processo” (Choi e Chan, 1997 - Adaptação)

CATEGORIA	FATORES	RAZÕES DAS FALHAS	SUGESTÕES PARA MINIMIZAR FALHAS
QUANTO À DEFINIÇÃO	CONCEITOS	Definições obscuras; Muitos conceitos e definições.	Entender melhor os conceitos e definições.
	METODOLOGIA	Variedade de metodologias.	Selecionar a abordagem mais apropriada para o caso a ser estudado.
	EXPECTATIVA	Expectativas além da possível.	Especificar o objetivo e revê-lo durante o trabalho de melhoria.
RELATIVOS AO SER HUMANO	RESISTÊNCIA À MUDANÇA	Resistência dos funcionários à mudança; Dificuldade na mudança cultural; Medo de ser rebaixado de cargo.	Estabelecer um canal de comunicação com os funcionários; Mantê-los sempre informados; Providenciar treinamento sempre que necessário.
	GRUPO DA GERÊNCIA	Muitos grupos de gerência.	Incluir os líderes do processo no grupo da gerência.
	ENVOLVIMENTO DOS TRABALHADORES	Ignorar os funcionários em estudos dessa natureza.	Envolver os funcionários no estudo e absorver suas contribuições.
	TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO	Muitos sistemas; Super confiança no sistema.	Maximizar os benefícios das tecnologias de informação; Proporcionar uma visão corporativa do fluxo de informação.
	DURAÇÃO DO PROJETO	Demora na entrega do resultado.	Programar o projeto para uma duração razoável; Dividi-lo em fases.
QUANTO À HABILIDADE DO ANALISTA EM CONDUZIR O TRABALHO	ESCOPO E OBJETIVO	Objetivo incorreto; Escopo incorreto; Seleção do processo errado.	Priorizar os objetivos; Estabelecer o contexto do negócio; Identificar os principais negócios e analisar qual é o mais carente de melhoria.
	RE-CONCEITUALIZAÇÃO	Limites definidos pelo consultor; Confundir função com processo.	Obter uma visão compartilhada do desenvolvimento; Usar um fluxograma para representar a estrutura do processo.

Biazzo (2000) contribui com outras idéias; ele sugere obter o esclarecimento do processo através da sua parte física e quantificável, considerando, também, a sua dimensão humana e variável.

Para isso, o autor sugere que seja investigada, primeiramente, a parte física da empresa, correspondente ao fluxo de trabalho e de informações e, posteriormente, sejam identificados os movimentos e as ações dos agentes.

Segundo o autor, as ações e os movimentos dos agentes são baseados em duas suposições:

- Na consideração do processo como uma seqüência de ações embutidas em uma estrutura que, simultaneamente, possibilita e restringe (o foco é o sistema) (Abbott, 1992). De acordo com Anjard (1996), o desempenho dos indivíduos depende diretamente do quanto o processo permite ou não um bom desempenho;
- No reconhecimento da natureza colocada pela ação (o foco é o sujeito) (Suchman, 1983).

Quanto ao fluxo de trabalho e de informações, o autor sugere que ele seja construído através dos relatos dos engenheiros envolvidos no processo, utilizando-se dos métodos de modelagem propostos pela engenharia clássica para explicitá-lo.

Para isso, Biazzo (2000) recomenda que as tarefas operacionais do processo sejam identificadas e separadas das tarefas complementares, como as tarefas de coordenação, por exemplo. No modelo, apenas as tarefas operacionais, relacionadas com o objetivo principal do desenvolvimento, é que seriam representadas.

Smart et al. (1999) acrescentam outra sugestão: que durante a modelagem do processo, seja especificado e identificado qual é o perfil de cada tarefa e quem a executa, como um dos primeiros passos para personalizar o modelo representativo do processo.

Essa estratégia poderia contribuir tanto com a etapa de validação do modelo, como, principalmente, com a etapa de implementação das mudanças, sugeridas após as análises.

Segundo os autores, para se validar um modelo, normalmente, é

verificado se ele representa a visão das pessoas nele envolvidas e se o mesmo foi útil para a empresa entender o seu processo de desenvolvimento. Portanto, personalizar o modelo pode ajudar na conclusão dessa etapa do trabalho de melhoria.

De acordo com Burrell e Morgan (1979), a validação do modelo é uma parte importante em trabalhos dessa natureza porque, apesar do analista estar inserido no contexto da empresa estudada, sempre existirá um distanciamento entre o pesquisador e a realidade social observada. Portanto, deve-se buscar estratégias para minimizar essa distância, o máximo possível.

Smart et al. (1999) ressaltam, porém, que o benefício de se obter um modelo validado, que represente o processo em questão, não se deve ao fato de se ter um modelo preciso e total. Um dos maiores benefícios é relativo ao entendimento que ele fornece para quem está nele inserido, propiciando, também, uma visualização suficiente para as análises requeridas.

Portanto, deve-se compreender que um modelo, normalmente, não representa “exatamente” o que acontece na prática do trabalho; ele se aproxima da realidade em um nível suficiente para que todos consigam se identificar com o modelo, encontrando a sua parcela de contribuição no processo, para que este possa ser otimizado.

Segundo Kueng e Kawalek (1997), essa identificação do funcionário com o modelo é um procedimento que poderia ser considerado um meio de aprendizagem por si só.

“Através da modelagem do processo possibilita-se que todos os intervenientes passem a ter uma visão global do desenvolvimento do produto, dos seus papéis e responsabilidades de maneira sistêmica. [...]. Além disso, o fluxo de informações pode se tornar mais eficiente, pois são estabelecidos, formalmente, as informações necessárias ao desenvolvimento de cada etapa e tarefa, bem como os responsáveis pelas mesmas [...]” (Tzortzopoulos, 1999, p.4).

A identificação do funcionário com o modelo e a sua participação durante a construção deste acabam refletindo, também, no seu nível de

comprometimento durante as fases de correção do processo e de implantação das modificações sugeridas, repercutindo positivamente no rearranjo do trabalho (Smart et al., 1999).

Além das sugestões de Biazzo (2000), Smart et al. (1999) e outros descritos acima, Roy, Roy e Boucharda (1998) também expõem algumas sugestões para melhorar as estratégias de “Melhoria de Processo”, provenientes da engenharia clássica. São elas:

- **Desenvolver e adaptar metodologias utilizando a análise das tarefas**, considerando que a maioria das estratégias da engenharia tradicional suporta apenas a representação de níveis gerais de análise, como o conjunto de tarefas prescritas, fases e etapas do processo;
- **Obter um entendimento mais realista da situação existente na empresa, referindo-se ao desenvolvimento corrente.** Apesar de alguns autores sugerirem o estudo do processo, a maioria das abordagens se baseia nas grandes etapas e fases, apoiando-se em documentações e dados prescritos pela organização. Isso significa que, provavelmente, eles descrevem situações regulares, excluindo as situações imprevistas e problemáticas, as quais são as principais fontes de ineficiências e que demandam correções;
- **Considerar o sistema homem-tecnologia**, investigando abordagens sociotécnicas, humanas e outras que considerem o aspecto humano, para adaptá-las aos trabalhos de melhoria já existentes;
- **Admitir a importância do envolvimento humano em trabalhos de melhoria de processo.** Em trabalhos dessa natureza, há uma grande dificuldade em se definir o nível de envolvimento dos funcionários durante o trabalho de modelagem e análise. Essa tendência parece ter uma certa similaridade com os trabalhos realizados nos últimos anos, para implantar sistemas de informação. Muitas soluções técnicas foram propostas por pessoas que sabiam muito pouco sobre o trabalho daqueles que iriam utilizá-las. Considerando essa experiência, as autoras alertam para que, em vez de se repetir o mesmo erro e frustrações, resultantes desse tipo de estratégia, aprenda-se com as falhas, evitando esse caminho em trabalhos de melhoria;

- **Estar consciente dos limites de um trabalho participativo.** Segundo Lamonde (1995), existem pelo menos dois obstáculos quando se realiza um trabalho no qual os funcionários da empresa são envolvidos. O primeiro se refere ao acesso ao trabalho diário dos funcionários, que nem sempre é possível. Além disso, obter informações sobre o que cada um faz, nem sempre é algo fácil, pois normalmente eles explicitam o que eles consideram ser o mais relevante, ao invés de relatarem o que eles realmente fazem. O segundo obstáculo seria referente à defesa dos próprios funcionários que, muitas vezes, tentam ocultar a sua forma “errada” de executar a tarefa, por estarem conscientes de que não estão seguindo o caminho previamente prescrito pela organização;
- **Envolver especialistas da Ergonomia** nos grupos que realizam trabalhos de melhoria, para que o aspecto humano seja considerado com mais ênfase.

Para alguns autores, as abordagens existentes mostram apenas uma resposta em evolução (Rochfeld e Morejon, 1988; Matheron, 1994). Pois, segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), as iniciativas descritas continuam mostrando que ainda existe liberdade de manobra para contribuições de origem sociotécnica e humanas.

Segundo Zilbovicius (1997), a compreensão da prática do desenvolvimento do produto requer um novo ponto de vista para a perspectiva clássica da engenharia. Apesar de essa perspectiva ser percebida como capaz de dar conta tanto do projeto e da fabricação, quanto dos eventos que ocorrem no dia-a-dia das empresas, essa operacionalização nem sempre se verifica.

Afinal, a inconsistência que se estabelece no dia-a-dia entre o prescrito e o executado tende a gerar espaços disponíveis para que seja revisto o fluxo de desenvolvimento das tarefas, a integração no desenvolvimento do produto, a eficácia do compartilhamento de informações, entre outros fatores.

Através do reconhecimento de que o conhecimento não modelado, não sistemático, gerado durante o desenvolvimento do produto, é tão importante quanto impossível de ser gerado através dos métodos clássicos da engenharia, que o definem de maneira abstrata, alguns autores começam a rever a fronteira da divisão entre o planejamento e a execução.

Segundo Zilbovicius (1997), visando abordar esse problema, Daniellou, Laville e Teiger (1989), Daniellou (1989), Wisner (1987) e outros autores da ergonomia francesa desenvolvem análises sobre a contradição existente entre o “trabalho prescrito” (através do planejamento e concepção da engenharia) e o “trabalho real”, realizado na prática concreta durante a execução das tarefas.

Entretanto, quando se fala em “trabalho real”, é importante ressaltar que a consideração dos conflitos existentes entre os objetivos pessoais e os objetivos da tarefa prescrita obriga o agente a hierarquizar seus critérios e a encontrar compromissos. Portanto, o trabalho é considerado complexo por si só e a sua complexidade não pode ser arrancada da situação de trabalho: existe uma co-determinação entre a complexidade da tarefa e a atividade do funcionário (Leplat, 1996).

Nesse sentido, Morin (1990) sugere um novo modo de analisar o trabalho, que possibilita a construção de “uma maneira complexa de olhar a realidade desses ambientes”, a qual ele denomina por “Teoria da Complexidade”.

Segundo o autor, a “visão simplificada” da complexidade, típica do pensamento clássico determinista, não serve para analisar e compreender a realidade do trabalho. Portanto, olhar a situação de trabalho dessa forma acaba eliminando qualquer possibilidade de identificar qualquer resquício de complexidade que possa estar presente.

Afinal, a explicação complexa da situação de trabalho é necessária para que possa ser apontada as suas fontes de incerteza, desordem e aleatoriedades. Portanto, segundo Morin (1998), tudo aquilo que foi eliminado da situação de trabalho pela visão simplificadora anterior, agora passa a alimentar a explicação complexa.

A partir dessas reflexões, Leplat (1996) assevera que quando se qualifica uma situação de trabalho como complexa, o sujeito-pesquisador-observador é convidado a abandonar o pensamento simplificante, que tem dominado a ciência clássica, para exercitar o pensamento complexo, olhando e considerando a situação de trabalho como um sistema:

- Aberto e fechado ao mesmo tempo;

- Que estabelece interações com o ambiente;
- Autônomo, embora dependente;
- Que comporta uma multiplicidade de dimensões;
- Que encerra em si mesmo, ao mesmo tempo, ordem/desordem/organização, interagindo conflitual e cooperativamente e, de qualquer modo, inseparavelmente e dialogicamente;
- Cujas partes possuem qualidades individuais e ao mesmo tempo permitem a manifestação das emergências;
- Que se auto-reorganiza;
- Auto-regenerativo;
- Que comporta noções complementares, concorrentes e antagônicas;
- Datado histórica, sociológica e culturalmente.

O sujeito-pesquisador-observador, munido do “pensamento complexo”, passa a olhar para a situação de trabalho procurando pensar conjuntamente o uno e o múltiplo, o certo e o incerto, o lógico e o contraditório, incluindo-se na observação. A explicação complexa da situação de trabalho comporta, portanto, diversos circuitos de ida e volta no sentido das partes para o todo e do todo para as partes, tentando dar conta da multidimensionalidade que lhe é própria.

Nesse sentido, a ergonomia tem avançado muito, mostrando ser estratégico colocar em evidência o ser humano pertencente aos sistemas produtivos industriais e considerando as inúmeras variabilidades e limites, que fazem parte desse ambiente complexo.

Com o objetivo de compreender a lógica das iniciativas da ergonomia, utilizadas para esclarecer o “trabalho real” desenvolvido nas empresas industriais, o capítulo 4 apresenta uma revisão da literatura, ressaltando alguns conceitos úteis para compor um método de melhoria de processo que atenda melhor as exigências atuais.

CAPÍTULO 4

CONCEITOS

DA

ERGONOMIA

4 CONCEITOS DA ERGONOMIA

Esse capítulo apresenta as diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho” e uma revisão bibliográfica sobre outras abordagens da ergonomia, com o objetivo de identificar conceitos que possam ser utilizados na composição de um método para explicitar a realidade operacional dos processos de projeto de produtos industriais complexos, que considere as variabilidades e limitações desses processos.

4.1 Definição do termo “ergonomia”

O termo “ergonomia”, originário da composição de dois radicais gregos: ERGON (trabalho) e NOMOS (princípio ou lei), apresenta várias definições.

Jastrzebowski (1857) apud Moure (2000), por exemplo, através de um artigo intitulado “*An outline of ergonomics or science of work*”, apresenta o termo “ergonomia” pela primeira vez, e define-o como “o uso das forças e faculdades humanas com as quais o homem foi dotado por seu criador”. Posteriormente, várias definições surgem para o termo.

Wisner (1997), por sua vez, define “ergonomia” como sendo o conjunto de conhecimentos científicos relacionados ao homem, necessários na concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência no trabalho. O autor também define “ergonomia” como; a arte que utiliza o saber tecno-científico e o saber dos trabalhadores sobre a sua própria situação de trabalho.

Enfim, pode-se dizer que a maioria das definições da ergonomia volta-se para dois objetivos fundamentais: a saúde e a eficiência no trabalho.

Segundo Falzon (1999), do ponto de vista da eficiência, a organização pode ser avaliada sob diferentes dimensões, como produtividade, qualidade, confiabilidade e outras. Na ergonomia, essa eficiência é dependente da eficiência humana. Sendo assim, a ergonomia pode ser utilizada para buscar essa eficiência através da identificação das lógicas dos funcionários, possibilitando a correção ou concepção dos processos de desenvolvimento e adaptando-os à realidade identificada.

4.2 Histórico

Wisner (1997) relata um breve histórico da ergonomia que, apesar da sua utilização datar dos anos 40, seu modo de pensar já se apresentava esporadicamente desde Taylor (1911).

Em realidade, estudos sistemáticos do trabalho começam a aparecer na Renascença, com destaque para Leonardo da Vinci (1442-1519). Nesse período, surgem estudos com medidas e observações sistemáticas do homem em atividade de trabalho.

Porém, o estudo do trabalho humano, sob a óptica da “Organização Científica do Trabalho”, começa realmente no século XX (Taylor, 1911). Desde esse período, vários estudos foram realizados, com o intuito de responder importantes questões levantadas por situações de trabalho insatisfatórias.

A história mostra que o ergonomista respondeu a essas questões experimentando, o que demonstra uma atitude científica que o distingue daqueles que formulam recomendações baseando-se em preconceitos sociológicos ou psicológicos.

Entretanto, de acordo com Wisner (1997), a ergonomia com finalidade civil só começa a ganhar ênfase a partir dos anos 60, quando se verifica um acréscimo significativo no número de publicações sobre o tema. Na revista *Human Factors*, por exemplo, a aparição de artigos com essa ênfase passam de 25% em 1960, para 75% em 1970.

A abordagem sistêmica do trabalho também começa a ganhar força nos últimos 30 anos, como será visto posteriormente, pois, por um longo período, o foco da ergonomia se volta aos produtos, aos equipamentos e aos dados quantificáveis do trabalho, semelhante à ênfase determinista e simplificadora da engenharia clássica.

Segundo Wisner (1997), essa abordagem determinista, que fornece conselhos precisos e resultados demonstráveis em pouco tempo e sem atrapalhar o trabalho industrial, ainda continua tendo a sua demanda nos dias atuais. Afinal, considerando a ignorância dos dirigentes das indústrias, no que se refere ao funcionamento do homem no trabalho, qualquer contribuição ergonômica, mesmo

que modesta e restrita, passa a ser uma grande contribuição para os sistemas de produção.

Além disso, para a indústria é atrativa a idéia de uma contribuição ergonômica de baixo custo, em que o ergonomista recorre a alguns especialistas e coleta a descrição do problema feita por alguém da direção. Eventualmente, o analista visita os locais de trabalho para obter uma análise sumária da situação.

Apesar da demanda por estudos simplificadores da situação de trabalho, a necessidade de administrar a distância entre o “prescrito e o real”, presente nos sistemas produtivos, acaba motivando o desenvolvimento de abordagens mais abrangentes.

Baseado nessa linha de pensamento é que surge o método “Análise Ergonômica do Trabalho” em 1955, proposto por A. Ombredane e J. M. Faverge, através do livro intitulado “A Análise do Trabalho”. Com esse livro, a idéia da tarefa prescrita pela direção é substituída pela análise das atividades de trabalho.

A “Análise Ergonômica do Trabalho” surge, portanto, para analisar as estratégias utilizadas pelos funcionários no ambiente de trabalho e para administrar a distância entre o “prescrito” e “o que é necessário realizar para que o trabalho realmente aconteça” (Guérin et al., 2001).

Começa-se a considerar, então, que apenas alguns aspectos da tarefa realizada pelo funcionário estão previstos e inscritos nos ensinamentos da formação profissional. Porém, há outros que não estão previstos e que estão sujeitos à descoberta do trabalhador, o qual nem sempre tem consciência plena do que está sendo por ele descoberto, atribuindo esses “macetes” ao seu dom natural.

Essa gama de estratégias, macetes e impressões são a principal razão da realização da “análise do trabalho real”, ou seja, das observações e questionamentos realizados junto aos funcionários que atuam diretamente no ambiente de trabalho e que são dirigidos, não apenas às ações, mas ao manuseio das informações e às tomadas de decisões.

A “Análise Ergonômica do Trabalho” é, portanto, um método da ergonomia que serve de instrumento de contestação para a visão do trabalho previamente elaborado, que acabou sendo transformado pelo grupo que o executa (Terssac, 1992).

Considerando que a “Análise Ergonômica do Trabalho (AET)” é um método que contribui para a explicitação do “trabalho real”, baseando-se na análise da atividade, alguns conceitos referentes à distinção entre “tarefa e atividade” serão brevemente descritos para, posteriormente, serem discutidas as diretrizes e a evolução do método AET.

4.3 Tarefa e atividade

Leplat e Hoc (1992) definem tarefa e atividade através da distinção de três categorias, referentes: à tarefa prescrita, à tarefa efetiva e à atividade, conforme estão descritas a seguir:

- A **tarefa prescrita** é definida por quem concebe o sistema de trabalho, em termos de meta a alcançar e das condições para a execução, através do estabelecimento das operações e das seqüências dessas operações;
- A **tarefa efetiva** é constituída por metas e regras provenientes da tarefa prescrita, porém, alteradas. Pois para que a tarefa se realize na prática, o sujeito muda certas regras e insere outras, resultando na tarefa efetivamente realizada pelo indivíduo;
- A **atividade** é tudo aquilo que o sujeito “faz” ou “pensa” para realizar a tarefa prescrita. O que o sujeito faz, compõe as “atividades físicas”, e o que o sujeito pensa, compõe as “atividades cognitivas” (Falzon, 1999). Pela própria definição, constata-se que as atividades físicas podem ser observadas, enquanto as cognitivas, não.

A diferença de conceituação entre **tarefa prescrita** e **tarefa efetiva** é definida na ergonomia sob vários aspectos: formal e informal (Ombredane e Faverge, 1955), prescrita e redefinida, oficial e privada (Hackman, 1969), entre outras definições.

Segundo Leplat (1978), tanto a **tarefa efetiva**, como a **atividade**, não coincide, necessariamente, com a tarefa prescrita.

Aliás, de acordo com Leplat e Hoc (1992), a tarefa efetiva pode ser vista como um modelo representativo de atividade, que pode ser explicitada através da sua

descrição, pelo próprio sujeito que a realiza. Ela pode ser descrita de forma mais ou menos detalhada, mantendo um lado implícito maior ou menor, de acordo com o foco da análise pretendida. Com essa descrição é possível captar as estratégias individuais adotadas pelo funcionário para concluir a sua tarefa prescrita.

Portanto, constata-se que a tarefa prescrita não é o trabalho, mas o que é imposto ao funcionário pelos dirigentes da organização. Ela serve para impor um modo de definição do trabalho em relação ao tempo. Ela está relacionada à necessidade de se estabelecer métodos de gestão que permitam definir e medir a produtividade, decorrente da relação do trabalho dos funcionários com os meios de produção (Guérin et al., 2001).

Devido à característica da tarefa prescrita, ou seja, à sua exterioridade em relação ao trabalhador envolvido, as particularidades dos trabalhadores e o que eles pensam sobre as escolhas impostas, normalmente, são desconsiderados. Entretanto, na quase totalidade das situações de trabalho, esses constrangimentos acabam sendo administrados ativamente pelos funcionários.

Nesse caso, a definição da tarefa serve para fornecer um modelo de referência para que o funcionário formalize o trabalho. Por outro lado, os resultados desse trabalho desencadeiam uma nova representação dele, gerando um novo modelo, normalmente desconhecido pela organização.

Na prática, pode-se dizer que através do modelo representativo da tarefa prescrita são enviadas as regras para que o engenheiro formalize o processo de trabalho, ao mesmo tempo em que, os resultados do trabalho apresentam uma nova representação do processo, desencadeando, portanto, um novo modelo (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Esse “novo modelo” é o que denominaremos aqui por “trabalho real”, pois, no dia-a-dia das empresas, é essa representação do trabalho que faz com que o produto seja desenvolvido e concluído, através do gerenciamento individual e coletivo das inúmeras dificuldades, imprevistos e limites existentes.

Nesse sentido, a ergonomia questiona até que ponto é possível entender esse “novo modelo” através de documentações preexistentes, de dados do produto ou através de relatos daqueles que coordenam o trabalho. Outro questionamento é quanto à eficiência do controle imposto ao trabalho, que ocorre através de medições

baseadas em tarefas prescritas, as quais desconsideram as variabilidades e limitações existentes.

Quando se analisa as definições atribuídas para os termos “tarefa e atividade”, segundo a engenharia clássica, constata-se que, a própria definição desses conceitos atinge um patamar abstrato e teórico, como será visto a seguir.

Portanto, em geral, o controle imposto ao trabalho acaba se baseando em uma representação teórica, com o objetivo de reduzir, ao máximo, o trabalho improdutivo e otimizar o trabalho produtivo, a partir dos indicadores da empresa.

Harrington, Esseling e Nimwegen (1997), por exemplo, definem **atividade** como os acontecimentos que ocorrem no desenvolvimento do produto ou em um de seus subprocessos. Nesse caso, essa atividade pode ser conduzida por uma pessoa ou por um grupo de pessoas. Normalmente, a atividade é documentada pela empresa e serve como uma instrução para quem a conduz. Já o termo **tarefa** é definido pelos autores como o que é feito para conduzir a atividade prescrita pela organização, podendo se referir a um indivíduo ou a um grupo de indivíduos.

Pourcel (1987) e Lorino (1995) definem **atividade** como um processo que permite a evolução de um objeto informacional ou físico, de um estado a outro.

Enfim, considerando que os termos acima descritos não se aproximam do nível operacional dos processos de desenvolvimento, serão adotados neste trabalho de pesquisa os termos anteriormente descritos, referentes às conceituações atribuídas pela ergonomia, de acordo com Ombredane e Faverge (1955), Leplat e Hoc (1992), Wisner (1997), Falzon (1999), Guérin et al. (2001) e outros previamente citados.

No próximo item, as diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho” serão apresentadas, com o objetivo de mostrar a abrangência do método e os seus limites para analisar o trabalho dos engenheiros que projetam produtos industriais complexos.

4.4 A “Análise Ergonômica do Trabalho”

Segundo Guérin et al. (2001), em termos de método, a “Análise Ergonômica do Trabalho” é um procedimento teórico e prático, que permite um contínuo ir e vir entre a atividade de trabalho e o conjunto de seus determinantes. Dessa forma, revela-se, progressivamente, o funcionamento da empresa do ponto de vista da atividade de trabalho.

Para alguns, a leitura do funcionamento da empresa acontece do ponto de vista da atividade, porém, essa leitura também pode ter o seu foco nas situações de trabalho coletivas e multidisciplinares. De qualquer forma, esclarecer o funcionamento da empresa contribui com a geração de discussões legítimas, que objetivam a busca de meios para reconduzir as atividades dos funcionários, vistas como desencadeadoras do trabalho.

Portanto, para o ergonomista, esse tipo de análise só se justifica se ela permitir a transformação do trabalho, o que implica, freqüentemente, em ter acesso a uma leitura crítica do funcionamento da empresa. Essa leitura tem um caráter particular, já que ela assume, como ponto de partida, a maneira pela qual os funcionários efetivamente realizam o trabalho que lhes foi confiado em um determinado momento (Guérin et al., 2001).

Portanto, aceitar esse tipo de procedimento não é apenas mudar a forma de gerir os recursos humanos ou de conhecer os meios de trabalho, mas também, de permitir uma melhor articulação entre o social e o econômico.

Além disso, supõe-se, com esse tipo de leitura, que os elementos do funcionamento do sistema, antes intangíveis, passem a ser passíveis de análises, questionamentos e justificativas, visando à compreensão do trabalho (Guérin et al., 2001).

Segundo Terssac (1992), esse tipo de análise esclarece o processo de decisão real, o qual serve de apoio para que os sujeitos, em conjunto, obtenham uma visão comum do trabalho. Essa visão compartilhada, por si só, já apresenta um impacto sobre as relações no trabalho, já que ela serve como base de discussão, atuando, portanto, como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

Em relação às diretrizes da ação ergonômica, voltada para a análise do trabalho, de acordo com Guérin et al. (2001), não existe apenas um caminho. Tirando alguns princípios comuns importantes, a construção de cada análise assume um procedimento particular. Certamente, existem conhecimentos gerais na ergonomia, porém, eles não fornecem soluções prontas, para que possam ser simplesmente aplicadas nos problemas levantados.

Portanto, sugere-se que a análise do trabalho se inscreva na relação entre as necessidades sociais e as possibilidades de transformação da situação, estando em sintonia constante com a vida e as necessidades da empresa. Isso contribui para que o analista compreenda os limites do estudo que será realizado.

Além dos limites existentes nos ambientes de desenvolvimento, causados por variáveis, nem sempre controláveis, o analista também deve ter consciência de que, em geral, existem outras limitações que o impedem de transformar uma situação de trabalho sozinho.

Guérin et al. (2001) mostram isso através de várias afirmações, resumidas em duas razões principais:

1. Desde 1974, ficou claramente estabelecido que a contribuição da pesquisa científica para a melhoria das condições de trabalho não é determinada apenas pela produção de conhecimento. Não há nenhuma necessidade natural que faça com que os conhecimentos produzidos no campo da pesquisa determinem a transformação e a melhoria das condições de trabalho. Portanto, a prática ergonômica contribui mais com o conhecimento científico, do que com um programa político de transformação das situações de trabalho;
2. A transformação das condições de trabalho é responsabilidade dos parceiros sociais. Na empresa, as mudanças resultam de um jogo contraditório de interesses e de relações de poder entre os seus integrantes.

Portanto, visando minimizar essas limitações, uma ação ergonômica voltada para a análise do trabalho não deve requerer somente a concordância dos sujeitos envolvidos na análise, mas deve, principalmente, envolvê-los na construção do modelo representativo do trabalho e nas discussões que visam construir as novas

relações e configurações desse ambiente. Nesse sentido, a explicitação e a confrontação dos vários pontos de vista sobre o trabalho contribuem com a construção da representação consensual do processo de desenvolvimento (Terssac, 1992).

Para realizar essa construção comum da representação do trabalho, supõe-se, pelo menos, duas condições: haver um certo conhecimento do trabalho efetivamente realizado e existir algum instrumento que possa assegurar, entre as partes envolvidas, os resultados das confrontações das várias visões do trabalho (Terssac, 1992).

Durante o período de análise, o estudo deve ser retomado de maneira realista, sem se preocupar em atingir exatamente as previsões iniciais. Entretanto, todas as atividades verificadas que não estiverem se desenvolvendo satisfatoriamente devem ser objeto da análise do trabalho, a fim de se conhecerem as razões da diferença entre o “prescrito e o real”, para que as melhorias necessárias possam ser realizadas (Wisner, 1987).

Esse procedimento, portanto, deve atender a uma dupla preocupação; levar em conta a globalidade da situação e escolher um nível de análise adequado para se compreender os problemas presentes (Guérin et al., 2001).

Em função da dinâmica desse tipo de estudo, a abrangência da ação deve ser permanentemente ajustada em todos os estágios da análise.

Visando compreender como esses estágios se desenvolvem na prática desse tipo de estudo, as diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho” serão brevemente descritas no próximo item.

4.4.1 Diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho”

A estratégia utilizada para aplicar o método “Análise Ergonômica do Trabalho” em campo varia de um autor para outro e em função das circunstâncias da intervenção. Porém, Wisner (1975) sugere um método, cuja eficácia fundamentou-se através de diversos estudos nas mais diversas áreas. O método se divide em cinco fases, as quais estão descritas abaixo:

1. Análise da demanda e proposta do contrato;
2. Análise do ambiente técnico, econômico e social;
3. Análise da atividade e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados;
4. Recomendações ergonômicas;
5. Validação da intervenção e eficiência das recomendações.

Considerando as diretrizes acima, Guérin et al. (2001) sugerem um roteiro para que as mesmas sejam aplicadas em campo. Iniciando pela “análise da demanda”, pode-se dizer que a “demanda” refere-se ao objetivo da empresa contratante ao requisitar o estudo e “a sua análise” tem como meta; compreender melhor a natureza e o objetivo do pedido.

Como será visto, posteriormente, nem sempre a demanda requisitada em um primeiro momento é compatível com a demanda percebida em um segundo momento, o que está de acordo com as diretrizes da ergonomia.

Após a identificação do que realmente está em jogo e por trás da demanda inicial, o analista deve preparar a proposta de ação. Essa deve apresentar os resultados que podem ser esperados, os meios necessários, os prazos, entre outros detalhes.

Antes de analisar, em detalhes, uma ou várias situações de trabalho, o analista deve procurar entender o funcionamento geral da empresa. Para isso, deve-se conversar com diferentes interlocutores e trabalhar sobre documentos. Essas investigações ajudam a avaliar melhor as dificuldades encontradas, o contexto a ser levado em consideração na análise, as evoluções previsíveis da empresa e as margens de manobra para as transformações. Devem permitir, também, formular hipóteses que ajudem a escolher a situação de trabalho que deve ser analisada em detalhes, retirando desta, os elementos que respondam às questões colocadas.

Ao longo dessas investigações, o analista deve ter em mente os elementos que motivaram a demanda, visando estabelecer relações entre os constrangimentos da situação de trabalho e a atividade desenvolvida pelos funcionários, o que contribui para a formulação de um pré-diagnóstico.

A partir dos registros das explicações fornecidas pelos funcionários, pode-se formular um diagnóstico local que seja útil à empresa. Ao se ater à “atividade real” dos funcionários, a empresa deve ter condições de entender melhor os pontos que, por estarem obstruindo o processo, devem ser objeto de transformações e melhorias.

A partir desse diagnóstico, o analista deve sugerir indicações de soluções e deve acompanhar as transformações, com o objetivo de assegurar que os aspectos relacionados com as atividades dos indivíduos sejam considerados da melhor forma possível na nova configuração do trabalho.

Entretanto, é importante ressaltar que o roteiro previamente apresentado não deve ser entendido como uma série de métodos a aplicar, um após o outro. Pelo contrário, os ajustes e as transformações introduzidas no decorrer desse tipo de trabalho são necessários para adaptar o estudo à realidade da empresa, podendo condicionar o seu sucesso.

No próximo item será abordada a evolução da abrangência do método nos últimos anos, em função de algumas de suas limitações para atender as demandas que foram surgindo no meio industrial.

4.4.2 A evolução do método “Análise Ergonômica do Trabalho”

Apesar de Ombredane e Favergé (1955) sugerirem a análise da atividade com o apoio do método “Análise Ergonômica do Trabalho”, nesse período, os autores ainda se mostravam ligados às idéias predominantes da época. Por isso, “a palavra”, nos estudos de análise da atividade, acabou sendo desconsiderada por aproximadamente vinte anos. Esse fato acabou dificultando o delineamento de um quadro teórico para o método, o qual foi, posteriormente, implementado por *Wisner, Laville, Montmollin, Leplat, Guérin* e outros.

Segundo Wisner (1997), isso ocorreu em função da desconfiança dos teóricos do comportamentalismo para com a palavra, considerada um veículo das ilusões e das mentiras.

Posteriormente, porém, acaba havendo um progresso metodológico considerável, relacionado com o reconhecimento das atividades de natureza

cognitiva. Trabalhos realizados por Ochanine, Saltzman, Leplat e outros explicitam os elementos esquecidos e as relações privilegiadas ou desprezadas da mente do trabalhador. Em realidade, esses conceitos começam a aparecer quase no mesmo período do surgimento do método AET e vão evoluindo com o passar do tempo.

Browaeys e Leplat (1957), por exemplo, sugerem um quadro teórico proveniente da **psicologia cognitiva**. Entretanto, apesar do triunfo da psicologia cognitiva, como teoria dominante na psicologia do trabalho, ela acaba não resolvendo todos os problemas da “Análise Ergonômica do Trabalho”. Considerando que a maior parte dos psicólogos cognitivistas continuava sendo do tipo experimentador, a fidelidade valia mais do que a validade da análise, como critério predominante.

Sendo assim, os cognitivistas experimentais acabam tratando a palavra com tanta precaução, que a relação com a análise do trabalho passa a se tornar mínima. Segundo Wisner (1997), essa é a razão pela qual os psicólogos analistas do trabalho se colocam ao lado dos especialistas das **ciências cognitivas de campo**, cujo critério de decisão tem um caráter científico. Para todos esses especialistas, a “Análise Ergonômica do Trabalho” passa a ser um instrumento essencial para entender o trabalho.

No entanto, o quadro teórico das ciências cognitivas de campo, apesar de importante para a “Análise Ergonômica do Trabalho”, ainda não foi suficiente. As exigências físicas, as diversidades dos trabalhadores e as variações psíquicas e fisiológicas dos indivíduos impediram que o quadro se restringisse às ciências cognitivas. Verificou-se que a prática ergonômica dependia, basicamente, da diversidade das situações práticas.

Sendo assim, surge a aparição de um novo campo na ergonomia denominado por **ergonomia cognitiva**, que passa a focalizar o lado intelectual da atividade do homem, porém, no trabalho.

Green e Hoc (1991) apud Falzon (1999) distinguem a **ergonomia cognitiva** da **ciência cognitiva** da seguinte forma: a ergonomia cognitiva tem o objetivo explícito de melhorar as condições de trabalho. Para isso, ela faz uso das ciências humanas, em particular, da psicologia cognitiva. Apesar disso, diferente da ciência cognitiva, o caráter científico não é o único critério de decisão, pois outras

frentes também são consideradas nas soluções adotadas, como o lado social, econômico e técnico. Portanto, a ergonomia cognitiva não é a aplicação pura da ciência cognitiva.

De acordo com esses autores, a ergonomia cognitiva é considerada como:

- Uma arte, preocupando-se com o conhecimento adquirido pela experiência, o qual é raramente formalizado;
- Uma ciência aplicada, procurando os princípios refutáveis ou generalizáveis;
- Uma engenharia, visando prescrever algumas soluções para situações particulares, visando alcançar o desempenho desejado, através de um conjunto de práticas e princípios de engenharia.

A evolução da análise da atividade, que passou a abranger, também, o lado intelectual do homem no trabalho, explica-se através da própria evolução da demanda das empresas, em busca da eficiência vigente em cada época.

Na época de *Taylor* e nos anos subsequentes, a grande preocupação era resolver os problemas da produção, aumentando, em paralelo, a produtividade dos funcionários, organizados para obter a maior velocidade de realização possível, ajustando as máquinas por eles utilizadas. Nesse caso, focar a análise nas atividades de natureza física era suficiente para resolver grande parte dos problemas industriais da época e atingir os objetivos da empresa.

Entretanto, como foi visto anteriormente, essa preocupação foi redirecionada nos últimos anos, voltando-se, principalmente, aos processos relacionados à engenharia do produto. Sendo assim, seria natural que um método de análise do trabalho também passasse por um redirecionamento, incorporando novos conceitos e estratégias de análise.

Quando se analisa o trabalho desenvolvido por engenheiros, durante a realização do projeto de um produto, constata-se, por exemplo, a predominância de atividades cognitivas e a presença de características típicas de um ambiente de trabalho coletivo onde se visa a um objetivo comum, como: a cooperação, a interação entre os sujeitos, a troca de informação e outros fatores que passaram a demandar outras frentes do conhecimento.

A própria evolução das tecnologias contemporâneas acabou conduzindo ao aparecimento de novas situações de trabalho (Pavard e Decortis, 1994).

Portanto, conforme descrito em Morin (1990), a complexidade dos ambientes de trabalho, em particular, dos setores de projeto de produtos industriais mais complexos, passaram a demandar uma nova maneira de analisar o trabalho, ou seja, passaram a exigir a consideração dessa complexidade.

Os funcionários começaram a demandar apoio para que as suas reclamações fossem atendidas com uma explicação causal, sustentada por hipóteses que conduzissem à reestruturação do processo de trabalho.

O foco da análise do trabalho acabou abrangendo, portanto, não somente as atividades físicas ou cognitivas dos indivíduos, mas também, as suas interações dentro do grupo e sua autonomia, exercida quando eles realizam e transformam o trabalho.

Para Faverge (1965), a interdependência das tarefas, as relações entre os sujeitos, os fluxos de informação e os regulamentos do trabalho foram alguns dos responsáveis por colocar outros objetos de estudo no campo da ergonomia. Entre estes está a **ergonomia dos sistemas ou das interfaces**.

A ergonomia das interfaces teve um crescimento considerável nos últimos anos, em função dos sistemas de trabalho começarem a demandar, principalmente, a satisfação de dois objetivos:

- **A adequação das tarefas e dos objetivos primários dos funcionários.** Essa adequação refere-se à capacidade da lógica do sistema em contribuir para que os sujeitos consigam atingir seus objetivos fundamentais, como realizar a sua tarefa principal, entre outros objetivos. Esse tipo de intervenção é o objetivo clássico da ergonomia dos sistemas;
- **A adequação das tarefas e dos objetivos da interação entre os funcionários.** Essa adequação corresponde à capacidade da lógica do sistema, em particular, das interfaces, em permitir que os sujeitos alcancem seus objetivos facilmente. Esse é, portanto, o segundo objetivo que a ergonomia das interfaces visa satisfazer (Falzon, 1999).

Devido, portanto, a essa demanda, os estudos se deslocam da análise individual, que visa compreender os movimentos e o processamento da informação realizados por esse indivíduo, para um nível de análise mais sistêmica. O objetivo deste tipo de análise é esclarecer as interações entre os sujeitos, considerando o contexto da situação de trabalho, para verificar o que é gerado e transmitido através dessas interações (Pavard e Decortis, 1994).

Considerando esse contexto, a perspectiva da **abordagem sociotécnica**, citada no capítulo anterior, também contribui para a compreensão da complexidade presente nos ambientes de trabalho coletivo, trazendo a preocupação de descrever as relações entre as tarefas e explicar os problemas de funcionamento do trabalho (Neboit, 1992). Essa perspectiva explicita preocupações referentes:

- **À gestão das tarefas em um sistema sociotécnico complexo;**
- **Às redes de comunicação para a circulação da informação funcional compartilhada.** Afinal, quando se analisam os recursos que visam facilitar a comunicação, na dimensão coletiva do trabalho, constata-se que pouca cooperação real existe.

Visando contribuir com a análise das interações em um ambiente de trabalho, Herbst (1974), através de um livro intitulado “*Socio-technical design: strategies in multidisciplinary research*”, define uma estrutura relacional do trabalho, propondo quatro índices:

1. A dependência dos objetivos;
2. A diferenciação dos papéis;
3. A dependência entre as tarefas;
4. A relação entre as atividades.

Segundo o autor, combinando essas quatro dimensões seria possível caracterizar o tipo de interação existente em um sistema de trabalho.

Os estudiosos da psicologia social, também interessados no funcionamento dos grupos de trabalho, acrescentam que existe uma relação estreita

entre a estrutura das tarefas e o fluxo de comunicação. Além disso, eles alegam existir um reflexo do alinhamento desses dois fatores no desempenho obtido no trabalho (Flament, 1965).

De acordo com Navarro (1992), a rede de comunicação estabelecida em um grupo de trabalho é consequência direta da organização do trabalho e das formas de cooperação existentes dentro do grupo.

Enfim, visando contribuir com o entendimento da circulação da informação compartilhada no trabalho em grupo, visando à melhoria do seu desempenho, surgem várias teorias.

Hutchins (1990), por exemplo, apresenta o conceito de **cognição distribuída**. Esse conceito traz a discussão de que a comunicação não é uma simples transferência de conhecimento de um agente para outro, mas a criação de um novo conhecimento coletivo, que não está, necessariamente, integrado na totalidade do grupo.

Segundo Rabardel, Rogalski e Béguin (1996), se observarmos a integração de um grupo técnico, no momento da concepção de um produto, constatar-se-á que cada um dos agentes realiza uma concepção local que será, posteriormente, integrada em uma concepção global.

De acordo com Pavard e Decortis (1994), essa concepção global deve ocorrer de forma cooperativa, através de atos comunicativos entre algumas pessoas, em momentos específicos do desenvolvimento.

Contribuindo com essa linha de pensamento surge o **conexionismo**, através do qual, as interações entre os indivíduos passam a ser mais enfatizadas. Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), essa teoria é fruto da discussão de que; os pontos que unem os elementos específicos de um sistema reforçam suas atividades. Portanto, entender esses pontos permite uma melhor compreensão do funcionamento de determinado ambiente que dinamicamente é alterado.

Para entender a alteração da **dinâmica dos ambientes de trabalho**, Varela (1989a) reflete sobre a autonomia dos sistemas, cuja teoria é resultante de uma trajetória que iniciou, principalmente, em 1966, em parceria com o Professor *Humberto Maturana*, inicialmente direcionada às ciências biológicas. Algumas das

idéias de *Maturana*, que acabam influenciando *Varela* e que os envolvem em uma linha de pesquisa conjunta sobre o tema, são as seguintes;

“[...] o central da biologia como ciência é que o biólogo opera com entes individualizados e autônomos, que geram em sua vida fenômenos gerais, que são semelhantes, enquanto o central na física, como ciência, é que o físico opera, pelo contrário, com leis gerais, sem dar atenção particular aos entes que provocam ou realizam tais fenômenos. [...]. Tais reflexões [...] levaram a ver que a forma de ser autônomo de um ser vivo estava no fato de que todos os aspectos da atuação de seu viver tinham a ver somente com ele e que tal atuação não surgia de qualquer propósito ou relação na qual o resultado guiasse o curso dos processos que lhe davam origem. [...]. Isto é, minhas reflexões me levaram a pensar que tudo o que acontece em e com os seres vivos tem lugar neles, como se operassem como entes autoreferidos, e que minha tarefa era falar deles, descrevendo a atuação dos seres vivos de forma que surgissem como tais; como um simples resultado da própria atuação” (Maturana e Varela, 1997).

Baseado nesses pressupostos, a reflexão de Varela (1989a) sobre a **autonomia dos sistemas** é que “a capacidade fundamental de um sistema repercute na sua afirmação e existência e faz emergir um mundo significativo e pertinente que não foi pré-definido”.

O autor caracteriza a organização dos sistemas autônomos de acordo com o nível de interdependência necessária para a realização do trabalho e de acordo com os componentes do sistema, que formam uma unidade reconhecida na empresa (Varela, 1989b).

Tabary (1991) considera as reflexões de Varela, visando integrar a **teoria da autonomia no domínio do sistêmico**. Nesse sentido, o autor sugere abandonar as noções de entrada e saída, estímulo e tratamento da informação, substituindo-as pelas transformações internas do sistema e do ambiente, nos quais os dados estão inseridos (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Aplicando essa teoria na prática, o que Tabary (1991) sugere é que os fenômenos cognitivos sejam analisados, considerando a explicação em termos de representação do objeto e dos mecanismos empregados no tratamento da informação. Segundo o autor, esse tipo de análise contribui para se obter uma abordagem fundamentada nos significados que o funcionário atribui aos eventos que acontecem no ambiente e nas ações que ele realiza.

Portanto, em vez de recorrer ao conhecimento do funcionário produzido no trabalho, em resposta a um questionamento orientado por um modelo de análise clássico, o autor sugere que se conheça o trabalho durante a ação, fazendo emergir a explicação direta da ação do funcionário, na própria situação em que ele está atuando.

Nesse sentido, Theureau (1992) propõe um referencial teórico que envolve os conceitos do **curso da ação do indivíduo** e do **contexto da ação significativa**. Esse referencial teórico pode ser considerado uma extensão das abordagens citadas previamente, fundamentado na Análise Ergonômica do Trabalho.

Esse estudo se denomina por **Estudo do Curso da Ação (ECA)** e, de acordo com Lorino (1995), é um tipo de análise fundamental para interpretar os critérios de desempenho de um sistema, considerando as atividades de trabalho e o conhecimento nelas envolvido.

Segundo Theureau (1992), esse estudo está apoiado na **antropologia cognitiva**, que estuda os domínios cognitivos dos seres humanos em situação real de trabalho. O autor define o Curso da Ação pela atividade do ator comprometido em um ambiente físico e social, determinado e inserido em uma certa cultura, que por ser significativa, pode ser representada para um observador ou interlocutor. Portanto, o Curso da Ação se refere ao que é possível de ser reconstruído, recontado e comentado através do próprio funcionário.

As representações mentais, referentes às atividades cognitivas, constituem modelos interiorizados da tarefa que, ao serem considerados no trabalho, têm um caráter funcional. Essas representações são elaboradas no Curso da Ação e, devido à realização desta ação, elas asseguram a programação e a orientação da tarefa. Devido ao fato de elas não reterem nenhum dado após a execução da tarefa, as ações não poderiam ser observadas (Leplat, 1992).

A ação, nesse caso, é definida como o comportamento consciente do funcionário, quando esse visa a um objetivo. Portanto, ela é guiada, conduzida e controlada através de diferentes atividades cognitivas desse indivíduo, além de ser dirigida e controlada socialmente.

Em geral, a “ação” é organizada sequencialmente e hierarquicamente em atos. A seqüência está compreendida em uma ordem temporal de atos, denominada por “curso da ação”. A organização hierárquica refere-se às seqüências que estão dispostas em diferentes níveis de dominação e subordinação, conforme os diferentes níveis de classificação, função e qualidade.

Apesar disso, segundo Jeffroy (1987) e Daniellou (1992), o curso da ação não se estrutura necessariamente em seqüência, portanto, sua análise também costuma ter idas e vindas, não pelas particularidades da ação, mas por contextualizar o que é considerado significativo para o ator. Portanto, os autores utilizam o termo Contexto da Ação Significativa, referindo-se à seqüência de ações que são características no processo e que, portanto, são significativas na análise (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

De acordo com Gaillard (1992), estudos anteriores mostram que esse tipo de análise consiste basicamente em estudar a organização dinâmica das ações, as comunicações e as interpretações do funcionário sobre determinadas situações, para relacioná-las com seus determinantes.

Segundo Theureau (1994), para que o curso da ação possa ser analisado, é preciso considerar dois níveis funcionais:

1. O da **determinação**, que corresponde à **história** que se descreve ao longo do progresso da atividade do funcionário;
2. O da **mediação**, que corresponde à busca referente aos **novos conhecimentos** que o funcionário vai adquirindo com o passar do tempo.

O **nível funcional da mediação** permite definir um objeto específico chamado “busca”, no qual se encontra uma parte significativa da atividade e que também pode ser descrito pelo funcionário. Quando há uma preocupação ou um problema teórico, apesar de não ser de interesse imediato, esse problema também

pode ser transformado, constituindo e validando as futuras regras do trabalho (Theureau, 1990).

