

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

José Henrique Rezende Abreu

FORMAÇÃO DE EQUIPES NA IMPLANTAÇÃO DA
ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Carlos Eduardo Sanches da Silva, Dr.

Itajubá – MG, Dezembro de 2002



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
 Criada pela Lei nº 10.435, de 24 de abril de 2002
 Pró-Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

ANEXO I

PRONUNCIAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

A Banca Examinadora, abaixo assinada, nomeada pela Portaria nº 377 de 28 de Novembro de 2002, considerando o resultado do Julgamento da Prova de Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: "**Formação de Equipes na Implantação da Engenharia Simultânea**" apresenta pronunciamento no sentido de que o Coordenador dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá solicite ao DRA (Departamento de Registro Acadêmico) a expedição do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção, na Área de Concentração Qualidade**, satisfeitas as demais exigências regimentais, a **José Henrique Rezende Abreu**.

Itajubá, 02 de Dezembro de 2002.


 José Amaro dos Santos
 1º Examinador - UFPR


 João Batista Turroni
 2º Examinador - UNIFEI


 Carlos Eduardo Sanches da Silva
 3º Examinador - UNIFEI- Orientador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, aos professores envolvidos no processo de seleção, aceitação e aprendizagem do programa de pós-graduação em engenharia de produção, em especial ao meu orientador Prof. Carlos Eduardo Sanches da Silva, Dr.

Agradeço também ao meu amigo, engenheiro do Setor de Projetos, Antônio Jonny S. de Almeida, a todo o pessoal da HELIBRAS, núcleo onde a presente pesquisa-ação foi realizada e à minha irmã Celina pela revisão gramatical e ortográfica.

Agradeço à minha família pelo apoio em todos os instantes do desenvolvimento do trabalho e a DEUS, acima de todos, que é a nossa grande fonte inspiradora.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Marina, minhas filhas Kátia e Karina e aos meus pais pelo constante apoio e carinho cedidos em todos os momentos deste trabalho, na medida e nos momentos mais oportunos. Elas representaram, em todos os momentos deste trabalho, luz e força para a conclusão de mais uma etapa de minha vida.

Ao meu amigo e cunhado, Marcelo Vilela da Silva, que não está mais aqui para compartilhar da minha felicidade em ter ultrapassado essa etapa.

RESUMO

O presente trabalho trata da importância do projeto e desenvolvimento de produtos nas indústrias de alta tecnologia e da crescente necessidade de diminuir o *lead time* do ciclo desse projeto.

Teoricamente, para ser competitivo, o novo produto deve ter alta qualidade, baixo *lead time* de desenvolvimento e produção e mínima complexidade.

O desenvolvimento da dissertação estabelece um fundamento teórico sobre o processo de desenvolvimento de produtos na indústria de helicópteros: a Engenharia Simultânea e a formação de equipes.

Posteriormente, propõe-se um método de formação e desenvolvimento de equipes, como meio de implantação da Engenharia Simultânea.

A avaliação do método proposto é realizado na Helibras (Helicópteros do Brasil S.A.) em um projeto piloto cujos resultados demonstraram ser eficientes.

ABSTRACT

This present work is about the importance of the project and development of products in high technology industries and the increasing need to reduce the lead time in the cycle of this project.

Teorically, to be competitive, the new product must have high quality, low lead time of development and production and minimum complexity.

The development of this dissertation establishes a theory base about the product development process in helicopter industries: Simultaneous Engineering and team formation.

Later, a method of formation and development of teams is proposed, as a means to implant Simultaneous Engineering.

The evaluation of this method is carried out at Helibras (Helicópteros do Brasil S.A.), in an initial project with efficient results.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
DEDICATÓRIA	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VI
SUMÁRIO.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABELAS.....	IX
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – JUSTIFICATIVA DO TEMA	1
1.2 - OBJETIVOS	4
1.3 - LIMITAÇÕES.....	4
1.4 – METODOLOGIA DE PESQUISA.....	5
1.5 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	12
2 – DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A INDÚSTRIA DE HELICÓPTEROS	15
2.1 – PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	15
2.2 – O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA DE HELICÓPTEROS.....	20
2.2.1 – LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA APLICÁVEL A INDÚSTRIA DE HELICÓPTEROS	22
2.3 – ENGENHARIA SIMULTÂNEA	28
3 - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA E A FORMAÇÃO DE EQUIPE.....	37
3.1 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	37
3.2 – EQUIPES NO CONTEXTO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA	40
3.3 – FORMAÇÃO DA EQUIPE	44
3.4 – DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE	50
3.5 – SISTEMÁTICA GENÉRICA PARA FORMAÇÃO DE EQUIPES	55
4 – APLICAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	57
4.1 – APRESENTAÇÃO DA HELIBRAS	57
4.2 - O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	58
5 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	74
5.1 - CONCLUSÃO	74
5.2 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1: APRESENTAÇÃO DOS FATORES QUE CARACTERIZAM AS CONCEPÇÕES DA ENGENHARIA SEQÜENCIAL E SIMULTÂNEA	3
FIGURA 2.1 – O CICLO DE REALIMENTAÇÃO CLIENTE-MARKETING-PROJETO.....	15
FIGURA 2.2 – FOCO DE AÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS, METODOLOGIAS E MÉTODOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	19
FIGURA 2.3 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCEPÇÕES SEQÜENCIAL E SIMULTÂNEA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	32
FIGURA 4.1 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE OPCIONAIS POR AERONAVE....	57
FIGURA 4.2 –PORTAS DIREITAS DA CABINE DO EC 120.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 – SÍNTESE DA PESQUISA	13
TABELA 2.1 – PROCESSO DE CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS..... ..	17
TABELA 2.2 – EXEMPLOS DE TIPOS DE PROJETOS E SUAS ETAPAS GENÉRICAS.	17
TABELA 2.3 – ORGANIZAÇÃO E RESPONSABILIDADES.....	24
TABELA 3.1 - MODELOS DE ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	38
TABELA 3.2 – CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO INDIVIDUAL	41
TABELA 3.3 – CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO EM EQUIPE	42
TABELA 3.4 – FATORES E NÍVEIS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	43
TABELA 3.5 – RELAÇÕES INTERPESSOAIS.....	48
TABELA 3.6 – FUNDAMENTOS BÁSICOS PARA A FORMAÇÃO DE EQUIPES	49
TABELA 3.7 – ESTÁGIOS DE CRESCIMENTO DA EQUIPE.	53
TABELA 3.8 – PROBLEMAS COMUNS QUE OCORREM EM EQUIPES.....	54
TABELA 3.9 - QUADRO GENÉRICO DE INDICADORES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	56
TABELA 4.1 – CRONOGRAMA DE TRABALHO.....	60
TABELA 4.2 – FORMAÇÃO DE UMA EQUIPE NA HELIBRAS.....	62
TABELA 4.3 – COLABORADOR E FUNÇÃO NO PROJETO PILOTO	62
TABELA 4.4 – REUNIÕES ANÁLISE CRÍTICAS X IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES PROPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE.....	65
TABELA 4.5 – PRESENÇA X IMPORTÂNCIA ITEM DA SISTEMÁTICA	69

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Justificativa do tema

O aumento da competitividade gerado pelos processos de abertura de mercados, criação de blocos econômicos, fusão de empresas e aumento dos níveis de consciência dos clientes enquanto consumidores têm levado as corporações, de modo geral, a repensar suas estruturas, seus processos e formas de desenvolver novos produtos (Coelho, 1998).

Sob fortes influências de profundas transformações sociais, políticas e culturais, as empresas de base tecnológicas têm-se submetido a um contexto mercadológico cada vez mais exigente e competitivo: modernizar e sobreviver no contexto atual, estar à frente da concorrência significa ser capaz de transformar grandes idéias em inovações em um curto espaço de tempo. No entanto, isso só será possível, na medida em que os processos de inovação tenham seu início pautado na capacidade criativa (Basto, 2000).

É essencial que as empresas viabilizem por intermédio de suas equipes de trabalho a aplicação do potencial criativo de seus colaboradores. O ambiente organizacional deve ser propício ao desenvolvimento da criatividade permitindo a livre geração de idéias, onde o intercâmbio destas possa gerar produtos e serviços inovadores (Basto, 2000).

A globalização da economia mundial exige das empresas mais rapidez de respostas aos novos mercados, que deixaram de ser nacionais para tornarem-se mundiais, isto é, a concorrência agora é muito maior. Desta forma a agilidade no desenvolvimento e lançamento de novos produtos inovadores tornou-se questão de sobrevivência. Ganhar essa agilidade tem sido motivo de vários estudos e a Engenharia Simultânea vem sendo a prática preferida entre gerentes de engenharia que estão trabalhando para desenvolver melhor seus processos de desenvolvimento de projeto de novos produtos (Edmar, 1997 *apud* Vicentin & Martins, 2001).

Para alcançarem níveis internacionais de competitividade, as empresas viram-se obrigadas a adotar novas técnicas de desenvolvimento de produtos, assim como novas técnicas de gerenciamento da produção e processos (Castellano, 1996).

A competitividade pode ser obtida com o desenvolvimento de novos produtos. Define-se desenvolvimento de produto como sendo um conjunto de tarefas que, a partir das necessidades de um cliente, resulte em um produto ou serviço que o atenda (TDC, 2001).

No contexto atual onde os produtos têm uma duração de vida cada vez mais curta, é crucial para as empresas melhorarem os métodos de desenvolvimento de seus produtos, pois isto vai influenciar diretamente em seus resultados financeiros (TDC, 2001).

A qualidade dos produtos e o gerenciamento dos custos são fatores de sucesso importantes para as empresas, mas a adequação do produto às necessidades do mercado e o prazo de desenvolvimento se tornam fatores cruciais (TDC, 2001).

Como se busca normalmente reduzir o ciclo de desenvolvimento, surge a necessidade de realizar as tarefas do processo de desenvolvimento de produtos em paralelo, ao mesmo tempo. Esta concepção chama-se Engenharia Simultânea ou Concorrente e está baseada em: técnicas metodológicas (*Quality Function Deployment*, Análise de Valor, Análise Funcional, *Felure Mode Effect and Analisis*, Desenho para Manufatura); formação organizacional (Grupo de Projeto, Grupo de Processo); e meios tecnológicos (CAD, CAE, Prototipagem Rápida) (TDC, 2001).

Logo, as empresas, para sobreviverem, têm buscado as mais diversas formas para se tornarem mais flexíveis e se adaptarem às mudanças de mercado. Um dos métodos, que nos últimos anos tem sido implantado no processo de desenvolvimento de produtos de várias empresas é a Engenharia Simultânea (Lessa, Freitas, Walker, 2000).

A Figura 1.1 descreve os fatores propostos por Silva (1997) para a implementação da Engenharia Simultânea, que devem ser aperfeiçoados se buscando: melhorar a comunicação; organizar os colaboradores em equipes; elaborar e aperfeiçoar os registros; desenvolver atitudes pró-ativas nas pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos; sobrepor as atividades a serem realizadas; e a prever e consolidar as mudanças obtidas através do estabelecimento da nova sistemática de desenvolvimento de produtos.

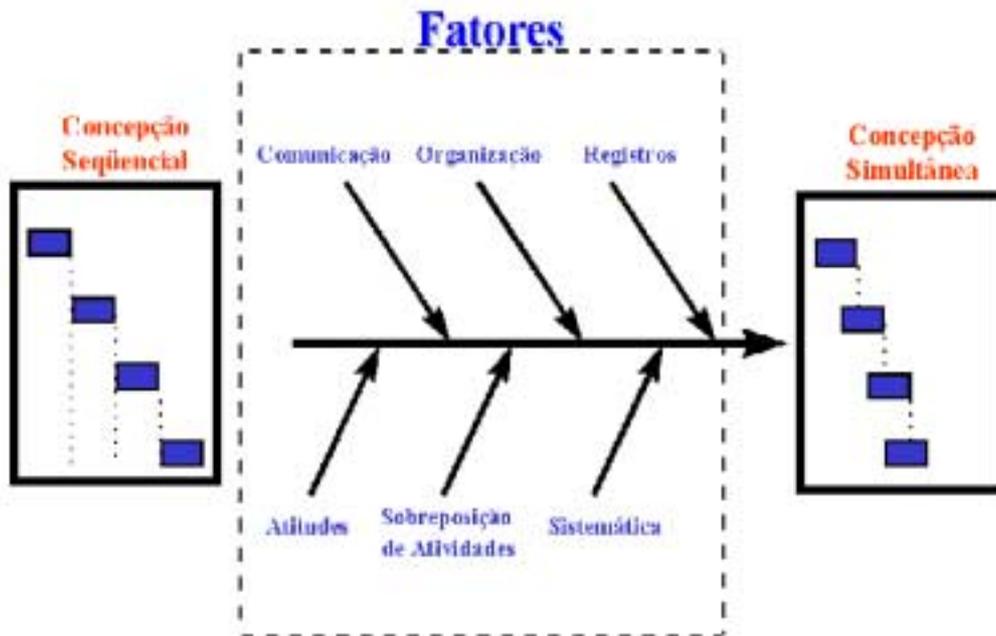


FIGURA 1.1: APRESENTAÇÃO DOS FATORES QUE CARACTERIZAM AS CONCEPÇÕES DA ENGENHARIA SEQUENCIAL E SIMULTÂNEA

Fonte: Silva, 1997.

Identifica-se nas definições de Engenharia Simultânea a necessidade de se organizar equipes, tema central dessa pesquisa. Para Castellano (1996) o sinal mais visível da Engenharia Simultânea em uma empresa é a mudança para o trabalho em equipe, já para Beckert (1991) as boas relações de trabalho entre as pessoas são fundamentais para o sucesso da Engenharia Simultânea e complementa Kruglianskas (1992) que é importante desenvolver atitudes que valorizem o trabalho em equipe. Na literatura, outros autores como Zancul e Rozenfeld, 1999 (citando Ashley (1992), Ellis (1992) e Hartley (1992)), Castellano (1996), Hatakeyama (1998), Tomazeti, Serpa Júnior e Vigolo (1998), Cassaroto (1999), Capucho (1999), Araújo (2000) consideram essencial para o trabalho em Engenharia Simultânea a formação de equipes.

Surge o problema de pesquisa:

Como consolidar equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos para implementação da Engenharia Simultânea?

1.2 - Objetivos

1.2.1 – Objetivo Geral

Propor e avaliar uma sistemática que oriente a consolidação de equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos, auxiliando a implementação da Engenharia Simultânea utilizando equipes.

1.2.2 – Objetivos Específicos

1. Analisar o processo de desenvolvimento de produtos da Helicópteros do Brasil SA-Helibras.
2. Propor um novo modelo de desenvolvimento do projeto de produtos, fundamentado na Engenharia Simultânea, através da utilização de equipes, obtendo como resultados a diminuição dos custos e do tempo de fabricação dos helicópteros, além de atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes.

1.3 - Limitações

A pesquisa deste trabalho foi desenvolvida em uma fábrica de helicópteros de médio porte que além de montar aeronaves de base já definida, projeta e fabrica instalações opcionais de acordo com as necessidades dos clientes, mais especificamente nas áreas técnicas de Projeto e Processo.

A pesquisa restringiu-se somente a um projeto desta empresa, pois ela é única não só no Brasil, como também em toda a América do Sul.

Assim, a situação estudada não permite a generalização das conclusões para outras organizações.

A aplicação e a divulgação dos resultados do método ficaram condicionadas a posterior interferência por parte da diretoria da Helibras, de modo a salvaguardar seu domínio tecnológico.

A pesquisa não é conclusiva, mas exploratória, e a sistemática proposta para a organização de equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos, auxiliando a implementação da Engenharia Simultânea pode ser estendida a diferentes organizações com as devidas adaptações.

1.4 – Metodologia de pesquisa

O que é pesquisa?

Silva e Menezes (2000) afirmam que “Pesquisar significa, de forma bem simples, procurar respostas para indagações propostas”.

Eles complementam que a investigação científica depende de um “conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos” (Gil, 1999, p.26) para que seus objetivos sejam atingidos: os métodos científicos. Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se deve empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas à investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico (Gil, 1999; Lakatos & Marconi, 1991).

De acordo com Salomon (1999) *apud* Martins (2000) o termo pesquisa é genericamente assumido como trabalho empreendido metodologicamente, quando surge um problema, para o qual se procura a solução adequada de natureza científica.

Existem três tipos de pesquisas com objetivos diferentes:

- **Pesquisa Exploratória:** tem como objetivo definir melhor o problema, proporcionar *insights* sobre o assunto, descrever comportamentos ou definir e classificar fatos e variáveis;
- **Pesquisa Aplicada ou Descritiva:** objetiva aplicar as leis, teorias e modelos na descoberta de soluções ou no diagnóstico de realidades, estabelecendo as relações entre as variáveis;
- **Pesquisa Explicativa ou Teórica:** identifica os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos, aprofundando o conhecimento da realidade e explicando a razão e o porquê das coisas.

Quanto ao tipo, a pesquisa, pode ter abordagem Quantitativa ou Qualitativa (Bryman, 1989).

Abordagem Quantitativa: na abordagem quantitativa as hipóteses são formuladas a partir da teoria e são transformadas em variáveis a serem trabalhadas e medidas para efeito de quantificação. A quantificação das variáveis permite fazer inferências estatísticas e correlações que confirmarão ou refutarão as hipóteses. Neste tipo de abordagem o pesquisador conduz o trabalho a partir de um plano pré-estabelecido, com hipóteses claramente

especificadas e variáveis operacionalmente definidas. A preocupação é com a medição objetiva e a quantificação de resultados (Godoy, 1999 apud Martins, 2000). O que importa é a precisão, evitando distorções na etapa de análise e interpretação dos dados, garantindo assim uma margem de segurança em relação às inferências obtidas.

Segundo Bryman (1989), a abordagem quantitativa se preocupa com a mensurabilidade, com a casualidade e com a generalização da pesquisa.

Abordagem Qualitativa: a principal diferença entre as duas abordagens é que a abordagem qualitativa dá ênfase à forma de captar a perspectiva dos indivíduos que são objeto do estudo. A pesquisa qualitativa não é adversa à quantificação e pesquisadores qualitativos podem incluir procedimentos de enumeração em suas investigações. Do mesmo modo, pesquisadores quantitativos, algumas vezes, coletam material qualitativo para suas investigações.

Enquanto a pesquisa quantitativa é impulsionada por um conjunto de considerações prévias, derivadas de teorias ou da literatura, a pesquisa qualitativa evita a noção de que o pesquisador é a fonte do que é relevante e importante em relação ao domínio estudado. Assim, o pesquisador qualitativo procura eleger o que é importante para os indivíduos pesquisados e qual a interpretação deles em relação ao ambiente em que trabalham.

De acordo com Bryman (1989), as características básicas da pesquisa qualitativa são:

- ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador o instrumento fundamental;
- são utilizadas múltiplas fontes de dados;
- a preocupação essencial do investigador é o significado que as pessoas dão às coisas;
- busca-se uma profunda compreensão do contexto da situação;
- o enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa.

Segundo Gil (1991), a abordagem qualitativa impõe análises estáticas para explorar relações entre variáveis. Na pesquisa quantitativa, as fronteiras da pesquisa são determinadas desde o princípio de modo que raramente existe oportunidade para mudar a sua direção no decorrer da pesquisa já que a estrutura determina o curso dos eventos. Uma vantagem da pesquisa qualitativa é que ela permite tais alterações de direção, ou seja, mais flexibilidade.

Gil (1991) afirma que, apesar de alguns métodos de pesquisa estarem freqüentemente

relacionados com a abordagem quantitativa (por exemplo *Survey*) e outros estarem relacionados predominantemente com a abordagem qualitativa (por exemplo Estudo de Caso), todos os métodos podem ter maior ou menor ênfase em qualquer abordagem, dependendo da pesquisa específica. Assim, dados quantitativos podem ser utilizados em estudos de caso e um pesquisador pode suplementar os dados quantitativos de uma pesquisa de avaliação com informação qualitativa.

De acordo com Bryman (1989), os principais métodos de pesquisa são: pesquisa experimental (*experimental research*), pesquisa de avaliação ou levantamento (*survey research*), estudo de caso (*case study*) e pesquisa ativa ou pesquisa-ação (*action research*) e as classifica como:

Pesquisa Experimental: Permite ao investigador fazer considerações sobre as relações causais, demonstrando que uma determinada variável hipoteticamente independente representa a causa da variabilidade de uma outra variável dependente. O controle sobre as relações de causa e efeito torna-se de grande importância à pesquisa experimental. Quando bem conduzidos, os experimentos fornecem evidências conclusivas para os estudos sobre as relações de causa e efeito.

Pesquisa de Avaliação: A pesquisa de avaliação considera a coleta de dados, através de questionários auto-aplicáveis ou de entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas, em algumas unidades e geralmente num único instante de tempo objetivando a coleta sistematizada de dados quantificáveis sobre um conjunto de variáveis que serão, então, examinados para discriminar modelos de associação.