Nesse caso, as estratégias encontradas intervêm no raciocínio do estudo através da dedução, da indução, etc. (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

O **nível funcional da determinação** é o da aplicação das regras. Ele se refere ao presente, ao passado e ao futuro, referenciado no presente. Analisando esse nível, é possível definir um objeto específico chamado “história”, unidade significativa da atividade, que possa ser descrita pelo funcionário. Com a descrição, o objeto descrito pode ser modificado, caso apresente algum problema.

Nesse caso, a identificação de um evento pode ser associada tanto às novas ações, como pode servir para compreender determinado evento em curso (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

A interpretação do que ocorre habitualmente é feita através do funcionário, que sofre com um determinado constrangimento em uma dada situação, permitindo-lhe classificar essa história de forma esquematizada para o analista do trabalho (Theureau, 1990).

Pomian, Pradère e Gaillard (1997) acreditam que diferentes referenciais sobre o curso das ações significativas poderiam traduzir certos aspectos da auto-organização dos sistemas. Em paralelo, ressaltariam, também, as diferentes trajetórias escolhidas pelos funcionários, dentro dos limites impostos, considerando suas experiências e autonomia, além das pressões dos procedimentos teóricos e outras restrições do trabalho. Afinal, os diferentes referenciais estudados promoveriam o esclarecimento da dinâmica de várias ações, das diferentes interpretações sobre determinada situação de trabalho e do fluxo de comunicação estabelecido entre os agentes.

Lacoste (1992) sugere algo semelhante através dos seus modelos referenciais para a análise da comunicação no trabalho. O que o autor denomina por “modelo de interação” poderia ser utilizado para esclarecer como a situação de trabalho se ordena progressivamente, explicitando também, as interações entre os sujeitos. Os modelos propostos pelo autor são os seguintes:

- **Modelo pragmático**, baseado no conteúdo e no valor da ação interna à comunicação verbal, posteriormente integrados à perspectiva cognitiva;
- **Modelo sócio lingüístico**, baseado no esclarecimento da inter compreensão do grupo;
- **Modelo de interação**, baseado na ação e na comunicação, não isolando a comunicação verbal da não verbal. De acordo com esse modelo, o grupo é analisado, visando esclarecer as passagens de um agente para o outro, as conjunções, as redundâncias e as complementaridades. Ocorre uma análise da situação social, com o objetivo de entender como ela se ordena progressivamente, segundo as múltiplas perspectivas existentes dos agentes. Entre as abordagens que têm contribuído com esse modelo, verifica-se a etnometodologia aplicada ao trabalho.

A **etnometodologia aplicada ao trabalho** é uma teoria da ação situada, que estuda as ações realizadas em um determinado momento com outras pessoas e sob contingências de situações particulares. A integração do contexto local da tarefa é uma característica da ação prática. Nesse sentido, é importante explicitar nos modelos os detalhes que permeiam as tarefas, para que a integração seja delineada e analisada. Segundo essa teoria, a integração conduz a uma produção conjunta, que permite o acesso mútuo aos recursos da situação (Lacoste, 1992).

De acordo com Coulon (1995), a palavra “etnometodologia” significa “o estudo dos métodos que todo indivíduo utiliza para descrever, interpretar e construir o mundo social”.

A etnometodologia se propõe a privilegiar as abordagens micro sociais dos fenômenos, dando maior importância à compreensão do que à explicação. Enquanto a sociologia tradicional despreza as descrições que os atores fazem dos fatos sociais que os cercam, entendendo que essas descrições são por demais vagas, a etnometodologia valoriza exatamente essas interpretações, que passam a ser o objeto essencial da pesquisa.

Portanto, o ator passa a ser concebido como autor, pois o papel que ele representa não é imposto pela sociedade, mas construído por ele mesmo, a partir das interações que ele gerencia no seu dia-a-dia de trabalho, durante o curso de suas

ações. Essas descrições e a compreensão do ator sobre a sua própria realidade passam a ser o âmago dos estudos da etnometodologia.

Entre os principais conceitos da etnometodologia estão:

- **A indicialidade** - O conhecimento das circunstâncias dos enunciados que possibilita a obtenção de um sentido mais preciso às palavras. As expressões utilizadas pelos atores ganham significado a partir do conhecimento do contexto local onde elas são produzidas. Portanto, elas precisam estar situadas em um contexto específico para revestir-se de significado;
- **A reflexividade** - O ator que, no decorrer de suas atividades ordinárias, descreve a sociedade em que vive e ao mesmo tempo a constrói;
- **A relatabilidade** - A relatabilidade está relacionada à noção de reflexividade. Enquanto a reflexividade é a capacidade que o indivíduo tem para descrever e construir a realidade, a relatabilidade é a materialização dessa capacidade, ou seja, através do relato se percebe a reflexividade do indivíduo;
- **A noção de membro** - Membro é a pessoa dotada de um conjunto de procedimentos, métodos, atividades, *savoir-faire* (saber fazer), que a tornam capaz de inventar dispositivos de adaptação para dar sentido ao mundo que a rodeia. Um membro consegue, sem dificuldades, preencher as lacunas induzidas pela indicialidade dos discursos, através da busca de padrões do senso comum. Por exemplo, uma pessoa que não conhece nada a respeito de basquetebol, jamais conseguiria interagir em uma conversa sobre basquetebol, já que muitas expressões indiciais não poderiam ser compreendidas por ela como; pivô, tco, bandeja, garrafão, bola descendente, gancho, etc. Portanto, “membro” é aquele que possui o que Coulon (1995) denomina de “domínio da linguagem natural”. Essa linguagem denota a competência que o sujeito tem para descrever e construir o mundo que o cerca e para interagir naturalmente com os membros de seu grupo;
- **A Prática e a realização** – De acordo com a etnometodologia, a realidade social é construída na prática do dia-a-dia pelos atores sociais em interação e as mudanças macro ocorrem a partir das operações micro.

Enfim, como pôde ser visto, a etnometodologia aplicada ao trabalho contribui com o modelo de interação, relevando as descrições que os atores fazem dos fatos que os cercam, contribuindo assim, com a compreensão de como a situação de trabalho evolui no âmbito operacional, no qual as interfaces são estabelecidas.

Visando esclarecer os diversos tipos de interfaces presentes nos ambientes coletivos de trabalho, especificamente, as desencadeadas durante a realização de projetos de produtos industriais, uma breve revisão será apresentada, com o objetivo de identificar qual deveria ser o foco das análises do trabalho, em ambientes dessa natureza.

4.5 Interfaces relevantes em processos de projeto

Segundo Guérin et al. (2001), embora múltiplos termos sejam utilizados para descrever as formas de interações presentes onde se desenvolve atividades coletivas, o vocabulário parece focalizar nas seguintes dimensões:

- Na **coordenação** – pressupõe-se que os funcionários consideram mutuamente o ordenamento de suas ações e respectivas decisões, mesmo tendo objetivos imediatos diferentes;
- Na **coação** – uma forma particular de coordenação, na qual os funcionários realizam operações paralelas, devendo convergir em um dado momento;
- Na **colaboração** – estabelecem-se relações entre trabalhadores que habitualmente não trabalham no mesmo objeto, mas que compartilham suas competências para lidar com uma situação particular ou famílias de situações;
- Na **cooperação** – refere-se aos funcionários que trabalham em um mesmo objeto de trabalho, em uma relação de dependência mútua.

Em um processo de projeto de produtos industriais, verifica-se todas as formas de interações acima explicitadas, apesar de apresentar maior ênfase no fator **cooperação**.

Segundo a definição proposta por Hoc (1996), dois sujeitos estão em situação de cooperação se:

- Eles buscam objetivos que têm certa interferência, tanto em relação ao resultado final, como durante os seus procedimentos;
- Eles tentam tratar essas interferências de forma que as atividades de cada um sejam alcançadas, facilitando a realização das atividades com as quais eles têm interferência (Falzon, 1999).

De acordo com Rabardel, Rogalski e Béguin (1996), a cooperação estabelecida em ambientes de trabalho coletivo envolve quatro níveis de abrangência:

- O **nível organizacional**, incluindo os conceitos de tarefa e de divisão do trabalho;
- O **nível individual**, incluindo os conceitos de atividade e de instrumentos de trabalho;
- O **nível coletivo**, incluindo os conceitos de funcionário, cooperação e interdependência;
- A **relação entre a estrutura e o funcionamento**, que considera a organização como a articulação dos níveis individual e coletivo. A análise, segundo essa perspectiva, considera tanto a estrutura, a invariante e o prescrito, como, por outro lado, a variabilidade, a dinâmica e o efetivo.

Segundo Rabardel, Rogalski e Béguin (1996), em ambientes de concepção coletiva, a **cooperação acontece através da integração, que se efetiva sobre os objetos produzidos pelas ações dos diversos agentes**. Em alguns casos, esses objetos são mais representações simbólicas do conhecimento, do que objetos físicos, como pode ser constatado através dos vários níveis de representação mostrados por Béguin (1994). Alguns deles são:

- A integração técnica de concepção (ou conceitual);
- A integração dos sistemas de informação, no caso dos sistemas lógicos;
- A integração manifesta através da produção de objetos físicos ou virtuais (através de sistemas gráficos como CAD, CAE e outros) (Rabardel, Rogalski e Béguin, 1996).

A integração técnica de concepção ocorre através das concepções locais que, de forma cooperativa, visam a uma concepção global. De acordo com Pavard e Decortis (1994), **essa concepção global acaba sendo operacionalizada através dos atos comunicativos.**

Segundo Falzon (1999), a integração entre os parceiros de trabalho envolve a comunicação e/ou a troca de informação com dois objetivos principais:

1. Para assegurar que cada um tome conhecimento do estado da situação atual: dado o problema, estado da solução, hipóteses adotadas, etc.;
2. Para assegurar que os parceiros compartilhem do mesmo conhecimento geral: das regras técnicas, dos procedimentos de resolução e de outros dados.

Esses dois itens contribuem diretamente com a cooperação dentro do grupo de trabalho. Afinal, os processos cooperativos referem-se à coerência das atividades individuais voltadas para um objetivo comum, focando a integração das produções individuais, desde o início da concepção (Rabardel, Rogalski e Béguin, 1996).

Portanto, a cooperação é conhecida como um duplo processo: a ação de um coletivo e a articulação da atividade dos atores individuais. Sendo assim, a estrutura global de realização das tarefas só pode acontecer se houver interações locais adequadas entre esses agentes (Pavard e Decortis, 1994).

Segundo Falzon (1999), em função das características de um processo de desenvolvimento de produtos, duas formas de atividade cooperativa podem estar presentes; a vertical e a horizontal.

A **cooperação vertical** corresponde às situações da organização hierárquica do trabalho em que um trabalhador separa e destina algumas tarefas para outros funcionários a ele subordinados. Nesse caso, o alcance dos objetivos da tarefa global requer uma distribuição eficiente dessas tarefas e a realização das tarefas distribuídas por todos os trabalhadores. Na cooperação vertical, portanto, o interesse está nas relações que unem os sujeitos de níveis hierárquicos diferentes.

A **cooperação horizontal** acontece entre os funcionários que estão situados no mesmo nível hierárquico. Ela se subdivide em dois casos; na cooperação horizontal distribuída e na cooperação horizontal pura (Falzon, 1999).

A **cooperação horizontal distribuída** ocorre quando os funcionários têm tarefas diferentes, mas focam o mesmo objeto de trabalho. Por exemplo; um grupo de projetistas com especialidades diferentes, trabalhando no desenvolvimento de diferentes subsistemas que não apresentam interface direta, mas que pertencem ao mesmo produto. A coordenação dos diferentes sujeitos poderá levar a uma cooperação vertical, visando assegurar a distribuição das tarefas e a consistência global.

A **cooperação horizontal pura** acontece quando um sujeito depende da ação de outros. Por exemplo; um grupo de projetistas, com especialidades diferentes, trabalhando no desenvolvimento de componentes de um produto, os quais apresentam interface direta entre eles. Nesse caso, a relação entre os agentes é necessária devido à dependência de dados e informações referentes aos componentes que formarão parte do mesmo produto. Em casos como esse, a co-localização dos sujeitos, por si só, ainda não é suficiente para estabelecer a cooperação. É preciso esclarecer as relações de dependência entre as ações dos sujeitos e as suas metas de cooperação (Falzon, 1999).

Em um ambiente de trabalho, onde se projetam produtos industriais, constata-se todos os tipos de cooperação; desde a vertical, através das relações de coordenação, até a horizontal pura e distribuída, que variam em função das diversas relações entre os componentes de um produto, que desencadeiam diferentes tipos de interações entre os engenheiros.

Apesar da presença dos três tipos de cooperação, a situação mais crítica nesse tipo de desenvolvimento, do ponto de vista do estabelecimento da cooperação, é a que envolve, predominantemente, a cooperação horizontal pura.

Nesse caso, esclarecer as relações de dependência entre os indivíduos envolvidos e estruturar a integração do grupo é fundamental para que a cooperação realmente se estabeleça.

Por isso, o mais importante, quando se analisa o trabalho desenvolvido por um grupo que tem a função de projetar produtos, é focar as estratégias de ação

dos indivíduos, com o intuito de esclarecer as interações existentes entre eles e as trocas de informações realizadas, ignorando, de certa forma, os seus movimentos e o processo mental envolvido durante a execução das tarefas.

Afinal, analisar as atividades cognitivas dos indivíduos ou as suas atividades físicas não contribuiria com a explicitação das relações de dependência entre os sujeitos.

Considerando que, de acordo com Rabardel, Rogalski e Béguin (1996), a integração só se estabelece no nível operacional do processo, ou seja, no trabalho efetivo e não no formal, o foco da análise do trabalho, nesse caso, deve incidir diretamente sobre as tarefas efetivas dos indivíduos que compõe o processo.

Segundo Falzon (1999), o objetivo de realizar uma análise do trabalho com esse foco é contribuir com a realização das tarefas individuais, ajudando a evitar as ambigüidades e a acelerar a transferência de informação.

De acordo com Guérin et al. (2001), quando se busca o esclarecimento das tarefas efetivas, duas abordagens podem ser adotadas no momento da captura de dados, focando as seguintes situações:

- o funcionário, privilegiando suas ações e tomadas de decisão em interação com os seus colegas;
- a estruturação do grupo, observando a evolução do andamento e da distribuição das tarefas executadas, a ocupação do espaço e outros detalhes.

Também é importante ficar as comunicações a montante e a jusante dos indivíduos, já que através delas pode ser identificado algo de anormal no desenvolvimento. Elas podem mostrar informações sobre alguns dos problemas identificados pelos funcionários, em alguma etapa do desenvolvimento do produto ou junto ao produto final (Guérin et al., 2001).

Enfim, essas foram algumas das contribuições da ergonomia, direcionadas à análise do trabalho desenvolvido dentro das organizações produtivas, visando considerar a dinâmica operacional dos processos de desenvolvimento e as suas variabilidades.

4.6 Conclusão parcial sobre as contribuições da ergonomia

Com a descrição teórica, exposta nesse capítulo, foi possível constatar que existem muitas teorias e abordagens que contribuem com os estudos voltados para a análise do trabalho.

Entretanto, de acordo com Vidal (1994), basicamente, existem hoje, duas correntes da ergonomia, denominadas pelo autor por ergonomia clássica e ergonomia construtivista.

A **ergonomia clássica** subentende a incorporação dos conhecimentos sobre o ser humano no projeto de interfaces, através de metodologias experimentais. O objetivo consiste em identificar atributos e indicar uma otimização localizada no ambiente de trabalho. Essa ênfase é mais disseminada nos EUA e nos países de língua anglo-saxônica.

A **ergonomia construtivista**, que foi enfatizada nesse capítulo, é mais sistêmica e volta-se para o estudo da atividade de trabalho, considerando a transformação dos meios disponibilizados para o funcionário. A análise do trabalho, nesse caso, ocorre através de métodos situados, de natureza cognitiva, interacional e compartilhável. Essa ênfase é bastante disseminada na Europa, especialmente nos países de língua francesa (França, Bélgica, Suíça). Entretanto, os maiores desenvolvimentos teórico-conceituais têm acontecido nos países nórdicos (Finlândia, Dinamarca, Suécia), com uma curiosa disseminação nos EUA.

O método situado, apresentado nesse capítulo, refere-se à “Análise Ergonômica do Trabalho”. De acordo com Wisner (1997), esse método teve a sua origem através de Ombredane e Favergé (1955) e foi, posteriormente, apresentado através de uma metodologia coerente em Wisner (1975) e Guérin et al. (2001).

Durante esse período e nos últimos anos, houve uma grande evolução da metodologia ergonômica, ou melhor, da multiplicidade de metodologias que estão à disposição do ergonomista. Segundo Wisner (1997), é preciso escolher entre todas elas conforme a natureza do problema proposto, considerando os prazos e os recursos disponíveis. Portanto, não parece justificável privilegiar apenas uma abordagem generalista, mas sim, adaptar a metodologia ao problema específico.

Segundo o autor, a análise de processos de trabalho mais complexos deve exigir uma metodologia própria, que utilize algumas iniciativas já descritas, somadas a outras mais originais. Ela deve permitir mostrar a distribuição do tempo entre as diversas atividades e os efeitos de sua concorrência e explicitar, ao mesmo tempo, a diferença entre o “prescrito e o real”, a fim de permitir as transformações necessárias.

Nesse sentido, o próximo capítulo apresenta uma metodologia, com o objetivo de apoiar a construção de um método estruturado, direcionado à análise do trabalho, o qual é apresentado na sequência.

O objetivo da construção do método é que ele sirva de apoio para o esclarecimento da dinâmica operacional de um processo desencadeado por engenheiros durante o projeto de um produto complexo, ajudando a explicitar também, as interações que permeiam o grupo de trabalho.

Além disso, o método deve contribuir para que a fase de transformação, realizada após as análises, ocorra com o comprometimento e a adesão dos funcionários envolvidos no desenvolvimento do produto estudado.

CAPÍTULO 5

MÉTODO PARA ANALISAR O TRABALHO DOS ENGENHEIROS

5 MÉTODO PARA ANALISAR O TRABALHO DOS ENGENHEIROS

O capítulo 5 é apresentado em duas partes. Primeiramente, apresenta a metodologia que serve de base para o método proposto nesta tese. A metodologia se fundamenta nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho” e é implementada com as várias contribuições metodológicas descritas no capítulo 4 e com alguns métodos e iniciativas da engenharia clássica, descritos no capítulo 3 dessa tese.

A segunda parte apresenta um método estruturado, criado para apoiar os analistas que desejam estudar o processo desencadeado pelos engenheiros, quando estes projetam produtos industriais complexos, visando compreender, principalmente, o fluxo de comunicação e a integração que se estabelecem nesse tipo de ambiente.

5.1 Metodologia de apoio para o método proposto

A metodologia se fundamenta nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho”, cujo roteiro foi proposto por Wisner (1975), e é implementada com várias contribuições metodológicas descritas no capítulo 4 e com alguns métodos e iniciativas da engenharia clássica, descritos no capítulo 3. O roteiro que compõe essa metodologia pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6: Composição da metodologia que serve de base para o método proposto (Elaborada pela autora)

Roteiro proposto por Wisner (1975) para o método “Análise Ergonômica do Trabalho”, implementado com sugestões provenientes da ergonomia e da engenharia clássica
<p>Esse roteiro é conduzido através das seguintes fases:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Análise da demanda;<ul style="list-style-type: none">• Obtenção de informações para a análise da demanda;• Delimitação do campo de estudo;2. Análise do ambiente técnico, econômico e social;<ul style="list-style-type: none">• Identificação do(s) processo(s) crítico(s);3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados;<ul style="list-style-type: none">• Análise do trabalho atual:<ul style="list-style-type: none">• Procedimento de coleta de dados;• Representação do processo de trabalho e validação do modelo;• Análise do modelo e identificação dos problemas;• Fase projetiva, correspondente à elaboração dos cenários;• Fase prospectiva, correspondente à busca de soluções através de simulações, fundamentadas nos diferentes cenários;4. Recomendações;<ul style="list-style-type: none">• Reprojetar e implementação do(s) processo(s);5. Validação da intervenção e eficiência das recomendações.

Antes de iniciar a descrição da metodologia, é importante observar que uma das principais alterações, em relação às diretrizes originais da “Análise Ergonômica do Trabalho”, foi o foco das análises. Como pôde ser visto no item 3 da Tabela 6, a análise da atividade foi substituída pela análise da tarefa efetiva.

Essa substituição ocorreu em função do foco relevante, quando se estuda ambientes de projeto do produto. Como foi visto no capítulo anterior, para que a

cooperação realmente se estabeleça em grupos dessa natureza, é fundamental esclarecer as relações de dependência entre os indivíduos e estruturar a integração do grupo.

Para isso, é preciso compreender as estratégias de ação dos indivíduos, com o intuito de esclarecer as interações existentes entre eles, ignorando, de certa forma, os seus movimentos (atividades físicas) e como eles processam as informações para executar determinada tarefa (atividades cognitivas).

Sendo assim, analisar as tarefas efetivamente realizadas pelos indivíduos pertencentes ao grupo de trabalho parece ser a estratégia mais adequada nesse caso. Afinal, a tarefa efetiva é aquela realizada pelo indivíduo para concluir a tarefa prescrita e que pode ser descrita pelo próprio sujeito que a realiza, permitindo-o explicitar as suas estratégias de ação dentro do grupo.

Além dessa alteração, outras contribuições metodológicas se fizeram necessárias, em função das características peculiares dos ambientes de projeto de produtos industriais complexos, originando assim, uma metodologia própria, que será descrita a seguir, conforme a sequência apresentada na Tabela 6.

1. Análise da demanda

A análise da demanda corresponde a um pré-estudo da empresa, a fim de se preparar um contrato mais detalhado, ainda sem compromisso.

Portanto, após o acordo entre as partes, a intervenção é desenvolvida em duas fases estratégicas importantes: a de preparação e a de estruturação da ação.

A **preparação da ação** consiste em elaborar, com o(s) responsável(is) pelo estudo, as formas de atuação sobre a demanda, considerando os limites e a abrangência do estudo. A **estruturação da ação** é o planejamento do estudo, após a demanda ter sido melhor identificada.

Entre outros fatores, a reformulação da demanda está associada a uma reflexão sobre as liberdades de manobra durante as análises e em relação às regras de confidencialidade.

A negociação sobre a liberdade de manobra e o acesso às informações possibilitam estruturar a demanda em conjunto com o pessoal interessado. Além

disso, facilita a negociação por um período suficiente, não só para realizar as análises, mas também, para realizar as mudanças, segundo as soluções sugeridas após os resultados da análise, considerando as dificuldades de adaptação envolvidas.

Portanto, apesar de as condições necessárias para o êxito da ação ergonômica diferirem de acordo com a natureza do estudo, existem algumas condições indispensáveis para que ela possa ser realizada, as quais devem estar previstas no acordo. São elas:

- A possibilidade de realizar entrevistas com o conjunto de trabalhadores envolvidos no estudo (entrevistas individuais e reuniões de grupo nos locais de trabalho);
- Acesso a informações e documentos relativos ao processo técnico, resultantes do desenvolvimento do produto, incluindo dados sobre a qualidade e outros (Guérin et al., 2001).

Sendo assim, o contrato de intervenção ergonômica ocorre no nível das interações entre os grupos de trabalho da empresa e o grupo que conduz o trabalho de análise.

A demanda ergonômica se distingue da demanda da engenharia clássica devido ao fato de esta considerar a demanda como um dado intangível e sob o ponto de vista dos recursos e da eficiência dos meios para se alcançar determinados objetivos.

Na ergonomia, a demanda vai sendo delineada e redelineada e, para isso, o analista considera os diferentes focos da demanda, podendo ser de origem estratégica, técnica ou organizacional.

Portanto, Wisner (1987) recomenda que sejam identificados os problemas fundamentais, as dificuldades aparentes e a representatividade do autor da demanda.

Segundo Guérin et al. (2001), as preocupações podem ser provenientes:

- Da Direção Geral, com interesses em elaborar um procedimento para integrar os dados do trabalho nas decisões de investimentos, visando implantar tecnologias ou um novo processo;
- Dos Departamentos Técnicos, devido a problemas de não cumprimento de prazos previstos, da qualidade exigida, entre outros problemas.

Maline (1994) comenta que, normalmente, se verifica nas empresas uma demanda descendente, ou seja, daqueles que coordenam o trabalho. Entretanto, considerando a proposta da ergonomia, de envolver os funcionários no estudo do processo, o autor considera essencial que seja buscado um equilíbrio entre a demanda descendente e a demanda ascendente, referente àqueles que realizam o trabalho.

De acordo com Pomian, Pradère e Gaillard (1997), além do cruzamento das demandas, também é necessário que as várias dimensões da organização sejam relacionadas, com o objetivo de delinear o trabalho de análise de forma mais realista. Considerando que a situação de trabalho está inserida em um ambiente complexo, as especificidades da situação e as condições de trabalho devem ser consideradas, para que se obtenha uma boa definição da demanda.

Nesse sentido, o cruzamento do histórico da empresa com as atividades individuais e coletivas do trabalho, considerados elementos da estrutura da situação analisada, contribui para cercar melhor as peculiaridades da situação e levantar hipóteses de problemas existentes no trabalho.

Além disso, segundo Wisner (1987), a consideração desses dados contribui para que o trabalho seja absorvido mais facilmente pelos dirigentes da empresa, já que o estudo estará considerando problemas concretos e documentados por eles mesmos.

1.1 Obtenção de informações para a análise da demanda

Segundo Guérin et al. (2001), é importante ter em mente que, dos problemas expressos na demanda inicial, normalmente, apenas parte deles coincide

com o que realmente acontece nas situações de trabalho. Portanto, a busca do analista por mais informações é fundamental.

Entretanto, deve-se considerar que as informações documentadas, disponíveis através de dados estatísticos da qualidade e outras fontes, em geral, não mostram a correlação dos problemas com as suas possíveis causas, nem consideram a variabilidade existente nos processos (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Portanto, caso se deseje utilizar esse tipo de dado, Guérin et al. (2001) sugerem que eles sejam confrontados com outros tipos de dados.

Estatísticas relativas à falta de qualidade nos projetos de engenharia, por exemplo, podem ser relacionadas com o conteúdo da tarefa dos indivíduos, objetivando delinear algumas hipóteses a serem posteriormente investigadas, com o objetivo de se chegar nas verdadeiras causas dos problemas (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997).

Entretanto, de acordo com Guérin et al. (2001), como nem sempre os dados relacionados com a questão da qualidade são perfeitamente dominados pela empresa, nem sempre é possível fazer o cruzamento entre os índices de qualidade e as tarefas dos indivíduos. Sendo assim, entrevistar alguns dos funcionários envolvidos na demanda inicial pode ajudar, parcialmente, a esclarecer as informações obtidas no início do estudo.

Para isso, visitas à situação de trabalho são necessárias logo nos primeiros contatos com a empresa, porque contribuem com a compreensão da natureza das questões levantadas e de como os problemas se manifestam concretamente junto aos funcionários. Além disso, essas visitas permitem estabelecer os primeiros contatos com o(s) trabalhador(es) envolvido(s) na demanda.

A função do analista, nesse caso, é a de identificar a natureza do que está em jogo na posição de cada um dos funcionários e, a partir dessa identificação, reformular uma proposta que contemple a maioria dos interesses envolvidos, considerando os vários níveis da empresa. Essa proposta deve, portanto, ser articulada em torno da atividade individual e do coletivo de trabalho, integrando as diferentes visões expressas.

Considerando o caminho percorrido pelo analista durante a coleta de informações, a fase de análise da demanda não ocorre através de etapas sequenciais.

Normalmente seus passos são iterativos e estruturados no próprio processo de trabalho.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), esse constante movimento evolutivo e construtivo, formulado a partir da demanda inicial, explica o efeito da combinação de dois tipos de abordagem que ocorrem durante a análise do trabalho. São elas:

- A abordagem hipotética indutiva, que parte da observação de um evento particular representativo, que possa ser abstraído para um quadro geral, teórico e prático;
- A abordagem hipotética dedutiva, que parte do conhecimento geral da empresa, suscetível de ser aplicado à análise de um evento particular.

Enfim, pode-se dizer que a análise da demanda é um estudo em evolução, composto de hipóteses e validações, que se situa na interface da ação dos funcionários e do sistema de trabalho, objetivando delinear a fase do processo mais carente de melhoria.

1.2 Delimitação do campo de estudo

A delimitação do campo de estudo é um dos momentos da análise da demanda e refere-se à definição da parte do processo considerada a mais crítica e que, portanto, demanda esse tipo de intervenção.

Normalmente, deve existir uma certa compatibilidade entre o objeto inicial da demanda e o campo de estudo delineado pelo analista. Porém, esse campo, freqüentemente, é mais complexo do que parece e, por isso, deve ser investigado.

As questões provenientes da análise da demanda devem ser reolocadas no contexto da situação de trabalho a ser estudada. Quando a demanda diz respeito a problemas não estritamente localizados em um posto de trabalho, escolhas devem ser feitas para saber em quais situações específicas vão incidir as primeiras investigações.

Entre os critérios do analista, para definir as situações específicas a serem analisadas, estão:

- A escolha de situações onde se encontra a amostra mais ampla dos problemas levantados;
- A escolha de situações que ocupam um papel central na empresa e cujo funcionamento tem repercussões a montante e a jusante (Guérin et al., 2001).

Além disso, esse delineamento deve considerar, também, a capacidade do grupo analista, referindo-se ao seu tamanho e ao tempo disponível para a realização do trabalho.

Alguns dos resultados esperados com a análise da demanda são os seguintes:

- Demanda analisada e redelineada;
- Definição da fase do processo de desenvolvimento do produto a ser estudado dentro da empresa;
- Proposta reformulada, considerando a demanda, o foco do estudo e as limitações existentes.

Após entender melhor a demanda da empresa, inicia-se uma análise geral do processo de desenvolvimento a ser estudado, com o objetivo de contextualizar as informações obtidas até o momento.

2. Análise do ambiente técnico, econômico e social

Apesar da demanda ter sido redelineada e o objeto de estudo ter sido especificado, até o momento, o analista só possui um conjunto de informações diversas, que servirão para guiá-lo na escolha das investigações e das situações particulares.

Afinal, considerando que as situações de trabalho são sistemas complexos, toda descrição global pressupõe um ou vários pontos de vista, normalmente redutores, que enfatizam certos aspectos em detrimento de outros.

Portanto, visando um maior aprofundamento da análise do trabalho, deve-se buscar conhecer as especificidades do processo de desenvolvimento da empresa. Esse conhecimento contribui para se obter uma melhor compreensão das relações existentes entre o trabalho realizado na fase/etapa a ser investigada e aquele realizado no conjunto da empresa, o que torna mais fácil a análise pretendida.

Alguns indicadores também podem ajudar a esclarecer o contexto industrial, contribuindo com a especificação da demanda, no que se refere às exigências e aos constrangimentos do trabalho. Esses indicadores são:

- Os tipos de produtos fabricados pela empresa e a evolução da série, considerando as exigências dos consumidores, a duração das séries e os concorrentes da empresa;
- As exigências e os acordos de qualidade definidos por cliente e por produto e os constrangimentos que isso gera para os trabalhadores, entre outros fatores (Guérin et al., 2001).

O conhecimento dos indicadores provenientes do processo técnico da empresa é útil por permitir que o analista entenda o que ele observa, aumente a sua possibilidade de ação no momento das transformações, considerando os limites existentes, além de dar mais credibilidade ao analista frente aos funcionários operacionais.

Além disso, a aquisição de conhecimentos técnicos contribui para promover um diálogo com os funcionários, cuja tarefa efetiva será posteriormente analisada em detalhes.

Alguns dos resultados esperados com a análise do ambiente geral da empresa são os seguintes:

- Conhecimento superficial do grupo de trabalho a ser estudado e da sua relação com o contexto global do processo de desenvolvimento do produto;
- Demanda novamente redelineada e melhor especificada;
- Proposta reformulada junto ao grupo a ser estudado, considerando as informações prévias e as limitações existentes.

Após entender o processo de desenvolvimento da empresa e a relação existente com o objeto específico das investigações, inicia-se a análise diretamente junto ao grupo a ser estudado.

3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados

Essa fase do trabalho de análise envolve os seguintes procedimentos:

- A investigação da fase/etapa escolhida;
- A modelagem dessa fase/etapa;
- A análise do modelo;
- O diagnóstico da situação de trabalho.

Considerando que a análise e o diagnóstico da situação de trabalho dependem diretamente da qualidade da investigação e da representação da fase/etapa estudada, pode-se dizer que essa fase é considerada uma das mais críticas em trabalhos dessa natureza.

3.1 Análise do trabalho atual

Em geral, a análise da situação específica começa com alguns pressupostos, resultantes da análise da demanda. Entretanto, o que se tem até o momento é um vago conhecimento do trabalho do grupo específico e da sua relação com o contexto global do desenvolvimento do produto.

As investigações junto aos funcionários operacionais do grupo específico é que permitirão extrair os elementos das ações individuais, assim como, suas necessidades e constrangimentos que, posteriormente, serão traduzidos como os primeiros princípios de soluções.

Entretanto, para que seja possível dar início a uma investigação detalhada do trabalho desenvolvido pelo grupo, visando fornecer um diagnóstico com

qualidade, é preciso uma estratégia de investigação adequada para se coletar dados que sejam relevantes dentro do contexto do estudo.

3.1.1 Procedimento de coleta de dados

Do ponto de vista da formulação do trabalho de análise, focar elementos pouco relevantes ou que não visem responder o que se deseja entender no sistema, significa resolver o problema errado, tornando o estudo ineficaz. Portanto, faz parte da estratégia de investigação definir:

- Quais são os elementos do trabalho a serem investigados;
- Como esses elementos serão investigados para que ocorra a explicitação da “realidade do trabalho”.

Para que esses elementos sejam delineados é preciso analisar o domínio do problema em potencial no sistema, determinando qual deve ser o foco das questões que irão levar à resposta daquele tipo de problema (Mitchell e Miller, 1986; Woods, 1986).

Apesar dessa delimitação no estudo, é importante ressaltar que o objetivo não é o de simplificar a complexidade do ambiente, desconsiderando as variabilidades nele existentes. Pelo contrário, o objetivo é delimitar o domínio para que as variabilidades, que afetam a parte mais relevante do sistema, possam ser melhor exploradas, pois dessa forma, as definições de como, onde e quando buscar as evidências dos problemas tornam-se mais claras.

Porém, considerando que existem inúmeros elementos presentes nos ambientes de projeto de produtos complexos, é preciso definir alguns critérios que conduzam ao domínio da análise.

Com base nos critérios sugeridos por Guérin et al. (2001), para escolher a fase mais crítica do processo, algo semelhante poderia ser adotado para que, dos muitos elementos presentes em um ambiente de projeto, apenas os mais relevantes fossem escolhidos. Portanto, visando contribuir com a definição do domínio do problema a ser investigado, os seguintes critérios poderiam ser adotados:

- Escolher o(s) domínio(s) onde se encontra(m) a(s) fonte(s) mais ampla(s) dos problemas levantados;
- Escolher o(s) domínio(s) que ocupa(m) um papel central no grupo e cujo funcionamento tem repercussões a montante e a jusante no processo.

Por exemplo, se um grupo mostra indícios de que, dos problemas de qualidade nos projetos, o maior percentual está relacionado com problemas referentes ao fluxo de informação, define-se como elementos a serem investigados as variáveis que irão contribuir para esclarecer a rede de informação desencadeada pelo grupo estudado.

Considerando o perfil da etapa de projeto do produto e o domínio mais citado entre as referências de engenharia, como fonte de problemas, constata-se, normalmente, problemas relacionados ao fluxo de informação e à interação entre os agentes.

De acordo com o modelo de interação de Lacoste (1992), que considera os domínios previamente descritos, o trabalho deve ser analisado visando entender:

- As passagens de um agente para o outro, as conjunções, as redundâncias e as complementaridades;
- Como a situação se ordena progressivamente, segundo as múltiplas perspectivas existentes dos agentes.

O objetivo é identificar, portanto, o que está sendo realizado pelo(s) projetista(s), considerando as suas inter-relações no processo de desenvolvimento, necessárias para fornecer os resultados exigidos pelas tarefas prescritas (Allen e Abate, 1999).

Nesse caso, como já foi citado, a análise da tarefa efetiva é ideal para compreender esse tipo de situação, obtendo-se o detalhamento do processo de projeto sob a perspectiva do engenheiro que o desenvolve.

Para analisar as tarefas efetivas, Theureau (1992) sugere que sejam realizadas entrevistas, utilizando questionários de apoio, se houver necessidade.

Seria o que Gil (1995) denomina por “entrevistas semi-estruturadas”, que servem de apoio para a coleta de dados. São entrevistas realizadas com o apoio de algumas questões referenciais, considerando, também, uma abertura para os comentários dos funcionários. Esse tipo de referencial ajuda a manter o foco da investigação, assegurando também, um nível de detalhamento suficiente para a análise pretendida.

Esse nível de detalhamento deve estar em consonância com os objetivos preestabelecidos para a análise. Afinal, detalhar muito determinadas tarefas e situações, nem sempre facilita a análise do trabalho, pelo contrário, muitas vezes, o excesso de informação pode dificultar o entendimento da situação estudada.

Com o objetivo de esclarecer, portanto, o curso da ação individual dentro do trabalho coletivo, visando compreender, principalmente, o fluxo de informação e as interações que se estabelecem dentro do grupo, Pomian, Pradère e Gaillard (1997) sugerem que seja investigado:

- O que o funcionário recebe, de quem e em que momento;
- O que e como ele realiza a tarefa e quanto tempo, em média, ele gasta para realizá-la;
- Como e para quem ele repassa os dados resultantes de sua tarefa;
- Quais são as variabilidades mais freqüentes, as dificuldades e os limites que afetam a sua tarefa;
- Quais problemas costumam acontecer durante o trabalho e outras questões com esse nível de profundidade.

No momento da coleta dos relatos, Theureau (1992) sugere que se observem dois focos principais, nos quais se organiza a cognição; o foco dos interesses e o foco do referencial do indivíduo. O objetivo dessa observação é captar as intenções e raciocínios que sustentam os diversos relatos.

O foco dos interesses reagrupa a diversidade dos objetivos, dos problemas, das preocupações e dos fenômenos produzidos em função das estratégias dos funcionários.

O foco do referencial é definido como um campo delimitado por regras impostas ao funcionário. Ele corresponde à organização do conhecimento, às competências e às estratégias operativas.

Em casos em que exista um vocabulário próprio da tarefa investigada ou apareça uma situação de difícil compreensão, Wisner (1987) sugere que a descrição da tarefa seja realizada em ação. Nesse caso, o funcionário executa a tarefa ou mostra os resultados de sua execução e vai explicando como esse procedimento acontece na prática. Dessa forma, torna-se mais fácil esclarecer o cenário da situação que já aconteceu e que está sendo reconstruída, para ser relatada para o analista.

Wisner (1987) sugere, inclusive, que em casos de situações mais complexas, como são os ambientes de projeto do produto, o analista se une ao grupo de trabalho que está sendo observado durante um período de um mês ou mais.

Isso não significa que o analista passará a trabalhar junto com o grupo. Afinal, a função do analista é apenas investigar o trabalho dos funcionários durante ou após a realização das suas atividades, através dos seus relatos.

Considerando a necessidade desse contato direto com os funcionários, recomenda-se, também, que os dirigentes da empresa esclareçam, antecipadamente, qual é o objetivo das investigações, esclarecendo o papel e o objetivo do analista junto ao grupo a ser investigado.

Isso não significa que só os funcionários que executam as tarefas é que serão os entrevistados. Pois, de acordo com Kueng e Kawalek (1997), para se obter o entendimento do processo de trabalho, é importante captar tanto a visão daqueles que executam as tarefas, como daqueles que as coordenam.

Segundo os autores, o trabalho envolve diferentes pessoas e cada uma tem uma visão diferente do mesmo processo. Os gerentes, por exemplo, possuem uma visão generalista e visam a um arranjo entre os recursos existentes que lhes forneça o melhor resultado. Por outro lado, aqueles que executam as tarefas têm seu foco na própria tarefa e nas repercussões imediatas desta tarefa.

A obtenção das duas visões aumenta, portanto, o potencial de se promover uma representação mais completa e realista da situação estudada, a qual é construída com a intermediação do analista, que vai relacionar as visões macro e micro do processo de trabalho.

Para isso, o tipo de questionamento deve ser adaptado de acordo com o nível hierárquico da pessoa a ser entrevistada. Dessa forma, várias pessoas, de níveis hierárquicos diferentes, são entrevistadas.

Essa estratégia refere-se ao que Rasmussen (1986) denomina por “múltiplas representações”. As múltiplas representações ou perspectivas é quando se coleta a ênfase de cada observador, segundo o seu ponto de vista em relação a uma determinada situação, envolvendo-o ativamente no estudo.

Em função dos resultados obtidos através das entrevistas, novas entrevistas vão sendo desencadeadas, já que toda informação fornecida remete, necessariamente, à procura de uma outra informação.

Entretanto, para definir como acontecem essas idas e vindas no processo, é preciso que alguma estratégia de atuação seja previamente estabelecida pelo analista. Afinal, segundo Helander (1988), a forma como os dados são coletados e organizados têm conseqüências positivas ou negativas no desempenho da intervenção.

No que se refere à organização dos dados coletados, o autor ressalta que o analista deve estar preparado para a precisão vaga das descrições dos sujeitos, as quais diferem completamente dos dados obtidos através de documentações técnicas e de resultantes quantificáveis do processo.

Inclusive, para assegurar que o entendimento do interlocutor corresponda ao que o funcionário está querendo dizer, recomenda-se a utilização de algum recurso gráfico que possa servir de apoio durante a descrição da tarefa efetiva.

Segundo Guérin et al. (2001), quando se adotam as descrições narrativas, elas se parecem com o roteiro de um filme. As referências temporais são pouco precisas e sistemáticas e as ações são descritas na linguagem corrente.

Inclusive, em algumas situações, os funcionários podem acabar utilizando uma linguagem profissional específica, própria da situação de trabalho. Em casos desse tipo, entender o significado dessa linguagem também pode ser útil para compreender melhor as descrições e o funcionamento do coletivo de trabalho.

De qualquer forma, a qualidade desse tipo de descrição é mais difícil de ser formalizada e organizada, pois correspondem a registros pouco sistemáticos. Entretanto, espera-se, através deles, obter a compreensão do encadeamento das ações

e a coerência desse encadeamento. Ou seja, com a realização das entrevistas, objetiva-se obter, principalmente, os seguintes resultados:

1. Uma descrição do trabalho em sua totalidade;
2. Um inventário das tarefas efetivas realizadas nesse ambiente;
3. Uma indicação das principais inter-relações entre essas tarefas (Duraffourg et al., 1977).

A explicitação desses dados pode ocorrer através de representações descritivas ou gráficas, entretanto, é importante salientar que a representação gráfica contribui fortemente para a compreensão do ambiente e para a sua reestruturação.

3.1.2 Representação do processo de trabalho e validação do modelo

Segundo Maline (1994), para se obter uma proposta pertinente, através de análises eficazes, é fundamental ter um modelo representativo como apoio. A elaboração de modelos ou de sistemas simplificados, representativos de um “sistema real”, contribui com a análise e com a ação sobre esse sistema.

O conceito de modelo está associado ao conceito de sistema. Um processo de trabalho é considerado um sistema definido geograficamente, juridicamente, socialmente e tecnicamente. Há uma troca com o ambiente e uma transformação de informações brutas em informações elaboradas e produtos acabados. Para essa transformação, várias funções são demandadas, e para o sistema manter-se em equilíbrio, em um ambiente flutuante, as suas regras de funcionamento são modificadas e adaptadas continuamente.

Segundo Maline (1994), existem diferentes formas para descrever a realidade, portanto, existe uma infinidade de modelos para representar o mesmo sistema.

Helander (1988) denomina esses modelos representativos de “ferramentas cognitivas”, utilizadas para tornar concreto o que antes era abstrato, reestruturando diferentes pontos de vista em relação a uma situação atual.

Em geral, um modelo visa representar dois grandes componentes:

1. Um indivíduo ou um coletivo de trabalho;
2. Os meios de trabalho por eles utilizados.

Com esse tipo de recurso é possível, portanto, criar e manipular situações, focando os objetivos da organização.

A engenharia tradicional denomina esse tipo de recurso por “modelagem de processo”, referindo-se à “modelagem do processo atual” através do termo “*AS-IS model*”. Inclusive, alguns métodos gráficos, utilizados para esse fim, foram citados no capítulo 3, como o IDEFO e o fluxograma.

Ambos poderiam ser utilizados para modelar um processo de trabalho, mesmo que este fosse investigado segundo as diretrizes da ergonomia. O que mudaria seria o nível de representação do modelo.

Um modelo, sob o enfoque da engenharia clássica, por exemplo, é utilizado para representar as etapas de um processo ou, quando muito, as suas tarefas prescritas. Além disso, ele é utilizado para explicitar as ferramentas de trabalho, o tempo médio previsto pela organização, entre outros dados quantificáveis, que, do ponto de vista da ergonomia, atingem um patamar teórico, por mais detalhado que seja.

A ergonomia já parte do pressuposto que, para realizar um objetivo comum é necessário que cada um dos envolvidos contribua com o seu modelo parcial, visando representar a “verdadeira situação de trabalho” (Maline, 1994).

Portanto, um modelo proveniente da engenharia clássica poderia ser utilizado para esse fim, desde que fosse realizada uma adaptação do modelo para inserir os dados de acordo com as diretrizes da ergonomia.

Além disso, seria preciso definir, previamente, o modelo que melhor representaria os domínios a serem explorados, considerados os mais relevantes no processo estudado. Afinal, segundo Helander (1988), as ferramentas gráficas disponíveis para esse tipo de representação têm enfoques diferentes e nenhuma tem o potencial de abranger toda a realidade do ambiente de trabalho.

Considerando o processo de projetar produtos e os seus domínios mais relevantes, por exemplo, um modelo deveria ser capaz de explicitar os seguintes

detalhes: as passagens de um agente para o outro, como a sequência de tarefas se ordena progressivamente, entre outros aspectos dessa natureza.

Nesse caso, o fluxograma poderia ser uma das ferramentas recomendáveis para se modelar esse tipo de situação, já que ele serve para explicitar, principalmente, o fluxo de desenvolvimento das tarefas, mostrando também, a dimensão informacional do processo, através das relações de dependência entre os agentes (Vernadat, 1996; Colquhoun, Baines e Crossley, 1996; Bal, 2000).

Com a escolha do modelo, a idéia seria trocar as “tarefas prescritas e teóricas” pelas “tarefas efetivas”. Afinal, a tarefa efetiva pode ser descrita da mesma forma que a tarefa prescrita, com a diferença de que a tarefa efetiva é obtida através dos próprios funcionários, explicitando os objetivos e as condições de execução efetivas, levadas em consideração pelo sujeito que realiza a ação (Leplat e Hoc, 1992).

Por exemplo, se a tarefa prescrita apresenta o que deve ser feito, os objetivos e os procedimentos, a tarefa efetiva vai apresentar o que os funcionários realmente fazem para cumprir determinados objetivos e os procedimentos realizados no dia-a-dia de trabalho. Dessa forma, os métodos baseados na Análise Funcional acabam adquirindo um caráter mais sistêmico, voltados ao domínio da engenharia cognitiva. Além disso, eles acabam sendo fundamentados na realização de poucos objetivos pré-definidos, opondo-se aos procedimentos de controle da engenharia clássica (Hubault, 1995).

Entretanto, é preciso considerar que, no caso de se documentar a tarefa efetiva, descrever apenas o seu rótulo não é suficiente para a compreensão das variabilidades inerentes ao trabalho, portanto, recomenda-se que, além do fluxograma, sejam utilizados outros recursos complementares. Por exemplo: enquanto o fluxograma explicita os títulos das tarefas efetivas e as suas interações no sistema, uma tabela complementar poderia mostrar os detalhes relacionados com a execução e as variabilidades dessas tarefas. Ou seja, o tipo de informação adicional seria referente à estratégia de ação utilizada pelo funcionário para concluir a tarefa efetiva, às pressões sofridas com os prazos, às dificuldades que eles vêm enfrentando para concluir as suas tarefas, alguns conflitos localizados, entre outras informações.

Nesse caso, por motivos éticos e confidenciais, o acesso às tabelas seria

restrito ao analista, que teria mais informações disponíveis para considerar no momento das análises e do diagnóstico da situação.

Afinal, o objetivo do estudo não é expor “o que o funcionário pensa da instituição” ou “o que ele está fazendo na prática para que a tarefa prescrita possa ser concretizada”, já que, muitas vezes, isso significa “pegar caminhos que não condizem com o prescrito pela organização”.

O objetivo aqui é que, com um conjunto de informações e opiniões a respeito do trabalho, fornecidas por pessoas que dele participam, seja possível reestruturar o processo, considerando os limites e as variabilidades existentes no sistema e passar a considerar esses eventos na nova configuração do trabalho.

Portanto, esse tipo de estudo não visa atuar como uma forma de controle sobre as pessoas que realizam o trabalho, conforme as diretrizes do *taylorismo*. Pelo contrário, as ações e estratégias individuais dos trabalhadores são consideradas para que, posteriormente, a “real situação de trabalho” seja esclarecida junto aos dirigentes da empresa, objetivando rever as tarefas e metas prescritas, adaptando o trabalho ao homem e não o homem ao trabalho.