Na pesquisa de avaliação, em geral, se persegue a generalização estatística, o que requer amostras representativas e grandes, dificultando que um ou pequenos grupos de pesquisadores estejam presentes no processo de coleta de dados.

Nestes casos, questionários podem ser enviados pelo correio. Entretanto, surge outro problema: há necessidade adicional de garantir que a compreensão dos conceitos envolvidos na pesquisa seja uniforme entre os indivíduos pesquisados. Isto pode ser difícil de se conseguir, especialmente quando os conceitos envolvidos são muito abrangentes.

Na pesquisa de avaliação os limites do estudo são determinados desde o princípio do trabalho de pesquisa.

Estudo de Caso: O estudo de caso aprecia análises minuciosas de um ou de poucos casos, interpretando sob a perspectiva dos integrantes (e não do pesquisador) as relações entre os indivíduos pesquisados e o ambiente, assim como as relações concernentes aos indivíduos entre si. O estudo de caso é uma estratégia com vantagem notável quando a questão “Como” ou “Por que” é colocada sobre eventos contemporâneos sobre os quais o pesquisador tem pouco ou nenhum controle.

Uma consideração comum relativa a estudos de caso é que eles provêm pouca base para a generalização científica ou à expansão de teorias. Segundo Yin (1984) se o tipo de questão da pesquisa é “como”; se o pesquisador não tem controle sobre os eventos comportamentais e se o foco está em eventos contemporâneos, tais pressupostos direcionam para o estudo de caso e para a pesquisa-ação. Ainda segundo Yin (1984), o estudo de caso não representa uma “amostra” e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (Generalização Analítica) e não enumerar frequências (Generalização Estatística).

O estudo de caso facilita a pesquisa de casos isolados ou até mesmo polêmicos, de outro modo apresenta baixo nível de confiabilidade quanto à reprodução dos mesmos resultados e das mesmas conclusões. Yin (1984) sugere efetivar cada etapa de estudo de caso da forma mais operacional possível para minimizar as dificuldades em reproduzir.

Pesquisa-Ação: Na pesquisa ação o pesquisador é envolvido, juntamente com membros da organização, para lidar com um problema que é reconhecido como tal por ambas as partes (pesquisador e organização). O pesquisador alimenta a organização com informação sobre linhas de ação recomendadas e observa o impacto da implementação destas linhas de ação sobre o problema organizacional. De certo modo, o pesquisador se torna parte do campo de investigação. É a natureza da relação entre o pesquisador e os indivíduos pesquisados que constitui a principal razão para conceituar a pesquisa-ação como um método distinto. Conceitualmente, a pesquisa-ação apresenta similaridades com a pesquisa experimental, uma vez que o pesquisador também procura analisar o efeito da alteração de uma variável independente sobre uma variável dependente.

Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa empírica, onde um grupo de participantes investigam problemas de interesse comum.

Para este trabalho será utilizada a pesquisa-ação, pois o pesquisador é envolvido, juntamente com membros da organização, para lidar com um problema que é reconhecido

como tal por ambas as partes. Vale aqui ressaltar que o pesquisador em questão faz parte da organização onde ocorreu a pesquisa.

1.4.1 – Delineando uma pesquisa-ação

Segundo Gil (1991), o planejamento da pesquisa-ação difere significativamente dos outros tipos de pesquisa. Não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa.

Na pesquisa-ação ocorre um constante vaivém entre as fases, que é determinado pela dinâmica pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema, que estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo em constante relacionamento com a situação pesquisada. Pode-se apresentar alguns conjuntos de ações que, embora não ordenados no tempo, podem ser considerados como etapas da pesquisa-ação. São eles:

1 – Fase exploratória

Objetiva determinar o campo de investigação, as expectativas dos interessados, bem como o tipo de auxílio que estes poderão oferecer ao longo do processo da pesquisa. Esta fase privilegia o contato direto com o campo em que está desenvolvida, como: reconhecimento visual do local, consulta a documentos diversos e sobretudo a discussão com representantes das categorias sociais envolvidas na pesquisa.

2 – Formulação do problema

Na acepção científica, “problema é qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento” (Gil, 1999, p.49).

Problema, para Kerlinger (1980, p.35), “é uma questão que mostra uma situação necessitada de discussão, investigação, decisão ou solução”.

Simplificando, problema é uma questão que a pesquisa pretende responder. Todo o processo de pesquisa gira em torno de sua solução. O problema será relevante em termos científicos quando propiciar conhecimentos novos à área de estudo e, em termos práticos, a relevância refere-se aos benefícios que sua solução trará para a humanidade, país, área de conhecimento e outros (Silva e Menezes, 2001).

É necessário se formular o problema, normalmente através de uma pergunta, para garantir a precisão de sua definição. A fim de conseguir a participação dos interessados, a pesquisa-ação objetiva solucionar problemas práticos. A pesquisa-ação, todavia, não se restringe aos aspectos práticos, tanto é que a mediação teórico-conceitual se torna presente ao longo de toda a pesquisa.

3 – Construção dos objetivos

Sintetiza o que pretende alcançar com a pesquisa. Os objetivos devem ser coerentes com a justificativa e o problema proposto. O objetivo geral é a síntese do que se pretende alcançar, e os objetivos específicos explicitarão os detalhes e são os desdobramentos do objetivo geral (Silva e Menezes, 2001).

Os objetivos informarão o que está propondo a pesquisa, isto é, quais os resultados que pretende alcançar ou qual a contribuição que a pesquisa irá efetivamente proporcionar.

4 – Realização do seminário

O seminário reúne os principais membros da equipe de pesquisadores e membros significativos dos grupos interessados na pesquisa. O seminário recolhe as propostas dos participantes, bem como contribuições de especialistas convidados. De sua discussão e aprovação é que são elaboradas as diretrizes de pesquisa e de ação.

5 – Seleção da amostra

Tão logo tenha sido delimitado o universo da pesquisa, surge o problema de determinar os elementos que serão pesquisados. Segundo Gil (1991), quando o universo de investigação é geograficamente concentrado e numeroso, convém que sejam pesquisados todos os elementos. Quando, porém, o universo é numeroso e esparso, é recomendável a seleção de uma amostra. De modo geral, o critério de representatividade dos grupos investigados na pesquisa-ação é mais qualitativo que quantitativo.

6 – Coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados tradicionais segundo Silva e Menezes (2001) são:

- Observação: quando se utilizam os sentidos na obtenção de dados de determinados aspectos da realidade. A observação pode ser:
assistemática: não tem planejamento e controle previamente elaborados;
sistemática: tem planejamento, realiza-se em condições controladas para

responder aos propósitos preestabelecidos; não-participante: o pesquisador presencia o fato, mas não participa; individual: realizada por um pesquisador; em equipe: feita por um grupo de pessoas; na vida real: registro de dados à medida que ocorrem; em laboratório: onde tudo é controlado.

- Entrevista: é a obtenção de informações de um entrevistado, sobre determinado assunto ou problema. A entrevista pode ser: padronizada ou estruturada: roteiro previamente estabelecido; despadronizada ou não-estruturada: não existe rigidez de roteiro. Podem-se explorar mais amplamente algumas questões.
- Questionário: é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante. O questionário deve ser objetivo, limitado em extensão e estar acompanhado de instruções. As instruções devem esclarecer o propósito de sua aplicação, ressaltar a importância da colaboração do informante e facilitar o preenchimento. As perguntas do questionário podem ser: abertas: “Qual é a sua opinião?”; fechadas: duas escolhas: sim ou não; de múltiplas escolhas: fechadas com uma série de respostas possíveis.

Neste estágio você escolhe também as possíveis formas de tabulação e apresentação de dados e os meios (os métodos estatísticos, os instrumentos manuais ou computacionais) que serão usados para facilitar a interpretação e análise dos dados. Silva e Menezes (2001) citam que na Engenharia de Produção, muitas vezes, as dissertações e teses estão comprometidas com o desenvolvimento de modelos e produtos. Em tais casos a metodologia não seguirá os passos indicados acima, e sim deve estar adequada à necessidade requerida para criação específica do modelo ou produto que está sendo desenvolvido. A pesquisa-ação tende a dotar preferencialmente procedimentos flexíveis, pois ao longo da pesquisa os objetos são constantemente redefinidos, provocando mudanças significativas na técnica utilizada.

7 – Análise e interpretação de dados

Consiste em dispor, tabular e analisar os dados, utilizando normalmente recursos computacionais. São elaborados índices e cálculos estatísticos, tabelas, quadros e gráficos.

8 – Elaboração do plano de ação

A pesquisa-ação concretiza-se com o planejamento de uma ação destinada a enfrentar o problema que foi objeto de investigação. Isto implica na elaboração de um plano ou projeto que indique cronologicamente as ações a serem executadas, segundo Gil (1991): objetivos;

população a ser beneficiada; natureza da relação da população com as instituições que serão afetadas; identificação das medidas que podem contribuir para melhorar a situação; procedimentos a serem adotados para assegurar a participação da população e incorporar suas sugestões; determinação das formas de controle do processo e de avaliação de seus resultados.

9 – Divulgação dos resultados

Nesta etapa se interpreta e analisa os dados tabulados e organizados. A análise é feita para atender aos objetivos da pesquisa e para comparar e confrontar os dados com os objetivos de confirmar ou rejeitar os pressupostos da pesquisa.

A informação obtida pode ser divulgada externamente junto aos setores interessados, por intermédio de congressos, conferências, simpósios, meios de comunicação de massa ou elaboração de relatórios.

1.5 – Estrutura da dissertação

No capítulo 1 se introduz o trabalho, se justifica a razão do tema, o problema de pesquisa, os objetivos, as limitações, a metodologia de pesquisa e a estrutura da dissertação.

No capítulo 2, fornece-se a fundamentação teórica, como o desenvolvimento de produtos (dados da área de aeronáutica, influência da tecnologia, tendências, normalização – série histórica requisitos do cliente). Será também detalhada a implantação da Engenharia Simultânea (elementos, fases de implantação, resultados, dificuldades) e a formação de equipes (dentro da Engenharia Simultânea).

No capítulo 3, será detalhada a sistemática de implementação da Engenharia Simultânea através da formação de equipes (proposta).

No capítulo 4 a descrição da pesquisa-ação: apresentação da empresa; estágio atual do processo de desenvolvimento de produtos – dados; descrição das fases proposta na sistemática com a respectiva aplicação e comentários (dificuldades e resultados).

No capítulo 5 a conclusão: verificação dos resultados obtidos com os objetivos e hipóteses; ganhos e oportunidades de aperfeiçoamento da sistemática proposta; considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

Apresenta-se na Tabela 1.1 a síntese da pesquisa que irá nortear todo o trabalho.

Pressupostos	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de desenvolvimento de produtos destaca-se como fator de competitividade. • O projeto de um produto bem definido faz com que a fabricação seja mais rápida e diminui a necessidade de revisões no processo de fabricação. • Para se elaborar um bom projeto, a contribuição de todas as pessoas envolvidas vai de uma forma contribuir para o sucesso da fabricação do produto. • A aplicação dos métodos da Engenharia Simultânea contribui para diminuir o ciclo de fabricação do produto. • A formação de equipes multifuncionais é um importante fator para a implementação da Engenharia Simultânea.
Pergunta básica (problema científico)	<ul style="list-style-type: none"> • Como organizar equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos para implementação da Engenharia Simultânea?
Objetivos	<p>Geral:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propor uma sistemática que oriente a organização de equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos, auxiliando a implementação da Engenharia Simultânea utilizando equipes. <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar o processo de desenvolvimento de produtos da Helicópteros do Brasil SA- Helibras; • Propor um novo modelo de desenvolvimento do projeto de produtos, fundamentado na Engenharia Simultânea, através da utilização de equipes, obtendo como resultados a diminuição dos custos e dos tempos de fabricação dos helicópteros, além de atender satisfatoriamente as necessidades dos clientes.
Unidades de análise (obtenção dos dados)	<ul style="list-style-type: none"> • Uma fábrica de helicópteros de médio porte que além de montar aeronaves de base já definida, projeta e fabrica instalações opcionais de acordo com as necessidades dos clientes.
Critérios de interpretação dos dados	<ul style="list-style-type: none"> • Dados primários e secundários oriundos de um projeto piloto, avaliando os resultados posteriores e anteriores a formação de equipes multifuncionais em um ambiente de Engenharia Simultânea.

TABELA 1.1 – SÍNTESE DA PESQUISA

2 – DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A INDÚSTRIA DE HELICÓPTEROS

2.1 – Projeto e desenvolvimento de produtos

Trabalhar em um processo bem definido e formalizado contribui para o desenvolvimento eficaz de um produto. A transparência de informações e metas, tomadas no início do processo, garantirão que as atividades serão feitas no prazo e custo planejado (Muniz Júnior, 1995).

O objetivo de projetar e desenvolver novos produtos e serviços ou inovar os já existentes, é satisfazer os consumidores atendendo suas necessidades e expectativas atuais ou futuras. O setor de marketing busca informações das necessidades dos clientes e repassa ao setor de projeto e desenvolvimento para criar produtos e serviços que expressem essas necessidades e expectativas desses clientes, então, pode-se observar que o projeto de produto começa e termina com o cliente (Slack, 1997).

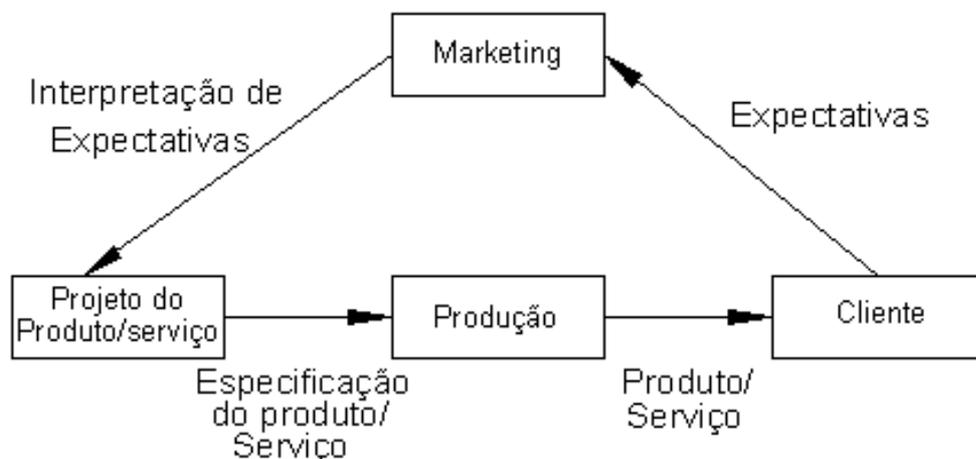


FIGURA 2.1 – O CICLO DE REALIMENTAÇÃO CLIENTE-MARKETING-PROJETO.

Fonte: Slack,1997

Para Baxter (1998) a atividade de desenvolvimento de um novo produto não é simples, ela requer pesquisa, planejamento, controle e uso de métodos sistemáticos. É uma atividade complexa que envolve diversos interesses e habilidades, tais como os:

- consumidores desejam novidades, melhores produtos, a preços razoáveis;
- vendedores desejam diferenciação e vantagens competitivas;
- engenheiros de produção desejam simplicidade na fabricação e facilidade de montagem;
- designers gostariam de experimentar novos materiais, processos e soluções formais; e
- empresários querem pouco investimento e retorno rápido de capital.

Então o desenvolvimento de novos produtos é um compromisso que deve satisfazer aos vários segmentos e deve-se optar por aqueles que agregam valor e não por aqueles que simplesmente elevam o custo do produto.

O processo de elaboração do projeto e desenvolvimento de novos produtos (Scheer, 1993 apud Romeiro Filho, 2000) pode ser subdividido em três fases:

- **concepção:** a análise de especificações, compilação de variações de soluções e sua avaliação;
- **desenvolvimento:** especificações do conceito de solução, projeto em escala, construção de modelos, avaliação de soluções; e
- **detalhamento:** representação das partes individuais e avaliação de soluções.

O projeto e desenvolvimento de novos produtos, no entanto, envolve outros enfoques que devem ser considerados; ele não pode somente possuir qualidades estéticas e ser compreensível para seus usuários, mas deve atender satisfatoriamente a vários outros requisitos como: meios tecnológicos disponíveis para fabricação, viabilidade econômica e de materiais (Scheer, 1993 apud Romeiro Filho, 2000).

Segundo Baxter (1998) as regras básicas para um projeto e desenvolvimento de novos produtos são:

- estabelecer metas claras, concisas, específicas e verificáveis;
- acompanhar todas as etapas de geração do novo produto; e

- criar, gerar muitas idéias para que se possa selecionar a melhor.

Hoje já existem exemplos que estão sendo incorporados ao desenvolvimento de produtos atividades como planejamento estratégico relacionado com mercado/produtos; atividades ligadas à produção; lançamento e acompanhamento do produto no mercado. Isso permite que requisitos do cliente e da sociedade, problemas técnicos encontrados em campo sejam analisados e levados em consideração no desenvolvimento de outros novos produtos (Zancul e Rozenfeld, 1999).

Segundo Romeiro Filho (2000), o projeto e desenvolvimento de novos produtos pode ser por:

- evolução: aquele no qual as descobertas científicas e tecnológicas são agregadas a modelos já existentes;
- inovação: após uma descoberta científica, novo projeto surge com base em idéias ainda não utilizadas.

O projeto e desenvolvimento de um produto novo é uma reunião de esforços para atingir objetivos predeterminados de qualidade, custo e prazo (Archibald, 1976 *apud* Casarotto, Favero, Castro, 1999).

Devido às complexidades de alguns projetos de *design* e de engenharia atuais e a facilidade de utilização de novas tecnologias de base microinformática, muitas equipes têm colaborados no desenvolvimento de novos projetos. Por exemplo, pode-se citar a produção do Boeing 777 que possui componentes fabricados em países como Austrália, Brasil, Japão, Canadá, Itália, França, Coréia do Sul, Singapura e Irlanda (Romeiro Filho, 2000) e o ERJ 145 da Embraer que possui parceiros na Espanha, Bélgica, Chile e Japão (Muniz Júnior, 1995).

A Tabela 2.1 mostra as fases de um projeto dentro do processo de criação e desenvolvimento de novos produtos.

Etapa - 0	Seleção das Idéias
Fase de Concepção	Análise preliminar de mercado
	Análise de viabilidade técnica
	Análise preliminar do negócio (Custo/Investimento)
	Definição preliminar dos requisitos
	Especificação preliminar do projeto
	Planejamento das atividades do projeto
Etapa - 1	Avaliação da Concepção
Fase de Conversão	Análise de mercado
	Planejamento do negócio (Custo/Investimento)
	Definição dos requisitos
	Especificação do projeto do produto
	Especificação preliminar da Engenharia de Produto
	Testes de Laboratório e de Campo
	Especificação preliminar de processo
	Seleção de fornecedores estratégicos
Etapa - 2	Avaliação do Negócio
Fase de Execução	Especificações finais da Eng. de Produto e Processo
	Lote piloto
	Teste de campo comercial e certificação do produto
	Planejamento da produção
	Planejamento de lançamento no mercado
	Produção
	Lançamento no mercado
	Análise e avaliação de satisfação dos clientes
Etapa - 3	Preparação para auditoria final

TABELA 2.1 – PROCESSO DE CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS.

Fonte: Multibrás, 1997 segundo Coelho, 1998.

Casarotto, Favero, Castro (1999), propõe que existem diferenças entre as etapas do projeto e desenvolvimento de um produto novo e o projeto para a produção sob encomenda, sintetizada Na Tabela 2.2.

Lançamento de um novo produto	Produção de um equipamento sob encomenda
Pesquisa de mercado	Pesquisa e Desenvolvimento
Projeto do Produto	Projeto do Produto
Projeto de Fabricação	Fabricação
Organização para Vendas	Instalação
Testes de Mercado	Assistência

TABELA 2.2 – EXEMPLOS DE TIPOS DE PROJETOS E SUAS ETAPAS GENÉRICAS.

Fonte: Casarotto, Favero, Castro (1999).

A informatização das atividades do processo de projeto e desenvolvimento de produtos teve um crescimento rápido e considerável nos últimos tempos. Diversos sistemas CAD estão sendo empregados na geração de formas geométricas de produtos e desenhos técnicos de engenharia. Na análise e simulação de sistemas, os sistemas CAE já suportam grande parte das tarefas dos projetistas. Entretanto, as fases iniciais do processo de projeto, caracterizadas principalmente, por geração de idéias de como será o projeto, análises técnicas, levantamento de custos e outros, têm sido ainda, pouco assistidas computacionalmente. Neste contexto, busca-se desenvolver ferramentas computacionais de apoio à concepção de produtos utilizando diversas técnicas de implementação, tais como, sistemas especialistas e análise orientada ao objeto (NeDIP,2000).