Isso não significa que as metas a serem atingidas deverão acompanhar o ritmo “escolhido” pelos funcionários, pois esse tipo de estudo também visa melhorar o desempenho dos processos. Porém, para isso, consideram-se os limites e as variabilidades individuais e coletivas existentes, cujos registros estariam, principalmente, nas tabelas adicionais.

Quanto às informações contidas no fluxograma, elas contribuiriam para explicitar as relações estabelecidas entre os funcionários e entre os diversos setores da empresa, promovendo a visualização da situação geral do desenvolvimento e de seus momentos mais críticos, que, em conjunto com as informações contidas nas tabelas, permitiriam a identificação de algumas causas do desencadeamento de problemas e atrasos no desenvolvimento de produtos.

Enfim, as duas representações atuam como um tipo de “memória externa da situação de trabalho”, não se restringindo apenas às pessoas que compõe o sistema, mas expondo, também, a dinâmica da situação de trabalho e outros fatores que nela interferem (Helander, 1988).

De acordo com Guérin et al. (2001), além da explicitação da situação de trabalho contribuir com a obtenção de melhorias, ela também contribui com o fator colaboração dentro do grupo, pois, para que este fator transcorra sem atritos, é necessário que cada funcionário tenha uma representação suficiente do trabalho que os outros efetuam. Para isso, duas condições são, no mínimo, necessárias:

- Que esses funcionários conheçam, suficientemente, a organização geral do trabalho de seus colegas, as diferentes fases de sua ação e os constrangimentos nos quais eles se encontram;
- Que eles possuam informações que permitam avaliar, em um dado momento, em que parte do desenrolar de sua ação está o outro.

Portanto, no momento em que o funcionário entrevistado relata a sua tarefa e as suas inter-relações, é importante que os seus dados sejam registrados no modelo geral, atualizando a rede de tarefas efetivas, visando obter o fluxo de trabalho de acordo com a visão compartilhada de todos os envolvidos.

A representação do trabalho, portanto, vai sendo construída de forma gradativa, através de sucessivos relatos e implementações, que vão surgindo em função do aumento de visibilidade dada ao processo de trabalho. Para isso, é fundamental que o modelo representativo do trabalho mantenha-se sempre em exposição junto ao grupo envolvido.

Afinal, segundo Leplat e Hoc (1992), quanto mais próximo o modelo estiver daqueles que realizam o trabalho, mais simples será a sua validação.

Além disso, o confronto dos resultados das entrevistas individuais contribuem para explicitar, muitas vezes, as descrições divergentes do mesmo processo, o que também contribui para a validação do modelo (Guérin et al., 2001).

Dessa forma, enquanto a verbalização dos funcionários serve para fundamentar o envolvimento deles com a análise, ajudando a construir e a estruturar o modelo, a exposição desse modelo contribui para que cada um dos indivíduos se reconheça no ambiente de trabalho, ajudando a capturar os elementos e detalhes por eles esquecidos, minimizados ou amplificados exageradamente.

Portanto, com o modelo em exposição, as implementações vão acontecendo até que se obtenha um consenso entre os funcionários, representando o que, para eles, é a realidade atual do trabalho coletivo.

Sendo assim, a validação do modelo acaba não sendo uma fase estanque, que acontece sequencialmente à fase de modelagem. Pelo contrário, é algo que deve acontecer em paralelo à coleta de dados e à representação do processo de trabalho.

Portanto, segundo Maline (1994), a validação do modelo não se refere a subordinar um relatório final para a avaliação dos dirigentes da empresa. Trata-se de satisfazer duas exigências através de discussões com funcionários e chefias, referentes à:

1. Restituição da informação àqueles que a forneceram;
2. Correção e implementação do trabalho do analista. É muito freqüente que, durante a leitura dos dados, certos funcionários e/ou membros da chefia não reconheçam os fatos citados ou não aproveem a descrição geral da situação que foi deles deduzida, sendo necessário a implementação de alguns detalhes (Wisner, 1987).

É importante notar que as estratégias previamente descritas não são utilizadas apenas para coletar e armazenar dados e validar o modelo, mas, principalmente, para envolver o funcionário no estudo. Com essa atitude, visa-se obter a sua contribuição e participação ativa no momento das análises e da transformação da situação de trabalho, sendo esta última, considerada uma das fases mais críticas em trabalhos de melhoria.

Quanto ao modelo obtido e validado através dessas estratégias, pode-se dizer que ele acaba cumprindo diversas funções. Entre elas estão as seguintes:

- Descritiva, fazendo uma leitura da situação de trabalho sob diferentes aspectos;
- Pedagógica, contribuindo com o esclarecimento da complexidade da situação de trabalho junto aos funcionários envolvidos;
- Preventiva, sendo utilizado como um referencial para a tomada de decisão;

- Auxiliar nas negociações, sendo utilizado como referencial para discussões e confrontações. Nesse caso, o modelo contribui com o debate entre os funcionários, visando a busca de novos arranjos do trabalho (Maline, 1994).

Com o modelo validado, é possível, portanto, formular algumas das questões que estarão na origem de um pré-diagnóstico da situação de trabalho estudada.

3.1.3 Análise do modelo e identificação dos problemas

De acordo com Guérin et al. (2001), apesar da validação do modelo ser essencial para a obtenção da “representação da realidade” estabelecida na empresa, facilitando assim, a análise da situação de trabalho, esta não começa apenas após a validação do modelo.

Na prática, as questões começam a surgir com os primeiros relatos dos funcionários para o analista. Este, por sua vez, se coloca sob uma atitude exploratória em relação aos dados e aos fatos com os quais vai sendo confrontado em situação real. Portanto, é a formalização gradativa dessas informações que vai compondo um esquema explicativo dos problemas levantados.

Essas explicações referem-se, inicialmente, a hipóteses decorrentes de uma leitura dos fatos constatados durante a investigação do grupo de trabalho, do funcionamento da empresa e das primeiras observações da situação de trabalho.

Alguns dos problemas explicados por essas hipóteses podem ser específicos da situação estudada, podem ser provenientes de outros setores ou podem ser advindos de diversos fatores interligados. De qualquer forma, eles devem apoiar-se sobre a maneira em que efetivamente se apresentam na situação dada, ou seja, como eles se concretizam na atividade de trabalho.

O objetivo não é formular um julgamento de valor, mas situar essas informações no seu “contexto real”, procurando interpretar o porquê das diferenças entre o “prescrito e o real”.

Com esses dados é possível identificar em que medida a situação de trabalho vem favorecendo a evolução das competências e do fluxo de trabalho ou os vem, ao contrário, limitando. Normalmente, esses dados acabam incidindo sobre:

- O funcionamento do processo técnico e da organização do trabalho, considerando os constrangimentos impostos;
- A circulação das informações entre os funcionários e entre os diversos setores;
- O resultado do trabalho, referente à qualidade, à quantidade, ao tempo de desenvolvimento e outras variáveis.

Segundo Guérin et al. (2001), o objetivo nessa fase é correlacionar os problemas que vão sendo constatados, com as suas causas hipotéticas, para que, posteriormente, seja possível formular uma explicação sobre esses problemas e apontar os elementos que deverão ser considerados na transformação do trabalho.

Essa explicação é elaborada a partir das constatações que foram levantadas ao longo das investigações, incluindo a opinião dos funcionários entrevistados, somadas ao conhecimento e experiência do analista.

Entretanto, a complexidade e a variabilidade das situações de trabalho raramente conduzem a um enunciado linear das relações de causa e efeito, ou seja, entre uma condição do exercício da tarefa e uma dificuldade particular.

Portanto, o analista é levado a formular, para um mesmo problema, várias hipóteses, as quais podem estar ou não estar relacionadas entre si. Esse conjunto de hipóteses vai constituir o pré diagnóstico e, posteriormente, o diagnóstico, que é o objetivo da análise efetuada pelo analista (Guérin et al., 2001).

Para correlacionar os problemas com as suas possíveis causas, alguns métodos de apoio, provenientes da engenharia tradicional, poderiam ser utilizados. Existem vários métodos, citados no capítulo 3, que poderiam auxiliar na construção e visualização dessas correlações, visando preparar o pré diagnóstico da situação.

Porém, entre os métodos considerados razoáveis para tratar de casos complexos estão: o “Método de Causa e Efeito” (ou Diagrama de *Ishikawa*) e o “Diagrama das Relações”, os quais podem ser utilizados como apoio para correlacionar diversas causas com um problema.

Outro recurso que também pode ser utilizado como apoio durante a análise do processo, com o objetivo de verificar a consistência das fases do desenvolvimento do produto estudado, é o modelo de referência para desenvolvimento de produtos sugerido pela APQC (*American Productivity & Quality Center*).

Esse tipo de modelo pode ser utilizado para que seja feita uma analogia entre o modelo de referência e o processo estudado, visando verificar se as fases e tarefas mínimas necessárias para se projetar um produto com qualidade vêm sendo realizadas. Nesse caso, o analista estaria aplicando a técnica de *benchmarking*, previamente citada no capítulo 3.

Com o levantamento de alguns problemas e de suas possíveis causas, a idéia é compartilhar esse pré-diagnóstico junto aos funcionários, para que os mesmos possam contribuir com a geração de novas hipóteses. Dessa forma, o diagnóstico vai sendo progressivamente delineado com a participação e o envolvimento dos funcionários.

A análise e as primeiras soluções para o processo de trabalho investigado ocorrem, portanto, através da interação entre; a demanda pelo estudo, o conhecimento produzido com a coleta de dados, os resultados das análises dos funcionários e do analista e a proposição dos princípios de soluções que vão, progressivamente, contribuindo com o delineamento das soluções.

Segundo Helander (1988), o envolvimento ativo dos funcionários durante as análises é um fator que causa grande repercussão no desempenho da intervenção, refletindo em soluções mais rápidas e bem sucedidas, pois, quando os funcionários ajudam a identificar os problemas existentes no seu ambiente de trabalho e sugerem ações para minimizá-los, o nível de entendimento e comprometimento por parte dos mesmos é bastante superior ao nível apresentado em estudos cujos resultados são transmitidos “de cima para baixo” por aqueles que gerenciam o processo.

Ou seja, parte-se do pressuposto de que, a partir do momento em que o funcionário entende o que está acontecendo na situação de trabalho e identifica algumas obstruções no processo, ele passa a ter uma conscientização do porquê destas obstruções. Nesse momento, o processo já se transformou simbolicamente,

pois para aquele funcionário, já não faz mais sentido continuar agindo sob uma estrutura nitidamente errada.

Segundo Guérin et al. (2001), esse tipo de ação ergonômica, que envolve os funcionários no estudo do seu próprio processo, também é utilizada com o objetivo de:

- Provocar questões de outra natureza e fazer emergir novos problemas;
- Contribuir com a evolução das relações sociais dentro da empresa.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), esse procedimento interativo se inscreve na reflexão da essência da ação e na lógica dos meios necessários para adaptar o trabalho ao homem. É uma estrutura de formação-ação, onde os funcionários, envolvidos na concepção da sua própria situação de trabalho, baseando-se nos elementos de suas habilidades, capacitações e experiências, traduzem as análises em conhecimento sobre o trabalho.

Enfim, com as primeiras soluções para melhorar o processo de trabalho, alguns cenários podem ser reproduzidos, baseando-se no modelo do processo atual e nos resultados obtidos com as análises.

3.2 Fase projetiva, correspondente à elaboração dos cenários

O objetivo do cenário é representar a situação de trabalho corrigida e melhorada, através de uma nova seqüência de ações individuais e coletivas, agindo sob condições e contextos organizacionais hipotéticos, porém, baseados nas “situações reais” previamente esclarecidas (Maline, 1994).

Entre as configurações que compõe o(s) cenário(s) podem estar, por exemplo, diferentes sugestões para o fluxo de trabalho e para a integração do grupo. Afinal, com o modelo do processo atual é possível verificar as falhas de integração, as relações de dependência entre as tarefas efetivamente realizadas, entre outras características que contribuem para que as diretrizes do novo arranjo do trabalho sejam delineadas e explicitadas através de um novo modelo.

A engenharia clássica também utiliza, freqüentemente, meios de simulação para mostrar o comportamento do futuro sistema, construído a partir de diferentes cenários, os quais são denominados por “*TO-BE model*”, podendo ser traduzido por “modelo proposto para a nova configuração do trabalho”. Porém, nesse caso, as soluções hipotéticas são mais deterministas e não servem como base de discussões e negociações com os funcionários.

No caso da ergonomia, essa técnica de simulação serve para especificar soluções hipotéticas menos deterministas e servem de sustentação para as discussões sobre o trabalho, junto com os envolvidos no estudo. Ou seja, a elaboração de um cenário, com a participação dos funcionários, serve de referencial para que eles confrontem as suas diferentes considerações, sugestões e representações para a futura configuração do seu próprio trabalho.

Segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), utilizando-se de representações gráficas para as simulações e realizando-as de forma participativa com os funcionários, reduzem-se os riscos de erros, além de consolidar a apropriação das mudanças que poderão ser desencadeadas com a nova situação de trabalho, como já foi discutido anteriormente.

Maline (1994) identifica quatro fases para a elaboração de um cenário:

1. **A análise do trabalho**, cujo nível de detalhamento deve variar em função da característica e do objetivo do estudo;
2. **A análise das características do estudo**, cujo objetivo é identificar as tarefas futuras, em função das várias hipóteses levantadas;
3. **A consideração dos elementos da análise**, partindo do princípio de que os cenários são resultantes do cruzamento da análise global do estudo, com a análise do trabalho em situações de referência;
4. **A transcrição do cenário**, que representa a situação das ações características, construída a partir do trabalho existente, e que promove a visualização do trabalho futuro.

Segundo Maline (1994), após a fase projetiva, corresponde à elaboração dos cenários, vem a fase prospectiva, correspondente à realização das simulações, em função das metas a serem alcançadas.

De acordo com o autor, as simulações são apoiadas nos cenários e dependem fortemente de como as análises foram realizadas. Essas análises, por sua vez, estão relacionadas com os objetivos previamente definidos, com as variáveis coletadas e com a estratégia de estruturação dos dados. Portanto, a qualidade desse tipo de estudo é dependente de como cada fase vai sendo conduzida e implementada.

3.3 Fase prospectiva, correspondente à busca de soluções através de simulações, fundamentadas nos diferentes cenários

Com os cenários construídos, é possível realizar algumas simulações, que se referem à testes fundamentados em uma experiência representada através de diferentes modelos. Os objetivos da simulação são:

- Observar o comportamento de uma reprodução artificial, de um fenômeno que se deseja estudar;
- Deduzir o que vai acontecer na realidade, sob a influência de ações análogas (Maline, 1994).

Segundo Maline (1994), a simulação do funcionamento através de representações de uma situação a conceber, antes de se ter ações concretas, são de natureza integradora de dados complexos, que se aproximam da realidade. Portanto, a importância da fase de elaboração dos cenários é referente ao efeito estrutural do conhecimento, indispensável no ato de conceber a simulação da nova situação de trabalho. Inclusive, é importante ressaltar que a qualidade das simulações vai depender fortemente da qualidade dos cenários.

O autor cita alguns dos fatores que caracterizam a relação de continuidade entre os cenários e as simulações, os quais podem ser vistos abaixo:

- A simulação é a fase de dinamização dos cenários;
- A simulação é a fase de validação dos diferentes cenários, que correspondem à descrição do estado de uma situação futura, vista através do prisma das tarefas efetivas dos diferentes funcionários;
- A falha de representação de um cenário pode levar a falhas na simulação, comprometendo o sistema futuro.

Enfim, com as simulações realizadas em função dos diferentes cenários hipotéticos realistas, parciais ou gerais, o objetivo é que o analista tenha mais facilidade para escolher aquele que representa a melhor configuração, considerando as necessidades e os limites da empresa contratante.

Com esse tipo de procedimento, é possível sugerir correções com mais segurança e recomendar a inserção de novos recursos que possam contribuir para melhorar o desempenho do processo estudado, prevendo algumas de suas repercussões no trabalho.

Entretanto, é importante lembrar que esse tipo de procedimento não é utilizado com objetivo de predizer o futuro das tarefas dos funcionários, já que, de acordo com as diretrizes da ergonomia, se reconhece que cada um tem uma forma específica de conduzir o trabalho. O objetivo, nesse caso, é o de formalizar as condições sob as quais os funcionários estarão sujeitos ao desenvolverem suas tarefas efetivas, considerando a configuração que melhor se adapte às suas reais necessidades (Maline, 1994).

Como pode ser visto, essa visão difere completamente da engenharia clássica, que constrói a representação de um sistema técnico, para posteriormente, intervir no comportamento dos funcionários e do sistema.

Enfim, com o término das simulações, segue-se para a próxima fase, referente às recomendações sugeridas para melhorar o desempenho do processo estudado, baseadas nas várias soluções escolhidas.

Antes de iniciar, porém, essa fase, ressalta-se aqui, alguns dos resultados esperados com a conclusão da fase 3, referente à “análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados”, que são os seguintes:

- Esclarecimento da dinâmica operacional do grupo estudado;
- Levantamento dos problemas existentes na etapa estudada;
- Correlação dos problemas com as suas possíveis causas;
- Elaboração de cenários parciais e/ou totais da situação de trabalho;
- Simulações dos cenários, visando encontrar a nova configuração do trabalho do grupo analisado, considerando a correção das causas dos problemas e algumas melhorias;
- Escolha da melhor configuração do trabalho estudado, em função das necessidades do grupo e das diretrizes da empresa, considerando também, as limitações existentes.

4. Recomendações

As recomendações referem-se ao momento em que são formalizadas as sugestões para corrigir e melhorar o processo.

Nesse caso, o analista tem a responsabilidade de não limitar o diagnóstico aos fatores imediatamente constatados na situação de trabalho envolvida, mas de chamar a atenção, também, para certos aspectos da sua gestão, da sua organização ou de seus processos de concepção.

4.1 Reprojetar e implementação do(s) processo(s)

Considerando o diagnóstico da situação de trabalho e as transformações identificadas como necessárias para permitir um melhor funcionamento do processo de desenvolvimento, o objetivo dessa fase é propor:

- Um diagnóstico geral;
- Um diagnóstico local;
- Referências para transformar a situação de trabalho, incidindo sobre os aspectos mais urgentes, considerando as limitações da empresa;
- Uma orientação para reorganizar o trabalho e redistribuir as tarefas, se necessário;

- Uma orientação para reorganizar a circulação das informações, baseando-se nas dificuldades identificadas no processo;
- Uma elaboração de planos de formação, considerando a futura configuração do trabalho;
- Melhorias para o processo, baseando-se nas suas principais deficiências, além de outras correções e implementações que se julgarem necessárias.

As melhorias a serem sugeridas podem ser referentes às diferentes formas de desenvolver, organizar e integrar o processo, e à introdução de novas tecnologias, entre outras alterações. Por exemplo, se a etapa de projeto apresenta falhas de concepção, não considerando as expectativas do consumidor, além da inserção de uma tarefa destinada a considerar esses dados, pode ser sugerida, também, a utilização do método QFD, com o objetivo de melhorar ainda mais a interface entre a “concepção do produto” e as “expectativas do consumidor” durante a realização da nova tarefa. Nesse caso, seria explicitado, na nova configuração do trabalho, exatamente “quando” e “por quais pessoas” a nova tarefa seria desenvolvida. Dessa forma, o novo modelo representativo do trabalho serviria, também, como um referencial estruturado para estabelecer a integração no grupo.

Entretanto, para que a nova situação de trabalho seja absorvida pelos funcionários, não basta apenas compartilhar os resultados do estudo junto ao grupo em questão. É preciso uma formalização por parte daqueles que possuem maior autonomia sobre o processo, para que a incorporação das sugestões tenha o seu início. Portanto, o analista deve preparar um diagnóstico da situação, previamente discutido com o grupo de trabalho, e expor as modificações identificadas como necessárias para os responsáveis em conduzir e coordenar o desenvolvimento do produto estudado.

Além disso, também é importante que o analista prepare um guia orientativo para a implantação das mudanças, prevendo uma inserção gradativa no processo, de acordo com o impacto e o tempo de treinamento necessário para que os funcionários possam absorver as novas configurações.

Enfim, alguns dos resultados esperados com a conclusão desta fase, correspondente às “recomendações”, são os seguintes:

- Formalização das soluções, em função do diagnóstico geral e detalhado da situação de trabalho estudada;
- Estruturação da nova configuração do trabalho, incluindo as soluções previamente escolhidas;
- Elaboração de um guia orientativo para a inserção das alterações sugeridas, em função da nova configuração do trabalho.

Após a apresentação desses resultados para os coordenadores do processo, é desejável que o analista também acompanhe as transformações, visando orientar os trabalhadores e modificar o que for preciso, devido às limitações que podem vir a surgir no decorrer das mudanças.

Quanto à validação da intervenção, referente ao quinto item do roteiro proposto, esta ocorre em situação prática quando, após a conclusão do estudo e das implantações sugeridas, constata-se que os objetivos preestabelecidos junto à empresa foram atingidos.

Afinal, em geral, quem contrata o estudo exprime sua satisfação ou decepção frente aos resultados apresentados e alcançados (Wisner, 1997).

Portanto, com esse item se encerra a explanação da estratégia direcionada para a condução de trabalhos de melhoria junto a processos de projeto de produtos industriais, baseada nas diretrizes da Análise Ergonômica do Trabalho e implementada com as várias abordagens e metodologias de apoio à análise do trabalho.

Com base nessa estratégia, um método será apresentado no próximo item. O objetivo é propor um referencial estruturado para aqueles que desejam analisar o processo de trabalho desencadeado pelos engenheiros quando estes desenvolvem o projeto de um produto industrial complexo. A proposta é que, com a utilização desse método, o analista possa esclarecer o processo de desenvolvimento de tal forma que o permita identificar os problemas nele existentes e as suas respectivas causas, possibilitando-o propor correções e melhorias para o processo estudado.

5.2 Método proposto

O método proposto será apresentado de forma sucinta, através da descrição da sua estratégia de ação, mostrando em detalhes apenas as iniciativas originais, já que grande parte da sua condução já foi explicitada através das inúmeras contribuições metodológicas apresentadas anteriormente neste capítulo. O roteiro proposto para a aplicação do método em campo industrial é o explicitado na Tabela 7.

Tabela 7: Roteiro proposto para a aplicação do método em campo industrial
(Elaborada pela autora)

Roteiro do método proposto para aplicação em campo industrial
<p>1. Análise da demanda</p> <ul style="list-style-type: none">• Especificar a demanda pelo estudo;• Delimitar a fase/etapa a ser estudada; <p>2. Análise do processo de desenvolvimento do produto</p> <ul style="list-style-type: none">• Conhecer o processo de desenvolvimento do produto que contém a fase/etapa mais crítica para a empresa, escolhida como foco do estudo;• Redefinir a(s) fase(s) /etapa(s) mais crítica(s), delimitando melhor o foco do estudo; <p>3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados</p> <ul style="list-style-type: none">• Fase da análise do trabalho atual:<ul style="list-style-type: none">• Colocalizar-se junto ao grupo atuante na fase/etapa escolhida para o estudo;• Coletar dados junto ao grupo escolhido, aos seus dirigentes e aos funcionários a eles relacionados;• Modelar o processo de trabalho e validar o modelo junto aos funcionários envolvidos;• Analisar o modelo, objetivando encontrar os problemas do grupo estudado e as causas a eles relacionadas;• Correlacionar as causas dos problemas com as suas possíveis correções;• Identificar oportunidades para melhorar o desempenho da fase/etapa estudada;• Modelar uma ou mais sugestões para a nova configuração do trabalho do grupo estudado;• Simular, junto aos envolvidos, a viabilidade dos novos arranjos do trabalho, visando encontrar uma solução que atenda melhor as expectativas dos funcionários e da empresa contratante; <p>4. Recomendações</p> <ul style="list-style-type: none">• Elaborar um relatório final e um guia de implantação para a nova configuração do trabalho.

Com o objetivo de descrever como o método deve ser aplicado em campo, algumas diretrizes são apresentadas a seguir, conforme a sequência descrita na Tabela 7.

1. Análise da demanda

Para analisar a demanda, o primeiro passo é marcar uma entrevista com a pessoa responsável pela contratação do estudo. Com essa entrevista, pretende-se compreender melhor a demanda e outros detalhes a ela relacionados.

No final dessa entrevista, o funcionário indica os próximos a serem entrevistados, iniciando por aqueles que ocupam uma posição de liderança dentro do processo de desenvolvimento, considerado o mais crítico pelo contratante e que será o foco da análise.

A Tabela 8 apresenta algumas questões que podem ser utilizadas para realizar as primeiras entrevistas. Porém, considerando que esse tipo de estudo é dinâmico e personalizado, as perguntas devem ser adaptadas em função das respostas do entrevistado e da demanda específica da empresa contratante.

Tabela 8: Perguntas sugeridas para as primeiras entrevistas, realizadas com os principais dirigentes da empresa e líderes do processo de desenvolvimento delimitado para o estudo (Elaborada pela autora)

Perguntas sugeridas para as entrevistas realizadas com os líderes do processo de desenvolvimento
Quais são os produtos desenvolvidos na empresa? Por que da demanda desse tipo de estudo? Como ocorre o desenvolvimento do produto que vem apresentando mais problemas? Em que fase está o desenvolvimento desse produto? O desenvolvimento do produto acontece inteiramente na empresa?
O produto é desenvolvido apenas pela empresa investigada? <u>Se não</u> : Como se desenvolve a relação com o parceiro?
Em quanto tempo se desenvolve cada produto? Quais são as condições impostas pelo mercado consumidor (prazo de entrega, qualidade exigida, condições de segurança e outros)?
Como ocorre o gerenciamento do desenvolvimento do produto mais crítico? Como são distribuídas as tarefas dentro do processo? Como os especialistas estão agrupados?
Quais são as partes mais críticas do produto que vem apresentando mais problemas? Quem são os responsáveis por essas partes? Qual é o número de especialistas envolvidos com essas partes do produto? Por que essas partes apresentam problemas? Quais são os impactos desses problemas no produto final?
Quais são os “motivos aparentes” desses problemas? Em que momento do processo (em que fase) iniciam os problemas? Como ocorre o desenvolvimento das partes mais críticas, na fase onde se originam os problemas? Qual é a estrutura organizacional da empresa e, mais especificamente, da fase onde se iniciam os problemas? Quais são os setores que apresentam interface com essa fase? Quais são os setores que sofrem maior impacto quando ocorrem as alterações das partes do produto?
Obs. Outras perguntas poderiam ser feitas, em função da situação em questão e da demanda específica.

À medida que as perguntas vão sendo respondidas e o processo de desenvolvimento mais crítico vai sendo esclarecido, recomenda-se iniciar o esboço gráfico do processo, através de um fluxograma simples.

Em função das respostas e das indicações do primeiro entrevistado, segue-se para as próximas entrevistas, com o objetivo de obter um esclarecimento maior do foco do estudo.

2. Análise do processo de desenvolvimento do produto

As entrevistas vão acontecendo em cadeia, em função da seqüência de indicações provenientes dos próprios entrevistados, até que os principais líderes, relacionados com o grupo a ser estudado, sejam entrevistados.

Essas entrevistas, em geral, são intercaladas com visitas aos locais de trabalho, para que as informações repassadas possam ser melhor compreendidas.

Através dos relatos desses funcionários, que atuam em tarefas de coordenação e que, portanto, possuem uma visão macro da situação de trabalho, pretende-se obter uma visão geral do processo específico a ser estudado e de suas características e esclarecer a relação deste grupo com o processo de desenvolvimento da empresa.

Com essas informações, pretende-se obter uma melhor compreensão da demanda, contribuindo para que seja delimitado, com mais clareza, o foco do estudo, permitindo refinar o planejamento das diretrizes da análise.

Como apoio a essas entrevistas, também são utilizadas algumas das questões apresentadas na Tabela 8. Entretanto, as perguntas têm que ser adaptadas em função da posição de coordenação ocupada pelo entrevistado, que, conseqüentemente, lhe confere um nível particular de conhecimento sobre o trabalho desenvolvido na empresa.

3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados

Com a delimitação do foco da análise, recomenda-se que o analista esteja situado em algum local fixo, próximo ao grupo a ser estudado, para facilitar o acesso

a todos aqueles que estarão diretamente envolvidos com o estudo. Caso o analista não possa estar todos os dias na empresa, é importante que seja previamente esclarecido em quais dias e horários o mesmo estará presente.

Após a co-localização junto ao grupo, iniciam-se as próximas entrevistas, de acordo com as últimas indicações. Esses funcionários, apesar de também apresentarem certo grau de liderança, já se encontram mais próximos das atividades operacionais da fase a ser estudada, fornecendo um melhor detalhamento do processo de trabalho desenvolvido pelo grupo. Porém, esses funcionários ainda apresentam uma visão limitada em relação aos detalhes inerentes às tarefas individuais do grupo.

Para que seja possível interligar a visão geral do processo com os detalhes das tarefas efetivas individuais, que compõem a rede de trabalho do grupo estudado, é preciso que cada funcionário seja entrevistado.

Dessa forma, cada um vai relatar a sua estratégia de ação para concluir a tarefa prescrita, explicitando também, as suas relações de dependência no grupo, as variabilidades e limites existentes, além dos problemas que costumam acontecer com mais ou menos frequência no dia-a-dia de trabalho.

Para isso, iniciam-se as entrevistas junto àqueles que possuem maior representatividade junto ao grupo estudado. Nesse momento, altera-se o tipo de questionamento nas entrevistas, pois, já não se busca mais obter a visão geral do processo de trabalho, mas sim compreender os detalhes significativos das tarefas efetivas individuais e das suas interações dentro do grupo.

A Tabela 9 apresenta um quadro referencial para ser utilizado nas entrevistas do grupo operacional. Objetiva-se, com esse quadro, obter informações suficientes para compreender a rede de tarefas que efetivamente são realizadas pelo grupo e as suas relações de dependência, o fluxo de informações circulantes durante o trabalho, a integração do grupo, entre outros detalhes do trabalho.

Tabela 9: Quadro referencial para as entrevistas junto ao grupo operacional (Elaborada pela autora)

Informações a serem coletadas durante as entrevistas com os funcionários do grupo escolhido para o estudo	
Responsável pela tarefa:	Tarefa:
Nível hierárquico:	Dependências com outras pessoas e setores:
Entradas:	Saídas:
Descrição da tarefa efetiva e comentários abertos:	
Ferramentas necessárias:	Tempo de execução:
Controladores:	Limitadores:
Dificuldades:	Sugestões para melhorias:
Esboço de um fluxograma, envolvendo a tarefa efetiva em questão e outras à ela relacionadas	

A partir das primeiras entrevistas, junto aos funcionários que realizam as tarefas, novas entrevistas vão sendo definidas, em função da inter-relação da tarefa descrita com a tarefa de outros funcionários, sejam estes do mesmo setor ou não. Sendo assim, todos os funcionários identificados como emissores e receptores do entrevistado, também deverão ser entrevistados.

Essa rede de entrevistas vai sendo assim conduzida até que o relato de todos os funcionários, ou dos mais representativos junto ao processo estudado, tenha sido coletado.

Considerando que a cada entrevista, um fluxograma parcial, referente a uma parte localizada do processo, vai sendo construído em conjunto com o funcionário, ao término de algumas entrevistas, esses pequenos modelos devem ser transferidos para o modelo geral, previamente elaborado nas primeiras entrevistas, com o objetivo de ir obtendo um maior detalhamento do trabalho do grupo.

O fluxograma geral acaba, portanto, sendo usado como base para o assentamento dos pequenos modelos. Dessa forma, o modelo vai, gradativamente, esclarecendo o que efetivamente vem sendo realizado pelo grupo escolhido para o estudo.

Para que o modelo vá sendo validado, em paralelo às entrevistas, recomenda-se que; à medida em que o modelo vá sendo construído, novas entrevistas com os líderes do processo sejam realizadas, para que os mesmos possam confirmar

se o esboço representativo do trabalho do grupo estudado refere-se à realidade estabelecida na empresa ou não. Dessa forma, a representação vai sendo lentamente corrigida e melhorada por todos aqueles que participam do processo de trabalho estudado.

Uma representação simplificada dessa estratégia pode ser vista na Figura 8.

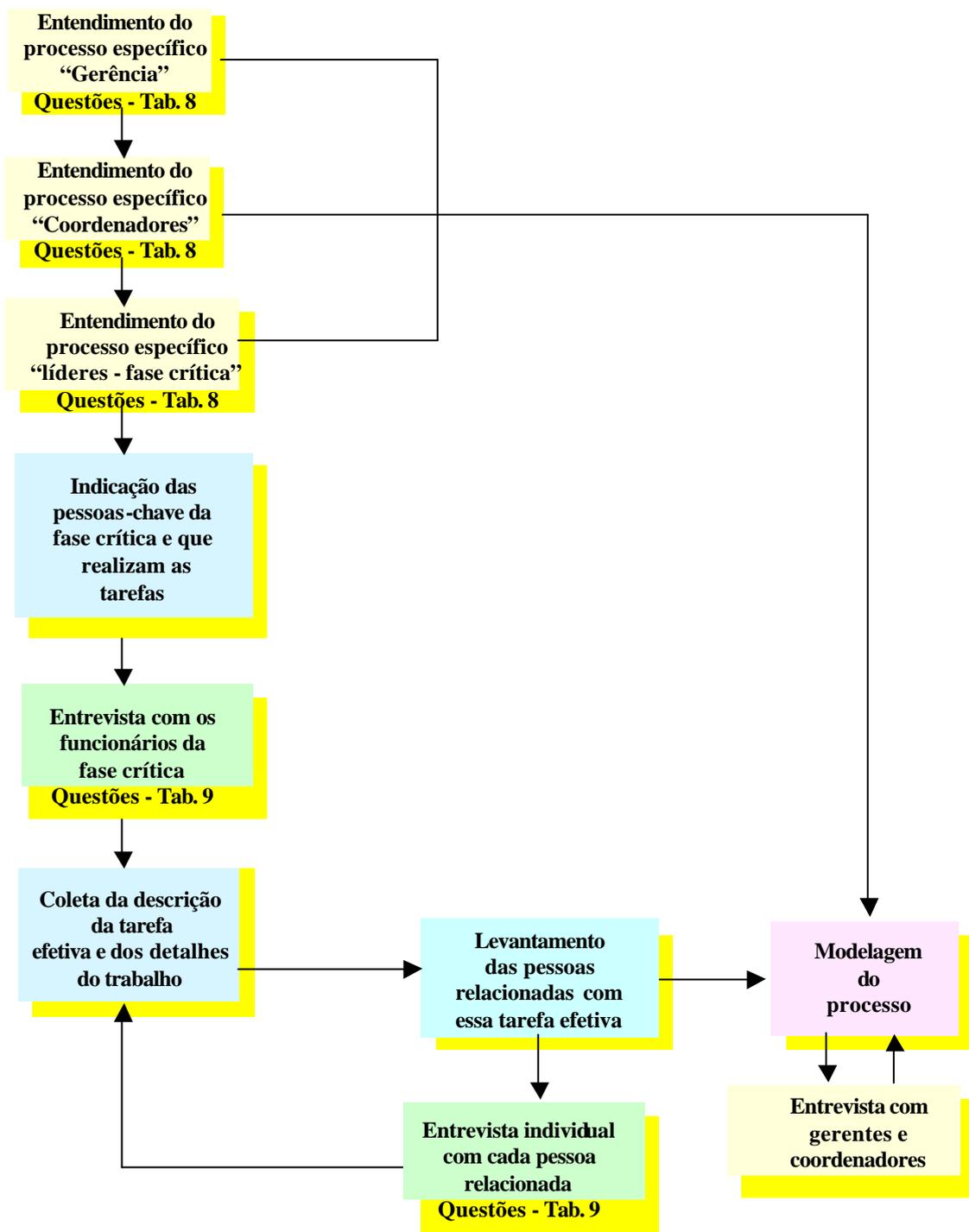


Figura 8: Estratégia utilizada para o levantamento de dados e para a geração do modelo representativo do processo de trabalho (Elaborada pela autora)

É importante salientar que a validação do modelo não ocorre apenas através da confirmação dos líderes do processo, pois a própria estratégia, sugerida para a condução das entrevistas, contribui para que a descrição dos elementos da situação de trabalho acabe sendo confrontada posteriormente.

Esse procedimento pode ser observado na Figura 9 abaixo. A Figura apresenta o relato simbólico do funcionário central (identificado pelo número 3), que, posteriormente, acaba sendo confrontado através dos relatos daqueles que o interfaceiam.

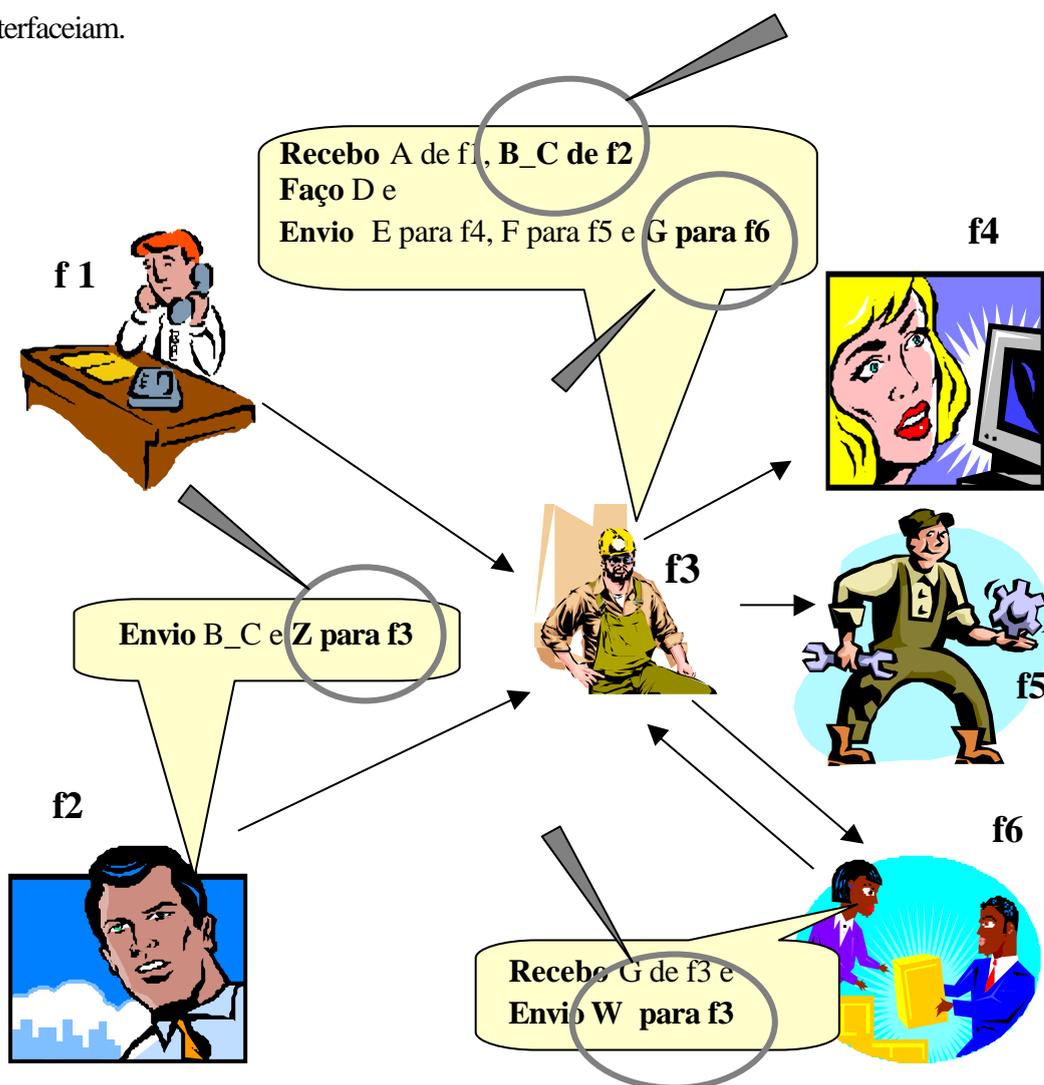


Figura 9: Confrontação dos vários pontos de vista sobre o mesmo processo
(Elaborada pela autora)

Através dessa figura é possível verificar as diferenças existentes entre os relatos a respeito da mesma parte do processo, por diferentes funcionários. Por exemplo, quando se compara o relato dos funcionários 3 e 2 (identificados por f3 e f2), constata-se uma divergência em relação à mesma fase do processo. Afinal, enquanto o funcionário 3 alega ter recebido as informações B e C do funcionário 2, o funcionário 2 relata ter enviado, também, a informação Z, ocultada pelo funcionário 3.

Em casos como esse, sugere-se que os dois funcionários, juntamente com o analista, se reúnam e conversem para que se defina uma representação consensual daquele momento do processo. Dessa forma, a representação do trabalho vai sendo construída e validada, simultaneamente, pelos próprios funcionários, sob a orientação do analista.

Outra estratégia que pode ser utilizada nessa fase, relatada em Estorilio e Sznelwar (2001), é a exposição do modelo atualizado junto a todos os envolvidos, em algum local a que todos tenham fácil acesso. De preferência, próximo ao analista, para que ele possa coletar as diferentes opiniões, visando ir gradativamente corrigindo, completando e atualizando o modelo.

Para facilitar a identificação do funcionário com o modelo, é interessante inserir, em cada caixa representativa da tarefa efetiva, o nome do funcionário responsável por sua condução. Dessa forma, além de facilitar a validação do modelo, esse procedimento também contribui para que o funcionário se envolva mais facilmente no momento das análises e das sugestões para melhorar o desempenho do processo.

Quando o modelo representar a “realidade do trabalho do grupo estudado” junto a todos os envolvidos no estudo, o mesmo estará validado.

Com base nesse modelo, exposto aos funcionários, as análises e discussões começam a ser realizadas, visando identificar os problemas que vêm prejudicando a dinâmica de funcionamento do processo de trabalho, para correlacioná-los com algumas de suas possíveis causas. Entretanto, é importante ressaltar que algumas análises começam a ser realizadas desde o início do estudo, na medida em que o processo de desenvolvimento começa a ser esclarecido.

Portanto, o levantamento dos problemas e das suas respectivas causas ocorre através do analista, à partir das constatações que foram levantadas ao longo de toda a investigação em campo, incluindo a opinião de cada funcionário entrevistado, somada ao conhecimento e à experiência do analista.

Para correlacionar os problemas com as suas várias causas, pode-se utilizar como apoio o Método de Causa e Efeito (ou Diagrama de *Ishikawa*), citado previamente. Para verificar a consistência do processo da fase estudada pode ser utilizado o modelo de referência sugerido pela APQC (*American Productivity & Quality Center*) ou o sugerido pelo NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada), também previamente comentados.

Nesse caso, ambos podem ser aplicados em conjunto com os funcionários, considerando que eles podem contribuir com o seu conhecimento sobre o trabalho estudado. Apesar disso, a presença de um analista, que não faça parte do grupo de trabalho estudado, é importante, devido ao fato de ele estar “isento dos costumes locais” e pelo fato de ele poder se dedicar exclusivamente à análise do trabalho. Portanto, a contribuição de ambas as partes é fundamental para realizar essa etapa do estudo.

Nesse caso, alguns líderes do processo também podem estar envolvidos, de acordo com o caso. Porém, a maioria dos participantes devem ser os funcionários que atuam diretamente no processo, realizando as tarefas do setor.

Com a identificação dos problemas e de algumas de suas causas, compartilham-se os resultados junto aos funcionários, mostrando a dinâmica do grupo estudado no modelo representativo do processo atual, para que os mesmos possam contribuir com novas hipóteses e sugestões para corrigir e melhorar o fluxo de trabalho por eles estabelecido.

Com a opinião dos diversos funcionários envolvidos e com o conhecimento e a experiência do analista, obtém-se o diagnóstico da situação de trabalho estudada.

Com esse diagnóstico, um novo modelo é construído, incluindo as diversas correções e melhorias previamente discutidas e simuladas no modelo atual. Esse novo modelo é, portanto, baseado no modelo do processo atual, incluindo as alterações necessárias para melhorar o seu desempenho.

Dessa forma, o diagnóstico é formalizado através de um relatório e de um novo modelo, para serem apresentados para os principais líderes do processo, juntamente com o contratante do estudo.

Nessa reunião, discute-se sobre as reais viabilidades de implantação das correções e melhorias sugeridas, devido a limitações de outra natureza como, por exemplo, a possibilidade de investimentos na área, as relações entre a empresa contratante e os seus fornecedores externos, entre outros fatores que, em geral, apenas os líderes têm conhecimento.

Com essa discussão, além dos resultados também serem validados, os mesmos passam por alguns ajustes, visando enquadrá-los nas “reais possibilidades” de mudança, por parte da empresa contratante.

4. Recomendações

As recomendações são documentadas através de um relatório para a empresa, incluindo também, um guia para a implantação da nova configuração do trabalho.

Em geral, recomenda-se que a nova configuração seja implantada no processo gradativamente. Sendo assim, o seu planejamento deve ocorrer em função da priorização das alterações de menor custo e maior benefício, tanto do ponto de vista financeiro, como em relação ao nível de transformação da configuração do processo e da demanda por treinamentos, entre outros fatores.

Se possível, o analista deve acompanhar as implantações, assim como, os resultados obtidos após o funcionamento do novo processo, visando ajustar as melhorias, de acordo com as necessidades verificadas em campo, além de checar a eficácia do trabalho realizado.

Com essa descrição, a condução do método foi brevemente esclarecida. Porém, com o objetivo de verificar o potencial deste método para o fim ao qual ele foi concebido, o próximo capítulo apresenta a descrição de dois estudos realizados em campo industrial, onde o método foi utilizado para apoiar trabalhos de melhoria.

CAPÍTULO 6

APLICAÇÃO

DO

MÉTODO PROPOSTO

EM

CAMPO INDUSTRIAL

6 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO EM CAMPO INDUSTRIAL

O capítulo 6 apresenta dois estudos realizados em campo industrial, nos quais o método proposto é utilizado como apoio aos trabalhos de melhoria.

A aplicação prática do método, realizada com o objetivo de testá-lo e validá-lo em campo, desenvolve-se em duas empresas industriais desenvolvedoras de produtos complexos: um dos trabalhos foi realizado em uma empresa brasileira de grande porte e o outro, em uma empresa inglesa de médio porte.

6.1 Experimentação

O objetivo da aplicação do método em campo industrial, através do estudo da(s) fase(s) crítica(s) do desenvolvimento de produtos, foi testar e validar o seu potencial para:

- Explicitar a realidade operacional do trabalho das fases críticas estudadas;
- Corrigir essas fases;
- Integrar e otimizar essas fases, considerando as suas interligações com as demais áreas;
- Dar suporte às implantações de recursos tecnológicos que visam melhorar o desempenho da etapa de projeto.

Segundo Maline (1994), a prática de testar e validar métodos de análise em campo é usual em ergonomia e, para isso, o autor sugere que a experimentação se desenvolva em quatro fases, que são as seguintes:

1. **Realizar análises prévias** em uma ou várias situações de trabalho existentes e representativas, visando definir as características de um referencial experimental;
2. **Definir um referencial experimental**, o qual deve ter certas características estruturais, que devem estar claras desde o início do estudo. As precauções nessa etapa referem-se ao nível de envolvimento dos funcionários no estudo, à previsão dos possíveis resultados do estudo e à possibilidade de haver uma demanda de

treinamento dos funcionários, caso o estudo envolva a utilização de técnicas ainda novas para o grupo;

- 3. Criar a situação protótipo**, a qual consiste em delinear uma situação de trabalho representativa no contexto em que se deseja estudar e testar;
- 4. Desenvolver a experimentação**, a qual consiste na investigação do processo de trabalho junto aos funcionários, aplicando as diretrizes do método proposto.

Baseando-se nas fases sugeridas por Maline, definiu-se, primeiramente, a característica do referencial, em função da proposta do método.

O campo escolhido seria aquele onde se desenvolvem produtos industriais complexos e que apresenta uma demanda por estudos de análise e melhoria de processo, localizada na etapa de projeto do produto. Sendo assim, escolheram-se as duas empresas previamente citadas.

Considerando que houve variações entre os estudos realizados nas duas empresas quanto à delimitação do referencial experimental, à criação da situação protótipo e o próprio desenvolvimento da experimentação, os casos serão expostos separadamente nos itens 6.2 e 6.3. Apesar dessas variações, ambos são apresentados seguindo a mesma sequência, ou seja, os dois estudos se desenvolvem de acordo com o roteiro do método proposto.

6.2 CASO A - Empresa brasileira de grande porte

Esse estudo foi desenvolvido em uma empresa brasileira de grande porte, de janeiro a março de 2000, em período integral dentro da empresa, totalizando dois meses de estudo e um mês para a preparação do relatório final.

Nesse caso, o método foi aplicado em apenas uma amostra do processo, devido ao tamanho da empresa, à limitação de tempo e ao fato de ter sido desenvolvido por apenas um analista – a autora dessa tese.

O interesse da empresa pelo trabalho foi o de verificar se o método teria o potencial para explicitar a realidade operacional do seu processo de projeto. Caso o método apresentasse resultados práticos satisfatórios, essa empresa poderia vir a

adotar o método ou algumas de suas diretrizes, incorporando-as à estratégia previamente utilizada pela empresa para esse fim.