Notadamente, na fase de concepção, os engenheiros e os projetistas, com suas decisões, são responsáveis por grande parte da definição dos custos, dos níveis de qualidade e do tempo de ciclo de desenvolvimento (Amaral, 2001).

O processo de desenvolvimento de produtos tem se aperfeiçoado através da implementação de várias técnicas, metodologias e métodos. Mañà (1998) *apud* Silva (2001) realizou uma pesquisa, em 1997, em duzentas empresas americanas e européias que possuíam um processo de desenvolvimento de produtos considerado referência de competitividade. Seu objetivo foi caracterizar a concepção moderna do desenvolvimento de produtos a partir da identificação de técnicas, metodologias e métodos utilizados. A Figura 2.2 apresenta o resultado da pesquisa, onde o tamanho da área ocupada pela técnica identifica sua dimensão como característica de modernidade. Os resultados da pesquisa identificaram a utilização simultânea de múltiplas técnicas.

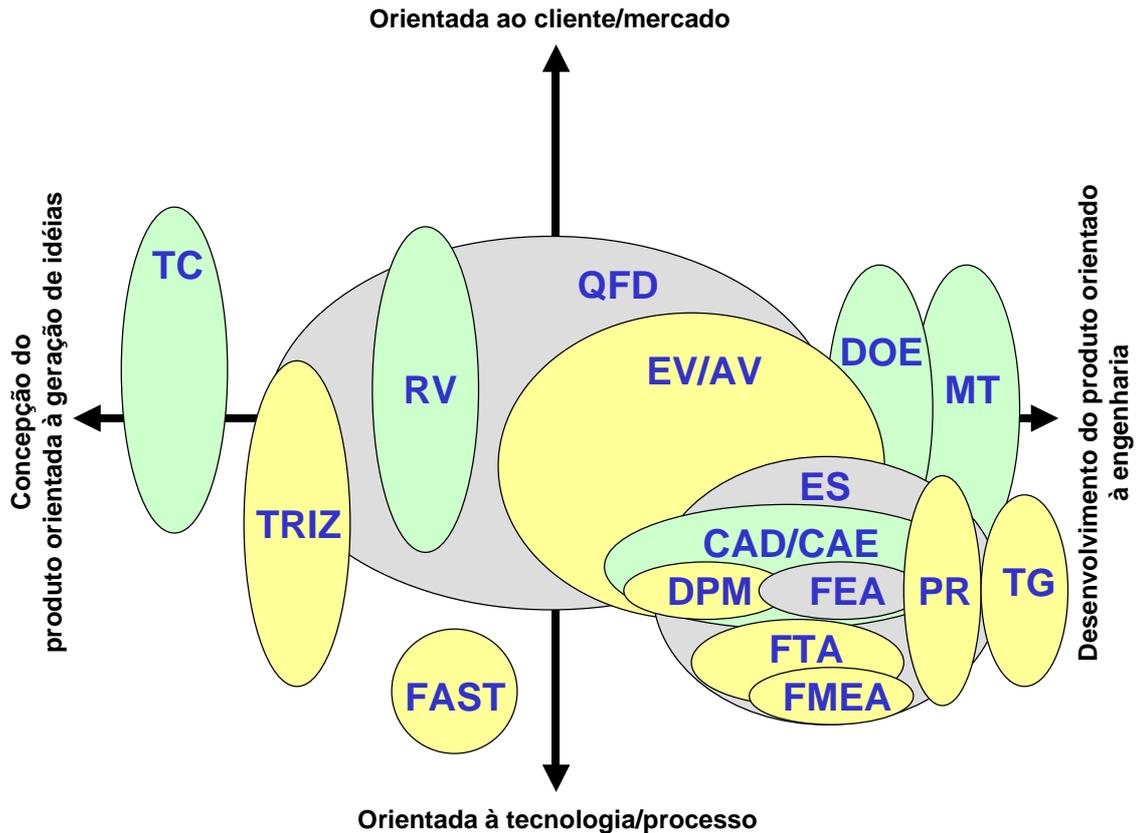


FIGURA 2.2 – FOCO DE AÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS, METODOLOGIAS E MÉTODOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.

Fonte: Adaptado de Mañà (1998) apud Silva (2001).

Legenda:

TC	Técnicas de criatividade
TRIZ	<i>Tvorba a řešení inovačních zadání</i> (teoria inventiva de solução de problemas)
RV	Realidade virtual
FAST	<i>Functional analysis system technique</i> (técnica sistemática de análise funcional)
QFD	<i>Quality function deployment</i> (desdobramento da função qualidade)
EV/AV	Engenharia do valor/análise do valor
ES	Engenharia Simultânea
FTA	<i>Fault tree analysis</i> (análise da árvore de falhas)
FMEA	<i>Failure mode and effects analysis</i> (análise do modo e efeito de falhas)
CAD/CAE	<i>Computer aided design/computer aided engineering</i> (projeto de engenharia assistido por computador)
FEA	<i>Finite elements analysis</i> (análise de elementos finitos)
DOE	<i>Design of experiments</i> (delineamento de experimentos)
MT	Método Taguchi
PR	Prototipagem rápida
DPM	Projeto para a manufatura
TG	Tecnologia de grupo

Sapoznik (1993) cita que o número de diferentes técnicas, metodologias e métodos envolvidas num projeto é, de certa forma condicionada pelo seu nível de complexidade. E ambos acabam por definir os requisitos da infra-estrutura de comunicação, que buscam combinar ações e realiza-las ao mesmo tempo, ou seja, dar início a uma atividade antes que se complete a sua fase tradicionalmente predecessora. A sobreposição de atividades permite iniciar ações tão cedo quanto possível, e, como consequência, abre espaço para pessoas que, num esquema seqüencial, não tinham oportunidades de questionar e contribuir com aquilo que lhes era fornecido, poderem fazê-lo. Existem condições de interagir, interferindo de forma que suas considerações sejam respeitadas e incorporadas ao projeto (Kruglianskas, 1992). Essa maneira para desenvolver produtos é considerada pela Engenharia Simultânea, foco dessa pesquisa (ver Figura 2.2).

Surge daí então, a necessidade de se criarem equipes ou grupos de pessoas experientes em cada área para que busquem muitas concepções, para que se possa escolher a melhor.

Yokota (2000), Vice Presidente Industrial da Embraer, disse que o cliente está cada vez mais exigente e disposto a pagar cada vez menos, por produtos de melhor qualidade; na indústria aeronáutica atender a esses fatores é extremamente complexo. O setor aeronáutico, principalmente a de helicópteros, possui características específicas do processo de desenvolvimento de seus produtos, devido à tecnologia envolvida e à complexidade de seus produtos e peculiaridades específicas.

2.2 – O processo de desenvolvimento de produtos na indústria de helicópteros

O projeto e a montagem de aeronaves têm uma longa história desde que Santos Dumont fez seu primeiro vôo até os protótipos digitais das famílias Catia e Enovia para este ramo específico, o futuro parece promissor, pois eles substituem com sucesso o *mockups* físicos. A legislação aeronáutica evoluiu, o uso de tecnologias de informação é mais freqüente, mais de 75% das indústrias aeronáuticas já se beneficiam do uso de protótipos digitais. A AEC (*American Eurocopter Corporation* - USA, também filial da Eurocopter) acredita que o seu ciclo de projeto e desenvolvimento diminuiu graças ao Catia. Empresas como Gulfstream, Korea Air, Lockheed Martin, Raytheon, Sikorsky, British Aerospace, Dassault e Boeing também utilizam o Catia como uma ferramenta de trabalho para ajuda no desenvolvimento de novas peças e novos aviões (Tecmes, 2002).

A Tecmes (2002) também afirma que: “os métodos convencionais de um novo projeto de avião possuem muitas revisões. Diferentes times de desenvolvimento trabalham em diferentes partes do projeto, existem problemas associados com encaminhamento, aprovação e gerenciamento dos desenhos de projeto. Frequentemente muitos esforços são desperdiçados porque uma equipe de projeto pode estar trabalhando com desenhos desatualizados. Coordenando a empresa como um todo (com a utilização do Catia), é possível obter um equilíbrio entre o tempo e os esforços para se chegar ao melhor projeto”.

Toda empresa sempre quer produzir o melhor e na indústria aeronáutica não basta o produto ser o melhor, ele deve ser confiável e ter características especiais. Deve transmitir para o cliente a sensação de bem estar e segurança. Segurança significa confiabilidade, que pode ser definida como a probabilidade de um sistema ou um produto executar sua função de maneira satisfatória, dentro de um intervalo de tempo e em certas condições (Scapin, 1999).

Na indústria aeronáutica, especificamente a de helicópteros, essas características podem ser resumidas nos pontos fundamentais:

- **Estética** é inerente ao produto em sua definição tais como tamanho, curvas aerodinâmicas e outros elementos de aspecto visual. São itens que fazem a aeronave ter um visual agradável aos olhos. Por exemplo: faixas da pintura da aeronave, as formas aerodinâmicas, o contraste de cores da pintura, a cor do acabamento interno.
- **Conforto** resume ao tipo de acabamento interno. Itens que proporcionam ao cliente o bem estar físico e a sensação de estar em um espaço agradável. Por exemplo: baixo nível de ruído, acabamento interno, acesso para entrar ou sair da aeronave, espaço interno, visual do painel.
- **Atender** às necessidades (implícitas e explícitas) do cliente: alguns clientes têm necessidades específicas para a execução de uma determinada missão, as quais são particularidades especiais que devem ser atendidas. Por exemplo: instalações aeromédicas para transporte de pacientes, missões *off-shore*, câmaras de vídeo para transmissões de TV, proteção balística, câmaras de termo visão para verificação de linhas de transmissão elétricas aéreas.
- **Segurança**, na indústria aeronáutica, é um item que tem uma relevância primordial. Uma aeronave, quando em voo, não está pondo em risco somente a tripulação e seus passageiros, mas tudo que está sob ela, materiais de terceiros e vidas de pessoas que estão alheias ao voo. É para

garantir esta segurança que existem órgãos de regulamentação e vigilância que determinam normas e regras tanto para a fabricação quanto para os vôos de todas os tipo de aeronaves, sendo complementadas por normas da própria empresa. Por exemplo: CHT (Certificados de Homologação de Tipo), RBHA (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica), Plano de Controle da Qualidade, HBN (Norma Técnica Helibras).