1. Análise da demanda

Primeiramente, realizou-se uma entrevista com o responsável pelo estudo, por parte da empresa, o qual apresentou os diferentes produtos e os seus respectivos desenvolvimentos. Também se discutiu sobre as dificuldades presentes na empresa e em que situação se encontrava o trabalho do grupo interno, alocado para modelar e integrar os processos da empresa.

Algumas questões sugeridas na Tabela 8 foram utilizadas como apoio para explorar a situação dos processos de desenvolvimento da empresa, visando identificar o processo mais crítico e a sua fase mais carente de melhoria, dentro do contexto do projeto do produto.

A fase do processo delimitada, por ser a mais crítica, será aqui denominada por “fase X”. Essa fase refere-se a uma parte do desenvolvimento de um produto que se encontrava em fase de seriação, apresentando, portanto, apenas algumas alterações de projeto, em função das variações dos pedidos dos clientes.

A “fase X” refere-se ao desenvolvimento de dois subsistemas do produto, desenvolvidos junto a dois parceiros internacionais. Segundo o entrevistado, essa fase costumava apresentar problemas de interação com as empresas parceiras e muitas reclamações por parte dos funcionários, além de atrasos durante o desenvolvimento.

Considerando que a empresa possuía um fluxograma geral do processo de desenvolvimento a ser estudado, a “fase X” foi delimitada com base nessa representação, a qual pode ser vista na Figura 10 abaixo.

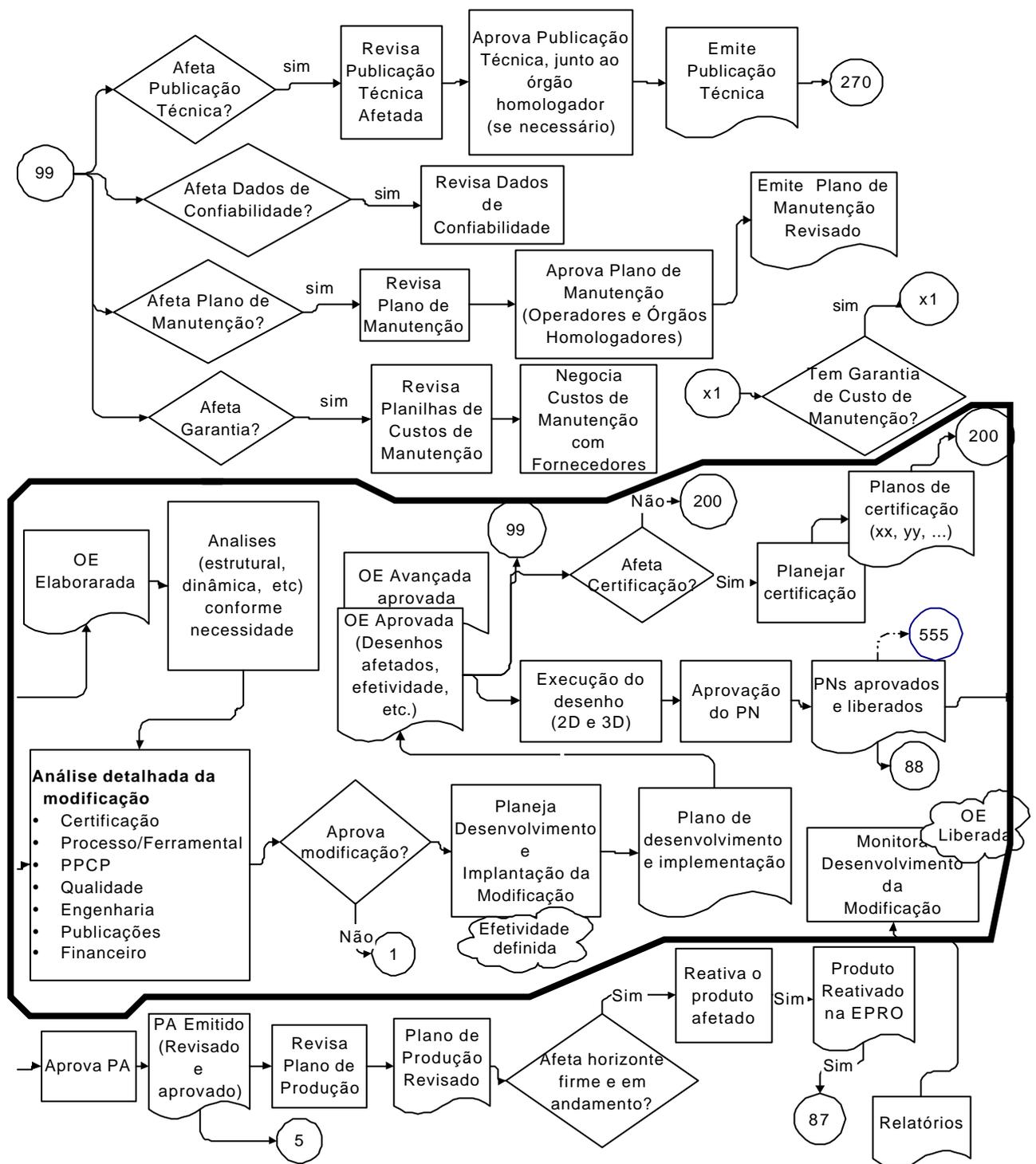


Figura 10: Delimitação da fase crítica, com base na representação geral do processo de desenvolvimento a ser estudado, fornecida pela empresa

Essa figura mostra apenas parte do processo de desenvolvimento representado, com o objetivo de explicitar a fase delimitada para o estudo. Portanto, a numeração que representa entradas e saídas das caixas de tarefas está de acordo com a numeração atribuída para o processo por inteiro. Sendo assim, os números não seguem uma seqüência do tipo; 1, 2, 3, etc. e nem todas as interligações estão explicitadas neste trecho do processo.

Após a entrevista inicial, que possibilitou uma delimitação genérica da fase a ser estudada, outras entrevistas foram acontecendo em cadeia, objetivando obter um esclarecimento cada vez melhor da demanda e do foco do estudo.

2. Análise do processo de desenvolvimento do produto

Através da indicação do primeiro entrevistado, outras entrevistas foram realizadas com alguns líderes do processo geral de desenvolvimento do produto. Com os resultados obtidos nessas entrevistas e com as visitas nos diversos setores da empresa, foi possível definir melhor o foco das investigações.

A demanda específica era referente ao número de problemas relacionados com um subsistema do produto, em uma fase específica da engenharia do produto, a qual era desenvolvida em parceria com uma empresa estrangeira.

Segundo os entrevistados, as documentações enviadas pela empresa parceira, para os funcionários da fase delimitada, apresentavam problemas referentes à falta de informação, detalhamento e qualidade.

Objetivando obter mais informação a esse respeito, o gerente e o coordenador da fase crítica foram os próximos a serem entrevistados. Tanto essas entrevistas, como as anteriores, também foram baseadas nas questões sugeridas na Tabela 8.

Com os dados coletados através das entrevistas realizadas até essa fase do estudo, foi possível conhecer alguns detalhes do desenvolvimento do produto mais crítico e da sua fase mais carente de melhoria, como por exemplo:

- **A atuação da equipe da fase crítica.** Considerando que o produto se encontrava em fase de seriação, a equipe de projeto do produto atuava apenas na análise das modificações requeridas para o subsistema do produto, desenvolvido em parceria

com a empresa estrangeira. Porém, a responsabilidade pelo trâmite da documentação, necessário para homologar as modificações junto ao órgão certificador local, era da equipe da empresa contratante;

- **As metas a serem cumpridas, segundo as exigências dos clientes.** Nesse caso, o tempo de entrega era a principal exigência, com implicações financeiras para a empresa desenvolvedora, em casos de atraso;
- **Os motivos que caracterizavam aquele subsistema e aquela fase de desenvolvimento como os mais críticos.** Os entrevistados alegavam que havia muitas reclamações por parte dos funcionários da empresa, responsáveis pela condução da fase crítica, quanto ao trâmite de documentações com a empresa parceira. Também reclamavam que os documentos chegavam com atraso e incompletos, prejudicando assim, o fluxo do desenvolvimento;
- **Os responsáveis por esse subsistema**, tanto na empresa investigada, como junto ao parceiro envolvido;
- **O grupo condutor da fase crítica**;
- **O impacto dos problemas dessa fase no produto final** e outros que serão, posteriormente, detalhados na Tabela 10.

Após o esclarecimento da demanda e do grupo responsável por conduzir a fase mais crítica, o trabalho prosseguiu com a analista fisicamente junto ao setor responsável por essa fase.

O acordo entre a analista e o gerente dessa fase, após a redefinição da demanda, foi que, após o estudo, um material seria fornecido para a empresa, explicitando os principais problemas desencadeados nessa fase e as suas respectivas causas, fornecendo também, algumas sugestões para melhorar essa situação de trabalho.

3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados

Após a co-localização junto ao grupo a ser estudado, deu-se início ao delineamento das pessoas-chave envolvidas nessa fase do processo, além do gerente e do coordenador da área, previamente entrevistados.

Antes, porém, das entrevistas no setor, outras foram realizadas com o gerente de qualidade e o responsável pelo contrato com o parceiro, também relacionados com essa fase do desenvolvimento. As questões utilizadas nessas entrevistas também se basearam na Tabela 8.

Com os dados obtidos através de todas as entrevistas previamente citadas, foi possível compreender, genericamente, o fluxo de desenvolvimento da fase crítica e alguns de seus problemas. A Tabela 10 apresenta alguns desses resultados.

Tabela 10: Informações obtidas com o término das entrevistas realizadas com os líderes do processo escolhido e da sua fase mais crítica (Elaborada pela autora)

Reclamações relacionadas com a interface parceiro-empresa investigada
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de qualidade dos relatórios técnicos; • Falta de representante entre as duas empresas para intermediar a troca de informações entre as engenharias responsáveis pela parte estrutural do produto; • Problemas com alguns materiais e manuais técnicos enviados pelo parceiro; • Frequentes atrasos no envio de documentações e desenhos. “Esses ainda são entregues em papel. A empresa evita o repasse eletrônico de alguns dados”; • A documentação comercial deveria ser revista. Não existe uma regra que limite o número de opcionais para o produto padrão, demandando frequentes modificações de projeto que precisam ser, posteriormente, certificadas; • Falta de definição da lista de preços das opções básicas e dos opcionais; • Falta de comprometimento/envolvimento do parceiro com a empresa investigada. “O parceiro visa apenas ao resultado dele”.
Conseqüências no desenvolvimento do produto
<ul style="list-style-type: none"> • Alguns problemas vem afetando a certificação e a entrega do produto (esses problemas podem ser advindos do parceiro e de outros trâmites dentro da empresa investigada, os quais não estão claros nem para os dirigentes do processo, nem para os dirigentes da fase crítica); • Ocorrem constantes reprovações da documentação necessária para requerer a certificação das modificações requisitadas para o subsistema estudado, junto ao órgão homologador local. Portanto, a documentação é reenviada após algumas correções, para que possa ser novamente avaliada e homologada, atrasando a entrega do produto para o cliente final.
FLUXOGRAMA GÊNÉRICO DA FASE CRÍTICA:
<pre> graph LR A[Entrada da modificação denominada por (Ordem de Engenharia - OE)] --> B[Reunião para verificar o impacto da modificação sobre o produto e aprovar a sua inserção no produto] B --> C[O coordenador da fase crítica organiza as documentações enviadas pela empresa parceira e verifica a necessidade de avaliações técnicas, para encaminhar para os engenheiros atuantes nas áreas específicas.] C --> D[Os engenheiros analisam a parte técnica das modificações e anexam as avaliações ao documento que será posteriormente enviado para o órgão homologador.] D --> E[O documento é levado para uma reunião junto ao órgão homologador] E --> F[Ordem de Engenharia - OE aprovada] </pre>

Com o objetivo de esclarecer as causas que vinham desencadeando os problemas previamente citados, outras entrevistas foram sendo realizadas, porém, com o grupo de pessoas que atuavam diretamente na realização das tarefas de projeto, na fase crítica estudada.

Portanto, após as entrevistas previamente realizadas, o coordenador da fase crítica indicou as principais pessoas envolvidas no trâmite das documentações necessárias para a certificação das modificações. Porém, nesse momento, alterou-se o tipo de questionamento nas entrevistas, de acordo com as diretrizes do método, previamente relatadas. As entrevistas se basearam no quadro referencial mostrado na Tabela 9.

Essas pessoas foram sendo entrevistadas, desencadeando outras entrevistas, em função da relação com as atividades destes funcionários. Essa rede de entrevistas foi sendo assim conduzida, até que todos os funcionários, relacionados com a fase estudada, tivessem sido entrevistados. Isso incluiu, também, alguns funcionários de outros setores que apresentavam interações diretas com o grupo e com o foco do estudo, como por exemplo, o setor da qualidade e da manufatura.

Apesar da expansão das entrevistas, extra-grupo, nenhuma entrevista foi realizada com os funcionários externos à empresa, que desenvolviam o subsistema em questão em parceria com a empresa investigada.

Os relatos sobre as repercussões do parceiro no processo de desenvolvimento foram coletados em função do ponto de vista dos funcionários da empresa investigada, que apresentavam alguma relação direta com os funcionários da empresa parceira.

Durante as entrevistas, a representação do processo de trabalho foi sendo construída, através de rascunhos gráficos junto à pessoa entrevistada, sob a forma de um fluxograma simples, como pode ser visto na Tabela 11.

Essa Tabela apresenta algumas das informações coletadas na fase estudada e alguns dos fluxogramas parciais obtidos nas entrevistas, referentes à representação da fase desenvolvida pelo funcionário entrevistado.

Será possível constatar que alguns entrevistados mostraram mais do processo do que outros. Isso ocorreu em função da abrangência do conhecimento sobre o processo, particular a cada funcionário.

Também será possível constatar que um mesmo funcionário foi entrevistado mais de uma vez. Isso ocorreu porque em uma primeira entrevista ele não relatou todas as suas atividades, por achar que se estava tratando de uma parte específica do processo. Porém, à medida que as entrevistas foram acontecendo, elas explicitaram outras atividades desenvolvidas por aquele mesmo indivíduo, o qual teve que ser novamente entrevistado.

Para que seja identificado esse “vai e vem” de entrevistas dentro do processo, a seqüência de entrevistas foi numerada de acordo com a sua ordem de realização no momento da coleta de dados. Além disso, os funcionários também foram identificados através de numerações, objetivando explicitar aqueles que passaram por mais de uma entrevista e em que momento isso aconteceu.

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
Obs. Caso seja necessária a visualização do fluxo geral, que foi construído com base nessa rede de entrevistas, para melhor compreender a sequência de ações aqui descritas, <u>sugere-se acompanhar o processo de desenvolvimento através das Figuras 13, 14, 15, 16, e 17,</u> explicitadas em seguida.	
ENTREVISTA 1	
Entrada: Ordem de Engenharia (OE)	Saída: Ordem de Engenharia (OE) cadastrada
Tarefa: Entrada e cadastramento das OE's.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe as OE's da empresa parceira, cadastra no sistema e encaminha para o chefe do setor na empresa investigada. A OE refere-se a alguma modificação a ser feita no subsistema estudado. Ela pode ser provenientes da escolha do cliente ou de problemas detectados na produção.
Responsável pela tarefa: funcionário 1	Dependências com outras pessoas e setores: empresa parceira e chefe do setor (funcionário 2).
ENTREVISTA 2	
Entrada: Ordem de Engenharia (OE) cadastrada	Saída: OE para ser analisada tecnicamente
Tarefa: Encaminha as OE's para a análise técnica preliminar.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe as OE's e envia para as pessoas responsáveis pela análise técnica preliminar.
Responsável pela tarefa: funcionário 2	Dependências com outras pessoas e setores: funcionários 1, 3, 4 e 5.
FLUXOGRAMA	
<pre> graph TD A[Recebimento da OE do Func. 1 para encaminhar para a análise técnica preliminar Func. 2] --> B{Afeta a parte elétrica? Func. 3} B -- sim --> C{Afeta a parte de materiais? Func. 4} C -- sim --> D{Afeta a parte estrutural? Func. 5} D --> E[Faz a análise da OE proveniente da empresa parceira Func. 3, 4 e 5] E --> F[Insere justificativa, incluindo a necessidade de certificação] F --> A </pre>	

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 3	
Entrada: OE para ser analisada tecnicamente	Saída: Análise preliminar da OE, referente às partes: elétrica, estrutural e de materiais
Tarefas: 1. Análise da parte elétrica; 2. Análise dos materiais; 3. Análise estrutural.	Descrição da tarefa efetiva: Realizam uma análise técnica preliminar das OE's, incluindo justificativa, necessidade de certificação e análise de impacto referente a sua área de atuação. Retornam o relatório para o chefe do setor na empresa investigada com o parecer sobre a aprovação da modificação requerida.
Responsáveis por cada uma das tarefas acima citadas: (tarefa 1) funcionário 3, (tarefa 2) funcionário 4 e (tarefa 3) funcionário 5.	Dependências com outras pessoas e setores: funcionário 2 e empresa parceira (quando necessário).
ENTREVISTA 4	
Entrada: OE analisada, referente às partes: elétrica, estrutural e de materiais	Saída: OE aprovada tecnicamente
Tarefa: Resposta técnica preliminar sobre as avaliações das OE's nas análises.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe os relatórios, aprova tecnicamente no sistema e organiza o material para a reunião de avaliação das OE's.
Responsável pela tarefa: funcionário 2	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: funcionários 3, 4, 5 e REUNIÃO Y (funcionário 6).
ENTREVISTA 5	
Entrada: OE aprovada tecnicamente	Saída: OE autorizada ou não autorizada
Tarefa: Análise detalhada das modificações.	Descrição da tarefa efetiva: Ocorre uma reunião para a avaliação das OE's, em que são avaliadas de 2 a 4 OE's por dia, referente ao produto estudado, objetivando autorizar no sistema as suas liberações. (Essa reunião será referenciada por REUNIÃO Y). Na REUNIÃO Y participam o gerente do desenvolvimento do produto estudado (funcionário 6) e os principais líderes do setor de engenharia. Ainda nessa reunião, é verificado o impacto da modificação de cada subsistema no produto final, nos desenhos/projetos e em outros produtos já vendidos. Nessa reunião também são fornecidos os números para as OE's que gerarão interferências em produtos já vendidos.
Responsável pela tarefa: funcionário 6	Dependências com outras pessoas e setores: funcionários 1, 2, 7, 10 e empresa parceira.

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 6	
Entrada: OE autorizada	Saída: OE com liberação para o acesso por diversas áreas
Tarefa: Inserção dos números das OE's aprovadas no sistema de informação da empresa investigada.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe as OE's após a liberação da REUNIÃO Y e insere no sistema a numeração de todas OE's que obtiveram aprovação, destacando com uma numeração diferenciada as OE's que gerarão interferências em produtos já vendidos. Nesse momento, as OE's são liberadas para serem acessadas por outras áreas (para ordem de compra e outros procedimentos).
Responsável pela tarefa: funcionário 1	Dependências com outras pessoas e setores: funcionários 6 e 9.
ENTREVISTA 7	
Entrada: OE autorizada e disponível no sistema de informação da empresa	Saída: Empresa parceira informada e início do recebimento das suas documentações
Tarefa: Informa a empresa parceira sobre a situação atual das OE's.	Descrição da tarefa efetiva: A empresa parceira é comunicada sobre a autorização das OE's do subsistema em questão, a qual inicia o envio de documentos para a empresa investigada (desenhos, relatórios técnicos, boletins de serviços e outros).
Responsáveis pela tarefa: funcionários 2 e 6.	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: REUNIÃO Y, empresa parceira e funcionário 1.
ENTREVISTA 8	
Entrada: Início do recebimento de documentos da empresa parceira	Saída: Repasse dos desenhos preliminares e definitivos da empresa parceira para a verificação
Tarefa: Recebimento dos desenhos da empresa parceira.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe os desenhos da empresa parceira e os repassa para o responsável pela conferência dos mesmos. Qualquer problema, o funcionário 1 questiona a empresa parceira através de documentos.
Responsável pela tarefa: funcionário 1	Dependências com outras pessoas e setores: empresa parceira e funcionário 8.

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 9	
Entrada: Desenhos definitivos da empresa parceira	Saída: Desenhos da empresa parceira verificados
Tarefa: Conferência dos desenhos da empresa parceira.	Descrição da tarefa efetiva: Pega os desenhos com o receptor dos mesmos, verifica os itens recebidos e envia para o setor de cadastro dos desenhos.
Responsável pela tarefa: funcionário 8	Dependências com outras pessoas e setores: funcionários 1 e 9.
ENTREVISTA 10	
Entrada: Desenhos definitivos da empresa parceira verificados	Saída: Desenhos definitivos da empresa parceira cadastrados
Tarefa: Cadastramento dos desenhos da empresa parceira.	Descrição da tarefa efetiva: Cadastra os desenhos. Quando algum desenho não chega, o processo fica parado nessa etapa. Tem levado mais de 1 mês para chegarem todos os desenhos definitivos. Os desenhos cadastrados retornam para o responsável pela conferência dos desenhos, que os mantém arquivados. É importante observar que os desenhos são enviados em papel, por falta de confiança da empresa parceira em passar arquivos eletrônicos. Para que o desenvolvimento não atrase, em função do atraso dos desenhos definitivos, os desenhos preliminares, enviados via FAX, são armazenados e utilizados até que possam ser substituídos pelos desenhos definitivos, conforme a sua ordem de chegada. (Observar a Figura 15).
Responsável pela tarefa: funcionário 9	Dependências com outras pessoas e setores: funcionário 8.
ENTREVISTA 11	
Entrada: OE autorizada - Boletim de Serviço	Saída: Boletim de Serviço com a numeração da empresa investigada, incluindo homologação da modificação (OE)
Tarefa: Boletim de Serviço encapado e aprovado pelo órgão homologador responsável.	Descrição da tarefa efetiva: Recebe o relatório do “Boletim de Serviço” com os dados referentes às modificações dos componentes. Insere a numeração da empresa investigada nos boletins, avisa as áreas que sofrerão influências e envia a documentação para o órgão homologador. Recebendo a aprovação, envia uma cópia do material para a gráfica, responsável por sua distribuição para os assinantes e interessados (na maioria, os funcionários da manufatura da empresa investigada).
Responsável pela tarefa: funcionário 7.	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: REUNIÃO Y, órgão homologador e setor da gráfica.

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 12	
Entrada: OE autorizada e relatórios da empresa parceira	Saída: Modificação aprovada tecnicamente e órgão homologador informado
Tarefa: Relatórios para certificação.	Descrição da tarefa efetiva: O chefe do setor da fase estudada, denominado por funcionário 2, envia os relatórios técnicos da empresa parceira para os engenheiros responsáveis pelas partes: elétrica, estrutural e de materiais para a certificação das modificações. Esse documento técnico é necessário para que ocorra a certificação da OE junto ao órgão homologador. Quando ocorre alguma não conformidade, os engenheiros da empresa investigada negociam direto com os engenheiros da empresa parceira.
Responsável pela tarefa: funcionário 2	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: REUNIÃO Y e funcionários 3, 4 e 5.
FLUXOGRAMA	
<pre> graph TD Start[Após a reunião Y, analisam-se os relatórios fornecidos pela empresa parceira para a certificação das modificações Func. 2] --> Func3[Examina os relatórios ref. à parte elétrica Func. 3] Start --> Func4[Examina os relatórios ref. à parte de materiais Func. 4] Start --> Func5[Examina os relatórios ref. à parte estrutural Func. 5] Func3 --> Dec{Estão corretos?} Func4 --> Dec Func5 --> Dec Dec -- não --> Negoc[Negocia com a empresa parceira] Negoc --> Start Dec -- sim --> Aprob[Aprova os relatórios e envia ou informa o órgão homologador sobre a aprovação] </pre>	

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 13	
Entrada: Recebimento de relatórios para as análises	Saída: Relatórios analisados e aprovados, referentes às partes: elétrica, estrutural e de materiais
Tarefas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Análise da parte elétrica; 2. Análise dos materiais; 3. Análise estrutural. 	Descrição da tarefa efetiva: <p><u>Funcionário 3:</u> Analisa os relatórios para verificar se a <u>parte elétrica</u> está correta. Se estiver, <u>o relatório é enviado para o órgão homologador</u>, através do funcionário 2. Se não estiver, negocia com a empresa parceira até que a parte dessa empresa esteja correta, para que o relatório possa ser encaminhado para a certificação.</p> <p><u>Funcionário 4:</u> Analisa os relatórios para verificar se a parte correspondente ao material do subsistema está correta. Se estiver, <u>o órgão homologador é comunicado</u>, através do funcionário 2. Se não estiver, negocia com a empresa parceira até que essa parte esteja correta, para que a informação possa ser repassada.</p> <p><u>Funcionário 5:</u> Analisa os relatórios para verificar se a parte estrutural está correta. Se estiver, <u>o órgão homologador é comunicado</u>, através do funcionário 2. Se não estiver, negocia com a empresa parceira até que essa parte esteja correta, para que a informação possa ser repassada.</p> <p>Obs. Com essa entrevista foi possível perceber que o encaminhamento da tarefa do funcionário 3 era diferente das que eram conduzidas pelos funcionários 4 e 5.</p>
Responsáveis por cada uma das tarefas acima citadas: (tarefa 1) funcionário 3, (tarefa 2) funcionário 4 e (tarefa 3) funcionário 5.	Dependências com outras pessoas e setores: funcionário 2 e empresa parceira (quando necessário).

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 14	
Entrada: OE autorizada	Saída: OE selecionada para a reunião a ser realizada no órgão homologador
Tarefa: Pré-seleção das OE's.	<p>Descrição da tarefa efetiva:</p> <p>Seleciona as OE's a partir daquelas que foram autorizadas na REUNIÃO Y, citada previamente. O responsável por essa seleção utiliza 2 meios para selecionar as OE's que deverão entrar para a próxima avaliação junto ao órgão homologador:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. através da comparação entre o produto atual e o produto vendido anteriormente, verificando as diferenças entre os 2; 2. através do sistema de informação da empresa investigada, que disponibiliza as OE's que foram aprovadas na REUNIÃO Y, a cada 10 dias, aproximadamente. <p>Obs. É interessante notar que esse funcionário não entra em contato com o chefe do setor da fase estudada (funcionário 2) para ver quais OE's já estariam com os seus relatórios técnicos concluídos. Afinal, após a REUNIÃO Y, ocorre um extenso trâmite de verificações técnicas e acordos entre as duas empresas, que nem sempre é concluído em menos de 10 dias (Observar a Figura 15).</p>
Responsável pela tarefa: funcionário 10	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: REUNIÃO Y e órgão homologador.

Tabela 11: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da fase investigada	
ENTREVISTA 15	
Entrada: OE autorizada	Saída: OE homologada pelo órgão responsável
Tarefa: Reunião do órgão homologador para a aprovação das OE's.	<p>Descrição da tarefa efetiva: Ocorre, no máximo, uma reunião semanal para a aprovação de várias OE's, pré-selecionadas pelo funcionário 10. Nessa reunião, comparecem os engenheiros que analisaram os relatórios, o funcionário 2 (responsável pela interface “empresa investigada e empresa parceira”), o gerente do setor da fase estudada (funcionário 11) e outros envolvidos.</p> <p>Observação: Em média, de 50 a 70% das OE's do produto estudado ficam pendentes para uma próxima reunião, devido as mesmas apresentarem irregularidades nas documentações. Deste percentual, a maior parte refere-se às OE's relacionadas ao subsistema escolhido como objeto dessa investigação. O problema é resolvido durante a semana e é levado para a próxima reunião ou a aprovação é renegociada, por telefone, com alguém pertencente ao órgão homologador. Para pequenas correções de cadastramento, acionam o responsável pelo recebimento das OE's e pelo cadastramento das mesmas no sistema, referente ao funcionário 1.</p>
Responsáveis pela tarefa: funcionários 2 e 11.	Dependências com outras pessoas, setores e eventos: funcionário 10 e órgão homologador.

Com os dados acima explicitados, foi possível identificar os principais funcionários envolvidos nessa fase do processo, as suas relações dentro do grupo, a ordem temporal de condução das tarefas efetivas, entre outras informações. Com isso, foi possível esboçar a representação do processo através do fluxograma mostrado na Figura 13.

A construção do fluxograma foi realizada através da junção dos esboços parciais do processo, dos quais, alguns foram previamente mostrados. Como ferramenta de apoio à modelagem, foi utilizado o *software VISIO*.

Próximo ao “término” da elaboração do modelo, foi possível constatar

que o fluxograma, previamente cedido pela empresa, apresentava apenas algumas fases do processo e, no máximo, algumas tarefas prescritas.

Portanto, o modelo obtido durante e após a realização das entrevistas pouco se parecia com o modelo fornecido pela empresa, pois a representação da empresa se apresentava muito genérica e abstrata em relação à “condução real” do processo. Sendo assim, seria difícil identificar os problemas e, muito menos, as suas causas, em um modelo tão teórico.

Isso pode ser constatado comparando a mesma parte da fase estudada, representada nos dois modelos; o cedido pela empresa, apresentado através da Figura 11, e o construído a partir das entrevistas, mostrado através da Figura 12.

Considerando o que já foi explicado anteriormente, o modelo da empresa faz parte de um grande modelo representativo do processo geral, portanto, a numeração não é compatível com a seqüência que foi atribuída para o novo modelo da fase estudada, que foi modelado seguindo uma nova numeração, independente da anterior.

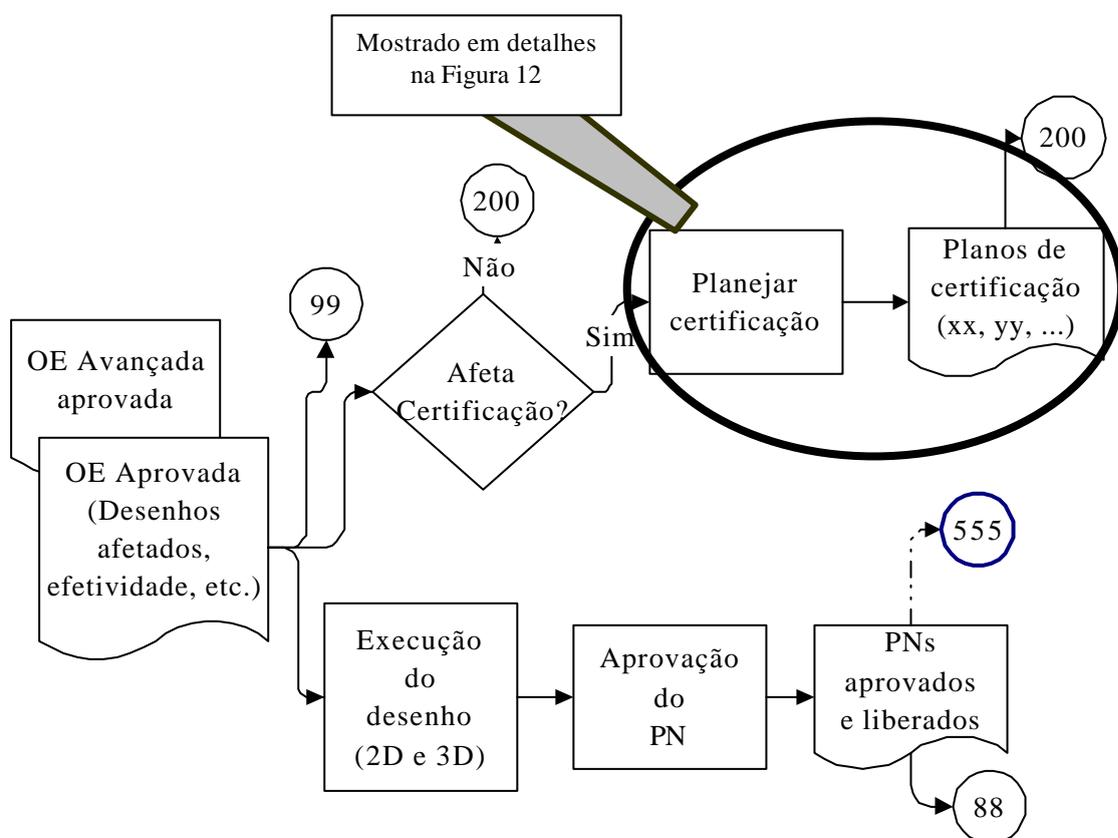


Figura 11: Representação de uma parte do fluxograma existente na empresa A, referente a uma parte da fase crítica (Elaborada pela autora)

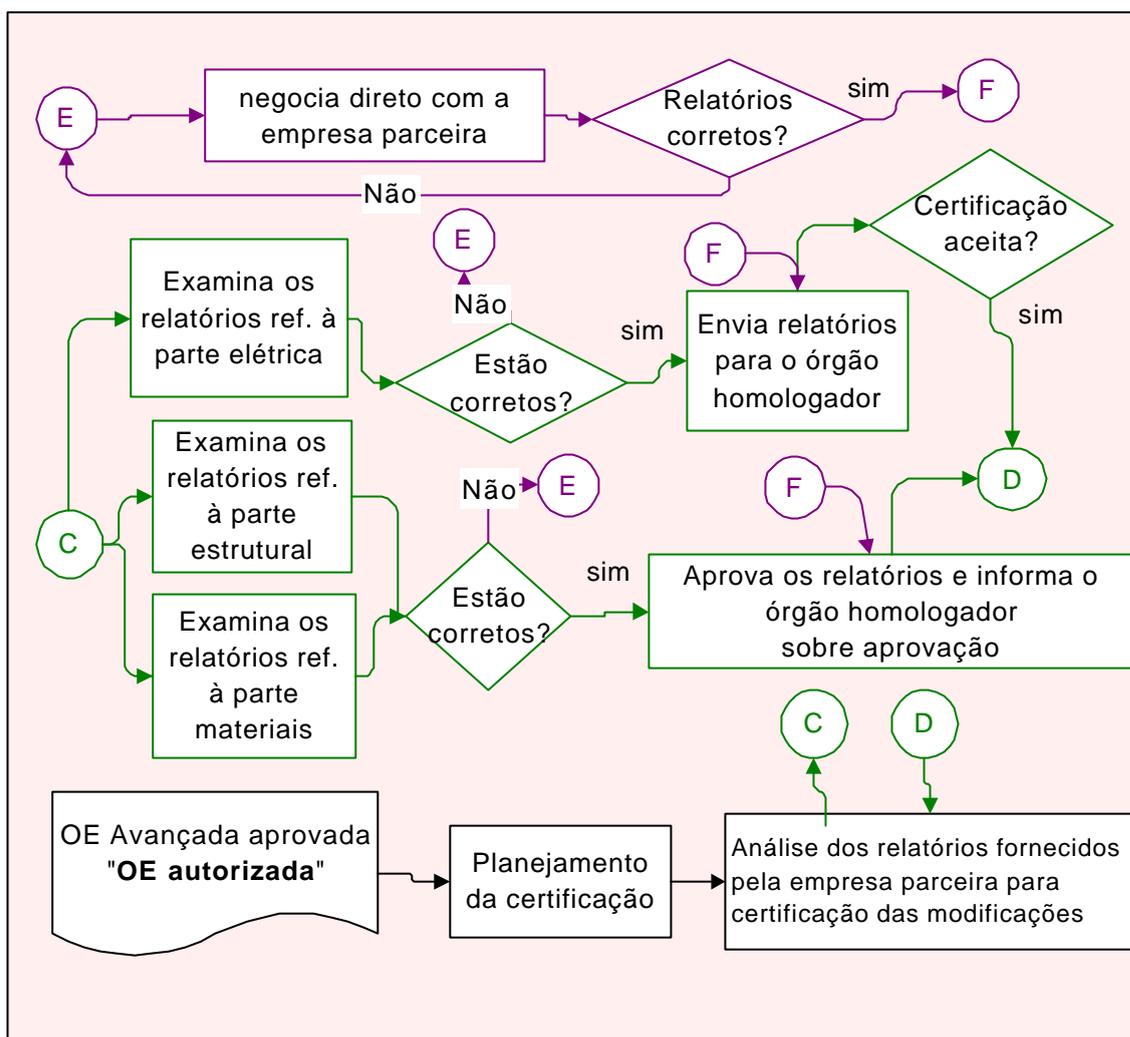


Figura 12: Representação de uma parte do fluxograma da fase crítica, construída a partir das informações coletadas nas entrevistas (Elaborada pela autora)

Quanto ao modelo geral da fase estudada, obtido com os dados resultantes das entrevistas, pode ser visto através das Figuras 13, 14, 15, 16 e 17. A Figura 13 mostra uma visualização genérica do fluxo, sem proporcionar a visibilidade das tarefas. Porém, as Figuras 14, 15, 16 e 17 apresentam o mesmo fluxograma em quatro partes ampliadas, para que os detalhes do fluxo de trabalho sejam explicitados.

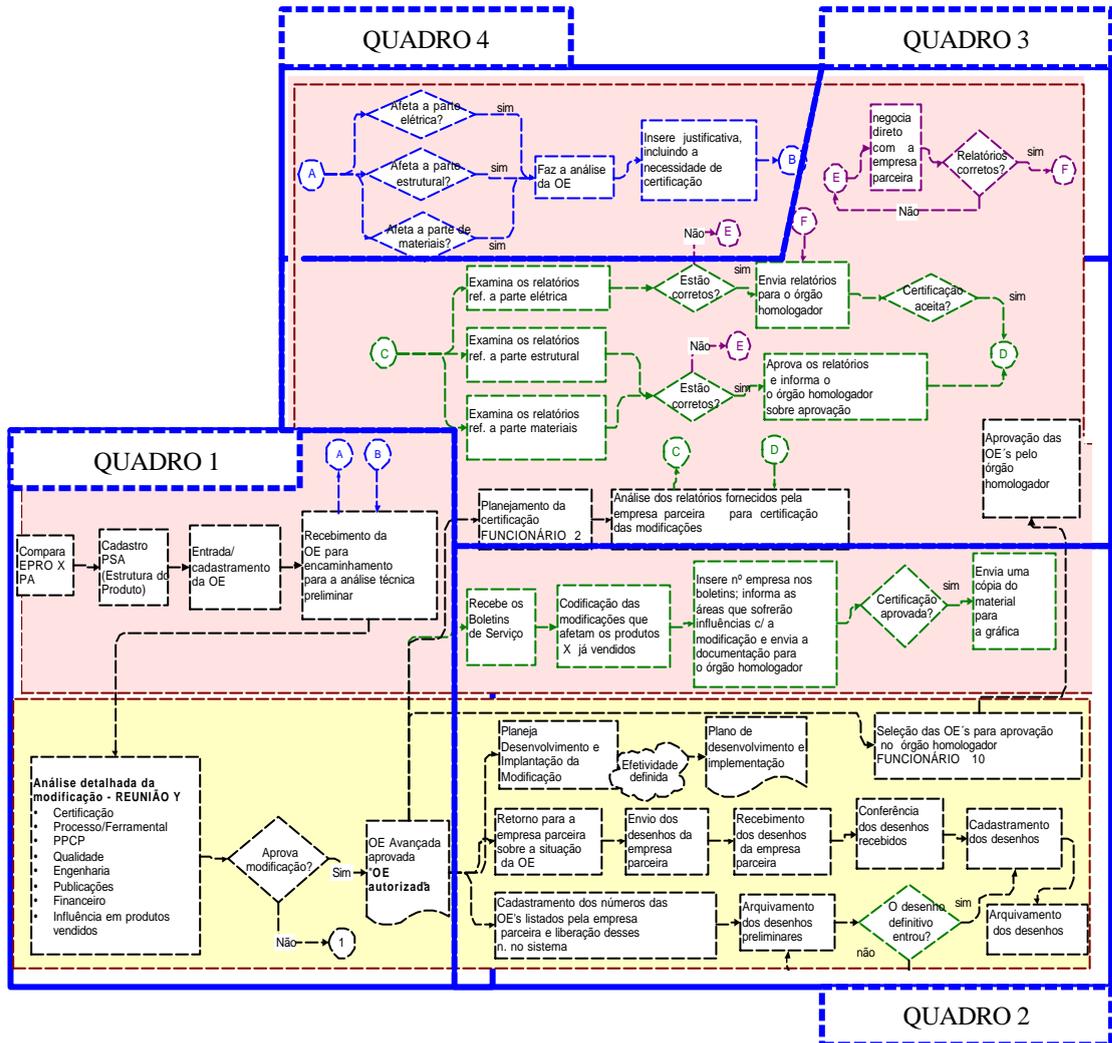


Figura 13: Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada (Elaborada pela autora)

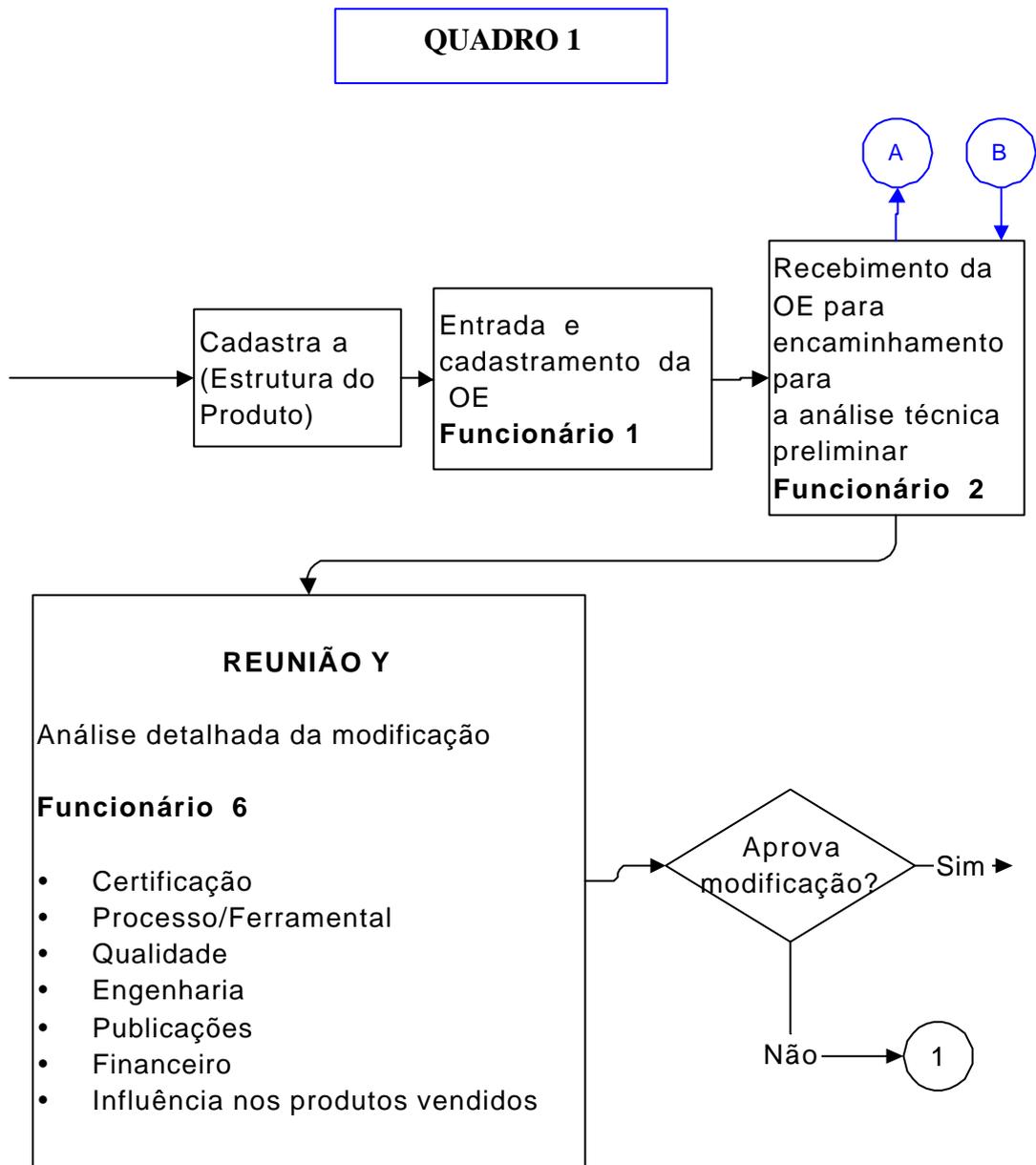


Figura 14: Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – QUADRO 1 (Elaborada pela autora)

QUADRO 3

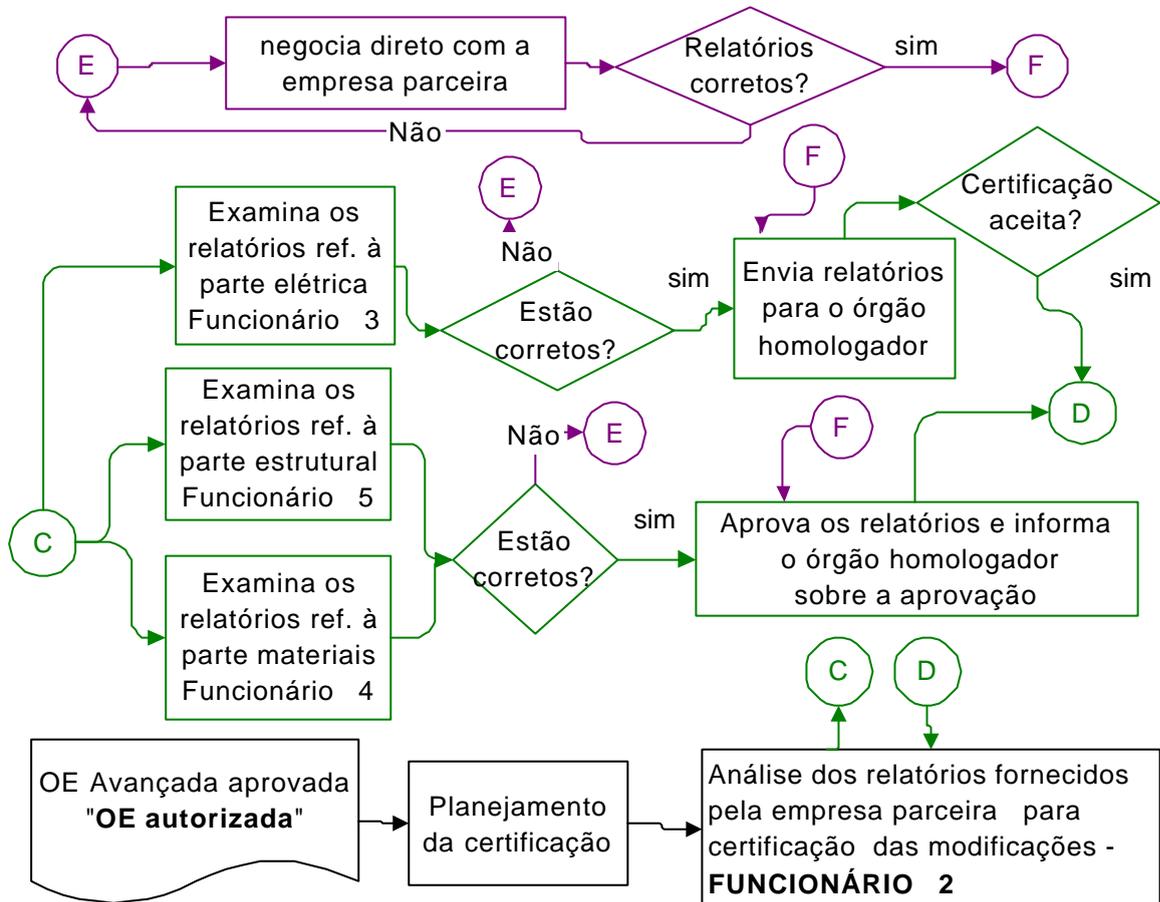


Figura 16: Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – QUADRO 3

(Elaborada pela autora)

QUADRO 4

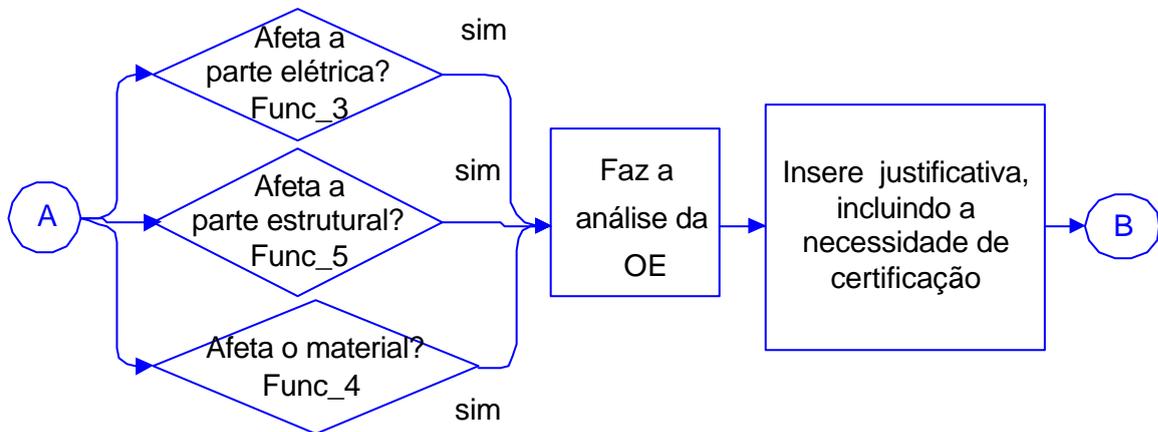


Figura 17: Fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas, representativo da rede de tarefas efetivas da fase crítica estudada – QUADRO 4 (Elaborada pela autora)

Como pôde ser visto, no modelo se buscou representar a rede de tarefas efetivas executadas no setor, o fluxo de desenvolvimento dessas tarefas, suas relações de dependência e o fluxo de informações.