Como a segurança é um fator importante, existe uma legislação específica para a fabricação e montagem de aeronaves que devem ser atendidas. O tema desta dissertação é o desenvolvimento de produtos em uma empresa montadora de helicópteros que projeta opcionais; neste contexto, é importante descrever a legislação específica que regulamenta a indústria aeronáutica. No Brasil o DAC (Departamento de Aviação Civil), órgão ligado ao Ministério da Aeronáutica, é o responsável pela regulamentação e vigilância do cumprimento de todas as leis, normas e diretrizes que norteiam o projeto, o desenvolvimento, a fabricação e as operações ligadas à aeronáutica, como por exemplo, a manutenção das aeronaves.

2.2.1 – Legislação aeronáutica aplicável a indústria de helicópteros

Existem normas externas e internas que regulamentam a indústria de helicópteros. Essas normas são sintetizadas a seguir.

- **Código Brasileiro de Aeronáutica**

O Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei Nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986) considera aeronave todo aparelho manobrável em vôo, que possa sustentar-se e circular no espaço aéreo, mediante reações aerodinâmicas, apto a transportar pessoas ou coisas.

O DAC define através de seus RBHA's (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica) normas e procedimentos para fabricação e revisões de aeronaves de asa fixa ou rotativa, de modo que o sistema de segurança de vôo da aviação civil seja garantido.

O RBHA 21 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica – 14 de maio de 1992) trata dos requisitos para homologação de partes (peças) e produto, e seguindo as tendências de outros países, adota como texto básico o FAR (*Federal Aviation Regulation*) PART 21 da FAA (*Federal Aviation Administration*) dos Estados Unidos da América e estabelece os procedimentos para a concessão de CHT (Certificado de Homologação de Tipo - documento que permite a fabricação de um determinado tipo de

aeronave) para produtos aeronáuticos. Esse trabalho utiliza as definições contidas no RBHA (1992):

- Projeto: consiste em desenhos e especificações, incluindo lista de peças, necessários para definir a configuração geométrica e as características do produto. Informações sobre dimensões, materiais e processos necessários à definição da resistência estrutural do produto. Quaisquer outros dados necessários para permitir, por comparação, a determinação da aeronavegabilidade e das características do produto.
- Classificações das modificações de projeto: pequena modificação, aquela que não tem apreciável efeito no peso, balanceamento, resistência estrutural, confiabilidade, características operacionais e outras características afetando a aeronavegabilidade do produto. Todas as demais são consideradas grande modificação. A aprovação de pequenas modificações pode ser feita sem apresentação prévia ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e as grandes devem ser requeridas através Certificado de Homologação Suplementar de Tipo (CHST). CHST é o certificado que garante a aprovação de uma grande modificação de projeto de uma aeronave e dá ao fabricante o direito de instalá-lo em aeronaves já homologadas, isto é, que já possuem CHT.

RBHA 21 (1992) prescreve que o fabricante detentor de um CHT deve estabelecer um sistema de inspeção de produção para assegurar que cada produto fabricado está conforme com o projeto e que as modificações no projeto, são controladas e aprovadas antes de sua incorporação no produto final.

Toda aeronave deve ter seu Certificado de Aeronavegabilidade/ *Airworthiness Certificate/ Certificat de Navegabilité*, que é o documento que assegura que uma aeronave ou motor completos de uso civil atende às condições de aeronavegabilidade previstas nos Regulamentos Oficiais Aeronáuticos de um determinado país, podendo ser operada em condições seguras, obedecidas as limitações previstas em seu envelope de utilização (PQ-10-18G, 2001).

- **As normas EUROCOPTER (normas internas)**

Além das normas do Código Brasileiro de Aeronáutica existem também normas da própria empresa que definem as diversas etapas para o desenvolvimento e fabricação das peças e conjuntos aeronáuticos. No caso da Helibras, além de suas próprias normas, ela segue

também as normas de sua matriz, a Eurocopter. Como exemplo pode-se citar as Diretrizes de Procedimentos para Fabricação, elas se destinam às diferentes intervenções nos programas em desenvolvimento ou nos industriais. Essas diretrizes formalizam um certo número de “regras da arte da industrialização” e definem o processo para fabricação, os pontos a serem validados formalmente, as responsabilidades de cada setor e os documentos a serem utilizados.

Para o desenvolvimento e fabricação são definidas fases e responsabilidades de cada setor e podem ser resumido na Tabela 2.3.

Fases	Trabalho	Setor Responsável
Ante-projeto	Opções técnicas e industriais	Projeto
Desenvolvimento / Estudos	Verificação da capacidade industrial e análise de valor	Projeto, produção e qualidade
Desenvolvimento das peças e fabricação	Fabricação de peças e montagem protótipo	Projeto, produção e qualidade
Evolução do desenvolvimento	Ensaaios em bancos e vôos	Projeto
Preparação dos aparelhos de pré-série	Fabricação parcial	Projeto e qualidade
Produção dos aparelhos de pré-série	Fabricação e qualidade	Projeto e qualidade
Preparação dos aparelhos de série	Fabricação	Produção e qualidade
Produção série	Fabricação e inspeção	Produção e qualidade
Produção controlada - base e personalização	Fabricação e inspeção	Produção e qualidade
Conformidade	Inspeção de qualidade	Qualidade

TABELA 2.3 – ORGANIZAÇÃO E RESPONSABILIDADES.

Fonte: DPF-09-01B (1996)

Este quadro mostra a seqüência do desenvolvimento. A partir da necessidade do cliente é feito um ante-projeto para verificar a sua viabilidade, a capacitação industrial, a análise de valor, o desenvolvimento de peças e a fabricação de um pré-série (protótipo, maquete ou *mockup*). Depois das análises de fabricação, montagem e da aprovação, são elaborados documentos (processos) para garantir que as futuras fabricações e montagens serão feitas de acordo como o definido neste pré-série.

Elaborados os processos de fabricação e montagem pré-série, inicia-se a montagem em série. As melhorias ou modificações que poderão ser feitas a partir deste ponto, serão feitas através de Ordens de Engenharia ou AMS (*Avis de Modification Serie*).

As fases do processo de desenvolvimento de novos produtos descritas na Tabela 2.3 são:

- Ante-projeto: determinação dos conceitos gerais da construção e da tecnologia. Elaboração de um plano de desenvolvimento de materiais e de novos processos. Determinação dos objetivos globais econômicos, técnicos, industriais e determinação de tempos para o desenvolvimento.
- Desenvolvimento / Estudos: definição dos conceitos de fabricação e de intercambiabilidade para as fases de desenvolvimento. Verificação da capacidade industrial e da política de investimento. Nesta fase é elaborado pela produção e qualidade o documento Conceitos de Manufatura que define os princípios de intercambiabilidade (entre peças existentes e as que são possíveis de serem utilizadas), fabricação, ensaios necessários, ferramentais, possíveis variantes para os novos materiais e os processos de fabricação. Define também os objetivos industriais como custos, ciclo de vida do produto, possível cadência de fabricação. Estabelece a lógica de desenvolvimento, da industrialização e da qualificação com análise de riscos associados por item do organograma técnico (estrutura, mecânica, sistemas do helicóptero).
- Desenvolvimento das peças e fabricação: nesta fase é colocada em fabricação um protótipo onde são definidos os tempos e os processos para a fabricação. São atualizados e definidos os materiais, os novos processos de fabricação e os ferramentais necessários. Também são verificadas as coerências com os conceitos de manufatura e a confiabilidade das peças desenhadas.
- Evolução do desenvolvimento: sempre respeitando os objetivos iniciais são lançados os desenhos de peças. Conforme os ensaios em bancadas e/ou vôos, as modificações, se necessárias, serão tratadas por pacotes de modificações.
- Preparação dos aparelhos de pré-série: o número de aparelhos pré-série será definido em reunião de todos os membros. É nesta etapa que se define os tempos de fabricação e montagem e a partir daí o Setor de Métodos e Processos divide o trabalho em fases e elabora o balanceamento da linha de montagem.
- Produção dos aparelhos de pré-série: o Setor de Métodos e Processos deve assegurar que os objetivos globais de custo, de ciclo de fabricação e de garantia de que os processos não terão revisões. A partir da lista de peças do desenho projeto, os processos deverão garantir que todos os itens previstos estarão sendo montados. É sobre estes aparelhos que deverão ser feitas as

peças maquetes de mangueiras, carenagens, acabamento, e outros. O Setor de Projetos deve dar suporte técnico ao Setor de Métodos e Processos no que se refere à montagem, às tolerâncias, acabamento, e outros.

- Preparação dos aparelhos de série: a definição da fabricação deve estar terminada e o setor da Qualidade deve desenvolver meios para garantir que todas as peças fabricadas e ou montadas estarão de acordo com a definição.
- Produção série: após todas os processos e os ferramentais estarem definidos, a aeronavegabilidade assegurada é iniciada a fase de produção em série.
- Produção controlada - base e personalização: após a produção estar estabilizada deve ser formado um grupo de especialistas, com formação necessária para garantir o “saber fazer”. Então será definido o helicóptero base e suas possíveis personalizações conforme a necessidade do cliente.
- Conformidade: durante toda a produção o controle de qualidade deve assegurar a conformidade do produto e toda não conformidade observada deve ser lançada em um “relatório de não conformidade” juntamente com o responsável por ela para futura análise das causas e medidas a serem tomadas para que elas sejam evitadas.

- **As normas HELIBRAS (normas internas)**

Basicamente, a documentação interna da Helibras que trata de projeto e desenvolvimento de novos produtos é descrita na norma técnica Diretrizes e Procedimentos Gerais para Projeto do Produto.

Vale lembrar, aqui, que é de responsabilidade técnica da Helibras somente as instalações de opcionais (e não da aeronave como um todo), porque a responsabilidade técnica do helicóptero de base é da matriz Eurocopter (HBN 001).

Na norma técnica Conceitos de Projetos (HBN 450), helicóptero de base é definido como sendo aquele que possui um mínimo de instalações necessárias e suficientes para a decolagem, vôo e pouso com segurança, e o conjunto básico de arranjo operacional definido para um cliente. Instalações opcionais, termo comercial que define aquelas requeridas pelos clientes, as quais são necessárias para a execução de determinada missão e que podem ser suprimidas da aeronave para missões onde não seja aplicável.

A norma técnica Diretrizes e Procedimentos Gerais para Projeto do Produto define que é de competência exclusiva do Setor de Projetos a criação de novas instalações, a modificação das já existentes e a elaboração e revisão da documentação técnica de definição do produto e

também que poderão participar da criação e/ou modificação de instalações desde que com a anuência e sob a coordenação da chefia do Setor de Projetos.