Propositadamente, com o objetivo de preservar os sigilos normais, impostos pela dinâmica dos negócios, as figuras acima não explicitam os nomes dos funcionários responsáveis em executar cada uma das tarefas, apesar de eles terem sido inseridos no fluxograma original, objetivando facilitar sua identificação com o processo estudado.

Quanto aos detalhes das tarefas efetivas, individuais ou coletivas, os mesmos foram sendo descritos nas tabelas complementares, como foi visto na Tabela 11, que apresentavam; o título da tarefa conforme apresentado no fluxograma, as entradas necessárias para a sua execução, as saídas resultantes, o detalhamento da tarefa efetivamente realizada, a pessoa/departamento responsável por aquela tarefa, de qual(is) pessoa(s)/departamento(s) a tarefa apresentava alguma dependência e outras observações quando necessárias.

É importante salientar que as Figuras 13, 14, 15, 16 e 17 apresentaram a representação final da fase estudada, após a validação do modelo. Porém, para que esse modelo fosse validado utilizou-se a seguinte estratégia: após algumas entrevistas, novas entrevistas foram sendo realizadas com os gerentes e coordenadores de área, objetivando a implementação do modelo que se delineava.

Para validar o modelo junto aos funcionários que participaram ativamente da sua construção, o modelo atualizado foi mostrado para eles, após estar completo.

O objetivo foi obter um consenso entre os funcionários em relação ao modelo representativo daquela fase do processo. Enquanto não terminaram as correções, o modelo ficou exposto, até que representasse a realidade do desenvolvimento junto à maioria dos funcionários envolvidos no estudo, incluindo coordenadores e gerentes de área.

Com o modelo validado, a análise do processo pôde ser melhor realizada, dado o esclarecimento geral da fase estudada. Entretanto, é importante ressaltar que as análises acabaram acontecendo em paralelo ao conhecimento gradativo que se foi obtendo do processo, desde a primeira entrevista.

O modelo foi analisado pela analista, com o auxílio dos coordenadores de área e dos funcionários mais envolvidos com os problemas aparentes.

Analisando as interações das tarefas e o fluxo de informação do processo, assim como, os dados coletados durante as entrevistas e outros fornecidos pelo setor da qualidade, foi possível identificar alguns problemas e relacioná-los com algumas de suas causas. Alguns desses resultados estão relacionados na Tabela 12.

Tabela 12: Problemas identificados na fase crítica estudada (Elaborada pela autora)

Problemas encontrados na fase estudada
<ul style="list-style-type: none">• Os <u>relatórios técnicos</u> normalmente <u>apresentam problemas</u> (em média 50%). Os problemas são referentes aos requisitos técnicos, às incoerências nas informações contidas no relatório ou numerações que não correspondem às OE's cadastradas.• A empresa parceira normalmente <u>atrasa na entrega dos desenhos do subsistema em questão</u>, alegando não possuir alguns desenhos de detalhes, referentes ao conjunto modificado. (Ver o trâmite do <u>funcionário 9</u> na <u>Figura 15</u>).• Ocorre <u>atraso na entrega dos relatórios técnicos</u> para certificação por parte do engenheiro chefe da fase selecionada para o estudo (<u>funcionário 2</u>). Esse engenheiro precisaria receber os relatórios dos analistas técnicos entre uma e duas semanas antes da reunião junto ao órgão homologador. Na prática, ele tem recebido os relatórios um dia antes da reunião ou na própria reunião.• Apesar de o <u>funcionário 2 acompanhar o processo</u> de certificação técnica das modificações, o <u>funcionário 10 é quem seleciona as OE's para levar para a reunião do órgão homologador</u>, apoiando-se <u>apenas</u> nas OE's liberadas no sistema após a REUNIÃO Y (Ver <u>Figura 15</u>).• Os 2 itens anteriores desencadeiam um <u>histórico negativo junto ao órgão homologador</u>, devido às pendências das OE's (de 50% a 70%, em média, sendo a maior parte, referente às modificações do subsistema selecionado para o estudo).• Além dos problemas previamente citados, constatou-se, através de reuniões realizadas com alguns funcionários da fabricação, que, segundo eles, seria <u>necessária a presença do funcionário 2 no setor</u>. Quando ocorre a necessidade de alguma modificação ou surge alguma dúvida em relação à fabricação/montagem do subsistema em questão, apenas o representante da empresa parceira está presente no setor para qualquer discussão, o que não é suficiente.

Após essas constatações, realizou-se uma apresentação para alguns dirigentes da empresa, juntamente com o contratante do estudo, com o objetivo de mostrar os resultados obtidos com a aplicação do método.

Com a apresentação dos resultados, os presentes puderam constatar que o estudo proporcionou uma visão mais esclarecedora do trabalho dos engenheiros na fase estudada, explicitando, também, a principal causa dos retornos das modificações de engenharia do subsistema em questão, junto ao órgão homologador local.

Para a empresa, esse foi um resultado importante, considerando que esses retornos estavam desencadeando atrasos na entrega do produto para o cliente, o que acarretava custos para a empresa.

Sendo assim, a empresa validou o método para “esclarecer a realidade operacional do processo de projeto”, já que o mesmo promoveu a explicitação dos problemas a ele inerentes e das suas respectivas causas.

Também foi constatado o seu potencial para promover a integração e a otimização do processo, já que o modelo obtido explicita a troca de informações desencadeada no nível operacional do processo, apresentando também, as relações entre as pessoas.

Dos problemas identificados com a aplicação do método, os dois principais foram os seguintes:

- A constatação de que o funcionário 10, responsável por selecionar as OE's para serem levadas para a certificação junto ao órgão homologador, não as selecionava da fonte certa, que seria o funcionário 2, o qual já possuía as OE's com toda a documentação técnica necessária para a aprovação. Como o sistema de informação liberava a OE logo após a REUNIÃO Y, o funcionário 10 selecionava-a dias após esse momento do processo, faltando, com frequência, a parte principal das avaliações técnicas das referidas modificações (Ver Figura 15);
- Os atrasos e inconformidades detectadas nos documentos da empresa parceira, que desencadeava atrasos em toda a fase investigada, refletindo também, no tempo de entrega do produto para o cliente final.

Considerando os resultados alcançados com a aplicação do método, o grupo dirigente da empresa investigada validou o estudo, incorporando algumas diretrizes do método à estratégia que vinha sendo utilizada por eles nos dois anos anteriores a esse estudo, com objetivos semelhantes.

Além disso, os dirigentes da empresa investigada resolveram tomar algumas medidas, como por exemplo:

- O funcionário 2 foi trabalhar dentro da empresa parceira (no exterior), para acompanhar “mais de perto” os trâmites das documentações técnicas;
- O gerente da área (funcionário 11) se conscientizou sobre o problema de integração entre os funcionários 2 e 10, corrigindo essa falha na configuração da integração.

Até o início de 2002, os líderes da empresa vinham buscando prosseguir com esse tipo de estudo, considerando a incorporação das diretrizes do método previamente testado. Além disso, o estudo foi expandido para o processo de desenvolvimento de outro produto da empresa.

Em relação às limitações e dificuldades encontradas durante a aplicação do método em campo e outros comentários em relação a essa experiência prática, serão comentados, posteriormente, no capítulo 7.

Antes desses comentários, porém, a aplicação do método em outro campo industrial será apresentada no próximo item.

6.3 CASO B – Empresa inglesa de médio porte

Essa empresa requisitou o estudo com o objetivo de melhorar o desempenho do seu processo de desenvolvimento de produtos. Portanto, a aplicação do método proposto se estendeu para o processo completo, envolvendo a etapa de projeto, a engenharia de processo de fabricação e, parcialmente, o setor de manufatura, devido a este setor estar localizado em outro país.

A extensão do trabalho para o processo completo foi possível porque, apesar do trabalho também ter sido realizado por um período semelhante ao da empresa A, esta organização era bem menor e havia quatro analistas, sendo um deles, a autora dessa tese.

Esse estudo foi desenvolvido de abril a junho de 2000, envolvendo dois meses em período integral dentro da empresa e um mês para a preparação do relatório final, incluindo um guia para a implantação das mudanças sugeridas após as análises.

Caso o método apresentasse resultados práticos satisfatórios, segundo o objetivo proposto junto à empresa, os seus dirigentes incorporariam as mudanças sugeridas após o estudo de correção e melhoria do processo.

É importante ressaltar que, no caso A, a empresa estava mais interessada em absorver o método em si do que obter os resultados de melhoria para o seu processo, já que um grupo de analistas internos vinha buscando a integração e a otimização de seus processos, dois anos antes do início do trabalho realizado nesta empresa.

Já no caso B, o objetivo principal era o de melhorar o desempenho do processo de desenvolvimento, considerando, principalmente, a redução do tempo de entrega do produto para o cliente final.

1. Análise da demanda

Primeiramente, realizaram-se algumas entrevistas com os principais dirigentes da empresa, que mostraram os diferentes produtos em desenvolvimento.

Também se discutiu sobre as dificuldades presentes na empresa e a situação em que ela se encontrava no momento.

Algumas questões, sugeridas na Tabela 8, foram utilizadas como apoio para explorar a situação do processo de desenvolvimento de produtos, visando compreender a dinâmica do processo e a(s) sua(s) fase(s) mais crítica(s).

Nesse caso, a empresa já apresentava uma demanda inicial mais delineada do que no caso A, além de estar requisitando um estudo geral de todas as etapas do desenvolvimento de produtos.

Entretanto, com as informações obtidas através dos dirigentes da empresa, foi possível verificar que o estudo apresentava uma limitação geográfica para que o processo fosse investigado por inteiro; a etapa de projeto e de engenharia de processo se situavam na Inglaterra, enquanto a etapa de fabricação estava situada em Malta.

Além disso, com as informações obtidas no começo do estudo, constatou-se que a origem mais significativa dos problemas apresentados se relacionava com a “etapa de projeto”. Sendo assim, definiu-se que o foco das investigações seria essa etapa, abordando também, suas interfaces com a engenharia de processo e com a fabricação.

A equipe responsável pela etapa de projeto envolvia, aproximadamente, vinte funcionários, dos oitenta pertencentes à empresa localizada na Inglaterra.

Após as entrevistas com os principais dirigentes da empresa, o gerente da etapa de projeto foi entrevistado, baseando-se, também, em algumas questões sugeridas na Tabela 8, contribuindo para esclarecer melhor a demanda pelo estudo.

Constatou-se que o problema relacionado com o desenvolvimento do produto da empresa investigada era devido à tecnologia digital do produto exigir um equilíbrio entre as duas partes que o compõem: a parte relativa ao *hardware*, referente aos componentes eletrônicos, e a parte relativa ao *software* do produto. Constatou-se, através das entrevistas, que o *software* do produto estava apresentando mais retrabalho do que a parte relativa ao *hardware*, gerando assim, atrasos durante o desenvolvimento e, conseqüentemente, na conclusão do produto final.

Isso fez com que os dirigentes da empresa buscassem meios de rever o processo de desenvolvimento do produto, objetivando corrigir as causas dos

problemas que se mostravam aparentes desde a etapa de projeto.

Considerando a demanda da empresa, o objetivo desse estudo foi o de explicitar o processo operacional de desenvolvimento do produto, enfatizando a “etapa de projeto”, visando a sua análise, correção e melhoria.

Para isso, o grupo de analistas se instalou próximo a essa etapa do desenvolvimento, com o objetivo de manter uma proximidade maior com os funcionários pertencentes ao grupo a ser estudado.

2. Análise do processo de desenvolvimento

Através da indicação dos primeiros entrevistados, outras entrevistas foram acontecendo em cadeia, junto aos líderes da etapa de projeto e da engenharia de processo, objetivando obter um esclarecimento cada vez melhor da demanda e do foco do estudo. As questões que foram utilizadas como apoio para essas entrevistas também se basearam na Tabela 8.

Com as informações obtidas nessas entrevistas, explicitadas na Tabela 13, e com as visitas nos diversos setores da empresa foi possível começar a esboçar o processo de desenvolvimento e definir melhor o foco das investigações.

Tabela 13: Informações obtidas através das entrevistas com os principais dirigentes da empresa (Elaborada pela autora)

Informações obtidas através das entrevistas com os principais dirigentes da empresa
Conhecimento dos produtos da empresa; Conhecimento detalhado do desenvolvimento do produto; Esclarecimento do porquê da busca por um estudo de melhoria do processo de desenvolvimento; Esclarecimento de que o desenvolvimento da empresa acontece em duas partes: as etapas de projeto e preparação do processo de fabricação acontecem na empresa investigada (Inglaterra) e a etapa de manufatura ocorre em outro país (Malta); Conhecimento da estrutura organizacional da empresa; Esclarecimento das metas a serem cumpridas, segundo as exigências dos clientes; Conhecimento geral do grupo que participa do desenvolvimento do produto; Conhecimento das partes mais críticas no produto e dos motivos que as caracterizam como críticas; Levantamento dos responsáveis por essas partes; Identificação da etapa onde se originam a maior parte dos problemas; Identificação das possíveis causas desses problemas; (Ver relatos na Tabela 14) Esclarecimento do impacto das modificações de projeto no produto final.

O primeiro esboço do processo geral de desenvolvimento do produto da empresa estudada está representado na Figura 18 abaixo.

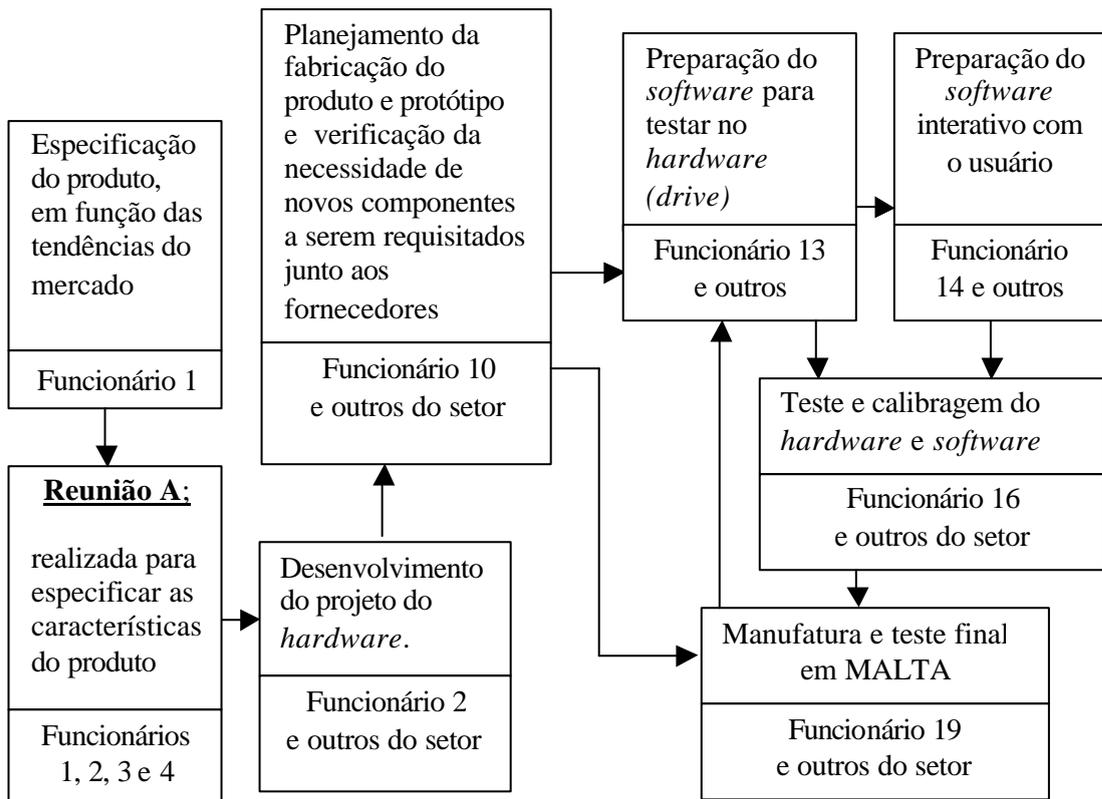


Figura 18: Primeiro esboço do processo geral de desenvolvimento do produto da empresa B (Elaborada pela autora)

Com essas informações, foi possível compreender melhor quais eram as fases mais problemáticas do processo, os líderes de cada fase, os problemas mais frequentes e as suas possíveis causas. Alguns dos problemas levantados com as primeiras entrevistas, realizadas com os funcionários 2, 3, 10, 14 e 16 estão explicitados na Tabela 14.

Tabela 14: Problemas levantados com as primeiras entrevistas realizadas na empresa B (Elaborada pela autora)

<p>(Gerente Industrial) Funcionário 3</p>	<p style="text-align: center;">Problemas relatados</p> <ul style="list-style-type: none"> • As pessoas envolvidas na REUNIÃO A são suficientes para que os detalhes técnicos do produto sejam discutidos, porém as soluções saem muito fechadas. Alguns parâmetros do produto poderiam ter mais flexibilidade para encontrar novas soluções, após outras análises; • É muito comum aparecerem novas informações do responsável em capturar as necessidades do mercado (funcionário 1), após a inicialização do processo de projeto. Isso acaba desencadeando inúmeras alterações e reprojeto do produto.
<p>(Gerente da Engenharia do Produto – Etapa de Projeto - parte do Hardware) Funcionário 2</p>	<p style="text-align: center;">Problemas relatados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os funcionários da “Engenharia de Processo de Fabricação” desenvolvem um trabalho isolado do grupo de “Engenharia do Produto”; • Ocorrem muitas incompatibilidades entre as definições de projeto e a capacidade de fabricação. Isso melhorou nos últimos anos devido a algumas padronizações do produto; • É comum o responsável em capturar as necessidades do mercado (funcionário 1) buscar mais informações sobre o produto junto ao diretor da empresa (funcionário 4), o que acaba desencadeando alterações no produto já em desenvolvimento, refletindo em reprojeto da parte de <i>hardware</i> e de <i>software</i>; • Ocorrem, com frequência, atrasos na requisição de componentes externos, atrasando a etapa de manufatura; • Quando o teste do produto final é realizado, faltam os requisitos do consumidor e os parâmetros de projeto, necessários para referenciar as medidas e avaliações; • Na REUNIÃO A, onde ocorrem as primeiras definições do produto, não se detalham os aspectos funcionais do produto nem a sua aparência. São definidos somente alguns parâmetros funcionais, como por exemplo, um produto mais rápido, com determinados dispositivos e outros fatores dessa natureza.

Tabela 14: Problemas levantados com as primeiras entrevistas realizadas na empresa B (continuação) (Elaborada pela autora)

	Problemas relatados
<p>(Gerente da Engenharia de Processo de Fabricação)</p> <p>Funcionário 10</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A REUNIÃO A deveria definir melhor os aspectos físicos do produto, para que fosse possível obter uma melhor definição do processo de fabricação (compra de componentes, restrições da fabricação e outros detalhes); • Ele (funcionário 10) gostaria de ser avisado sobre as decisões resultantes da REUNIÃO A, pois normalmente, ele não sabe o que está acontecendo e tem que ficar buscando informações junto ao responsável em capturar as necessidades do mercado (funcionário 1), ou, às vezes, com o Gerente da Engenharia do Produto (parte do <i>hardware</i>) (funcionário 2). Inclusive, ele acredita que este gerente deve ter “algumas diferenças pessoais contra ele, por não repassar as informações em tempo hábil”; • Segundo o funcionário 10, um funcionário da Engenharia de Processo de Fabricação, responsável pela requisição de compra de componentes externos (funcionário 11), deveria interagir mais com os funcionários pertencentes ao setor de Engenharia do Produto, responsável pela parte do <i>hardware</i>. Normalmente, a Engenharia do Produto avisa sobre a necessidade dos componentes quando o projeto do produto já está no final, o que vem desencadeando atrasos na entrega dos componentes na manufatura em Malta; • Devido aos inúmeros reprojotos tardios durante o desenvolvimento, a Engenharia de Processo de Fabricação também acaba sendo afetada, estando envolvida nos vários ciclos de alterações, até que o produto esteja corretamente definido. Entretanto, durante esses ciclos, poucas informações sobre o produto são repassadas para este setor.

Tabela 14: Problemas levantados com as primeiras entrevistas realizadas na empresa B (continuação) (Elaborada pela autora)

	Problemas relatados
<p style="text-align: center;">(Gerente da Etapa de Simulações e Testes das Partes do Produto)</p> <p style="text-align: center;">Funcionário 16</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Este funcionário percebe os ciclos de alterações do produto, em função das inúmeras modificações, porém, o seu grupo não participa dessa fase do processo porque eles só atuam depois que o protótipo já foi resolvido e já está pronto; • Aproximadamente 20% dos testes do subsistema- <i>drive</i> apresentam problemas; • Dos problemas apresentados, a maioria refere-se ao <i>hardware-drive</i> e raramente ao <i>software-drive</i>.
<p style="text-align: center;">(Gerente da Engenharia do Produto - Etapa de Projeto - parte do Software e receptor das partes testadas)</p> <p style="text-align: center;">Funcionário 14</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quase 100% dos testes feitos com o produto final apresentam problemas; • Quase 100% desses problemas são referentes à parte de <i>software</i> do produto, projetado para gerar a interface produto-usuário.

Com esses dados foi possível obter um novo refinamento da demanda, o que contribuiu, portanto, para delimitar o domínio do problema a ser investigado junto ao grupo; definiu-se que as fases iniciais seriam as mais investigadas e que as outras fases do processo seriam envolvidas apenas parcialmente, de acordo com a necessidade.

Portanto, a sequência de entrevistas seguiu com os funcionários que conduzem essa parte do processo, os quais foram previamente indicados por seus coordenadores.

3. Análise das tarefas efetivas e da situação de trabalho, incluindo a restituição dos resultados

Com o objetivo de esclarecer as causas que vinham desencadeando os

problemas acima citados, várias entrevistas foram sendo realizadas, porém, com o grupo de pessoas que atuavam diretamente na realização das tarefas de projeto.

Nesse momento, porém, alterou-se o tipo de questionamento nas entrevistas, de acordo com as diretrizes do método, previamente relatadas. As entrevistas se basearam no quadro referencial mostrado na Tabela 9.

Nesse caso, como o processo também seria modelado através do método IDEFo, as entrevistas foram introduzidas com uma explicação sobre o mesmo, incluindo um exemplo de como seria conduzida a modelagem. Afinal, em paralelo com as entrevistas, vários seminários seriam realizados com os funcionários, em que parte do processo de desenvolvimento seria modelado com o auxílio deste método, em função da abrangência do conhecimento de cada grupo participante.

O objetivo dos seminários era o de envolver os funcionários na modelagem do processo, conduzindo-os a uma reflexão sobre o trabalho coletivo de desenvolvimento do produto, considerando as implicações das suas tarefas no desenvolvimento geral.

A estrutura dos seminários incluiu a apresentação dos objetivos da investigação que estava sendo realizada e do seu progresso e uma explicação sobre as regras de modelagem com o método IDEFo.

Para isso, um exemplo prático de modelagem de um processo simples foi apresentado, como a “preparação de uma xícara de chá”, para que todos entendessem como construir o modelo referente à sua parte do desenvolvimento, utilizando-se desse recurso gráfico.

Após a explanação teórica e prática, os próprios funcionários iniciavam a modelagem do processo de trabalho da sua área de atuação, ainda no mesmo seminário.

Os seminários foram compostos por grupos de até cinco pessoas. Após o desenvolvimento dos modelos representativos do processo por área, os representantes das diferentes áreas foram convocados para um novo seminário, para que juntos, construíssem um único modelo integrado que explicitasse as relações existentes entre eles.

Apesar dos seminários terem sido o principal meio utilizado na construção do IDEFo, as informações coletadas nas entrevistas individuais também

contribuíram para que o grupo de analistas conduzisse os seminários e finalizasse a construção dos modelos.

Visando preparar os funcionários para as entrevistas e para os seminários, previamente a diretoria enviou memorandos individuais, explicando o objetivo do estudo e os tipos de questões que seriam discutidas. Isso fez com que os entrevistados começassem a pensar sobre as suas ações no contexto do trabalho individual e coletivo, resultando em mais informações relevantes no momento da coleta de dados.

As entrevistas foram sendo realizadas, desencadeando outras entrevistas, em função da relação com as atividades destes funcionários. Essa rede de entrevistas foi sendo assim conduzida, até que todos os funcionários, relacionados com a etapa estudada, tivessem sido entrevistados. Isso incluiu, também, dois funcionários da unidade industrial localizada em Malta, devido às suas relações com aquela fase do processo.

Durante as entrevistas, a representação do processo de trabalho foi sendo construída através de rascunhos gráficos junto à pessoa entrevistada, sob a forma de um fluxograma simples, como pode ser visto na Tabela 15.

Nesse caso, apesar do processo estudado ter sido representado através do fluxograma, das tabelas adicionais e do método IDEFo, apenas o fluxograma e algumas tabelas serão aqui apresentados, considerando a explicitação do aspecto operacional da condução do processo, fornecida através dos mesmos.

Portanto, a Tabela 15 apresenta algumas das informações coletadas na fase estudada e um dos fluxogramas parciais obtido nas entrevistas, referente à representação da fase desenvolvida por um dos funcionários entrevistado. Posteriormente, será apresentado o fluxograma total, representativo do processo de desenvolvimento estudado.

Tabela 15: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da etapa investigada	
Obs. Caso seja necessária a visualização do fluxo geral, que foi construído com base nessa rede de entrevistas, para melhor compreender a sequência de ações aqui descritas, <u>sugere-se acompanhar o processo de desenvolvimento através das Figuras 20 e 21</u> , explicitadas em seguida.	
ENTREVISTA 1	
Entrada: Informações sobre a tendência dos novos produtos	Saída: Produto superficialmente especificado
Tarefa: Definição e especificação do produto.	Descrição da tarefa efetiva: Visitas a feiras para verificar quais estão sendo as tendências de mercado para os novos produtos. Baseando-se no que é visto, os novos produtos são projetados.
Responsável pela tarefa: funcionário 1	Dependências com outras pessoas e setores: feiras de produtos, funcionário 4 (que também participa das visitas as feiras), funcionários 2 e 3.
ENTREVISTA 2	
Entrada: Produto superficialmente especificado	Saída: Produto especificado em detalhes
Tarefa: Especificação e detalhamento do produto.	Descrição da tarefa efetiva: Acontece uma reunião, denominada aqui por REUNIÃO A, na qual participam os funcionários; 1, 2, 3 e 4, referentes ao responsável por obter informações do mercado, ao gerente da engenharia de <i>hardware</i> , ao gerente industrial e ao diretor geral. Nessa reunião, as informações genéricas sobre as tendências do produto são convertidas em especificações mais detalhadas.
Responsável pela tarefa: funcionário 3	Dependências com outras pessoas e setores: funcionários 1, 2 e 5.

Tabela 15: Informações coletadas através das entrevistas com o grupo operacional que atuava na fase escolhida para as investigações (continuação) (Elaborada pela autora)

Representação das tabelas preenchidas com as informações coletadas durante as entrevistas com os funcionários operacionais da etapa investigada	
ENTREVISTA 3	
Entrada: Produto especificado em detalhes	Saída: Projeto da placa de circuito impresso
Tarefa: Projeto da placa de circuito impresso.	Descrição da tarefa efetiva: A parte digital é projetada e é verificada a necessidade de novos componentes, cujas informações são enviadas para os funcionários 10 e 11, do setor de Engenharia de Processo de Fabricação. Projeta-se, em seguida, a placa de circuito impresso e verifica-se a necessidade da execução de protótipo para teste. Se for necessário, comunica o funcionário 9, também do setor de Engenharia de Processo de Fabricação.
Responsável pela tarefa: funcionário 5	Dependências com outras pessoas e setores: reunião A, funcionários 2 e 6, do setor de Engenharia do Produto - parte do <i>Hardware</i> , e funcionários 9, 10 e 11 do setor de Engenharia de Processo de Fabricação.
FLUXOGRAMA	
<pre> graph TD A[Projeto Digital Funcionário 5] --> B{Novos componentes serão necessários?} C[Definição da especificação do produto e Projeto Digital Funcionário 2] --> B B -- sim --> D[Funcionários 10 e 11 Eng. Processo de Fabricação] B -- não --> E[Projeto da placa de circuito impresso Funcionário 6] E --> F{O hardware está correto?} F -- não --> E F -- sim --> G[Hardware finalizado] G --> H{Será necessário um protótipo?} H -- sim --> I[Funcionário 9 Eng.. Processo de Fabricação] H -- não --> E </pre>	

Com os dados obtidos com esse nível de detalhamento, foi possível identificar os principais funcionários envolvidos no processo estudado, as suas relações dentro do grupo, a ordem temporal de condução das tarefas efetivas, entre outras informações. Com isso, foi possível esboçar a representação do processo através do fluxograma mostrado na Figura 19.

A Figura 19 mostra uma visualização genérica do fluxo, sem proporcionar a visibilidade das tarefas. As Figuras 20 e 21 apresentam o mesmo fluxograma, porém em duas partes, para mostrar os detalhes do fluxo de trabalho.

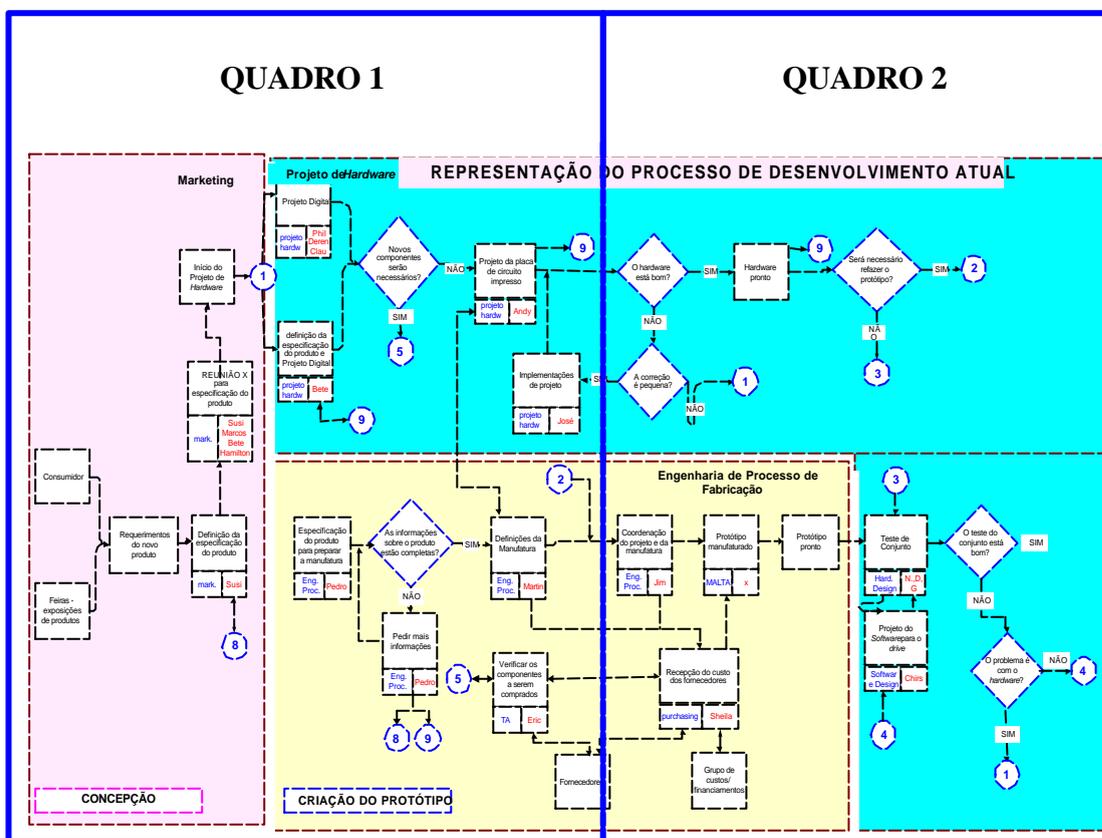


Figura 19: Representação parcial do fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas realizadas na empresa B, referente ao início do processo (Elaborada pela autora)

QUADRO 2

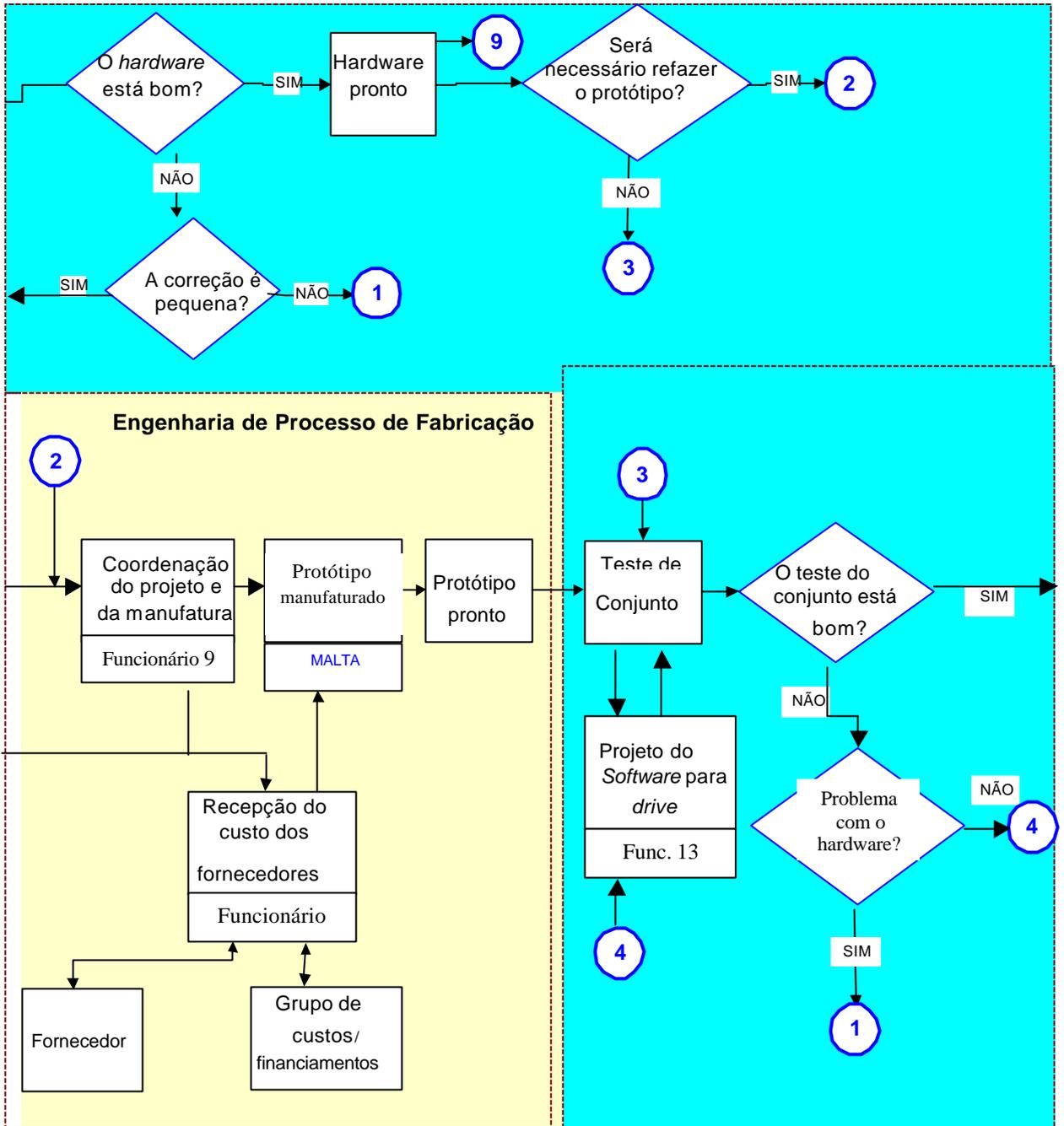


Figura 21: Representação parcial do fluxograma construído a partir das informações coletadas nas entrevistas realizadas na empresa B, referente ao início do processo – QUADRO 2 (Elaborada pela autora)

Propositadamente, com o objetivo de preservar os sigilos normais, impostos pela dinâmica dos negócios, as figuras acima também não explicitam os nomes dos funcionários responsáveis em executar cada uma das tarefas, apesar de eles terem sido inseridos no fluxograma, objetivando facilitar sua identificação com o processo estudado.

As Figuras 19, 20 e 21 apresentaram a representação final da fase estudada, após a validação do modelo. Porém, para que esse modelo fosse validado, utilizou-se a mesma estratégia usada no caso anterior, conforme as diretrizes do método proposto.

Para validar o modelo junto aos funcionários, os modelos que foram se delineando, através do fluxograma e do IDEFo, foram despostos em uma formatação de fácil visualização e foram fixados na parede da sala do grupo de analistas como cartazes, visando o compartilhamento dos dados obtidos junto a todos os participantes do estudo. Os funcionários foram implementando os modelos, resultando em novas versões impressas desses modelos.

À medida que os modelos foram sendo alterados, novas entrevistas ou discussões em grupo foram sendo realizadas, com o objetivo de se obter um consenso entre os funcionários, quanto à realidade do processo de desenvolvimento junto a todos os envolvidos.

Enquanto não terminaram as correções, o modelo ficou exposto, até que representasse a realidade do desenvolvimento junto à maioria dos funcionários envolvidos no estudo, incluindo coordenadores e gerentes de área.

Com o modelo validado, a análise do processo pôde ser melhor realizada, dado o esclarecimento geral da fase estudada. O modelo foi analisado pelo grupo de analistas, com o auxílio dos coordenadores de área e dos funcionários mais envolvidos com os problemas aparentes.

O levantamento dos problemas e de suas causas se basearam nas informações coletadas, na experiência do grupo e nos modelos de referência para desenvolvimento de produtos, como os sugeridos pela APQC (*American Productivity & Quality Center*) e pelo NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada).

Como meios facilitadores para correlacionar os problemas e suas respectivas causas, utilizou-se o “Diagrama de Causa e Efeito” (ver Anexo B),

suportando as discussões entre os analistas e alguns funcionários envolvidos no estudo. Um exemplo desse tipo de análise pode ser visto na Figura 22 abaixo e, logo na seqüência, as Tabelas 16, 18 e 19 apresentam como as falhas da etapa de projeto foram identificadas, mostrando também, as correções sugeridas e a inserção de alguns recursos tecnológicos de apoio.

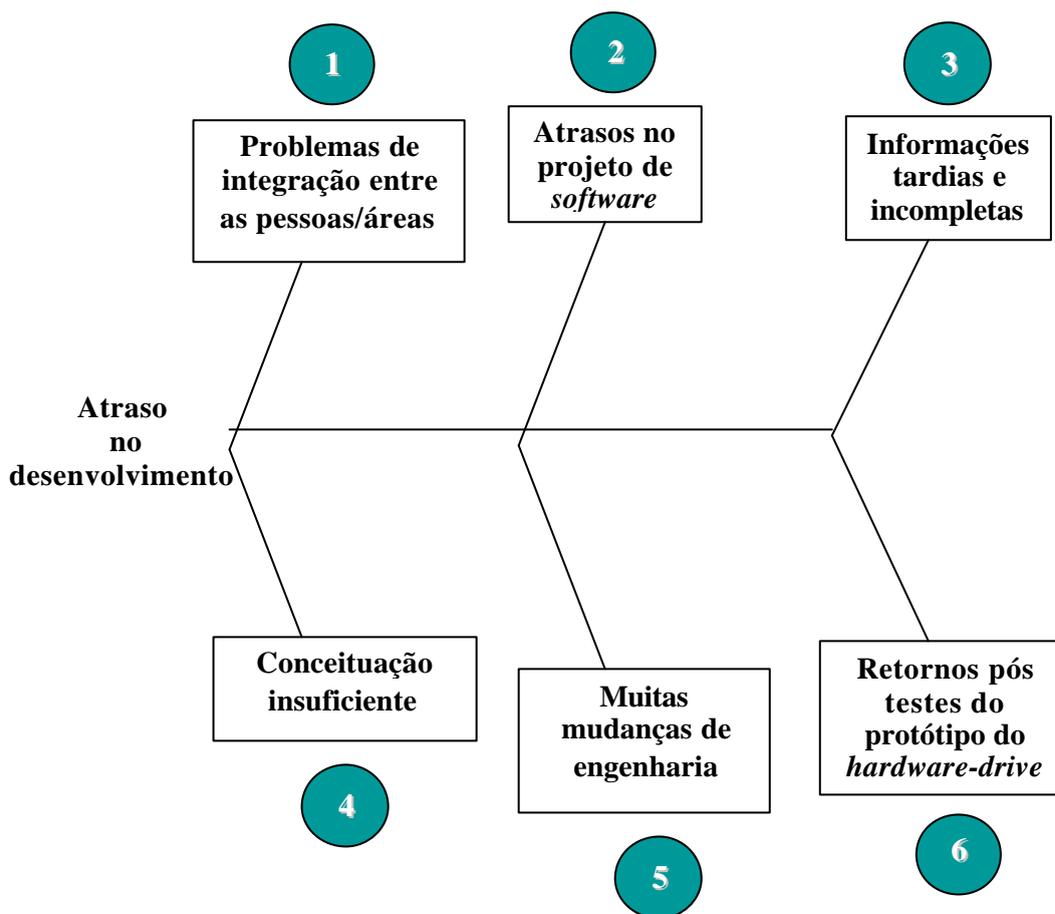


Figura 22: Exemplo de análise apoiada pelo Diagrama de Causa e Efeito, para auxiliar a correlacionar o ponto deficitário do processo com as suas possíveis causas (Elaborada pelo grupo de analistas do caso B)

Tabela 16: Comparação dos processos para verificação de falhas (Elaborada pela autora)

ETAPA DE PROJETO DO PRODUTO				
Fases do Modelo de Referência	Concepção	Detalhando a especificação do produto	Projetando o produto	Preparação para a produção
Essas são as tarefas que deveriam ser desenvolvidas na etapa de projeto do produto, segundo o modelo de referência sugerido pela APQC e pelo NUMA, previamente citados.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimentos iniciais do consumidor 2. Proposta e avaliação do negócio 3. Definição genérica do produto 4. Viabilidade econômica do produto 5. Esboço do Cronograma 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição das características do produto e definição de testes necessários 2. Definições do projeto do produto e especificações de testes 3. Atualização do cronograma e definição do planejamento do projeto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projeto do produto 2. Definição do processo de construção do protótipo 3. Manufatura do protótipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Testes
Fases do Modelo encontrado na empresa	Concepção	Detalhando a especificação do produto	Projetando o produto	Preparação para a produção
<p>MODELO ATUAL</p> <p>Levantamento das fases desenvolvidas no processo existente, identificando as falhas em cada fase.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimentos iniciais do consumidor 2. _____ 3. Definição genérica do produto (Grupo W) 4. _____ 5. Cronograma imposto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. _____ 2. _____ 3. _____ <p>Obs. Nenhuma das fases acima foi encontrada no processo estudado.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Detalhamento do produto (Grupo Z) 2. Definição do processo de construção do protótipo 3. Manufatura do protótipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição dos testes 2. Calibração do teste do <i>Hardware</i>
<p>Obs. Os números que apresentam apenas uma linha significam as fases que não foram encontradas no decorrer do desenvolvimento do produto estudado.</p>				
Grupos	W	Responsável por capturar as necessidades do mercado e Direção da empresa		
Grupos	Z	Responsável por capturar as necessidades do mercado, Direção da empresa e Líder do grupo de engenharia – projeto de <i>Hardware</i>		

Com a análise do fluxograma, do quadro referencial para desenvolvimento de produtos e com outras informações, obtidas através dos funcionários e de seus dirigentes, foi possível identificar alguns problemas e relacioná-los com algumas de suas causas. A Tabela 17 mostra alguns desses problemas e algumas causas identificadas no processo.

Tabela 17: Problemas identificados no processo de desenvolvimento e algumas de suas causas (Elaborada pela autora)

PROBLEMAS ENCONTRADOS NO PROCESSO E ALGUMAS DE SUAS CAUSAS	
Problemas relatados	Problemas refinados após a modelagem, incluindo análise e diagnóstico parcial
<ol style="list-style-type: none"> 1. As soluções saem muito fechadas da REUNIÃO A; 2. Quando o teste do produto final é realizado, faltam os requisitos do consumidor e os parâmetros de projeto, necessários como referência para as medidas e avaliações; 3. Na REUNIÃO A, não se detalham os aspectos funcionais do produto nem a sua aparência, e sim, somente alguns parâmetros funcionais do produto, como por exemplo, um produto mais rápido, com determinado dispositivo e outros fatores; 4. É comum aparecerem novas informações do responsável em capturar as necessidades do mercado (func. 1), após a inicialização da etapa de projeto, o que acaba desencadeando inúmeras alterações e reprojeto do produto; 5. Após a REUNIÃO A, o responsável em capturar as necessidades do mercado (func. 1) busca informações sobre o produto junto ao diretor da empresa (func. 4), o que acaba desencadeando alterações no produto já em desenvolvimento, refletindo em reprojeto da parte de <i>hardware</i> e de <i>software</i>; 6. Os funcionários da “Engenharia de Processo de Fabricação” desenvolvem um trabalho isolado do grupo de “Engenharia do Produto”; 7. Ocorrem muitas incompatibilidades entre as definições de projeto e a capacidade de fabricação; 8. Ocorrem atrasos na requisição de componentes externos, atrasando a etapa de manufatura; 9. O Gerente da Engenharia de Processo de Fabricação (func. 10) gostaria de saber quais foram as decisões resultantes da REUNIÃO A. Como pode ser visto na Figura 20, o func. 10 está sempre buscando mais informações através do circuito de números 8 e 9; 10. O grupo de Engenharia de Processo de Fabricação, responsável pela requisição de compra de componentes externos, deveria interagir mais com os funcionários pertencentes ao setor de Engenharia do Produto, responsável pela parte do <i>hardware</i>; 11. A Engenharia de Processo de Fabricação também é afetada com os reprojeto tardios, recebendo poucas informações sobre o produto. 	<ul style="list-style-type: none"> • A REUNIÃO A não define de maneira completa e suficiente as especificações necessárias para o desenvolvimento do produto. Comparando a fase de concepção do produto da empresa investigada com um desenvolvimento de produto padrão, como o sugerido pela APQC (<i>American Productivity & Quality Center</i>), por exemplo, constata-se que a fase de concepção do produto é praticamente inexistente, como foi mostrado na Tabela 16. A empresa apenas copia as inovações de produtos semelhantes, lançados em feiras de produtos industriais, etc. • A REUNIÃO A não envolve o Gerente de Engenharia de Processo de Fabricação (func. 10), sendo esse o responsável em acionar os fornecedores, em prever o processo de fabricação do protótipo e do produto, partes principais do desenvolvimento. • Essa falta de integração inicial e a deficiência constatada no processo de concepção inicial acarretam perda de tempo no setor de Engenharia de Processo de Fabricação, que, constantemente, precisa buscar informações junto aos funcionários do setor de Engenharia de Produto – parte de <i>hardware</i> e junto ao funcionário 1.

Tabela 17: Problemas identificados no processo de desenvolvimento e algumas de suas causas (continuação) (Elaborada pela autora)

PROBLEMAS ENCONTRADOS NO PROCESSO E ALGUMAS DE SUAS CAUSAS	
Problemas relatados	Problemas refinados após a modelagem, incluindo análise e diagnóstico parcial
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aproximadamente 20% dos testes do subsistema- <i>drive</i> apresentam problemas; 2. No teste desse subsistema, a maioria dos problemas são referentes ao <i>hardware-drive</i> e raramente ao <i>software-drive</i>. 3. Quase 100% dos testes feitos com o produto final apresentam problemas; 4. Quase 100% desses problemas são referentes à parte do <i>software</i>, desenvolvido para gerar a interface produto-usuário. 	<ul style="list-style-type: none"> • O desenvolvimento do <i>software</i> do produto vem sendo afetado devido à insuficiência de definições no momento da concepção do produto. • Apenas o <i>software</i> do subsistema <i>drive</i> apresenta um bom resultado após os testes parciais, através do teste do protótipo dessa parte do produto. • Porém, no final do desenvolvimento, quando o <i>software</i> desenvolvido para o produto final é testado junto com o <i>hardware</i>, o mesmo apresenta problemas freqüentes. Além disso, nem todos os parâmetros necessários para os testes são definidos no início do desenvolvimento. • Considerando que o teste do produto final ocorre no final da linha de produção, quando todas as fases de desenvolvimento já foram concluídas, os retrabalhos apresentam muitas repercussões no processo. Eles acabam se estendendo para outras fases do desenvolvimento, atrasando significativamente a conclusão do produto e aumentando o custo de desenvolvimento.

Com as informações apresentadas na Tabela 17 e outras obtidas no decorrer do estudo pôde-se concluir que um dos principais problemas era devido ao não envolvimento do funcionário 10 na reunião A.

Isso acabava acarretando definições de projeto incompatíveis com a capacidade de fabricação da empresa e muita perda de tempo dos funcionários do setor de Engenharia de Processo, que acabavam tendo que buscar informações no decorrer do desenvolvimento.

Essas informações, por sua vez, além de não serem muito precisas e elaboradas, acabavam sendo alteradas, com freqüência, desencadeando um ciclo de busca por novas informações, por parte do setor de Engenharia de Projeto de *Hardware* e por parte do setor de Engenharia de Processo de Fabricação.

Esses ciclos acabavam gerando várias modificações de projeto e, conseqüentemente, acabavam afetando os protótipos fabricados em Malta e o próprio

produto final, após a conclusão da sua fabricação. Essas inúmeras alterações e a deficiência quando à definição de parâmetros para os testes acabavam gerando problemas no teste do produto final, o qual não apresentava, de forma bem definida, o padrão exigido para os seus componentes.

Além disso, constataram-se frequentes atrasos na fabricação do produto devido também ao atraso na entrega de componentes, em função do retardo no repasse de informações para os fornecedores, de responsabilidade do grupo de Engenharia de Processo de Fabricação, devido aos problemas previamente citados.

Com as constatações acima descritas, buscou-se, inicialmente, corrigir a integração do processo e melhorar a sua fase de concepção do produto para, posteriormente, averiguar a possibilidade de inserir recursos tecnológicos e organizacionais que viessem a contribuir com a melhoria do desempenho do processo, considerando suas áreas mais deficitárias.

Nesse caso, o “Diagrama Matricial” (Anexo B) foi utilizado como auxiliar para correlacionar os pontos deficitários do processo com as tecnologias disponíveis no mercado, que poderiam contribuir para melhorá-los. O diagrama está representado através da Tabela 18.

Tabela 18: Correlação dos pontos deficitários do processo com os recursos tecnológicos sugeridos para melhorar o desempenho do desenvolvimento da empresa investigada (Elaborada pela autora)

Problemas	Integração	Atrasos	Concepção Deficitária	Atrasos no Projeto de <i>Software</i>	Mudanças de Engenharia	Informações tardias
Ferramentas						
Engenharia Simultânea (ES)	X	X	X	X	X	X
QFD	X	X	X	X	X	X
DFMA	X	X	X		X	X

Obs.: A explicação de cada um dos recursos acima se encontra no capítulo 2, item 2.4.1.2.

Para sugerir os recursos acima citados, principalmente em relação à Engenharia Simultânea, foi necessário entender as relações de dependência entre as tarefas efetivas, para que algumas destas tarefas fossem postas em paralelo, porém, sem conflitos, visando encurtar o ciclo de desenvolvimento. Além disso, foram sugeridos outros conceitos da Engenharia Simultânea, como:

- A utilização de equipes multidisciplinares;
- A melhoria da fase de definição conceitual do produto, através da inserção de novas tarefas;
- O projeto voltado para a manufatura e montagem (com a inserção do método DFMA);
- A melhoria no compartilhamento das informações;
- A presença de um líder para coordenar o desenvolvimento de um projeto específico (sugerido e especificado no guia de implantação, posteriormente elaborado);
- Instrumentos para melhoria da qualidade e a ênfase na satisfação do cliente (com a inserção do método QFD).

Em relação aos métodos QFD e DFMA, foi indicado em que momento esses recursos seriam utilizados e por quais pessoas eles deveriam ser aplicados.

Foram sugeridos, portanto, para o novo processo, algumas correções no desenvolvimento, baseadas na Tabela 16, e algumas melhorias através das alterações e inserções previamente apresentadas.

Considerando esses resultados, uma reestruturação do processo foi sugerida, a qual pode ser vista na Tabela 19, que apresenta as novas fases para o desenvolvimento do produto, os métodos a serem utilizados como apoio, indicando também, os grupos que deveriam se reunir em determinados momentos da etapa de projeto, formalizando assim, uma integração estruturada.

Tabela 19: Sugestão para o novo desenvolvimento, considerando as falhas constatadas no processo estudado e seus pontos mais deficitários (Elaborada pela autora)

Fases	Concepção	Detalhando a especificação do produto	Projetando o produto	Preparação para a produção
<p><u>MODELO PROPOSTO</u></p> <p>Essas são as tarefas que deveriam ser desenvolvidas nessa etapa, já incluindo os recursos de apoio ao projeto do produto.</p> <p>Esses itens foram baseados nas próprias necessidades do processo estudado e nos modelos de referência citados e explicitados na Tabela 16.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Requerimentos iniciais do consumidor (Responsável em capturar as necessidades do mercado e alguém com formação técnica) 2. Proposta e avaliação do negócio (Grupo A) 3. Definição genérica do produto (Grupo B) 4. Estudo de Análise de Valor do produto (Grupo B ou C) 5. Esboço do Cronograma 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definição das características do produto e definição de testes necessários (Grupo C)-(QFD) 2. Definições do projeto do produto e especificações de testes (Grupo C) (DFMA) 3. Atualização do cronograma e definição do planejamento do projeto 4. Todas as fases são verificadas pelo Grupo B 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projeto do produto 2. Definição do processo de construção do protótipo 3. Manufatura do protótipo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Testes
Grupos que participam em cada fase	A - B - (C)	B - C		
Recursos Tecnológicos	Engenharia Simultânea e VA (Análise de Valor)	Engenharia Simultânea, QFD e DFMA	Engenharia Simultânea	
Grupos	A	Direção da empresa		
Grupos	B	Direção da empresa e Líder do grupo de engenharia – projeto (funcionário 2)		
Grupos	C	Responsável por capturar as necessidades do mercado (funcionário 1), Líder do grupo de engenharia – projeto (funcionário 2), Líder da Engenharia de Processo de Fabricação (funcionário 10) e, quando necessário, o Líder da Fabricação		

Essa sugestão de reconfiguração contou com a participação e aprovação dos dirigentes da empresa e dos funcionários envolvidos no estudo, que seriam diretamente afetados com as transformações.

Uma visão genérica do modelo, representada através de um fluxograma, pode ser vista através da Figura 23 abaixo. Essa figura não explicita os detalhes contidos nas caixas com a descrição das tarefas, entretanto, as Figuras 24 e 25 mostram, em detalhes, a parte que foi o principal foco desse estudo, que se refere à etapa de projeto.

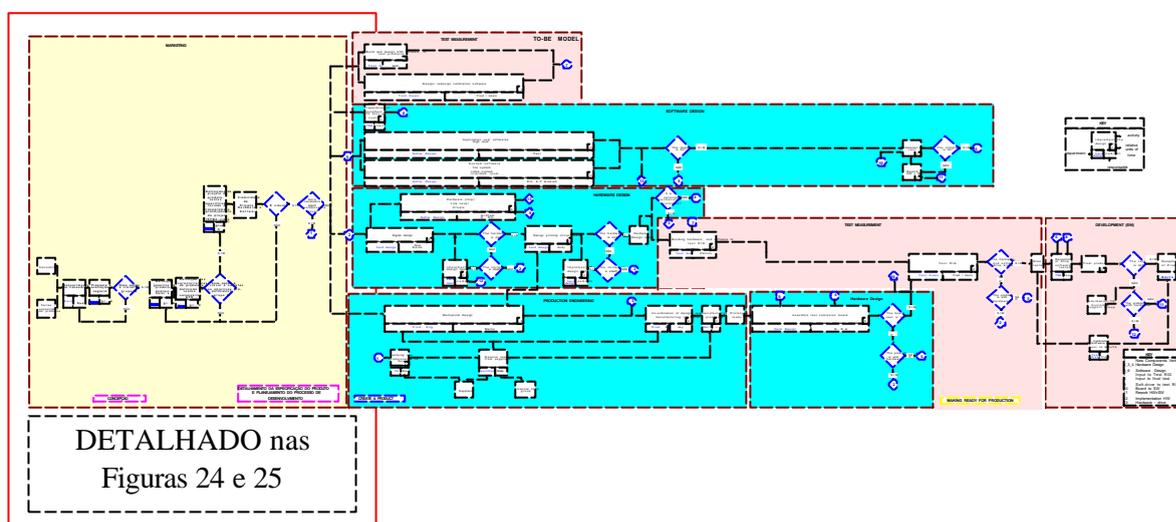


Figura 23: Visão genérica do modelo da empresa investigada, sugerido após as análises (Elaborada pela autora)

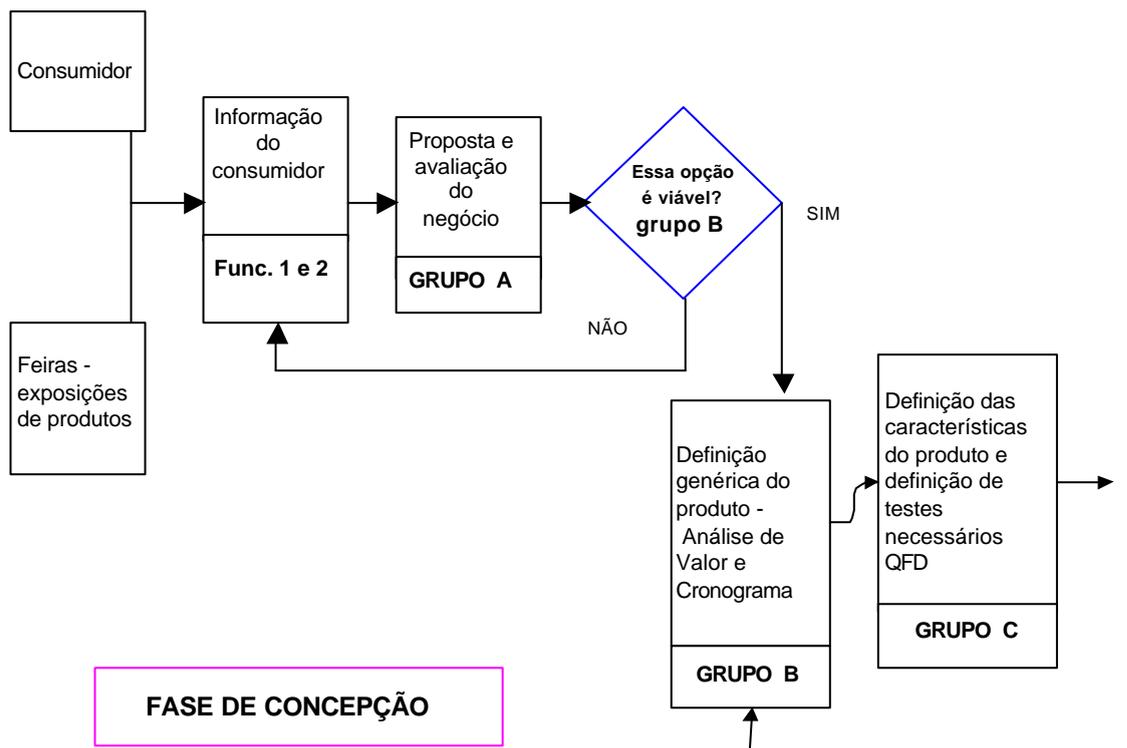
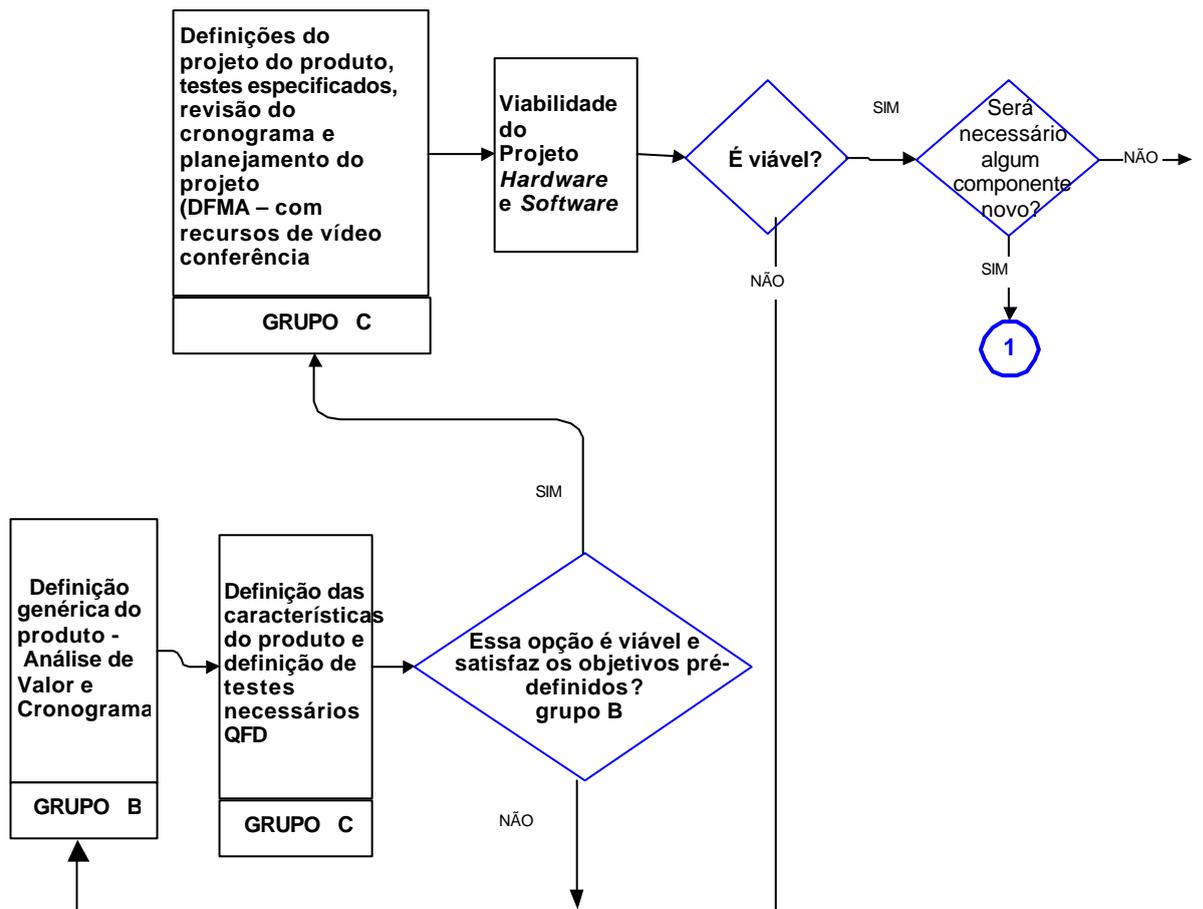


Figura 24: Modelo da empresa investigada, referente a uma parte da etapa de projeto, sugerido após as análises – parte A (Elaborada pela autora)



DETALHAMENTO DA ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO E PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

Figura 25: Modelo da empresa investigada, referente a uma parte da etapa de projeto, sugerido após as análises – parte B (Elaborada pela autora)

Como pode ser observado nas Figuras 24 e 25 acima, a integração do processo foi estruturada no próprio modelo, através de reuniões pré-determinadas com os grupos A, B e C, sendo compostos por funcionários de diversas áreas, de acordo com o tipo de decisão a ser tomada em cada fase.

Se as Figuras 24 e 25 forem comparadas com a Figura 20, será possível notar as implementações que foram feitas nesse processo, devido aos seus problemas de integração inicial e por sua concepção se apresentar deficitária.

Além disso, comparando as Figuras 23 e 19, também é possível constatar o paralelismo de algumas tarefas, formalizado no novo modelo. A Figura 19 mostra que, após a fase de concepção, era iniciado o projeto de *hardware* do produto e a engenharia de processo de fabricação. Já a Figura 23 apresenta uma nova sugestão: após as fases de concepção e especificação do produto, quatro frentes do desenvolvimento iniciariam em paralelo, referentes aos setores de testes e medidas, de projeto de *software*, de projeto de *hardware* e de engenharia de processo de fabricação.

Esse paralelismo foi sugerido após ter sido constatada a independência de algumas tarefas. Ou seja, as tarefas dos setores de projeto de *software* e de testes e medidas dependiam, principalmente, do início do desenvolvimento, não necessitando, portanto, esperar o término das atividades dos grupos de projeto de *hardware* e de engenharia de processo de fabricação para iniciar algumas de suas atividades.

Enfim, com a aprovação do modelo sugerido, em função das principais necessidades da empresa, iniciou-se a elaboração de um guia orientativo, para que as implantações fossem realizadas.

4. Recomendações

Em função das avaliações prévias, o modelo de referência para as transformações e o guia orientativo para as implantações visaram, principalmente:

- Melhorar o nível de comunicação entre os funcionários;
- Reduzir os retrabalhos que ocorriam durante o desenvolvimento dos produtos;
- Melhorar o nível de Pesquisa e Desenvolvimento de novos produtos;
- Melhorar a qualidade da fase de concepção do produto;
- Otimizar a utilização de recursos da empresa;
- Reduzir o tempo de desenvolvimento.

Algumas das transformações sugeridas foram:

- A melhoria do compartilhamento das informações entre os setores de Engenharia do Produto e Engenharia de Processo de Fabricação, através da inclusão do chefe deste setor (funcionário 10) em duas reuniões no início da etapa de projeto;
- As equipes multidisciplinares, através da sugestão de reuniões na fase de concepção do produto, com pessoas de diversas áreas da empresa, indicando quem participaria das mesmas e em que momento elas deveriam acontecer;
- O desenvolvimento simultâneo de algumas tarefas do processo;
- A utilização do método QFD, para que as necessidades dos clientes/mercado fossem transformadas em parâmetros de projeto;
- A utilização do método DFMA, para que a manufatura e a montagem do produto fossem consideradas e simplificadas ainda na etapa de projeto;
- A sugestão de um líder para a coordenar todo o desenvolvimento do produto. (A maior parte dos itens aqui descritos estão representados nas Figuras 24 e 25).

Para preparar a seqüência de implantação dos recursos e das modificações acima citados, verificou-se o nível de contribuição de cada sugestão quanto ao seu potencial para minimizar os problemas previamente identificados no processo, considerando, também, o seu impacto junto aos funcionários no momento da implantação, como treinamentos e recursos envolvidos.

Com essa verificação, as implantações foram planejadas em diferentes etapas, priorizando as de mais simples implantação e que trouxessem maior benefício ao desenvolvimento estudado.

Com a conclusão do guia orientativo para as correções, melhorias e para a introdução de recursos no processo, definiu-se que essas alterações seriam implantadas incrementalmente, através de três projetos sucessivos de novos produtos. Esse guia foi aprovado pela diretoria da empresa e, em seguida, foi colocado em operação.

Com o término do trabalho, conclui-se que o mesmo alcançou os objetivos propostos inicialmente, validando, portanto, a utilização do método proposto para estudos dessa natureza, como será discutido no próximo capítulo.

Porém, alguns dos fatos constatados com a aplicação do método nessa

empresa foi que os funcionários passaram a entender os seus papéis dentro do contexto macro da empresa e os coordenadores e diretores obtiveram, pela primeira vez, a representação geral e detalhada do desenvolvimento de seus produtos.

Os dirigentes da empresa já haviam feito uma tentativa anterior nesse sentido, contratando consultores para melhorar o processo de desenvolvimento. Entretanto, o trabalho não foi realizado em um nível operacional, não atingindo as expectativas da empresa.

Segundo esses dirigentes, após um ano da realização desse estudo, que coincidiu com o término das implantações sugeridas, verificou-se uma redução significativa no número de retrabalhos, reduzindo também, o tempo de desenvolvimento do produto.

Certamente, a redução do tempo de desenvolvimento foi uma consequência de diversas alterações, como: a melhoria do fluxo de informação, da integração do grupo e da fase de concepção, que acabou refletindo na redução de retrabalhos, além do paralelismo entre as tarefas e outros fatores.

Os dirigentes da empresa também relataram ter obtido sucesso quanto à adesão dos funcionários no momento das transformações e quanto aos resultados esperados com a melhoria do desempenho do desenvolvimento de seus produtos.

Outras observações sobre a aplicação desse método nesse campo industrial serão discutidas no próximo capítulo.

CAPÍTULO 7

DISCUSSÕES

SOBRE O

MÉTODO PROPOSTO

7. DISCUSSÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO

O capítulo 7 apresenta, de forma sucinta, as principais características conceituais do método e, posteriormente, apresenta a análise dos resultados obtidos com a aplicação do método proposto em campo industrial.

Algumas observações resultantes da aplicação do método em campo são apresentadas, abordando, principalmente, as repercussões da sua estratégia de ação nos resultados dos trabalhos de análise e junto aos grupos estudados.

Este capítulo também descreve o potencial do método para melhorar um processo de projeto de produtos complexos e as suas limitações em campo.

7.1 Características conceituais predominantes

Conforme foi mostrado no capítulo 5, o método proposto envolveu abordagens da ergonomia e da engenharia clássica, tendo como base, as diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho”.

Dessas abordagens, apenas as mais relevantes serão descritas a seguir, considerando o objetivo da criação do método, que foi o de fornecer uma ferramenta de apoio para aqueles que desejam esclarecer, analisar e melhorar um processo desencadeado por engenheiros ao projetarem um produto industrial complexo.

Começando pelas iniciativas que serviram de orientação para que os **principais fatores em estudos dessa natureza fossem esclarecidos**, apresentamos as duas abordagens sugeridas por Falzon (1999), baseadas na **ergonomia dos sistemas ou das interfaces**, referentes à:

- **Abordagem preventiva**, que visa desenvolver dois tipos de modelo: o modelo representativo das tarefas efetivas dos sujeitos, permitindo antecipar as potenciais dificuldades encontradas no trabalho, e o modelo formal de descrição e definição das interfaces, que visa integrar as etapas mais frágeis do sistema;
- **Abordagem evolutiva**, que atua como ferramenta de avaliação, frente a uma interface existente.

Com o objetivo de captar as interfaces entre os indivíduos no trabalho coletivo, o método se baseou na orientação de Pavard e Decortis (1994), referente à **abordagem etnometodológica**, que apresenta questões relacionadas com a complexidade das situações coletivas de trabalho.

Segundo os autores, a **análise do fluxo de informação e da cooperação** contribui com o entendimento dos mecanismos que o agente utiliza para cooperar e facilita a compreensão de como ocorre a gestão da comunicação, considerando o contexto dos eventos em um ambiente com vários agentes.

Baseando-se nesses pressupostos, **o foco de investigação do método** foi direcionado, principalmente, para o **fluxo de informação** e para a **integração entre os sujeitos**, por repercutirem diretamente no nível de cooperação estabelecido no trabalho.

Considerando os **modelos que focam o aspecto informação e comunicação**, o método se baseou no **modelo de interação** sugerido por Lacoste (1992), descrito no capítulo 4. Ou seja, **o trabalho é analisado visando entender as passagens de um agente para o outro e como a situação se ordena progressivamente**, considerando as múltiplas perspectivas dos agentes envolvidos no processo.

Sendo assim, o estudo está orientado a **revelar o funcionamento da empresa** do ponto de vista das **tarefas efetivas**, considerando algumas diretrizes do **Estudo do Curso da Ação** de Theureau (1992), também descritas no capítulo 4. Ou seja, **a investigação se baseia no que é possível de ser reconstruído, recontado e comentado através dos próprios funcionários**, não se atendo a captar as suas atividades físicas ou cognitivas, mas sim, as suas “reais tarefas”, executadas por eles para que as tarefas que lhes foram prescritas sejam concluídas.

Enfim, essas foram algumas das principais abordagens que deram sustentação ao método proposto. As observações resultantes da sua aplicação em campo industrial estão descritas no próximo item.

7.2 Observações realizadas durante a aplicação do método em campo

Iniciaremos discutindo sobre a “análise da demanda”, cujo delineamento

ocorre, gradativamente, com o desenvolvimento do estudo. Durante a realização dos dois trabalhos, foi possível constatar que **a demanda requisitada inicialmente era, parcialmente, diferente da demanda delineada com o decorrer do estudo.** Conforme o processo foi sendo esclarecido, maior passou a ser a distância entre a demanda inicial e a demanda redefinida.

No caso A, por exemplo, a demanda inicial era devido aos problemas decorrentes do trâmite de documentações entre a empresa estudada e duas de suas parceiras no desenvolvimento, que acabavam atrasando o processo de homologação das modificações dos subsistemas com elas desenvolvidos.

Após as investigações, foi identificado que, das duas empresas parceiras, apenas uma apresentava problemas consideráveis durante o trâmite de documentações. Além disso, constatou-se que uma das principais causas de reprovação das modificações, junto ao órgão homologador local, era uma falha de integração da própria empresa investigada.

Isso vinha ocorrendo em função da falta de visibilidade do processo de desenvolvimento, conduzido por diversas pessoas, situadas em diferentes departamentos e empresas. Além disso, grande parte do fluxo de informação ocorria através de um sistema de informação integrado, o qual não estava de acordo com os trâmites necessários para a conclusão do produto final.

Em relação ao caso B, a demanda inicial era o tempo de desenvolvimento de seus produtos que, por serem compostos por duas partes (*hardware* e *software*), apresentavam atrasos em função de uma das partes.

Segundo os dirigentes da empresa, a parte relativa ao *software* do produto estava apresentando mais retrabalho do que a parte relativa ao *hardware*, gerando assim, atrasos na conclusão do produto final.

Após as investigações, foram identificados problemas decorrentes da falta de integração nas primeiras fases do desenvolvimento e resultantes de uma concepção precária do produto. Portanto, ambas as partes do produto acabavam sofrendo modificações no decorrer do processo, sendo que a parte do *software* de interface produto-usuário era a que mais vinha apresentando problemas no final do processo.

Esses fatos não eram visíveis para os líderes do desenvolvimento do

produto, antes da realização desse trabalho. Aliás, através dos relatos do chefe do setor de Engenharia de Processo de Fabricação foi possível perceber que o mesmo passou anos acreditando que essa falha na transmissão de informações era devido a “diferenças pessoais” entre ele e o chefe de Engenharia do Produto, relativa à parte do *hardware*.

Detectou-se, porém, que esse problema era decorrente da falta de reuniões iniciais com as pessoas certas, realizando algumas tarefas que envolvessem melhores definições do produto e parâmetros para testes, considerando, inclusive, aspectos da manufatura e da montagem do produto.

Outro fator observado durante a realização dos trabalhos foi em relação à **falta de visibilidade da dinâmica operacional dos processos** de desenvolvimento, constatada tanto junto aos coordenadores, como junto aos funcionários que executavam as tarefas de projeto.

Durante a modelagem e validação dos fluxogramas, em ambos os estudos, constatou-se que os entrevistados possuíam apenas a visão de seus clientes e fornecedores internos imediatos.

Essa falta de visibilidade também foi observada junto aos coordenadores e gerentes de área que, apesar de possuírem uma visão mais generalista do desenvolvimento, mostraram desconhecer os detalhes operacionais inerentes às tarefas efetivamente realizadas pelos engenheiros que compunham o processo.

Além disso, constatou-se uma falta de consciência individual e coletiva por parte dos funcionários, quanto às suas contribuições e implicações no desenvolvimento e conclusão do produto final, provavelmente, proveniente dessa falta de visibilidade previamente citada.

Apesar da falta de visibilidade do processo, detectada nas duas empresas estudadas, uma delas, a empresa A, possuía o modelo do seu processo de desenvolvimento. Porém, com o estudo realizado com o método proposto constatou-se que o modelo existente era abstrato, teórico e muitos funcionários desconheciam a sua existência. Analisando a diferença entre o modelo da empresa A e o modelo do mesmo processo, obtido após o estudo, é possível constatar a **distância entre o**

“prescrito” e o “real”, discutida em vários capítulos dessa tese, a qual pode ser observada nas Figuras 11 e 12, apresentadas no capítulo 6 dessa tese.

No caso B, essa comparação não pôde ser realizada porque a empresa não possuía qualquer representação do seu processo de desenvolvimento, portanto, a diferença entre o “prescrito” e o “real” só ficou explícita através do esclarecimento gradual que se obteve do processo, através da sequência de entrevistas.

Por exemplo, enquanto a tarefa prescrita previa que, após a reunião inicial, referenciada nessa tese por “reunião A”, o grupo de Engenharia de Produto deveria iniciar o projeto do *hardware*, para, em seguida, repassar algumas informações para que o grupo de Engenharia de Processo pudesse iniciar o planejamento da fabricação, constatou-se que, na prática, o grupo de Engenharia de Produto retornava várias vezes ao início do processo em busca de mais informações, em função da precariedade da fase de concepção do produto, ou em busca de novos dados, devido às modificações com o projeto já em andamento.

Essa constante busca por mais informações também foi detectada junto ao grupo de Engenharia de Processo, cujo procedimento, certamente, também não estava previsto pela organização. Esses retornos no processo podem ser constatados no modelo apresentado em duas partes através das Figuras 20 e 21.

Com o término dos trabalhos, o método foi reconhecido nas duas empresas como um recurso adequado para esclarecer a realidade operacional dos seus processos, em função dos resultados acima descritos, através dos quais foi possível constatar o nível de desconhecimento da “realidade” vigente nesses processos de desenvolvimento, por parte de seus integrantes.

A obtenção da visibilidade dos processos estudados foi possível em função da colaboração por parte de cada funcionário, o qual contribuiu com a descrição de sua tarefa efetiva. Porém, **constatou-se um certo receio inicial dos engenheiros no momento das entrevistas** realizadas para coletar essa descrição. Inicialmente, eles viam o analista como uma espécie de “auditor”, em busca de erros e do conhecimento de suas estratégias de ação, com o objetivo de repassar essas informações para os líderes do processo, os quais poderiam utilizá-las contra eles no primeiro momento oportuno.

Visando desfazer esse “mal entendido”, antes de iniciar a entrevista, o analista expôs o seu objetivo com esse tipo de trabalho, esclarecendo que, ao contrário de se utilizar as informações coletadas para futuras repreensões e controles durante o trabalho, o estudo visava à compreensão de suas estratégias de ação, com o objetivo de rearranjar o processo de trabalho.

Portanto, foi explicado que o estudo visava “à adaptação do trabalho ao homem” e, não, “à adaptação do homem ao trabalho”, conforme as diretrizes do *taylorismo*. Sendo assim, a coleta da descrição das tarefas efetivamente realizadas por eles iria contribuir para o esclarecimento do trabalho, possibilitando a sua adaptação às reais necessidades do grupo, permitindo-lhes concluir as suas tarefas com mais facilidade, eficácia e qualidade.

Com essa explicação, os funcionários se sentiram mais confiantes para participar e se envolver com o estudo, relatando as suas tarefas e se colocando à disposição do analista.

Apesar da colaboração e do envolvimento dos funcionários no estudo, constatou-se que, **quando eram identificadas algumas falhas no processo** de desenvolvimento, os **funcionários preferiam, inicialmente, colocar a culpa na inabilidade de terceiros** a tentar compreender as causas dessas falhas e, até mesmo, assumirem-se como co-autores do problema. Isso ocorreu, principalmente, no caso B, em que se discutiu, com mais ênfase, os problemas do processo e as suas causas.

Isso acabou sendo resolvido após o funcionário compreender que não se tratava de uma “falha pessoal”, mas sim dos reflexos da falta de visibilidade do processo, que refletia na falta de integração entre as pessoas e setores. Com esse entendimento e com a visibilidade das causas dos problemas, muitas vezes, apontadas por eles mesmos, os funcionários se tornavam os principais aliados das transformações do processo.

Portanto, a estratégia utilizada para conduzir o estudo, de acordo com as diretrizes do método proposto, contribuiu, também, para envolver os funcionários como co-autores da nova situação de trabalho.

Em relação aos formalismos adotados para representar o processo, pode-se dizer que **a representação gráfica através dos modelos contribuiu significativamente para promover a visibilidade da situação de trabalho** junto aos funcionários e fornecer o nível de detalhamento suficiente para as análises. Além disso, esse tipo de representação, com a indicação dos nomes dos funcionários responsáveis pela condução das tarefas, também contribuiu para envolvê-los durante o momento das análises e das modificações do processo.

Entretanto, dos dois modelos utilizados, o fluxograma foi o mais aceito entre os funcionários e líderes do processo, devido à sua simplicidade e forma de explicitação. Afinal, enquanto o IDEFo apresenta o processo de forma genérica e modelado em diversos cartazes, o fluxograma apresenta o fluxo de trabalho em apenas um modelo, através da interligação das tarefas efetivas, incluindo o nome de cada responsável por sua condução, o que facilita a identificação dos envolvidos.

Os funcionários também demonstraram certa dificuldade para modelar parte de seus processos através do IDEFo. Mesmo com a orientação do analista e com a apresentação de um exemplo simples de modelagem, alguns problemas foram verificados quanto à objetividade e à integridade dos modelos, o que também contribuiu com a dificuldade de compreensão durante as análises. Isso acabou sendo compensado com a representação obtida através do fluxograma e das tabelas complementares. Outros comentários a respeito da utilização conjunta dos modelos IDEFo e fluxograma, para o estudo desenvolvido na empresa B, podem ser vistos em Estorilio et al. (2000).

Sobre **a repercussão do novo modelo proposto no trabalho do grupo** pertencente à empresa B, pode-se dizer que uma de suas maiores contribuições foi a criação de novos espaços públicos, para que os funcionários pudessem atuar conjuntamente em momentos-chave do desenvolvimento, somando as suas diferentes perspectivas. Afinal, no novo modelo houve a inclusão de várias tarefas a serem desenvolvidas por diferentes grupos, formados por funcionários representativos de diferentes áreas da empresa, como pode ser visto através da comparação da Figura 20 com as Figuras 24 e 25.

Arendt (1999) conceitua esse tipo de espaço público e discute sobre a sua importância, afirmando que;

“[...] nenhuma atividade pode tornar-se excelente se o mundo não proporciona espaço para o seu exercício. Nem a educação, nem a engenhosidade, nem o talento pode substituir os elementos constitutivos da esfera pública, que fazem dela o local adequado para a excelência humana. [...] A realidade da esfera pública conta com a presença simultânea de inúmeros aspectos e perspectivas nos quais o mundo comum se apresenta e para os quais nenhuma medida ou denominador comum pode jamais ser inventado. Pois, embora o mundo comum seja o terreno comum a todos, os que estão presentes ocupam nele diferentes lugares e o lugar de um não pode coincidir com o de outro, da mesma forma como dois objetos não podem ocupar o mesmo lugar no espaço. Ser visto e ouvido por outros é importante pelo fato de que todos vêem e ouvem de ângulos diferentes” (Arendt, 1999).

Enfim, as observações apresentadas acima foram algumas das resultantes da aplicação do método em campo industrial e que pareceram ter maior importância, em função da proposta do método.

O próximo item apresenta o desempenho do método em campo industrial, avaliado em função dos dois estudos realizados.

7.3 Potencial do método proposto

Antes de se discutir sobre o potencial do método proposto, é importante salientar que o mesmo foi aplicado igualmente nos dois casos, apresentando diferenças pontuais, em função das particularidades e variabilidades de cada caso.

As diferenças ocorridas nos dois casos foi que, apesar dos dois estudos seguirem o roteiro do método proposto, no caso A esse roteiro não foi inteiramente desenvolvido, por motivos previamente comentados no capítulo 6, enquanto no caso B o roteiro foi seguido integralmente.

O que também apresentou variações nos dois casos foi o tipo e a sequência de perguntas adotadas durante as entrevistas. Considerando que esse tipo de estudo é dinâmico e personalizado, as perguntas acabaram sendo adaptadas em função das respostas dos entrevistados e da demanda da empresa, não seguindo integralmente as sugestões explicitadas na Tabela 8.

Outra variação na aplicação do método foi que a empresa B utilizou seminários, em paralelo com as entrevistas, com o objetivo de modelar o processo, também, com o IDEFO, além de utilizar o fluxograma e as tabelas complementares.

Apesar das variações acima descritas, o potencial do método pôde ser avaliado, já que as diretrizes principais do método proposto foram aplicadas em ambos os casos.

Para analisar o potencial do método foram considerados, os resultados obtidos nos dois estudos de campo e as hipóteses citadas no início desse trabalho de pesquisa.

A primeira avaliação refere-se à **capacidade do método para esclarecer o trabalho desencadeado pelos engenheiros ao projetarem um produto**. Como se mostrou com a descrição de ambos os casos, foi possível esclarecer a dinâmica operacional dos processos, a qual foi explicitada através de modelos gráficos e compartilhada junto às pessoas envolvidas com o estudo.

Constatou-se que, com o nível de visibilidade obtido, considerando o que foi possível coletar através do relato dos funcionários, foi **suficiente para compreender o fluxo de trabalho, possibilitando a identificação dos problemas a ele inerentes e algumas de suas causas**, já que um problema, em geral, apresenta inúmeras causas e seria impossível garantir que todas tenham sido identificadas.

A compreensão do fluxo de trabalho e da sua dinâmica operacional **possibilitou, também, identificar algumas falhas quanto à transmissão de informações entre os diversos funcionários envolvidos com a situação de trabalho estudada e detectar os problemas de integração** na(s) fase(s) investigada(s).

Considerando que a visibilidade obtida do trabalho possibilitou a identificação de algumas falhas e das suas respectivas causas, tanto em relação à consistência do processo, como no que se refere ao fluxo de informações, pode-se

dizer que a obtenção desse panorama contribuiu para verificar quais aspectos do processo poderiam ser melhorados, em função dos seus pontos mais deficitários.

Sendo assim, **foi possível sugerir correções para ambos os processos estudados, melhorando a consistência da etapa de projeto do produto, o fluxo de informação e a integração do grupo.**

Além das correções e otimizações do processo, também **foi possível sugerir, em função dos pontos mais deficitários do processo, alguns recursos tecnológicos que pudessem ajudar a minimizá-los.**

Nesse caso, a representação gráfica do processo **serviu de apoio para que esses recursos fossem inseridos**, permitindo, inclusive, planejar uma integração estruturada no novo modelo, indicando, inclusive, em que momento os recursos seriam utilizados e por qual grupo de pessoas.

Considerando todos os pontos citados acima, pode-se afirmar que as diretrizes do método **“Análise Ergonômica do Trabalho”, somadas a outros conceitos da ergonomia, contribuíram significativamente para que a realidade operacional desse tipo de trabalho fosse esclarecida**, o que não seria possível com a utilização restrita das abordagens sugeridas pela engenharia clássica.

Afinal, enquanto as diretrizes da ciência clássica estão orientadas a considerar o objeto fora do seu ambiente complexo, colocando-o em “situações experimentais não complexas”, ignorando, dessa forma, a realidade existente, as diretrizes do método proposto estão orientadas a considerar o objeto em “situação real”, buscando entender, não somente as dimensões passíveis de formalização e quantificação, mas, principalmente, aquelas que comportam a incerteza, a aleatoriedade e a contradição.

Portanto, a mistura dos conceitos advindos da área técnica, somados a outros de origem sociotécnica, permitiram compor um método que se mostrou mais adequado para compreender a complexidade presente nas diversas dimensões de um ambiente de projeto de produtos industriais, as quais compõem a realidade do trabalho.

Apesar das qualidades do método acima descritas, também é importante ressaltar que o mesmo apresenta algumas limitações que serão discutidas no próximo item.

7.4 Limitações do método

Em relação à estratégia de envolver os funcionários no estudo, apesar das vantagens, previamente citadas, também constataram-se algumas restrições.

Durante o procedimento de coleta de dados junto aos funcionários, foi possível perceber que **as pessoas com mais tempo de experiência acabavam ocultando**, com mais frequência que os demais, **certos detalhes referentes à execução de suas tarefas efetivas**.

Segundo Guérin et al. (2001), esse fato pode ter várias explicações. Entre elas, tem a forma como os modos operatórios são elaborados na mente do indivíduo, que para reconstruir a história, recorre a uma combinação de diferentes níveis de organização do pensamento, também utilizados no momento da conclusão da tarefa.

Nesse caso, a forma de organizar o pensamento reflete os traços de toda a formação do indivíduo, da sua experiência, das situações já vivenciadas por ele e das suas ações, previamente realizadas. Esses “saberes” são empregados todos os dias no trabalho, mesmo não sendo formalizados, expressos ou reconhecidos.

Portanto, na prática, nem os próprios funcionários reconhecem totalmente os seus próprios atos. Inclusive, quando os resultados de uma análise do trabalho são apresentados aos funcionários envolvidos é comum ouvir; “eu não me dava conta que fazia tudo isso”.

Outra explicação seria o nível de retenção de detalhes na mente do indivíduo. Nesse caso, o que acaba sendo descrito é o que ainda se encontra retido na memória do sujeito, após a conclusão da sua tarefa. Portanto, é preciso considerar que apenas parte da ação do indivíduo poderá ser captada.

Guérin et al. (2001) abordam esse tema explicando que existem três níveis de memória individual, as quais possuem características distintas quanto à sua volatilidade e quanto ao perfil de informação armazenado. São elas:

1. A memória sensorial, que retém a totalidade das informações extraídas pelos sentidos, por um período muito curto (alguns décimos de segundo);
2. A memória de curto prazo, referente a um volume de informações que pode ser voluntariamente conservado na memória, mas que é bastante limitado. Essa memorização não conserva a totalidade das características da situação, nem a sua forma inicial, pois ela é resultante de uma filtragem e de uma transformação. Além disso, a memória de curto prazo tem baixa capacidade de retenção e é sensível às perturbações exteriores;
3. A memória de longo prazo é a que demonstra ter uma capacidade “ilimitada”. Entretanto, a memorização não se limita a informações verbalizáveis ou visuais; existe uma memória de cheiros, de sensações do corpo e de esquemas de ações mais ou menos complexos.

Analisando esses três níveis de memória individual, pode-se dizer que, provavelmente, um funcionário com mais tempo de experiência tem uma quantidade maior de informações retidas na memória, as quais acabam sendo utilizadas por ele de forma inconsciente no dia-a-dia de trabalho. Nesse caso, o funcionário acaba atuando com um “conhecimento tácito”, que por “não estar explícito”, acaba não sendo lembrado ou considerado no momento da descrição.

Por isso, segundo Pomian, Pradère e Gaillard (1997), quando se utilizam abordagens do tipo declarativas para se estudar o trabalho, como é o caso do método proposto, não é possível ter a certeza de que a representação corresponda “fielmente” às tarefas dos trabalhadores e à “real dinâmica do trabalho”. E isso dificilmente poderá ser totalmente compensado; sempre haverá limitações metodológicas para impedir a obtenção da totalidade das informações sobre o trabalho. Principalmente quando se estudam ambientes onde as atividades cognitivas são predominantes. Em casos como esse, os autores ressaltam as seguintes limitações:

- Como em um processo mental, a cognição não pode ser observada diretamente, a não ser de forma indireta, sob o resultado que ela produz. Quando se visa coletar as tarefas efetivas, isso também acontece, já que esse tipo de tarefa também é considerada uma modalidade de atividade;

- A ligação existente entre o conjunto de conhecimentos mais ou menos sistematizados, adquiridos por uma atividade mental consistente e a ação, não poderia ser completamente teorizada pelo próprio ator, pelos diversos motivos citados acima.

Além dos fatores previamente descritos, também deve ser considerada a resistência inerente a cada indivíduo para retratar as suas “verdadeiras ações”, já que, muitas vezes, estas não estão de acordo com o que lhes é imposto.

Além disso, o fato de o funcionário expor as suas reclamações ou outros detalhes, referentes às particularidades decorrentes do seu trabalho, pode desencadear algum tipo de receio, resultante da sua situação dentro ou fora da empresa, por questões de origem social, econômica, pessoal, política ou outras.

Portanto, é importante ressaltar que, por melhor que seja o método, o acesso às informações sempre será restrito, principalmente, quando a sua principal estratégia de coleta de dados for baseada no relato das tarefas efetivas, através dos próprios funcionários que as executam.

Além das limitações existentes para se capturar a totalidade dos dados, as abordagens declarativas também apresentam restrições durante o procedimento de validação do modelo representativo do processo. Pomian, Pradère e Gaillard (1997) citam algumas dessas limitações:

- Apesar da abordagem privilegiar os elementos significativos da tarefa, segundo a visão do funcionário, deve-se considerar que esses elementos podem não ser os mais relevantes realmente;
- Deve-se considerar que a validação do conhecimento adquirido ocorre através da generalização dos resultados produzidos pelas interpretações individuais. Sendo assim, embora se obtenha uma visão comum, através da auto-confrontação, a verbalização do funcionário acaba focando mais a sua experiência individual, do que a interpretação das ações isoladas e dos eventos ou o fluxo de informações;
- Deve-se relevar que o compartilhamento das idéias e das discussões em grupo também contém os elementos de validação intrínsecos, ou seja, que privilegiam os elementos significativos segundo a visão de cada indivíduo.

As limitações acima descritas devem-se, principalmente, ao fato de o método proposto apresentar um foco de análise diferente da abordagem que lhe deu origem. Apesar da construção do método ter se baseado nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho”, ele não está orientado a revelar o funcionamento da empresa do ponto de vista da atividade de trabalho.

A “análise da atividade” foi trocada pela “análise da tarefa efetiva”, em função da finalidade que o método deveria cumprir. Considerando que o mesmo foi concebido para esclarecer as passagens de um agente para o outro e delinear a progressão temporal da rede de tarefas “realmente desenvolvidas” pelo grupo, focar as atividades individuais ou coletivas, físicas ou cognitivas, não abrangeria essa dimensão do processo de trabalho.

Portanto, apesar da “análise da atividade” ter um potencial maior para esclarecer o “lado oculto das declarações”, ela não teria o potencial de explicitar alguns aspectos relevantes em uma situação de trabalho coletiva e multidisciplinar, como o fluxo de informação e a integração do grupo, por exemplo, cujos esclarecimentos são fundamentais quando se busca a melhoria de desempenho em ambientes de projeto de produtos industriais.

Além das limitações previamente citadas, relacionadas com o fato de o método apresentar uma abordagem declarativa, voltada para a análise da tarefa efetiva, existe **outra mais específica ao analista**, quando ele utiliza o método para estudar o trabalho.

Em ambos os casos, constatou-se que a aplicação do método acaba sendo mais eficaz quando o mesmo é utilizado por um analista que domina a linguagem do trabalho que está sendo investigado e que conhece o tipo de situação que está sendo estudada.

Isso se refere ao fato de o analista ter o domínio da linguagem específica do trabalho estudado e das suas particularidades, já que essas são relatadas por aqueles que trabalham nesse ambiente, os quais, em geral, não consideram a necessidade de ficar traduzindo o significado de seus relatos, já que o analista deve estar preparado para esse tipo de entendimento.

Isso não significa que o analista não possa ter dúvidas e que não possa resolvê-las durante as entrevistas. Porém, o seu nível de compreensão durante os relatos acaba variando em função do seu nível de conhecimento sobre o tipo de trabalho estudado.

Portanto, caso o analista não possua muita familiaridade com a situação estudada, uma forma de compensar essa limitação seria realizar a coleta de dados com mais de um analista. Sendo assim, no mínimo dois analistas realizariam uma entrevista e todos os analistas presentes anotariam as informações relatadas e tirariam as suas dúvidas junto ao entrevistado. No final de cada entrevista, todos os dados coletados seriam compilados em apenas um documento, em acordo com todos os analistas presentes.

Enfim, como pôde ser constatado, o método apresenta algumas limitações, em função da sua estratégia de condução que, se por um lado contribui para explicitar a “realidade do trabalho”, por outro, limita a obtenção da totalidade dos dados.

Apesar dessa constatação, pode-se dizer que com a utilização do método é possível captar o que é necessário e suficiente para que o trabalho dos engenheiros que projetam produtos industriais complexos seja analisado e para que as suas deficiências e respectivas causas sejam identificadas, possibilitando assim, a melhoria do seu desempenho.

Outras conclusões obtidas no decorrer e no término desse trabalho estão descritas no próximo capítulo.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÕES

E

SUGESTÕES

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse capítulo são apresentadas as conclusões finais deste trabalho, considerando as hipóteses iniciais e os resultados obtidos. Posteriormente, algumas questões para trabalhos futuros são propostas, baseadas no conteúdo desta pesquisa.

8.1 Conclusões

Para discutir os resultados finais desta tese, convém retomar a questão geral, exposta inicialmente no capítulo 1:

“Como o método “Análise Ergonômica do Trabalho” e outros conceitos da ergonomia podem contribuir com as abordagens clássicas, visando compor um método que seja útil para esclarecer a dinâmica do trabalho de projetar produtos, objetivando melhorar o desempenho desse tipo de processo?”

Através da revisão apresentada nesta tese, foi possível concluir que a “melhoria de desempenho” do desenvolvimento de produtos industriais está relacionada com a otimização de alguns fatores que permeiam o desenvolvimento. Esses fatores referem-se à integração, ao fluxo de informação e à cooperação, principalmente, na etapa de projeto.

A relação existente entre esses três aspectos é que; uma adequada troca de informação entre os engenheiros é o que formaliza a integração do grupo de trabalho, operacionalizando a cooperação entre os seus membros.

A relação da melhoria de desempenho de um processo de desenvolvimento com os aspectos acima citados é explicitada através de vários estudos no campo da engenharia, que corroboram com a relação existente entre a integração deficitária na etapa de projeto e o excesso de retrabalhos no decorrer do desenvolvimento de produtos industriais.

Os retrabalhos e modificações que acontecem ao longo do desenvolvimento acabam afetando os principais elementos da competitividade industrial, referentes ao tempo de entrega do produto, ao custo e à qualidade. Este

último acaba sendo afetado indiretamente, pois considerando que o tempo de entrega é uma das variáveis mais importantes a ser mantida pela empresa e que os retrabalhos acabam absorvendo parte do tempo de outras tarefas do desenvolvimento, essas tarefas acabam sofrendo pressões relacionadas ao prazo, podendo comprometer a qualidade do desenvolvimento e, conseqüentemente, do produto final.