As atividades do Setor de Projetos como o projeto e o desenvolvimento "ideal" envolve seis fases principais, sendo que uma fase somente se inicia após a exploração exaustiva da fase anterior e são:

- Estudo da viabilidade
- Projeto preliminar ou ante-projeto
- Projeto detalhado
- Revisão e testes (protótipo)
- Planejamento do consumo ou execução
- Planejamento da obsolescência (obsolescência tecnológica X deteriorização em serviço)

Após a entrada do documento para o início das atividades de um novo projeto, a chefia do setor de Projetos avalia, isoladamente ou em grupo, se os dados estão coerentes e correto e decide ou não pela real necessidade do assunto proposto. Em caso afirmativo, determina a envergadura do projeto e são alocados os meios humanos e materiais para a tarefa e estabelece um cronograma.

O responsável pelo Setor de Projetos, então, convoca uma Comissão de Modificação com representantes, conforme julgar necessário, dos Setores de Projeto, Métodos e Processos, Qualidade, Materiais, Pós-Venda, Fabricação, Montagem e Vendas para delinear os principais rumos do projeto. Nessa reunião podem ser utilizadas diversas técnicas de criatividade e análise tais como tempestade de idéias (*Brain-Storm*), processo morfológico, análise de valor, etc. Então são lançados todos os detalhes do projeto, como necessidades dos clientes, segurança, viabilidade física, econômica e financeira.

Após esta análise crítica, os projetistas realizam os cálculos estruturais e ou elétricos e o desenho detalhado inclusive com lista de peças. Acontece outra análise crítica e se o projeto for aprovado, libera-se o desenho protótipo para a elaboração do orçamento pelos Setores de Métodos e Processos e Compras. O Setor de Pós-Venda pode iniciar nesta fase a documentação pós-venda. Os processistas do Setor de Métodos e Processos iniciam a fabricação do protótipo.

Após a fabricação, o protótipo é ensaiado e realiza se uma reunião de análise crítica, agora para avaliar se o resultado do ensaio foi conforme. No caso de os requisitos estarem

conformes parte-se para a aprovação e homologação da instalação e posterior difusão dos resultados aos responsáveis dos Setores envolvidos.

O anexo 1 apresenta o fluxograma utilizado pelo Setor de Projetos para uma melhor visualização de todo o processo.

2.3 – Engenharia Simultânea

O termo **Engenharia Simultânea** surgiu quando em 1988 o *DARPA (Defense Advanced Research Project Agency)* publicou o resultado de um trabalho iniciado em 1982 sobre um estudo com o intuito de diminuir os tempos de projeto, desenvolvimento e fabricação. Para isto estudou formas de se aumentar o grau de paralelismo das atividades de desenvolvimento de produtos (Zancul e Rozenfeld, 1999).

Engenharia simultânea é um método para se projetar, fabricar e utilizar um produto ou serviço em que a **participação em todas as fases de todos os envolvidos é fundamental**. Significa uma mudança no desenvolvimento de processos, que deixam de ser tarefas executadas seqüencialmente para serem desenvolvidas em paralelo, baseada em intensa troca de informações, no âmbito da própria organização sobre o projeto, entre as equipes de projeto, métodos e processos, fabricação e os outros setores (Borsato, 1998).

Segundo Coelho (1998) a **Engenharia Simultânea** pode ser considerada como sendo uma metodologia para desenvolvimento de projetos, que integra os diferentes recursos internos e externos de uma organização, num esforço único, no sentido de otimizar o tempo, o custo e a qualidade do produto e do processo. **O sinal mais visível da Engenharia Simultânea em uma empresa é a mudança para o trabalho em equipe** (Castellano, 1996). A Engenharia Simultânea **promove explicitamente a formação de equipes multifuncionais**. Ela alavanca a perícia de diferentes áreas no projeto e definição de produtos enquanto fomenta a comunicação interdepartamental.

A **Engenharia Simultânea** é uma metodologia focada no cliente e **centrada numa equipe**, que tem como objetivo reduzir custos, melhorar a qualidade e diminuir o tempo de projeto através da simplificação de projeto e fabricação de um produto em seu estágio de concepção. A Engenharia Simultânea se preocupa das necessidades dos setores envolvidos no processo de desenvolvimento e integra os atributos financeiros e técnicos para diminuir ou acabar com os custos ocultos (Balasubramaniam, 2001).

Beckert (1991), descreve que as **boas relações de trabalho entre as pessoas** são fundamentais para o **sucesso da Engenharia Simultânea** e para Kruglianskas (1992) é importante desenvolver atitudes que valorizem o trabalho em equipe, propiciar treinamentos que capacitem os técnicos a trabalhar em grupo e introduzir nos sistemas de avaliação de desempenho, dimensões que levem em conta não só a competência técnica e a criatividade, mas também o sucesso como participante de equipes.

Existe outro ponto de vista que identifica como fator principal para a implementação da Engenharia Simultânea: o uso de tecnologias de informação. Segundo a TDC (2001) a Engenharia Simultânea se apoia em tecnologias de informação e de comunicação que devem ser associadas a outras técnicas como infraestrutura de comunicação, arquitetura lógica para posicionamento de material, sistemas de informação e aplicativos computacionais (programas de simulação com CAD, *Workflow*, gestão de processos e de produção). Um projeto de Engenharia Simultânea necessita da colocação coerente de um conjunto destas tecnologias.

Nolan e Croson (1996), Boothroyd, Dewhurst e Knight (1994) e Allen, Swift e Hird (1991) sugerem o uso da tecnologia de informação para otimizar parâmetros de projetos, simulações, prototipagem rápida, formação de bancos de dados de projeto para facilitar o projeto de novos produtos. Tem-se alternativa de formar produtos sobre plataformas de componentes padronizados e intercambiáveis.

Mas Blackburn (1991) cita que os resultados obtidos com a implementação de técnicas de tecnologia de informação são intimamente dependentes dos colaboradores. O uso de tecnologias de informação é importante, mas dependente da formação de equipes.

Então Engenharia Simultânea é uma sistemática para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos cujo objetivo é o de repensar o respectivo processo de forma a torná-lo integrado e gerenciável.

Segundo Muniz Júnior (1995), Engenharia Simultânea é o processo no qual grupos trabalham interativamente e formalmente no projeto do ciclo de vida completo do produto/serviço para encontrar e realizar a melhor combinação das metas da qualidade, custo e prazo e também, citando Stoll (1988), afirma que os objetivos da Engenharia Simultânea são focar no projeto de componentes para facilitar a fabricação e montagem, integrar o projeto de manufatura e o projeto do produto para assegurar a melhor combinação das necessidades e especificações.

Para o CEFET-PR (Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná), o conceito de Engenharia Simultânea pressupõe várias atividades desenvolvidas em paralelo e afirma que entre as várias fases do projeto de um produto **existe a interatividade entre os profissionais**

de diversas especialidades. O fundamental é o compartilhamento de informações entre as diversas funções. Um importante aspecto da Engenharia Simultânea é a utilização de ferramentas de simulação computacional para testar os projetos antes mesmo de se construir qualquer protótipo físico. É o que faz as empresas líderes em seus mercados, como no caso da Embraer que criou o *mock-up* eletrônico para evitar perdas na construção de uma maquete convencional (Muniz Júnior, 1995).

Segundo a aula 20 da biblioteca virtual da Universidade de São Paulo (TC2000, 2002) o objetivo principal da engenharia simultânea é o desenvolver e fabricar produtos que satisfaçam às necessidades dos clientes a um baixo custo e também incorporar todos os domínios de conhecimento apresentados por participantes da equipe multifuncional; melhorar continuamente o produto e o processo produtivo; identificar componentes de fabricação simples; reduzir o número de partes do produto; aumentar a intercambiabilidade entre os modelos; identificar submontagens; incorporar técnicas DFM-DFA (*Design for Manufacturability e Design for Assembly*); antecipar problemas de fabricação e montagem; usar processos e equipamentos já existentes; identificar áreas onde testes podem mostrar possíveis problemas. DFM e DFA são projetos ou desenhos elaborados para atender as necessidades técnicas e de definição de fabricação e de montagem de uma peça ou produto. Para este trabalho vamos adotar DFM como Processo de Fabricação e DFA como Processo de Montagem.

Neste trabalho a Engenharia Simultânea é definida como a criação de equipes com capacidades técnicas suficientes e com pessoas de diversos departamentos para atuar no projeto e desenvolvimento de um produto com o intuito de agilizar e facilitar a fabricação. Os objetivos da Engenharia Simultânea segundo autores como Ashley (1992), Ellis (1992), Hartley (1992) citados por Zancul e Rozenfeld (1999); Castellano (1996); Hatakeyama (1998); Vigolo, Serpa Júnior e Tomazetti (1998); Casarotto, Favero e Castro (1999); Capucho, Silva e Rubira (1999) e Araújo (2000) são:

- diminuir e facilitar o tempo de montagem através da utilização de meios e ferramentais existentes;
- reduzir desperdício de matéria prima com a fabricação de protótipos inadequados; e
- auxiliar o desenvolvimento de produtos “perfeitos” de modo a evitar revisões de projeto.

No entanto, ganhos de desempenho e produtividade no processo de desenvolvimento de produtos dependem mais da mudança na maneira que a empresa opera do que arranjos

tecnológicos *hardware* (OGE, 1990 *apud* Muniz Júnior, 1995). Hayes e Jaikumar (1988) *apud* Muniz Júnior (1995) chamam a atenção quanto as ineficiências geradas ao comprar/adquirir novos equipamentos/tecnologias e utilizá-los como os antigos sem repensar a organização.

Veltz e Zarrefian (1993) *apud* Muniz Júnior (1995) afirmam que a implantação de qualquer método ou forma de trabalho deve ser adaptado à realidade específica da organização e do projeto.

Segundo Borsato (2002), Uthmann (1998) em seu artigo, enfatiza que Engenharia Simultânea implica em processos de negócio complexos caracterizados por muitas mudanças imprevistas devido, por exemplo, à grande influência do cliente, à incerteza das informações no início dos projetos e à execução sobreposta e interativa de subprocessos. Uthmann (1998) caracteriza o desenvolvimento de produtos seqüencial como um trabalho espontâneo, não sistematizado, com alta taxa de erros e falta de transparência. Segundo ele dois dos maiores problemas da Engenharia Simultânea são o gerenciamento de projetos e a interação dos colaboradores. O autor lamenta que os trabalhos sobre Engenharia Simultânea enfoquem apenas a produção seriada, enquanto a produção sob encomenda tem sido negligenciada. Além disso ressalta que o domínio administrativo (entenda-se áreas de desenvolvimento) não tem se utilizado de conceitos de melhoramento contínuo (*kaizen*). Uthmann coloca também que o potencial das técnicas de gerenciamento de *workflows* não tem sido utilizado de maneira satisfatória no setor de engenharia. O gerenciamento de *workflows* consiste na automação (controle) dos processos de negócio, parcial ou integralmente, no qual documentos, informação e tarefas são passadas de um colaborador para outro por meio de ações, de acordo com regras de procedimentos. A proposta do autor consiste na utilização do conceito de controle flexível dos processos administrativos e de engenharia baseado em tecnologia da informação, a fim de melhorar o gerenciamento corporativo em empresas que produzem produtos sob encomenda.