Considerando a contextualização acima descrita, que reflete as discussões atuais sobre o tema “desenvolvimento de produtos”, conclui-se que, para melhorar o seu desempenho é preciso encontrar meios para rever, principalmente, os aspectos: integração e fluxo de informação, estabelecidos nas primeiras fases do desenvolvimento de produtos.

Como foi exposto nesta tese, várias abordagens e iniciativas foram sugeridas na área técnica para acompanhar as demandas da competitividade de cada época, com o objetivo de melhorar o desempenho dos processos produtivos.

Entretanto, também foi possível constatar que grande parte dessas abordagens ainda se encontram vinculadas ao pensamento racionalista e simplificante, que promove melhorias pontuais e esclarecimentos abstratos e teóricos do trabalho, desconsiderando a complexidade a ele inerente, repleta de variabilidades e limitações.

Considerando que a integração se operacionaliza no “trabalho real” e não no “trabalho teórico”, um método é sugerido nesta tese, enfatizando o lado sociotécnico do trabalho de projetar produtos, com o objetivo de captar as “verdadeiras interfaces” estabelecidas no decorrer do desenvolvimento.

O método sugerido é fundamentado nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho” e é implementado com as várias contribuições metodológicas descritas nos capítulos 3 e 4 dessa tese, provenientes da engenharia clássica e da ergonomia construtivista.

O objetivo da criação do método foi o de fornecer uma ferramenta de apoio para aqueles que desejam estudar os ambientes de projeto de produtos industriais complexos, visando compreender, principalmente, o fluxo de comunicação e a integração que se estabelecem nesse tipo de processo.

De acordo com as diretrizes do método proposto, a coleta de dados ocorre através de entrevistas com coordenadores e engenheiros pertencentes a esse ambiente, que relatam a sua visão a respeito do trabalho.

Enquanto os coordenadores descrevem o fluxo geral do desenvolvimento das tarefas, os engenheiros descrevem as suas próprias tarefas, referindo-se àquelas que são efetivamente realizadas para concluir a tarefa prescrita pela organização. Além disso, os engenheiros ressaltam as tarefas, pessoas e setores com os quais mantêm algum tipo de relação, relatando a “real dinâmica” que se estabelece entre eles.

O modelo representativo do trabalho, obtido com a união dos vários relatos, contribui com o esclarecimento do fluxo de desenvolvimento das tarefas efetivamente realizadas na etapa estudada, explicitando, também, as suas interações, o fluxo de informação e os responsáveis por sua execução.

Testando esse método em duas empresas desenvolvedoras de produtos industriais complexos foi possível:

- Identificar as falhas existentes na etapa estudada e correlacioná-las com algumas de suas causas;
- Melhorar o fluxo de informação;
- Estabelecer uma integração estruturada, indicando em que momento do processo um determinado problema deveria ser discutido e quais pessoas deveriam estar envolvidas nessa discussão;
- Identificar problemas relacionados à consistência da etapa de projeto do produto, quanto às tarefas necessárias para desenvolver e entregar um produto de acordo com as necessidades do cliente;
- Gerar a base para a escolha e implantação de recursos tecnológicos de apoio à etapa de projeto, como a Engenharia Simultânea, os métodos QFD e DFMA e outros recursos usados para minimizar as falhas encontradas no processo e para melhorar o desempenho da etapa de projeto.

Apesar das contribuições obtidas com os resultados da aplicação do método em campo industrial, também foram identificadas algumas de suas

limitações, sendo elas, basicamente, de origem metodológica, as quais são discutidas abaixo.

Apesar de o método estar baseado nas diretrizes da “Análise Ergonômica do Trabalho”, ele não está orientado a revelar o funcionamento da empresa do ponto de vista da atividade de trabalho, mas sim, do ponto de vista da tarefa efetiva.

Sendo assim, o estudo atinge um patamar mais superficial, não se atendo a explicitar como o indivíduo processa a informação para executar determinada tarefa ou os seus movimentos durante o trabalho. O estudo visa explicitar as estratégias de ação dos funcionários, utilizadas por eles durante o processo de desenvolvimento para conduzir e concluir as tarefas que lhes foram prescritas.

Como essas estratégias são relatadas pelos próprios funcionários, é preciso considerar que as pessoas podem acabar “ocultando” parte da “realidade do seu trabalho”, pelos motivos previamente discutidos no capítulo 7.

Por outro lado, também existem as limitações do analista que, ao coletar os dados através dos relatos, pode não compreender integralmente as informações que lhe estão sendo repassadas. Afinal, considerando que o analista não pertence ao ambiente estudado e, portanto, nem sempre tem o domínio total da linguagem utilizada pelos funcionários e das particularidades de suas tarefas, a compreensão dos relatos pode não ser exatamente compatível ao que lhe foi transmitido, podendo comprometer mais ou menos a veracidade das informações transmitidas.

Apesar dessas limitações, pode-se dizer que o nível de esclarecimento obtido a respeito do trabalho dos engenheiros, com a utilização do método proposto, é suficiente para compreender a dinâmica operacional do processo e, principalmente, para esclarecer como se estabelece a integração e o fluxo de informação no grupo de trabalho.

Esse esclarecimento, somado à consideração das variabilidades e limitações existentes nesse tipo de situação de trabalho e que compõe a complexidade dos ambientes de engenharia, tornam possível a análise do processo de trabalho e, conseqüentemente, a obtenção de um diagnóstico que explicita os seus problemas e falhas, assim como algumas de suas respectivas causas.

Com esses resultados é possível concluir o estudo, sugerindo correções e melhorias, as quais, de acordo com o método, são formalizadas através de um

modelo que explicita a nova configuração do trabalho. É importante ressaltar que para a construção do novo modelo são consideradas as possibilidades e interesses da empresa e as possibilidades e limitações dos funcionários.

Sendo assim, pode-se afirmar que as diretrizes do método “Análise Ergonômica do Trabalho”, somadas a outros conceitos da ergonomia, contribuíram para melhorar as abordagens sugeridas pela engenharia clássica, possibilitando a construção de um método que se aproxima mais da “realidade” do processo de projetar produtos.

Ou seja, com a aplicação do método em campo é possível esclarecer a rede de tarefas efetivamente realizadas durante o projeto de um produto, considerando a complexidade desse tipo de situação, o que viabiliza a sua correção, otimização e melhoria, em comum acordo com aqueles que compõe o processo.

O método, portanto, é útil para melhorar o desempenho da etapa de projeto de produtos industriais, o que tende a repercutir, também, no desenvolvimento do produto em geral, no produto final e na sua colocação no mercado.

8.2 Propostas para trabalhos futuros

A aplicação do método no campo B, descrita no capítulo 6, envolveu a investigação do trabalho dos engenheiros de projeto, incluindo análise, diagnóstico e sugestões para melhorias, resultando em um novo rearranjo do trabalho.

Após a implantação das sugestões, baseando-se no novo modelo proposto, foi possível constatar algumas melhorias no processo, porém, não foi possível quantificar os ganhos em relação ao processo anterior, devido à falta de métricas de desempenho, identificadas e estabelecidas antes do início do estudo.

Considerando que o tema “métricas de desempenho” ainda vem demandando evoluções conceituais, como foi mostrado no capítulo 3, e que foi constatada a necessidade de sua definição e aplicação no trabalho acima descrito, seria interessante alguma investigação nessa área, associada à aplicação do método em campo industrial.

A realização desse procedimento em um ou vários campos industriais poderia esclarecer quais são as reais contribuições do método e quais são os seus pontos deficitários, podendo indicar, então, novos caminhos para melhorar esta abordagem.

Além da utilização das “métricas de desempenho”, outra sugestão seria aplicar o método em campo, ampliando o seu foco de análise, também, para o nível da atividade, conforme as diretrizes que lhe deram origem.

O objetivo seria o de verificar a possibilidade de “reduzir o lado oculto dos relatos dos funcionários”, melhorando, assim, o nível de veracidade das informações coletadas e, conseqüentemente, do modelo representativo do trabalho, devendo, assim, refletir na qualidade das análises e do diagnóstico final.

Por último, gostaria de chamar a atenção para um tema que, apesar de não ter sido discutido neste trabalho de pesquisa, apareceu interfaceando-o em algumas referências bibliográficas: a questão da interface entre um processo de desenvolvimento de produto e os seus respectivos fornecedores.

Para discutir essa questão, convém citar algumas tendências apontadas para a “Gestão da Cadeia de Fornecedores”, segundo a visão de alguns autores de referência na área como; Christopher (1998) e Harrison e Van Hoek (2002).

“Os futuros Gestores da Cadeia de Fornecedores para as empresas industriais devem estar preparados para integrar a rede de fornecimento ao processo de desenvolvimento do produto de tal forma que seja possível entregar um produto, adaptado ao pedido do cliente, até os últimos momentos da linha de produção.”

Isso indica que o cliente poderá formalizar o pedido do seu produto, incluindo a escolha de opcionais e alterações de algumas características do produto, com o mesmo já em desenvolvimento. Para que essa configuração do processo seja viável, será fundamental a devida sincronização dos fornecedores com o processo de desenvolvimento.

A outra tendência é a seguinte, citada por Harrison e Van Hoek (2002):

“As empresas produtoras de produtos semelhantes devem buscar a obtenção de alguns fornecedores comuns, para que certos componentes padrões sejam entregues em um mesmo período, aproveitando o mesmo frete.”

Nesse caso, não só os fornecedores deverão estar sincronizados com o processo, mas os vários processos deverão estar, de certa forma, integrados, cujas interfaces deverão ser gerenciadas, provavelmente, por um administrador externo, ou seja, pelo “Gestor da Cadeia de Fornecedores”.

Considerando as duas tendências acima citadas, seria interessante verificar se o método proposto nesta tese não poderia ser útil para modelar os vários processos de desenvolvimento, ressaltando, principalmente, os pontos de interface; “processo – cliente” e “processo – fornecedor”. Dessa forma o modelo poderia servir como uma ferramenta de apoio para que o “Gestor da Cadeia de Fornecedores” pudesse gerenciar a rede de fornecimento comum a várias empresas, com mais visibilidade da situação.

Esse modelo poderia explicitar os principais pontos de interface dos vários processos e a sincronização destes em função do período de fornecimento e do tipo de componente ou matéria-prima a ser enviada, viabilizando, de maneira estruturada, essa nova tendência.

ANEXOS

ANEXO A – MÉTODOS DA ANÁLISE FUNCIONAL

Métodos Lineares da Análise Funcional

1. Árvore Funcional

Destina-se à **análise das funções técnicas de um produto** ou de um sistema mecânico, objetivando verificar os possíveis modos de falha. Um exemplo de sua aplicação pode ser visto na Figura 26 abaixo.

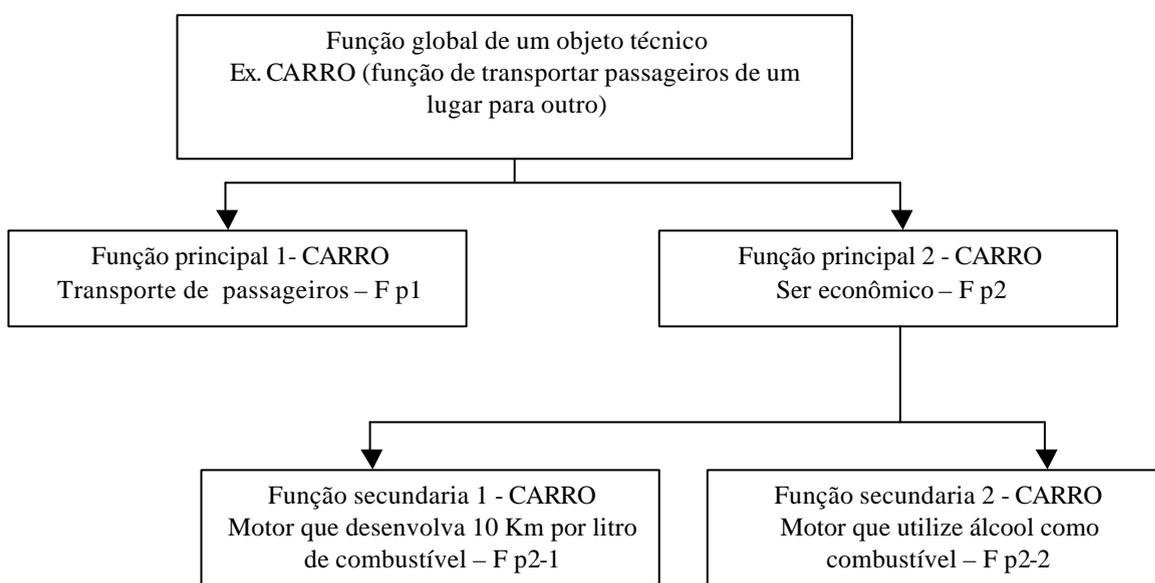


Figura 26: Exemplo de aplicação de árvore funcional (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

2. Análise dos Modos de Falhas, Deficiências, seus Efeitos e Criticidade

São métodos indutivos e preventivos, que **visam examinar as fragilidades funcionais de um produto durante a sua concepção**. Para cada deficiência em potencial de uma determinada função, são transcritos para uma tabela as suas possíveis causas e efeitos sobre outros componentes ou sobre o sistema. Um exemplo de sua aplicação pode ser visto na Tabela 20 abaixo.

Tabela 20: Exemplo de aplicação da Análise dos Modos de Falhas, Deficiências, seus Efeitos e Criticidade (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

Procedimento – Análise de Falhas Ref. ao produto: Montagem:.....		Previsão para o lançamento do produto:		Responsável pela elaboração deste quadro:.....	
n° de peças	Procedimento de operação	Potenciais falhas e deficiências	Possíveis causas do defeito	Formas de controle	Criticidade
.....

3. Análise Sequencial dos Elementos Funcionais

Tem como objetivo **verificar os elementos funcionais do processo através da sua decomposição** em fases, conjunto de fases, seqüências de tarefas e conjunto de operações. Centrado na tarefa teórica, visa fazer uma adaptação do homem com o trabalho. Em função do produto a ser concebido e dos elementos que o compõem, as fases e tarefas são planejadas, objetivando distribuir os engenheiros de maneira adequada no processo responsável por desenvolver o produto. Entretanto, esse método não considera a compreensão das lógicas da ação individual, nem a variabilidade operativa. Um exemplo de sua aplicação pode ser visto na Figura 27 abaixo, que mostra o procedimento para a retirada de um objeto X da frente de outros componentes.

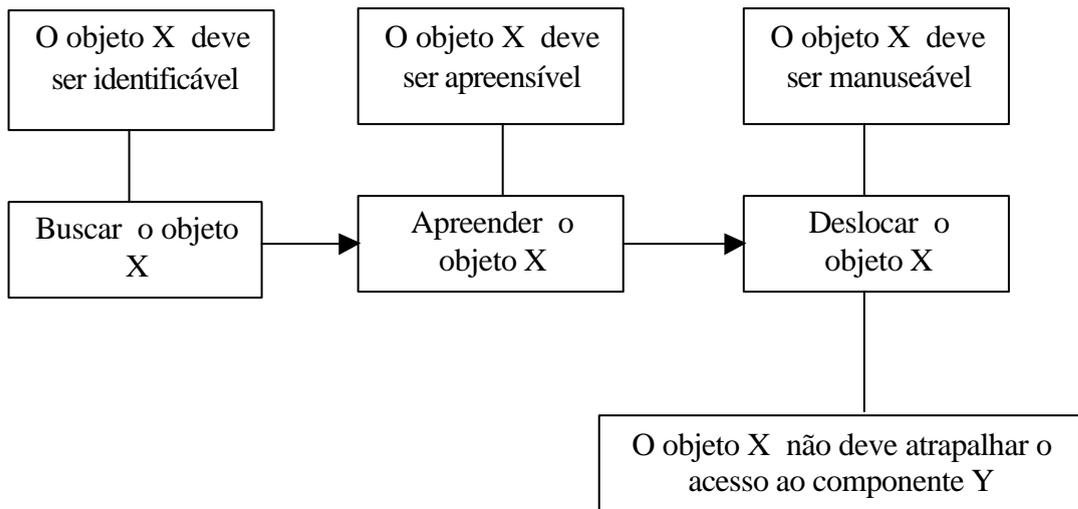


Figura 27: Exemplo de aplicação da Análise Sequencial dos Elementos Funcionais
(Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

4. Gráfico dos inter-atores

Decompõe as necessidades dos usuários em funções principais e limitações, buscando o atendimento destas necessidades. As funções são definidas por interações entre o produto e elementos do meio exterior de diversas naturezas. Através desse estudo, espera-se que sejam identificados alguns critérios para hierarquizar as funções e as suas respectivas relevâncias. Ver um exemplo genérico de aplicação na Figura 28 abaixo.

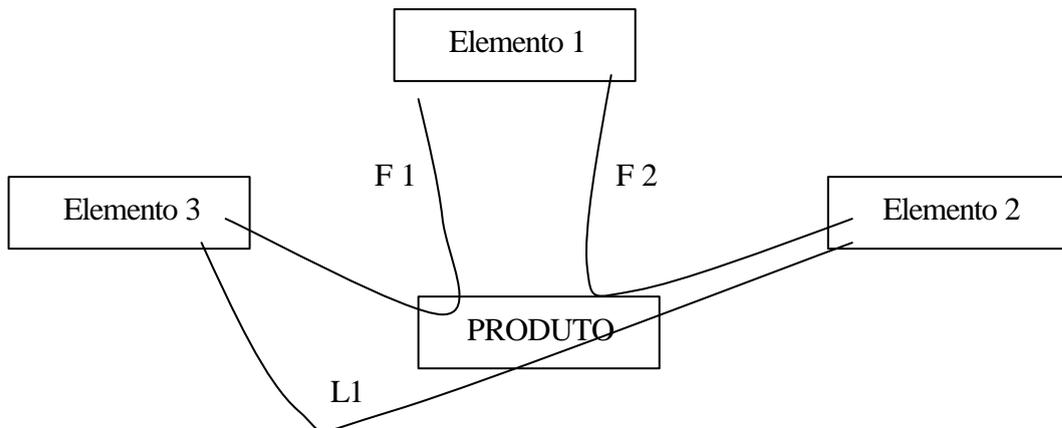


Figura 28: Exemplo de aplicação do Gráfico dos inter-atores (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

5. Diagrama FAST (Functional Analysis System Technique)

Visa **ordenar as funções principais, secundárias e técnicas**, definindo os limites do espaço de resolução de problemas. Permite verificar soluções alternativas para corrigir um sistema ou um produto existente ou para conceber um novo sistema ou um produto. A Figura 29 apresenta um exemplo de aplicação desse diagrama para ordenar as funções a serem realizadas quando se deseja fazer uma análise do trabalho.

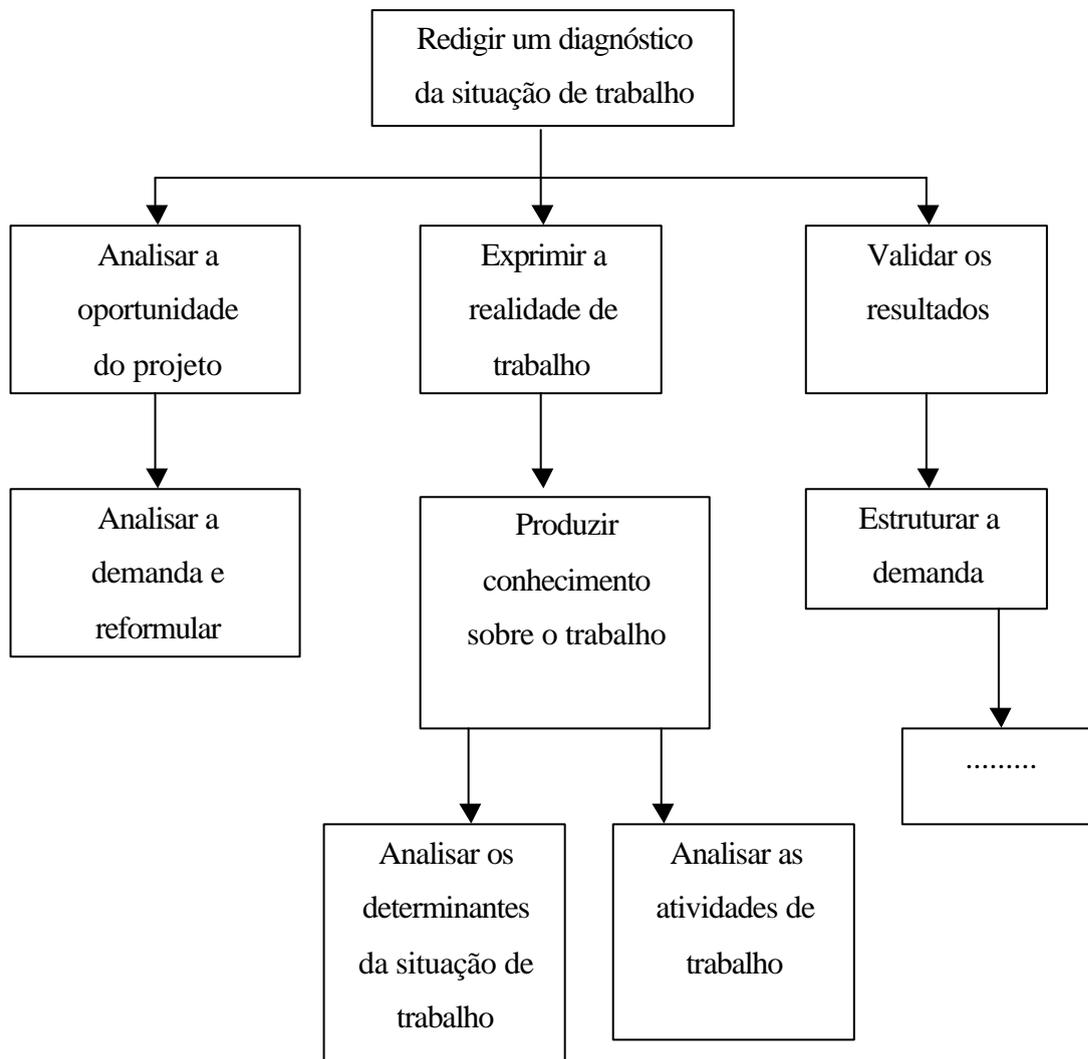


Figura 29: Exemplo de aplicação do Diagrama FAST (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

6. Gráfico de Influência

Visa **esquematizar o funcionamento de um sistema** existente à concepção de um novo. O princípio consiste em relacionar variáveis complexas e simples, em uma matriz, identificando as interações causais entre elas. Um exemplo desse tipo de matriz pode ser visto na Figura 30 abaixo.

Variáveis	V1	V2	V3	Vn
V1		x	x	
V2			x	x
V3		x		
Vn	x		x	

Figura 30: Exemplo de aplicação do Gráfico de Influência (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

7. Árvore de Falhas

É um método dedutivo que parte de um evento e procura a origem do “problema real ou em potencial”. O princípio consiste na representação gráfica de combinações de eventos que conduzem à ocorrência de um evento único, de maneira que apresente uma ramificação com formato semelhante ao de uma árvore. Um exemplo de sua aplicação pode ser visto na Figura 31.

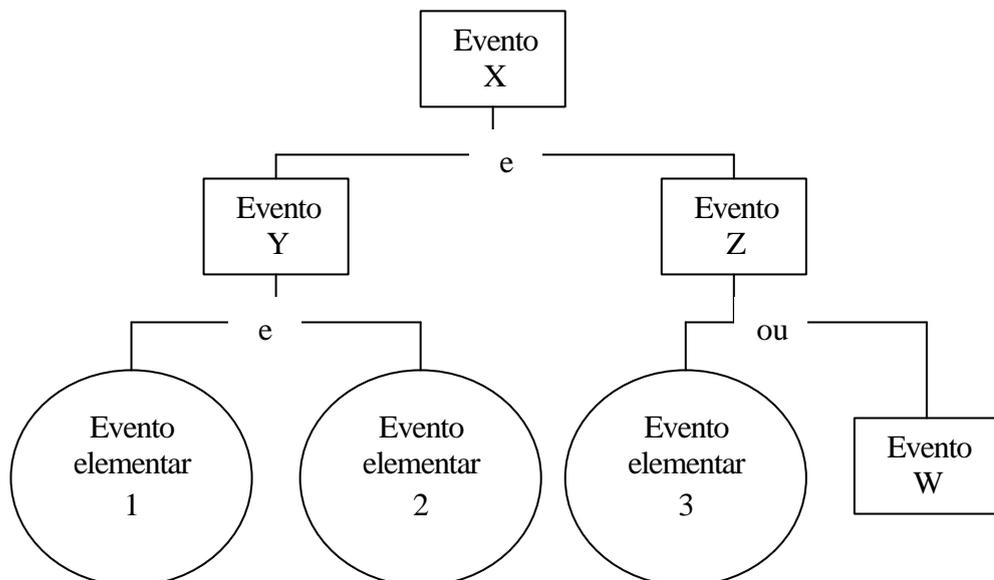


Figura 31: Exemplo de aplicação da Árvore de Falhas (Pomian, Pradère e Gaillard, 1997 – Adaptação)

ANEXO B - FERRAMENTAS DE ANÁLISE DA QUALIDADE

Sete primeiras ferramentas, pertencentes ao trajeto curativo

1. Relatórios de dados

Eles geram relatórios de erros, faltas, localização e suas causas, número de controles e/ou testes, representando-os sob várias formas, como por exemplo, relatórios, diagramas e outros. Ver Figura 32.

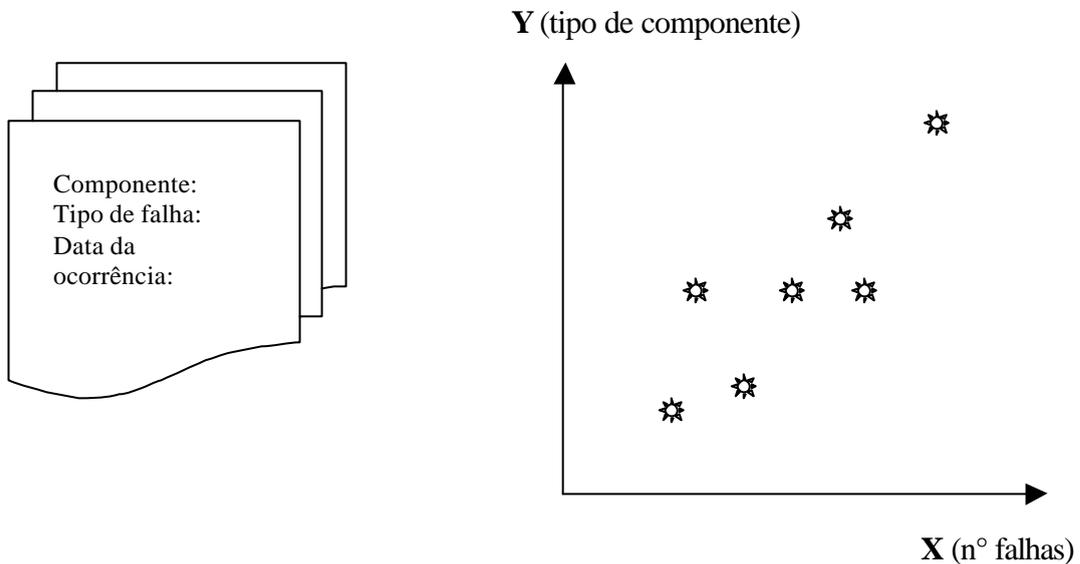


Figura 32: Exemplo de aplicação dos relatórios de dados (Elaborada pela autora)

2. Gráficos

Apresentam análises estatísticas de dados em termos de flutuação, decomposição, inter-relação ou comparação e são usados em todas as fases de resolução de problemas. Um exemplo desse tipo de gráfico pode ser visto na Figura 33 abaixo.

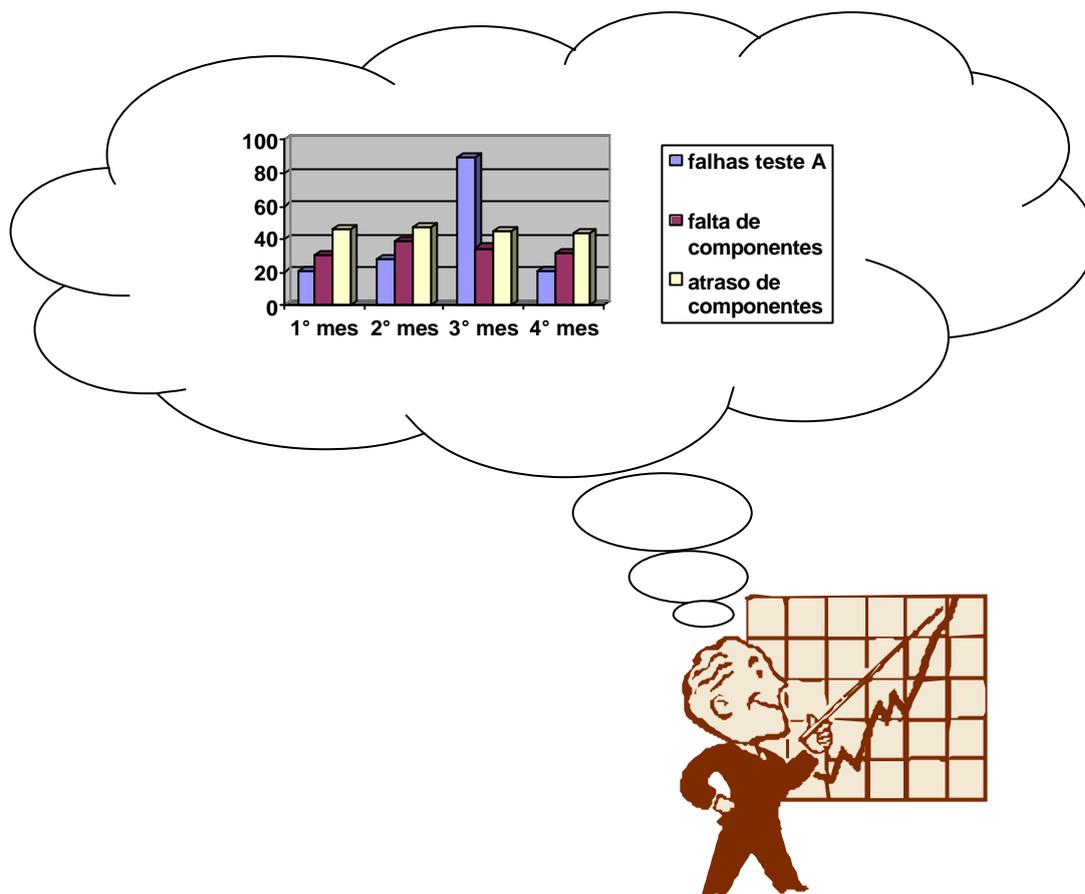


Figura 33: Exemplo de aplicação dos gráficos (Elaborada pela autora)

3. Histograma

O histograma é um gráfico de barras que dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma de distribuição de um conjunto de dados. Além disso, mostra a localização do valor central e da dispersão dos dados em torno deste valor central. A comparação dos valores fornecidos pelos histogramas, com os limites das especificações, permite avaliar se um processo precisa de alguma ação para reduzir determinada variabilidade (Werkema, 1995). Um exemplo prático é apresentado na Figura 34 abaixo.

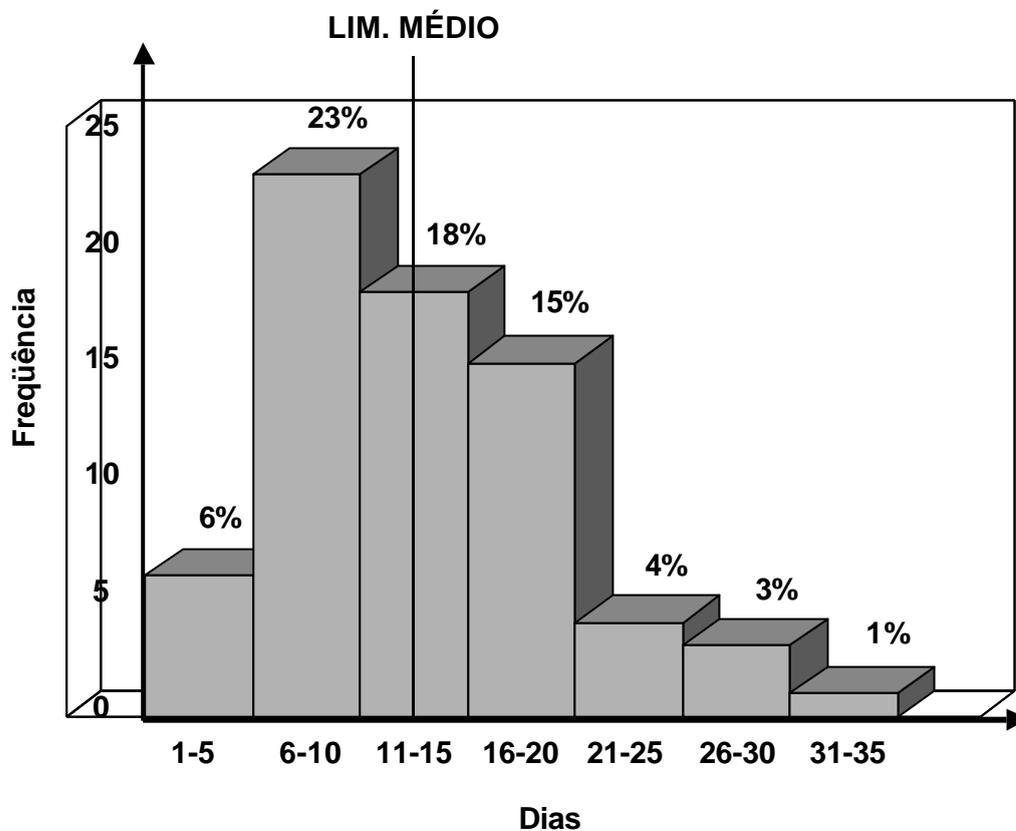


Figura 34: Exemplo de aplicação de um histograma, mostrando o tempo médio de espera para o recebimento da matéria-prima para a fabricação de um produto (Manual do Programa de Gestão da qualidade do HC da USP (informação pessoal))

No exemplo acima, observa-se que os dados estão concentrados em torno da especificação média exigida, com valor igual a 12,87 e tem tendência à inclinação positiva, o que significa que a maior concentração dos dados está nos valores menores.

4. Cartões ou gráficos de controle

São ferramentas que dispõem os dados de modo a permitir a visualização do estado de controle estatístico do processo e o monitoramento da locação da dispersão de itens de controle da fabricação (Werkema, 1995). Ver Figura 35.

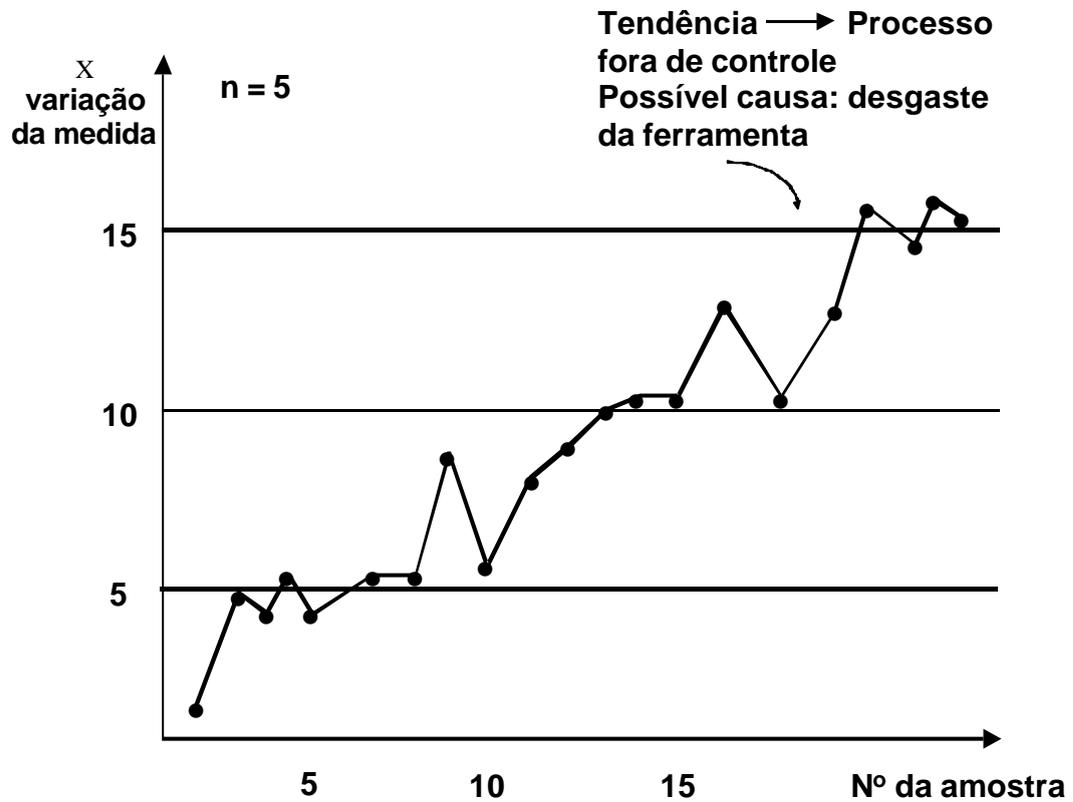


Figura 35: Exemplo prático mostrando a aplicação dos cartões de controle (Werkema, 1995)

5. Análise de Pareto

A análise de Pareto consiste em apresentar a informação de uma forma que a priorização de temas fique evidente e visível, através da utilização de gráficos de barras verticais. A informação apresentada pelo gráfico também contribui com o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas (Werkema, 1995). A Tabela 21 e a Figura 36 apresentam um exemplo prático da análise de Pareto.

Tabela 21: Número de reclamações recebidas sobre um determinado produto e suas principais causas (Produto: Caneta esferográfica) (Manual do Programa de Gestão da qualidade do HC da USP (informação pessoal))

	F	%	F. AC.	% AC.
A tinta falha	26	39	26	39
A tampa quebra	18	27	44	66
Baixa durabilidade	10	15	54	81
Poucas opções de cores	8	12	62	93
Outros	5	7	67	100
TOTAL	67	100		

Frequência (F): número de vezes que um evento acontece

Frequência acumulada (F. AC.): somatória das frequências

Porcentagem acumulada (% AC.): somatória das porcentagens

Porcentagem (%): calcula-se da seguinte maneira:

$$\frac{\text{Frequência (F)}}{\text{Total (F total)}} = \text{resultado} \times 100 \longrightarrow \text{valor } \%$$

Ex. $\frac{26}{67} = 0,39 \times 100 = 39 \%$

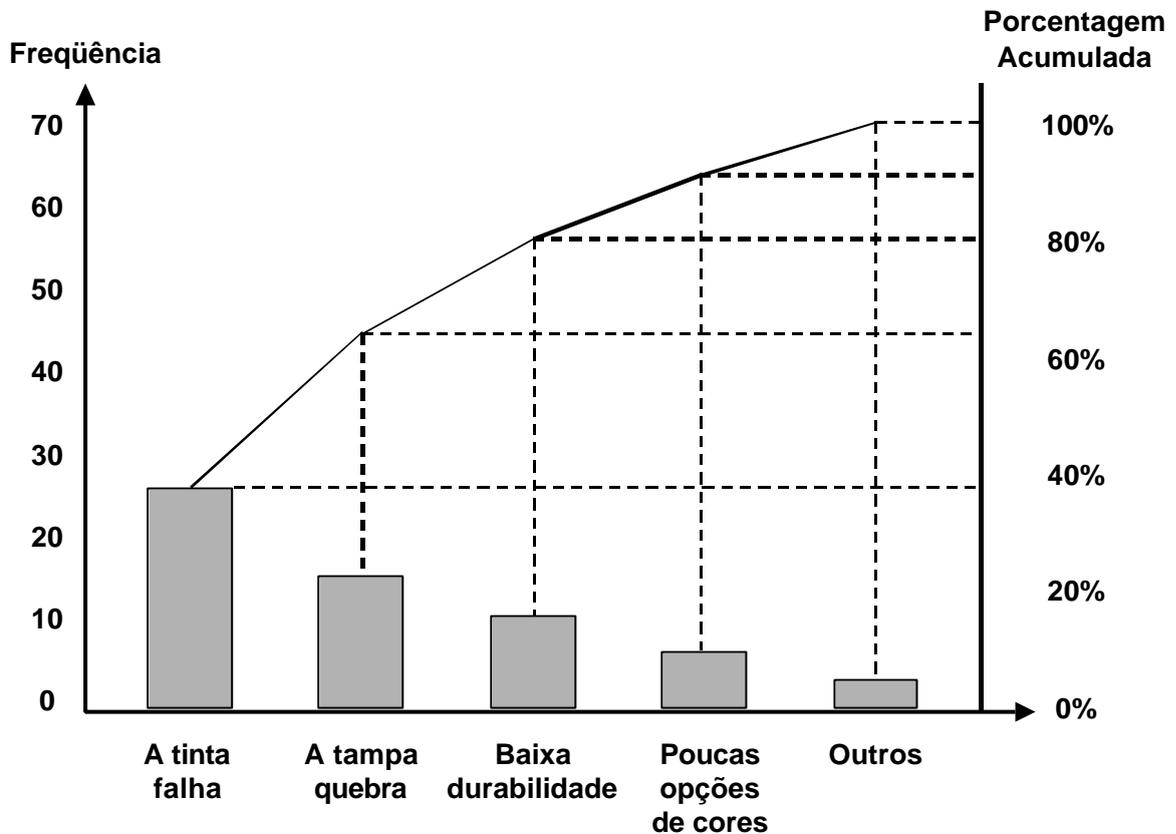


Figura 36: Exemplo prático da análise de Pareto, mostrando o número de reclamações recebidas sobre um determinado produto e suas principais causas (Manual do Programa de Gestão da qualidade do HC da USP (informação pessoal))

6. Método de causa e efeito ou diagrama de *Ishikawa*

Esse método consiste na utilização de um diagrama que mostra a relação entre uma característica (*efeito*) e os fatores que a influenciam (*causas*). O objetivo é identificar, explorar, ressaltar e mapear alguns dos fatores que parecem influenciar no desencadeamento de um problema.

A vantagem da sua utilização é que o diagrama separa as causas dos efeitos, identifica as várias causas de um mesmo efeito e permite a visualização destas causas.

A construção desse diagrama consiste em uma grande seta que indica o problema à direita, com ramos em formato de espinha de peixe que representam as

principais causas potenciais (Manual do Programa de Gestão da qualidade do HC da USP (informação pessoal)). Ver Figura 37.

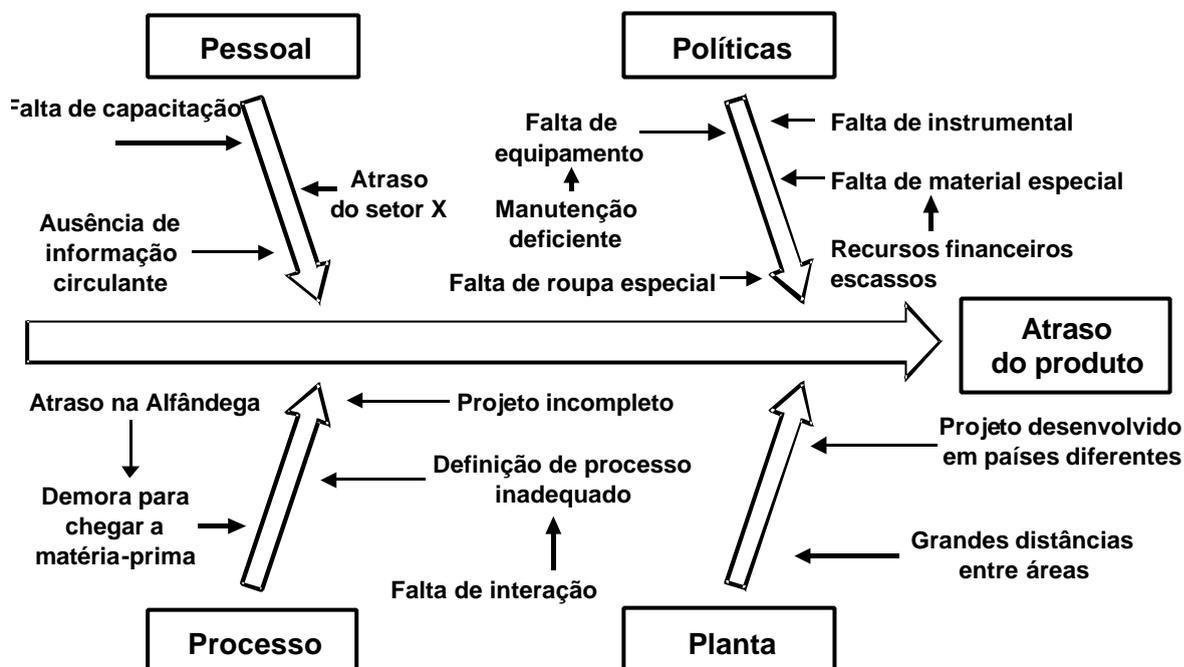


Figura 37: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de causa e efeito (Manual do Programa de Gestão da qualidade do HC da USP (informação pessoal))

7. Diagrama de correlação ou de dispersão

Consiste em um gráfico que permite a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. Estas variáveis podem ser duas causas de um processo, uma causa e um efeito ou dois efeitos (Werkema, 1995). Ver Figura 38.

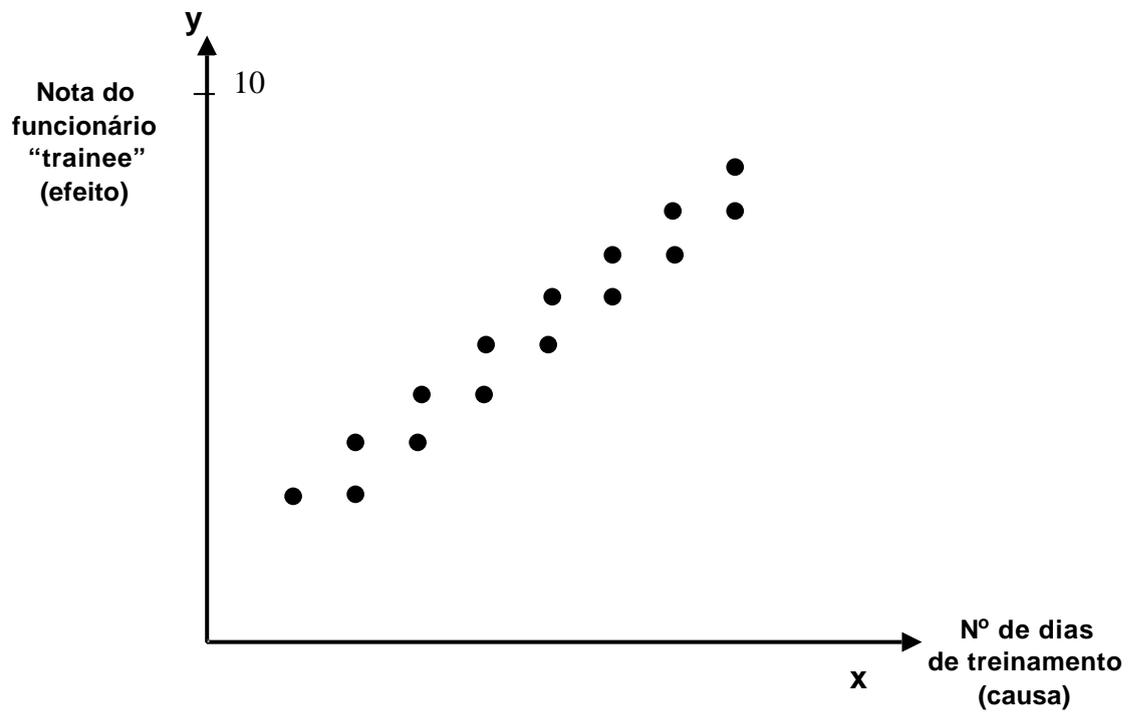


Figura 38: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de correlação
(Werkema, 1995)

ANEXO B - FERRAMENTAS DE ANÁLISE DA QUALIDADE

Sete novas ferramentas da Gestão da Qualidade, pertencentes ao trajeto preventivo

1. Diagrama das relações

Esse diagrama apresenta a intrincada estrutura das relações de causa e efeito de um conjunto de dados numéricos, permitindo a organização da tecnologia disponível sobre o problema analisado. Ele tem sido utilizado quando:

- O problema é complexo, de modo que a visualização das relações de causa e efeito não é fácil;
- A seqüência correta das ações é crítica para o alcance do objetivo (Werkema, 1995). Ver Figura 39.

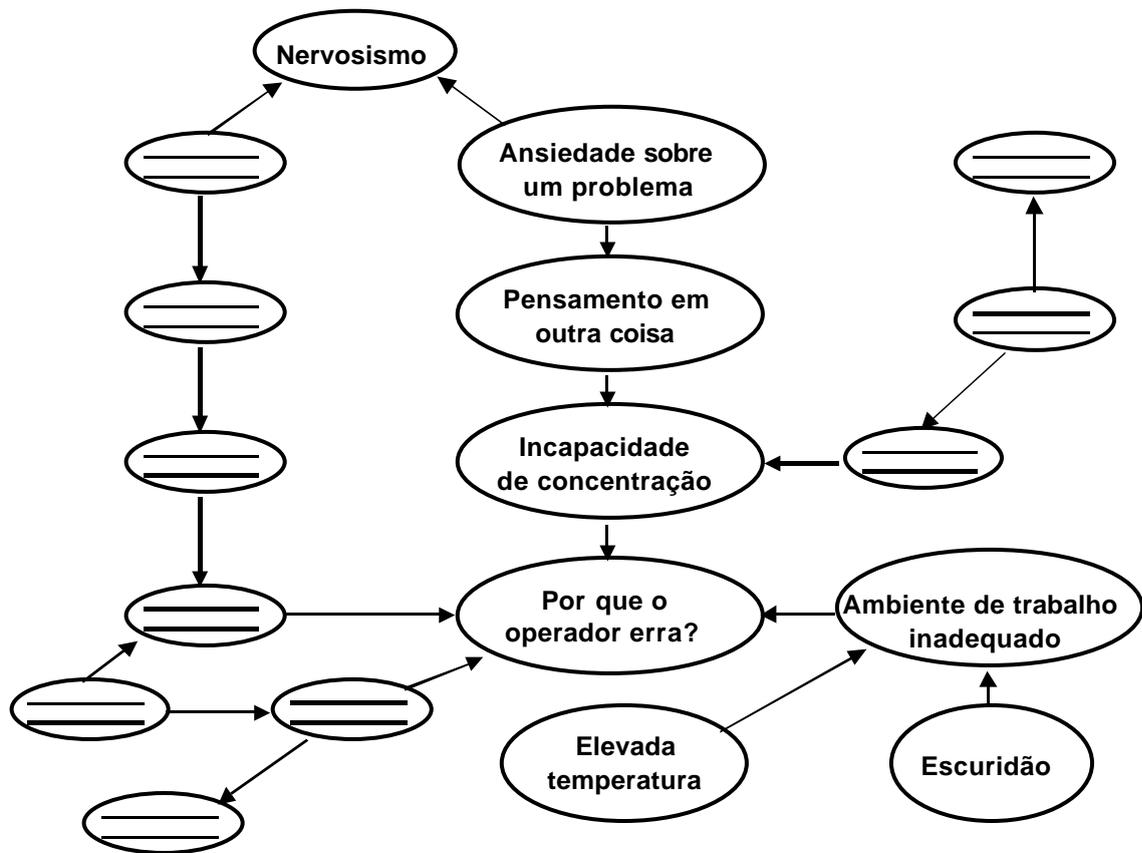


Figura 39: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de relações (Werkema, 1995)

2. Diagrama das afinidades

Esse diagrama utiliza as similaridades entre dados não numéricos para facilitar o entendimento, de forma sistemática, da estrutura de um problema. Essa ferramenta é utilizada para:

- Mostrar a direção adequada a ser seguida em um processo de solução de problemas;
- Organizar as informações disponíveis para a solução de um problema;
- Prever situações futuras;

- Organizar as idéias provenientes de alguma avaliação (por exemplo, a avaliação/auditoria do presidente) (Werkema, 1995). Ver Figura 40.

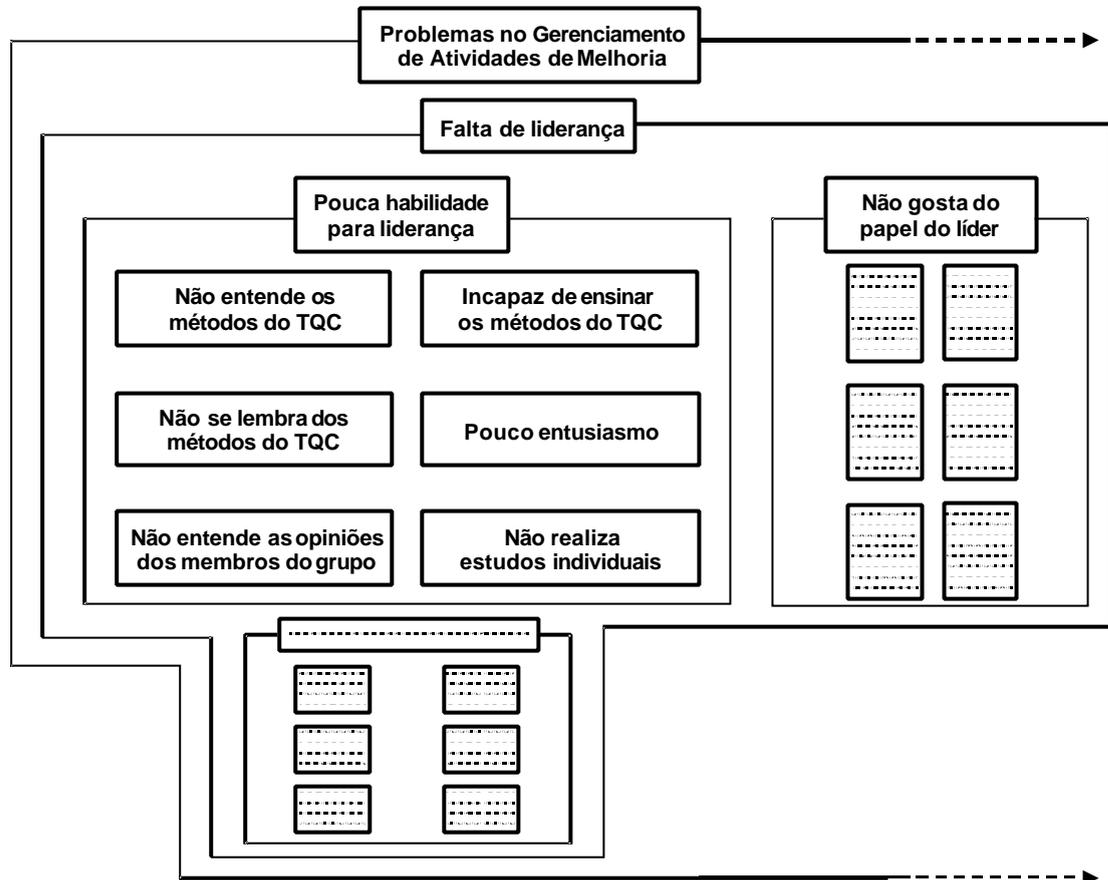


Figura 40: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de afinidades (Werkema, 1995)

3. Diagrama de árvore

Esse diagrama é empregado para definir a estratégia para a solução de um problema e para esclarecer o ponto principal de uma área a ser aprimorada. O diagrama de árvore mostra o mapeamento detalhado dos caminhos a serem percorridos para o alcance de um objetivo, sendo efetivo quando:

- A tarefa considerada é específica, complicada e não deve ser atribuída a apenas uma pessoa;
- A perda de uma tarefa básica é perigosa;
- Alguns obstáculos levam as tentativas anteriores de execução de uma tarefa ao fracasso;
- Existe a necessidade de um desdobramento das tarefas associadas para alcançar determinado objetivo (Werkema, 1995). Ver Figura 41 abaixo.

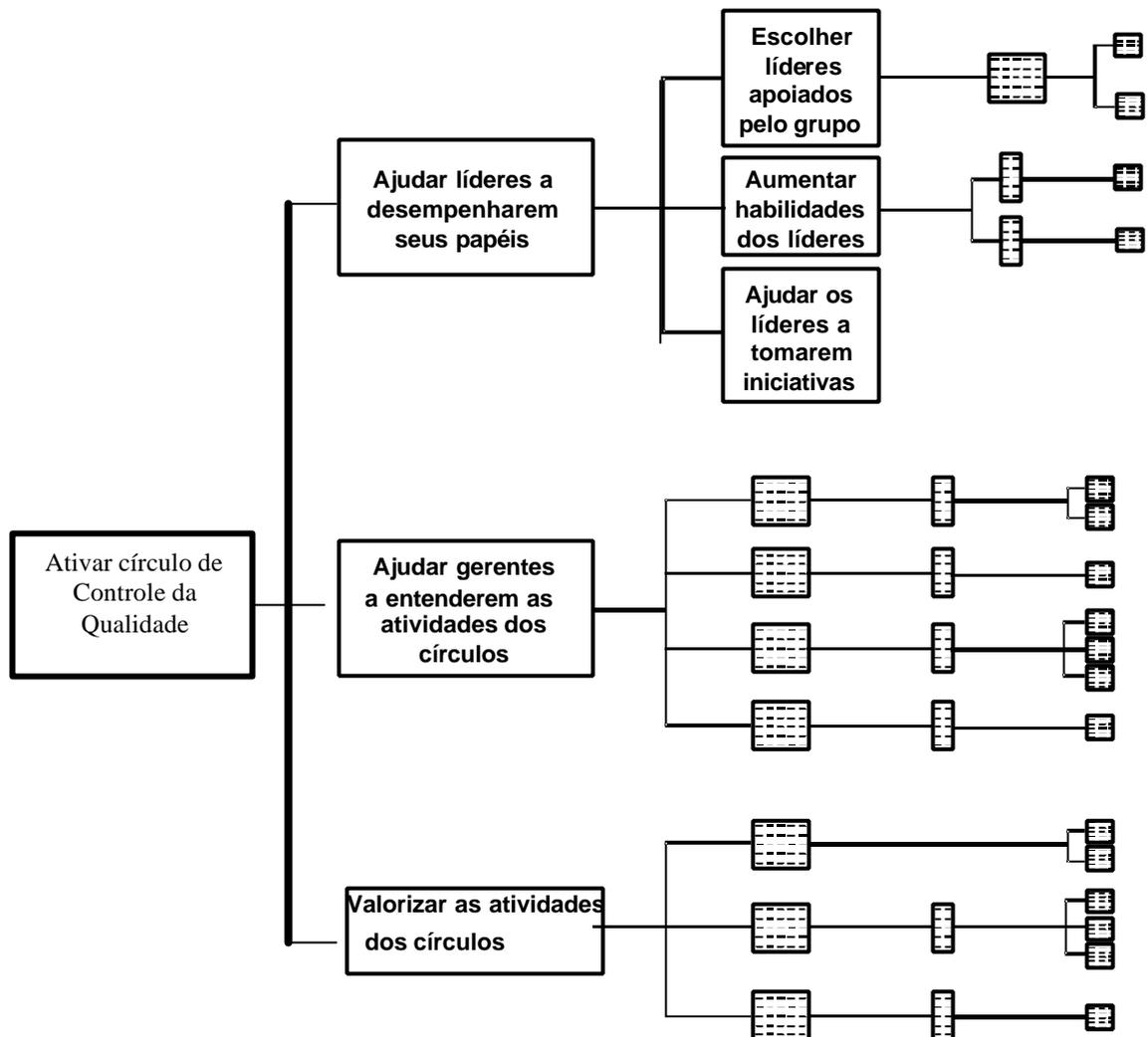


Figura 41: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de árvore (Werkema, 1995)

4. Diagrama matricial

Esse diagrama consiste no arranjo dos elementos, que constituem um problema de interesse, nas linhas e colunas de uma matriz, de forma que a existência das relações entre estes elementos é mostrada através de símbolos nas interseções das linhas e colunas. É utilizado para a visualização de um problema, esclarecendo as áreas nas quais o problema está concentrado. Esta ferramenta permite:

- A exploração de um problema sob mais de um ponto de vista e a construção de uma base multidimensional para a sua solução;
- A distribuição de tarefas entre as diversas equipes de trabalho disponíveis;
- A identificação de obstruções e pontos críticos (Werkema, 1995). Ver Figura 42 abaixo.

Tipo de Defeito	Causa do Defeito					
	A	B	C	D	E	F
I	⊙	○				
II				○	□	
III	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
IV			⊙	⊙		□
V				⊙		

Relacionamento:

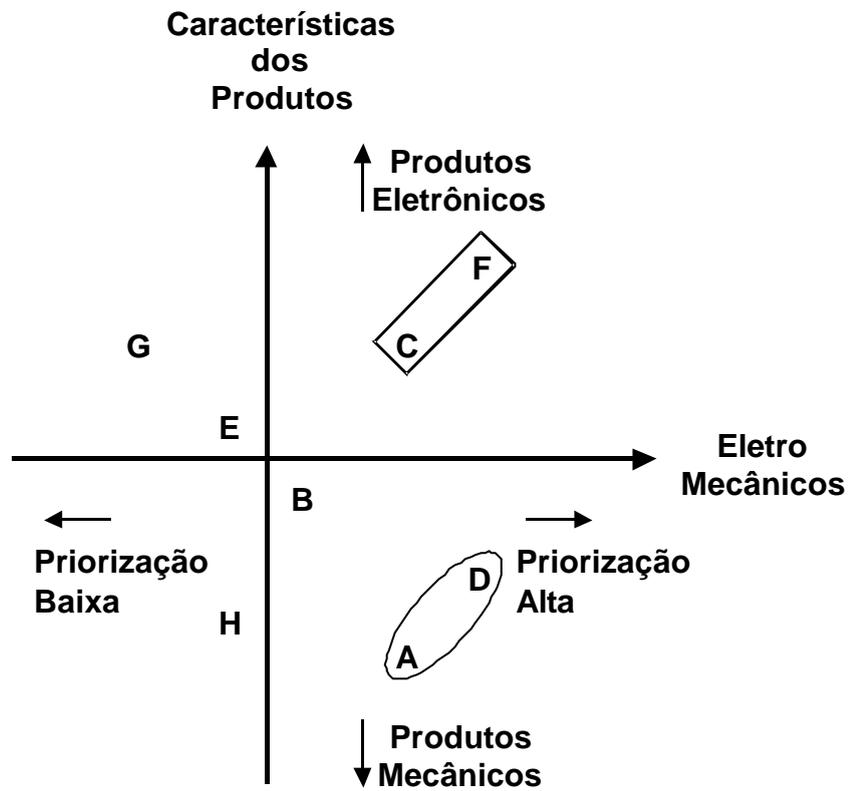
- ⊙ Muito forte
- Forte
- Fraco

Figura 42: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama matricial (Werkema, 1995)

5. Análise dos Componentes Principais (ACP) ou Diagrama de Priorização (DP)

Essa ferramenta processa as informações contidas em um conjunto de dados, constituído por um grande número de variáveis, de modo que estas variáveis possam ser representadas por apenas duas ou três características gerais. O DP mostra a priorização dos fatores componentes de um problema, sendo utilizado quando:

- Os pontos-chave de um problema foram identificados, mas sua quantidade tem que ser reduzida;
- Existem limitações de recursos humanos e financeiros e uma grande quantidade de problemas;
- As opções para a solução do problema estão fortemente correlacionadas (Werkema, 1995). Ver exemplo na Figura 43.



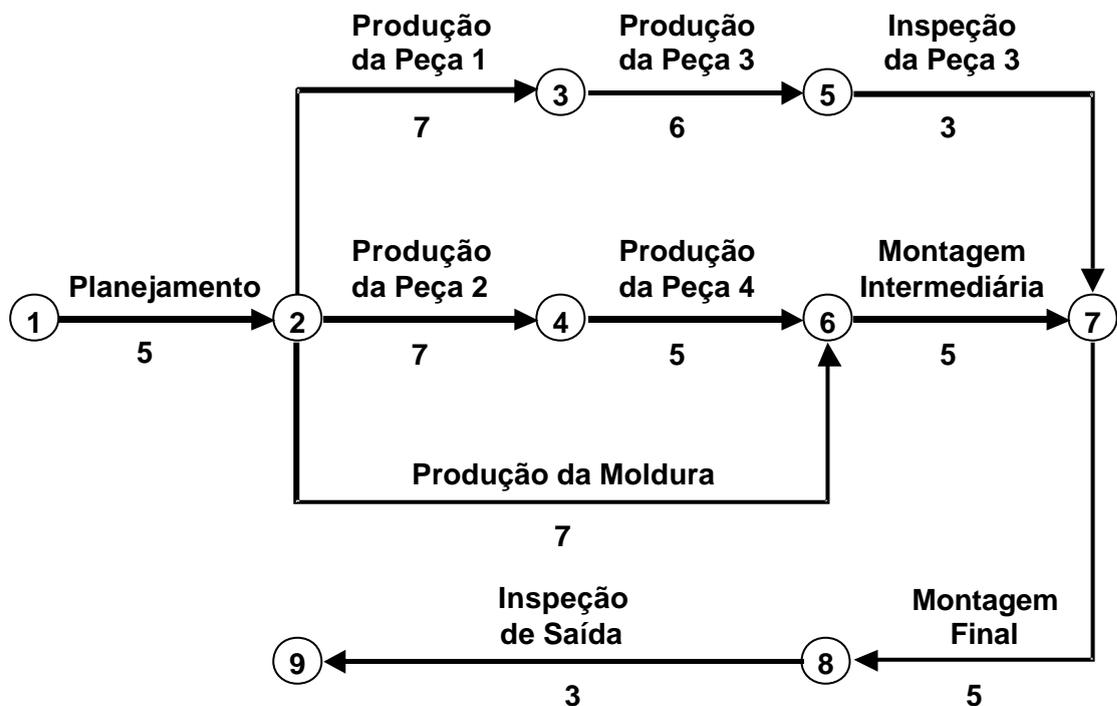
Cada letra indica um produto da empresa X.

Figura 43: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de priorização (DP) (Werkema, 1995)

6. Diagrama em seta

Esse diagrama mostra o cronograma de execução das tarefas de um projeto, o seu caminho crítico e como eventuais atrasos afetam o tempo de execução. O diagrama de setas tem sido utilizado quando:

- O tempo é um fator crítico;
- É necessário negociar o tempo de duração de um projeto;
- É preciso estabelecer cuidados especiais para que o tempo de duração de um projeto seja preservado (Werkema, 1995). Ver Figura 44 abaixo.



Obs.: O número abaixo de cada tarefa indica os dias necessários para a realização da tarefa.

Figura 44: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama em seta (Werkema, 1995)

7. Diagrama das alternativas ou diagrama de processo decisório

Essa ferramenta é utilizada para garantir o alcance de uma meta, através do estudo das possibilidades de ocorrência de eventos no caminho para se atingir esta meta e das soluções que podem ser adotadas. O estudo desta lógica melhora as condições de tomada de decisão e, conseqüentemente, aprimora o plano de ação. O diagrama de processo decisório tem se mostrado útil quando:

- A tarefa em questão é nova ou única;
- A solução do problema é complexa e de difícil execução;
- É de interesse realizar a padronização de tarefas na área de prestação de serviços (Werkema, 1995). Ver exemplo na Figura 45.

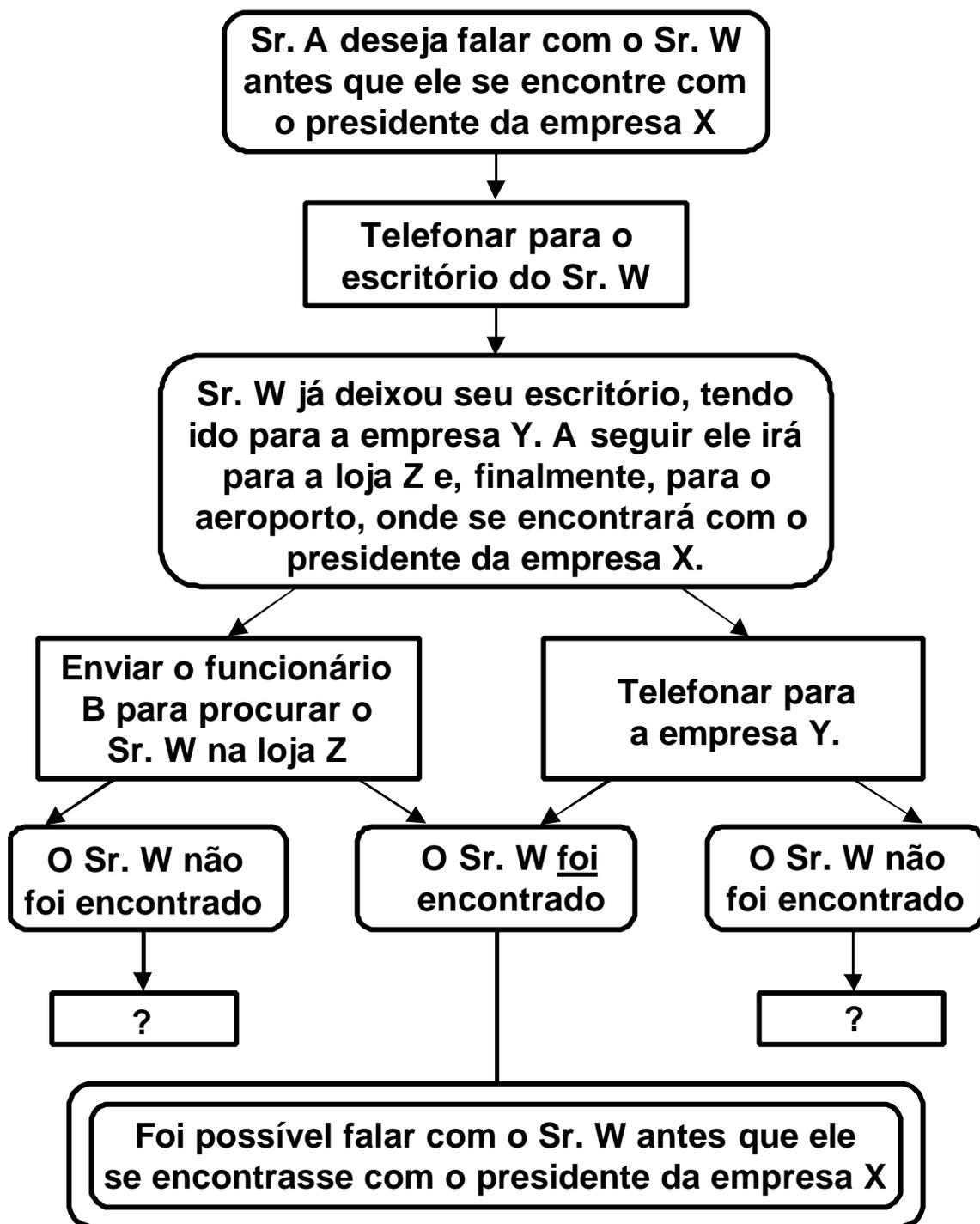


Figura 45: Exemplo prático mostrando a aplicação do diagrama de alternativas (Werkema, 1995)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABBOTT, A. From causes to events: notes on narrative positivism. **Sociological methods and research**. v.20, n.4, p. 428-455, 1992.
- 2 AFAV. **Exprimer le besoin**. Paris: ed. AFNOR Gestion, 1989.
- 3 ALLEN, H.W.; ABATE, M.L. Work process analysis: a necessary step in the development of decision support systems. An aviation safety case study. **Elsevier Science Publishers B. V.** v.11, n.6, p. 623-643, 1999.
- 4 ALVES, V. **Os impactos causados pela implantação de um programa de controle de qualidade total (TQC) nas políticas de recursos humanos de uma organização: o caso Iochpe-Maxion S.A.** 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995.
- 5 AMATO NETO, J. As formas japonesas de gerenciamento da produção e de organização do trabalho. In: CONTADOR, J.C. (Coord.). **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Fundação Vanzolini/E. Blücher, 1998. p. 201-213.
- 6 ANJARD, R.P. Process mapping: one of three, new, special quality tools for management, quality and all other professionals. **Microelectron. Reliab.** v.36, n.2, p. 223-225, 1996.
- 7 APQC (American Productivity & Quality Centre). **Teorias sobre o tema “desenvolvimento de produtos industriais”**. Disponível em: <<http://www.apqc.org>>. Acesso em: jul. 2000.
- 8 ARCHER, R. Methodology survey summary of findings. In : 3rd EUROPEAN ACADEMIC CONFERENCE ON BUSINESS PROCESS RE-ENGINEERING, Cranfield, 1996. **Proceedings**. UK, 1996.
- 9 ARENDT, H. **A condição humana**. 9.ed. São Paulo: Editora Forense Universitária, 1999.
- 10 BACK, N.; OGLIARI, A. **Desenvolvimento do produto: engenharia simultânea**. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Mecânica da UFSC, 2000. (Apostila de gerenciamento de desenvolvimento de produtos).

- 11 BAL, J. **Process analysis tools for process improvement.** Warwick, University of Warwick: Business process resource centre, 2000.
- 12 BALLOU, R.H. Re-engineering at American Express: the travel services group's work in process. **Interfaces.** v.25, p. 22-29, 1995.
- 13 BALTHAZOR, L.R. The effective management of aerospace projects through process modelling. **AIAA and ICAS.** v.3, n.4.1, p. 842-845, 1996.
- 14 BARKAN, P. Productivity in process of product development; an engineering perspective. **Integrating design and manufacturing for competitive advantage.** v.1, p. 56-58, 1992.
- 15 BARNETT, B.D.; CLARK, K.B. Problem solving in product development: a model for the advanced materials industries. **International journal of technology management.** v.15, n.8, p. 805-820, 1998.
- 16 BEDWORTH, D.D. **Computer integrated design and manufacturing.** New York: McGraw-Hill, 1991.
- 17 BÉGUIN, P. **Travailler avec la CAO en ingénierie industrielle: de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments.** 1994. Thèse de Doctorat d'Ergonomie - CNAM. Paris, 1994.
- 18 BESSANT, J.; FRANCIS, D. Implementing the new product development process. **Technovation.** v. 17, n.4, p. 189-197, 1997.
- 19 BIAZZO, S. Approaches to business process analysis: a review. **Business process management journal.** v.6, n.2, p. 99-112, 2000.
- 20 BLACKBURN, J.D. **Time-based competition: the next battleground in American manufacturing.** Homewood, IL: ed. Business One Irwin, 1991
- 21 BOWIJIN, P.T.; KUMPE, T. Manufacturing in the 1990s: productivity, flexibility and innovation. **Long Range Planning.** v.23, p. 44-57, 1990.
- 22 BRAHAM, J. Design for excellence: industrial design awards. **Machine**

- Design.** p. 22-28, June, 1992.
- 23 BROWAEYS, R.; LEPLAT, J. Étude d'un travail de surveillance.
Bulletin du CERP. v.6, n.4, p. 373-378, 1957.
- 24 BURREL, G.; MORGAN, G. **Sociological paradigms and organizational analysis.** Arena Aldershot, 1979.
- 25 CAMPOS, V.F. **Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira .** Rio de Janeiro: ed. Bloch Editores S.A., 1989.
- 26 _____. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês).** Belo Horizonte: ed. UFMG-Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- 27 CHAMBERLAIN, A. Total product development. In : SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS MANUFATURADOS, São Paulo, 1991. **Anais.** São Paulo, nov. 1991.
- 28 CHOI, C.F.; CHAN, S.L. Cusiness process re-engineering: evocation, elucidation and exploration. **Business process management journal.** v.3, n.1, p. 39-63, 1997.
- 29 CHRISTOPHER, M. **Logistics and supply chain management; strategies for reducing cost and improving service.** 2.ed. London: Prentice Hall, 1998.
- 30 CILLIERS, P. **Complexity and Postmodernism.** London: Routledge, 1998.
- 31 CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry.** Boston: ed. Harvard Business School Press, 1991.
- 32 _____. The power of product integrity. **Harvard business review.** 1990. p. 107-118.
- 33 CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. **Managing new product and process development.** New York: ed. The Free Press, 1993.
- 34 CLAUSING, D. **Total quality development.** ASME Press, 1994.
- 35 CLEETUS, K.J. Definition of concurrent engineering. **Concurrent Engineering Research Centre - technical report.** Morgantown, WV:

West Virginia University, 1992.

- 36 COLQUHOUN, G.J.; BAINES, R.W.; CROSSLEY, R. A composite behavioural modelling approach for manufacturing enterprises. **International journal of computer integrated manufacturing.** v.9, n.6, p. 463-475, 1996.
- 37 CORIAT, B. **L'atelier et le chronomètre: essai sur le taylorisme, le fordisme et la production de masse.** Paris: Christian Bourgois, 1982.
- 38 COULON, A. **Etnometodologia.** Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1995.
- 39 DANIELLOU, F. **Ergonomie et projets industriels.** Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers, 1989.
- 40 _____. **Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique.** Toulouse, 1992. Thèse d'habilitation – Université Toulouse le Mirail. 1992.
- 41 DANIELLOU, F.; LAVILLE, A.; TEIGER, C. Ficção e realidade do trabalho operário. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional.** São Paulo, v.17, n.68, p. 7-13, 1989.
- 42 DAVENPORT, T. **Process innovation: reengineering work through information technology.** Boston: ed. Harvard Business School Press, 1993.
- 43 DAVENPORT, T.H.; SHORT, J.E. The new industrial engineering: information technology and business process redesign. **Sloan management review.** v.31, n.4, p. 11-27, 1990.
- 44 DEAKINS, E.; MAKGILL, H.H. What killed BPR? Some evidence from the literature. **Business process management journal.** v.3, n.1, p. 81-107, 1997.
- 45 DEMING, W. **Out of crisis.** Cambridge, MIT: Center for Advanced Engineering Study, 1986.
- 46 DIERDONCK, R.V. The manufacturing / design interface. **R&D Management,** v.20, n.3, p.203-209, 1990.
- 47 DRUCKER, P. **The Practice of Management.** Reissue edition. ed. HarperBusiness, 1993.
- 48 DURAFFOURG, J. et al. **Analyse des activités de l'homme en situation**

de travail. Principes de méthodologie ergonomique. Paris: Laboratório de Ergonomia, CNAM, 1977. (Manual de Travaux Pratiques).

- 49 ESTORILIO, C. et al. Process modelling techniques to reduce system complexity through knowledge sharing. In : PROCEEDINGS OF COMPLEXITY AND COMPLEX SYSTEMS IN INDUSTRY CONFERENCE, University of Warwick, UK, 2000. **Proceedings.** Warwick, 2000. p. 311-320. ISBN 0 902683 50 0.2000.
- 50 ESTORILIO, C.; SZNELWAR, L. I. Melhorando o desempenho do desenvolvimento do produto através da análise do processo: um estudo de caso. In : III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, Florianópolis, 2001. **Anais.** Florianópolis, setembro 2001.
- 51 ESTORILIO, C.C. **A Engenharia Simultânea em empresas do setor industrial brasileiro: sua utilização e alternativa de difusão.** 1998. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 1998.
- 52 ETTLIE, J.E.; STOLL, H.W. **Managing the design-manufacturing process.** New York: McGraw-Hill, 1990.
- 53 FACIN, A.L.F. **A relevância do uso de sistemas computacionais para obtenção de informação integrada na engenharia simultânea.** 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- 54 FALZON, P. **Les activités cognitives au travail.** Paris: editeur CNAM, 1999.
- 55 FAN, I. et al. Realising new product development improvement through process and change analysis – an industrial case study. In : 8th INTERNATIONAL PRODUCT DEVELOPMENT MANAGEMENT CONFERENCE, University of Twente, 2001. **Proceedings.** Twente, 2001. p. 227-236.
- 56 FAVERGE, J.M. L'ergonomie des systèmes. **Bulletin du CERP.** v.14,

n.1-2, p. 19-24, 1965.

- 57 FEIGENBAUM, A.V. **Total quality control**. 3 ed., New York: McGraw-Hill, 1991.
- 58 FERREIRA, A.B. **Produto total e projeto total: processo para qualidade do projeto a partir da voz do cliente**. 1993. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- 59 FLAMENT, C. Les processus de communication. In: FRAISSE, P.; PIAGET, J. (Ed.). **Traité de Psychologie Expérimentale**. vol. 9. Paris: PUF, 1965.
- 60 FLEURY, A. Organização do trabalho na produção. In: CONTADOR, J.C. (Coord.). **Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed. São Paulo: Fundação Vanzolini/E. Blücher, 1998. p. 215-225.
- 61 GAILLARD, I. **Analyse de l'activité et des savoir-faire d'opérateurs experts**. Paris, 1992. Thèse (Doctorat d'Ergonomie) - Université Paris-Nord.
- 62 GARVIN, D.A. **Gerenciando a qualidade**. São Paulo: Qualitymark Editora, 1992.
- 63 GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1995.
- 64 GOMES, J.F. Effect of NPD stages and product innovativeness on the relationship between functional integration and performance. In : 8th INTERNATIONAL PRODUCT DEVELOPMENT MANAGEMENT CONFERENCE, University of Twente, 2001. **Proceedings**. Twente, 2001.
- 65 GORDON, F.; ISENHOUR, R. Simultaneous engineering. **Electronic engineering times**. Jan.1989.
- 66 GUÉRIN, F. et al. **Comprendre le travail pour le transformer – la pratique de l'ergonomie**. Paris, 1997. (traduzido para o português, São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção, USP, 2001).
- 67 GURGEL, F.A. Desenvolvimento do produto. In: CONTADOR, J.C.

- (Coord.). **Gestão de Operações**. A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa. 1. ed. São Paulo: Fundação Vanzolini/E. Blücher, 1997.
- 68 HACKMAN, J.R. Toward understanding the role of tasks in behavioural research. **Acta Psychologica**. v.31, p. 97-128, 1969.
- 69 HAMMER, M. Reengineering work: don't automate, obliterate. **Harvard business review**. 1990. p. 104-112.
- 70 HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution**. London: Nicholas Brealey Publishing, 1993.
- 71 HARRINGTON, H.J. **Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness**. New York: McGraw-Hill, 1991.
- 72 HARRINGTON, H.J.; ESSELING, E.K.; NIMWEGEN, H.V. **Business process improvement - workbook: documentation, analysis, design, and management of business process improvement**. New York: McGraw-Hill, 1997.
- 73 HARRISON, A.; VAN HOEK, R. **Logistics management and strategy**. London: Prentice Hall, 2002.
- 74 HARTLEY, J.R. **Engenharia simultânea**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- 75 HELANDER, M. (Ed.). **Handbook of human-computer interaction**. North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V., 1988.
- 76 HERBST, P.G. **Socio-technical design: strategies in multidisciplinary research**. London: Tavistock, 1974.
- 77 HOC, J.M. **Supervision et contrôle de processus – la cognition en situation dynamique**. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble, 1996.
- 78 HUBAULT, F. Ergonomie, tendances et débats. **Toulouse ergonomie**. Toulouse : RESACT, n. 36, p. 28, 1995.
- 79 HUNT, V.D. **Reengineering: leveraging the power of integrated product development**. Essex Junction : Oliver Wight, 1993.
- 80 HUTCHINS, E. The technology of team navigation. In: J. GALEGHER,

- R. E.; KRAUT; EGIDO, C. (Ed.). **Intellectual Teamwork, Social and Technological Foundations of Cooperative Work.** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1990.
- 81 JEFFROY, F. **La maîtrise de l'exploitation d'un système micro-informatique par des utilisateurs non-informaticiens : analyse ergonomique et processus cognitif.** Paris, 1987. Thèse (Doctorat d'Ergonomie) - Université Paris XIII. Paris, 1987.
- 82 JONES, R.E.; DECKRO, R.F. The social psychology of project management conflict. **European journal of operational research.** v.64, p. 216-228, 1993.
- 83 JUNQUEIRA, G. B. **Da engenharia tradicional à engenharia simultânea no setor industrial nacional.** 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.
- 84 JURAN, J.M. **Quality control handbook.** 4.ed. New York: McGraw Hill, 1988.
- 85 JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. **Controle de qualidade-handbook.** São Paulo : Makron Books, v.1, 1991.
- 86 _____. **Controle de qualidade-handbook.** São Paulo : Makron Books, v.3, 1992.
- 87 JUVINALL, R.C.; MARSHEK, K.M. **Fundamentals of machine component design.** New York : John Wiley, 1991.
- 88 KOTTER, J.P. Leading change : why transformation efforts fail. **Harvard business review.** v.73, n.2, p. 59-67, 1995.
- 89 KUENG, P.; KAWALEK, P. Goal-based business process models: creation and evaluation. **Business process management journal.** v.3, n.1, p. 17-38, 1997.
- 90 KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** Rio de Janeiro: AOTS e Editora Gente, 1993.
- 91 LACOSTE, M. L'interaction: un mode d'approche de la dimension collective du travail. In: XXVII CONGRES DE LA SELF, Lille,

1992. **Résumé.** France, 1992. p. 5-10.
- 92 LAMONDE, F. L'ergonomie et la participation des travailleurs, la réorganisation du travail: efficacité et implication. In: 50e CONGRÈS DES RELATIONS INDUSTRIELLES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL, Université Laval, 1995. **Actes.** Presses de l'Université Laval, 1995.
- 93 LAWSON, M.; KARANDIKAR, H.M. A survey of concurrent engineering. **Concurrent engineering: research and applications.** 1994.
- 94 LE MOIGNE, J.L. **La théorie du système général.** Paris: editeur Presses Universitaires de France, 1994.
- 95 LEPLAT, J. Accident analyses and work analyses. **Journal of occupational accidents.** v.1, p. 331-340, 1978.
- 96 _____. Ergonomie et activités collectives. In: XXVII CONGRES DE LA SELF, Lille, 1992. **Résumé.** France, 1992. p. 1-4.
- 97 _____. Quelques aspects de la complexité en ergonomie. In: DANIELLOU, F. (Dir.) **L'ergonomie en quête de ses principes: débats épistémologiques.** Toulouse: editeur Octarès, 1996, p. 57-76.
- 98 LEPLAT, J.; HOC J. M. Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. In: **L'analyse du travail en psychologie ergonomique.** LEPLAT, J. (Coordinateur). Toulouse: editeur OCTARES, 1992.
- 99 LISSANDRE, M. **Maîtriser SADT.** Paris: editeur Armand Colin, 1990.
- 100 LITTLER, C. **The development of the labour process in capitalist societies.** London: Heinemann Educational, 1982.
- 101 LIZOTTE, S.; CHAIB-DRAA, B. Coordination in CE systems: as approach based on the management of dependences between activities. **Concurrent Engineering: Research and Applications,** v.5, n.4, 1997.
- 102 LORINO, Ph. **Comptes et récits de la performance – essai sur le pilotage de l'entreprise.** Paris: Les Éditions d'Organisation, 1995.
- 103 MALINE, J. **Simuler le travail; une aide à la conduite de projet.** France: editeur ANACT, 1994.

- 104 MALONE, T.W.; CROWSTON, W. Toward an interdisciplinary theory of coordination. **Technical report, MIT, CCS**, 1991.
- 105 Manual do programa de gestão da qualidade do HC da Universidade de São Paulo. ANEXO 1; ferramentas de qualidade I. **Metodologia para o Estudo e Análise de Problemas**. São Paulo. Disponível em: http://ids-saude.uol.com.br/SaudeCidadania/ed_03/pdf/07_01.pdf. Acesso em: ago. 2002.
- 106 MARCA, D.; MACGOWAN, C.L. **IDEFo/SADT: business process and enterprise modelling**. San Diego: Ecletic Solutions Corporation, 1988.
- 107 MATHERON, J.P. **Comprendre MERISE**. Paris: editeur Eyrolles, 1994.
- 108 MATURANA, H.; VARELA, F. **De máquinas e seres vivos; autopoiese – a organização do vivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- 109 MAULL, R. et al. **A methodology for the re-engineering of business processes**. Plymouth, UK: University of Plymouth, 2000. (Project EPSRC Grant GR/L41479).
- 110 _____. Current issues in business process re-engineering. **International journal of operations and production management**. v. 15, n.11, p. 37-52, 1995.
- 111 MEISTER, D. **The history of human factors and ergonomics**. Londres: ed. Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- 112 MICHAELIS. **Pequeno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: ed. Melhoramentos, 1998.
- 113 MITCHELL, C.; MILLER, R.A. A discrete control model of operator function: a methodology for information display design. **IEEE Systems, Man and Cybernetics**. SMC-16, p. 343-357, 1986.
- 114 MONTEDO, U.B. **O trabalho na unidade de produção agrícola familiar segundo a teoria da complexidade**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.
- 115 MORIN, E. **Ciência com consciência**. 2 ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

- 116 _____. **Introduction à la pensée complexe.** 3ème éd., Paris: ESF, 1990.
- 117 MOTWANI, J.; KUMAR, A.; JIANG, J. Business process reengineering; a theoretical framework and an integrated model. **International journal of operations and production management.** v.18, n.9/10, p. 964-977, 1998.
- 118 MOURE, M.L. **Utilização da análise ergonômica do trabalho para concepção e aplicação de uma metodologia para avaliação da exposição ao ruído em canteiros de obras.** 2000. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- 119 MUNIZ, J.J. **A utilização da engenharia simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo das organizações.** 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.
- 120 NAVARRO, C. Aspects théoriques et méthodologiques de l'analyse des activités collectives de travail; synthèse du theme 2. In: XXVII CONGRES DE LA SELF, Lille, 1992. **Résumé.** France, 1992. p.15-22.
- 121 NEBOIT, M. Activités collectives dans le travail: formes, fonctions et roles; synthèse du theme 3. In: XXVII CONGRES DE LA SELF, Lille, 1992. **Résumé.** France, 1992. p. 23-24.
- 122 NIHTILA, J. R & D – production integration in the early phases of new product development projects. **Journal of engineering and technology management.** v. 16, p. 55-81, 1999.
- 123 NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada). Departamento de Engenharia da USP de São Carlos - EESC-USP. **Conceitos sobre o tema “desenvolvimento de produtos industriais” e os recursos utilizados durante esse processo.** Disponível em: <[http:// www.numa.org.br](http://www.numa.org.br)>. Acesso em: maio 2001.
- 124 OGE, C. Achieving world class performance in product development: the organizational challenge. **EIU International Motor Business.** 1990.

p. 95-123.

- 125 OHFUJI, T.; MICHITERU, O.; AKAO, Y. **Método de desdobramento da qualidade.** Belo Horizonte, MG: Fundação Cristiano OTTONI, 1997.
- 126 OMBREDANE, A.; FAVERGE, J.M. **L'analyse du travail, facteur d'économie humaine et de productivité.** Paris: PUF, 1955.
- 127 PAASHUIS, V.; BOER, H. Organizing for concurrent engineering: an integration mechanism framework. **Integrated manufacturing systems.** v. 8, n.2, p. 79-89, 1997.
- 128 PAVARD, B.; DECORTIS, F. Communication et coopération: de la théorie des actes de langage à l'approche ethnométhodologique. **In Systèmes coopératifs: de la modélisation à la conception.** PAVARD, B. (Direction). Toulouse: editeur OCTARES, 1994.
- 129 PÉRIGORD, M. **Les parcours de la qualité – démarches et outils.** Paris: AFNOR Gestion, 1993.
- 130 POMIAN, J.L.; PRADÈRE, T.; GAILLARD, I. **Ingénierie et ergonomie.** Toulouse: Cépaduès, 1997.
- 131 POURCEL, C. **Systèmes automatisés de production.** Toulouse: Cépaduès, 1987.
- 132 PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization.** New Jersey: Prentice Hall PTR, v.2, 1996.
- 133 _____. Designing products for variety and how to manage complexity. **Journal of product and brand management.** v. 7, n. 3, p. 208-222, 1998.
- 134 RABARDEL, P.; ROGALSKI, J. BÉGUIN, P. Les processus de coopération à l'articulation entre modalités organisationnelles et activités individuelles. **In Coopération et conception.** TERSSAC, G.; FRIEDBERG, E. (Direction). Toulouse: editeur OCTARES, 1996.
- 135 RASMUSSEN, J.A. **A cognitive engineering approach to the modelling of decision-making.** France: Riso National Laboratory, 1986. (Tech.

Rep. Riso-M-2589).

- 136 ROCHFELD, A. ; MOREJON, J. **MERISE: une méthode em mouvement**, MBD n. 8, 1988.
- 137 ROLLAND, C. **Introduction à la conception des systèmes d'information et panorama des méthodes disponibles**. Génie Logiciel, 1986.
- 138 ROMANO, F.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. O gerenciamento de recursos humanos e das comunicações no desenvolvimento do produto edificação. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, Florianópolis, 2001. **Anais**. Florianópolis, setembro 2001.
- 139 ROQUE, R.F. **Estudo comparativo de metodologias de desenvolvimento de sistemas de informação utilizando a técnica delphi**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- 140 ROY, M.C.; ROY, K.; BOUCHARD, L. Human factors in business process re-engineering. **Human Systems Management**. v.17, n.3, p. 193-204, 1998.
- 141 ROZENFELD, H. Reflexões sobre a Manufatura Integrada por Computador (CIM). In: MANUFATURA CLASSE MUNDIAL: Mitos e Realidade, São Paulo, 1996. **Anais**. São Paulo, 1996.
- 142 RUESSMANN, T.; PREECE, I.; PEPPARD, J. **Tools and methods in business process redesign**. Cranfield, UK: Information Systems Research Centre, Cranfield School of Management, 1994. (Working paper).
- 143 SAVOIE, M.J. et al. 80/20: quality of design in system development. In: 44th ANNUAL QUALITY CONGRESS, San Francisco, 1990. **Proceedings**. California: Transactions-ASQC, 1990. p. 297-302.
- 144 SCHNEIDER, H.M. Colaborando através da engenharia simultânea para a inovação. In: XVIII SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, São Paulo, 1994. **Anais**. 1994. p. 959-970.
- 145 SHEWHART, W. A. **Economic Control of Quality of Manufactures**

- Product.** 50th Anniversary Commemorative Issue-n. H 0509. Reissue edition. ed. American Society for Quality, 1980.
- 146 SLACK, N. et al. **Operations Management.** London: Pitman Publishing, 1995.
- 147 SMART, P.A. et al. A reference model of 'operate' processes for process-based change. **International journal of computer integrated manufacturing,** v. 12, n. 6, p. 471- 482, 1999.
- 148 STALK, G. Time – the next source of competitive advantage. **Harvard Business Review,** vol. 66, n. 4, p.41-51, 1998.
- 149 STALK, G.; HOUT, T. **Competing against time, How time based competition is reshaping global markets.** New York: The Free Press, 1990.
- 150 SUCHMAN, A. Office procedures as practical action: models of work and system design. **ACM Transactions on office information systems.** v.1, n.4, p. 320-328, 1983.
- 151 TABARY, J-C. **Cognition, systémique et connaissance.** In : ANDREEWSKY, E. ; COLL (Ed.). **Systémique et cognition – AFCET Systèmes.** Paris: Dunod, 1991. p. 51-99.
- 152 TAYLOR, F.W. **The principles of scientific management.** New York: Harper & Row, 1911.
- 153 TERSSAC, G. Impact de l'analyse du travail sur les relations de travail. **In L'analyse du travail em psychologie ergonomique.** LEPLAT, J. (Coordinateur). Toulouse: Octarès, 1992.
- 154 THEUREAU, J. **Ergonomie des systèmes informatiques – la conception centrée sur le cours d'action.** Toulouse: Octarès, 1994.
- 155 _____. **Introduction à l'étude du cours d'action.** 1990. Tese (Habilitação) - Universidade de Paris XIII. Paris, 1990.
- 156 _____. **Le cours d'action : analyse sémio-logique.** Berne: Peter Lang, 1992.
- 157 THOMPSON, J.D. **Organizations in action.** New York: McGraw-Hill, 1967.
- 158 TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um**

- modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- 159 VAKOLA, M.; REZGUI, Y. Critique of existing business process re-engineering methodologies. **Business process management journal.** v.6, n.3, p. 238-250, 2000.
- 160 VALIRIS, G.; GLYKAS, M. Critical review of existing business process re-engineering methodologies. The need for a holistic approach. **Business process management journal.** v.5, n.1, 1999.
- 161 VARELA, F. **Autonomie et connaissance.** Paris: Seuil, 1989a.
- 162 _____. **Connaître : les sciences cognitives.** Paris: Seuil, 1989b.
- 163 VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos.** Rio de Janeiro: Brasport, 2000.
- 164 VELTZ, P.; ZARIFIAN, Ph. Rationalité, efficience et modèle d'organisation. **Journées de sociologie du travail.** Pirttem : Lyon 2, 1991.
- 165 _____. Vers de nouveaux modèles d'organisation? **Sociologie du Travail,** n. 1, 1993.
- 166 VERNADAT, F.B. **Enterprise Modelling and Integration: Principles and Applications.** London: Chapman & Hall, 1996.
- 167 VERZUH, E. **MBA compacto em gestão de projetos.** Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- 168 VIDAL, M.C. **Os paradigmas em ergonomia; uma epistemologia da insatisfação ou uma disciplina para a ação?** Rio de Janeiro: GENTE/COPPE/UFRJ, 1994.
- 169 WALLACE, G.; SACKETT, P. Integrated design for low production volume, large, complex products. **Integrated manufacturing systems.** v. 7, n. 3, p. 5-16, 1996.
- 170 WERKEMA, M.C.C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Minas Gerais: ed. Sografe, 1995.
- 171 WHEELWRIGHT, S.; CLARK, K. **Revolutionising product**

- development.** New York: The Free Press, 1992.
- 172 WILLIAMS, T.M. The need for new paradigms for complex projects. **International journal of project management.** v.17, n.5, p. 269-273, 1999.
- 173 WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia.** 1.ed. São Paulo: Fundacentro, 1997.
- 174 _____. **Analyse de la situation de travail, méthodes et techniques.** Curso do Laboratório de Ergonomia, CNAM. Paris, 1975.
- 175 _____. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: método e técnica.** São Paulo: editora FTD-Oboré, 1987.
- 176 WOODS, D.D. Paradigms for intelligent decision support. In: HOLLNAGEL, E.; MANCINI, G.; WOODS, D.D. (Ed.). **Intelligent decision support in process environments.** New York: Springer-Verlag, 1986.
- 177 ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos: contribuição à análise de gênese, lógica e difusão do modelo japonês.** 1997. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.