A Figura 2.3 compara as concepções do processo de desenvolvimento de produtos seqüencial e simultâneo.

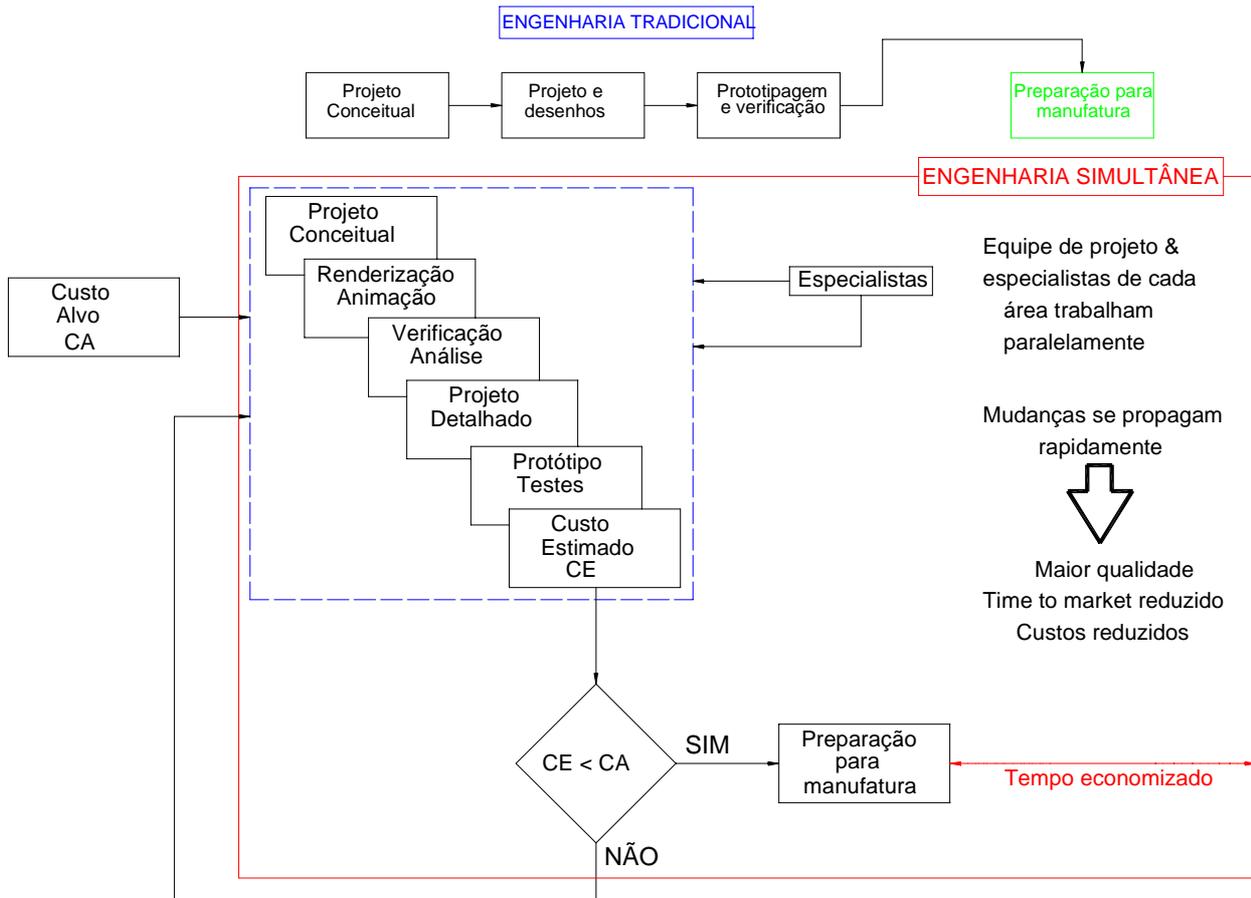


FIGURA 2.3 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCEPÇÕES SEQUÊNCIAL E SIMULTÂNEA DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.

Fonte : Vicentin, Martins (2001)

Segundo Coelho (1998), produtos de maior complexidade onde há vários componentes interrelacionados, existe maior dificuldade em promover alterações no produto. Desta forma a Engenharia Simultânea favorece a redução de esforços (tempo e custos) no sentido de prover alterações em produtos já que na sua forma de trabalho a mesma considera a simultaneidade uma execução de tarefas. Outro aspecto importante é que as informações compartilhadas no ambiente da Engenharia Simultânea, favorecem a formação de uma base de conhecimento heurístico, que poderá ser muito útil para desenvolvimentos futuros. Assim, se a Engenharia Simultânea for empregada desde as fases iniciais do projeto, os resultados em termos de tempo, custo e qualidade têm grande possibilidade de serem melhores já que todos os envolvidos com o novo produto participam das decisões, evitando problemas no momento em que se inicia a produção propriamente dita.

Nas palavras de Beckert (1991), Engenharia Simultânea significa trabalhar mais, com maior antecedência, melhor e chegar à produção mais cedo. Uma vez que se chega à produção, serão necessárias nenhuma ou poucas readaptações.

Mills, Beckert e Carrabine (1991) afirmam que se o projeto de um produto é realizado pela concepção sequencial muitas decisões cruciais são tomadas individualmente, como algumas formas básicas, características de performance, materiais entre outros. Essas decisões sobre o produto podem vir a se tornarem mais complexas e caras se forem necessárias futuras mudanças. Não apenas as modificações tornam-se difíceis de serem realizadas, mas os custos também aumentam. É importante ressaltar que Asiedu e Gu (1998), Kaplan e Cooper (1998) e Ragatz et al. (1997), citam que de 75% a 85% do total do custo de um produto, em todo o seu ciclo de vida, é determinado nos estágios iniciais de seu projeto, assim para ser fonte de competitividade, o processo de desenvolvimento de produtos deve ser eficiente e eficaz e para tanto é necessário incorporar metodologias e técnicas capazes de proporcionarem tais atributos. O que torna importante as decisões estabelecidas no processo de desenvolvimento de produtos.

Ao se analisar o desenvolvimento de um produto pela concepção sequencial, fica claro que após o término do projeto, que foi elaborado por um único engenheiro projetista, as chances deste projeto apresentar deficiências na definição é muito superior às chances que o mesmo projeto tem se esta elaboração for feita por uma equipe multidisciplinar conhecedora das técnicas, capacidades e limitações das diversas áreas que estarão envolvidas na produção deste produto. Equipe de trabalho ou força tarefa compreende membros representativos dos diversos setores da empresa (*Marketing*, Engenharia de Produto, Compras, Engenharia de Produção, Fabricação, Montagem, Custos, Finanças) e até mesmo fornecedores e clientes, trabalhando sempre para garantir os aspectos desejados de projeto (Hatakeyama, 2001).

Os membros da equipe de Engenharia Simultânea são incumbidos de fiscalizar e melhorar a integração entre projeto e manufatura. Eles precisam de autoridade e liberdade no projeto e desenvolvimento dos produtos (Vigolo, Serpa Júnior, Tomazetti, 1998).

Vigolo, Serpa Júnior e Tomazetti (1998) relatam que o objetivo da Engenharia Simultânea é otimizar o tempo de desenvolvimento do produto e seu processo de fabricação, reduzindo o tempo de execução e custo, além de melhorar a qualidade, pela integração principalmente de projeto e fabricação, isto significa dizer, através da criação de uma equipe que reúna os envolvidos desde o projeto até a fabricação final. Por outro lado, a equipe precisa quebrar paradigmas de quem sempre trabalhou isoladamente passar a ter que repartir responsabilidades e aceitar idéias de outros, o diálogo é que sustenta o trabalho em equipe, e

deixam claro que isto só é conseguido com o comprometimento da alta direção. Também destacam que com o trabalho em equipe se consegue excelentes resultados como a diminuição do tempo de desenvolvimento, melhora a qualidade final e diminui as mudanças nas fases finais do programa de desenvolvimento do produto. A fase de projeto é sem dúvida uma das mais importantes, pois qualquer falha que ocorra nesta fase acarreta grandes mudanças de engenharia e manufatura e se o produto já estiver no mercado, o prejuízo é ainda maior e pode até denegrir a imagem da empresa além das perdas financeiras.

Hartley (1992) afirma que na Engenharia Simultânea o desperdício tem um significado mais amplo que o conceito comumente usado e pode ser definido como:

- recursos da engenharia do produto despendido em desenvolvimentos que não chegam a ser colocados em produção;
- recursos gastos em protótipos desnecessários;
- mudanças tardias no projeto, que tornam obsoletos os esforços iniciais;
- produção de estoques para reserva;
- sobras de refugos de material;
- materiais refugados;
- custos de estoques aguardando clientes; e
- falhas ocorridas na fabricação.

A equipe de Engenharia Simultânea deve prever para que todos estes desperdícios sejam evitados através de análises, estudos, troca de experiência e conhecimentos prévios. Tudo isto contudo não pode alterar a qualidade do produto e não deve comprometer a finalidade para qual ele foi concebido: atender às necessidades do cliente.

As empresas que já fizeram algum esforço para reduzir estoques, diminuir desperdícios e tenham reconhecido a necessidade de fazer mudanças no sentido de implantar o Sistema de Garantia da Qualidade e o *Total Quality Control* (TQC), a implantação da Engenharia Simultânea produzirá melhores resultados (Hartley, 1992). O importante é que todo produto comece e acabe com o cliente. Segundo a Rockwell International, enquanto a empresa puder satisfazer às necessidades de seus clientes internos e externos, sua sobrevivência estará assegurada; por isso, então, decidiu fazer mudanças fundamentais na qualidade e ilustra seu pensamento através de algumas considerações e *slogans*, tais como: melhorar o clima removendo os obstáculos para a mudança; definir as missões de modo que cada um conheça as metas; usar o ciclo *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) para assegurar que o planejamento seja feito corretamente; criar uma equipe para definir e supervisionar o

planejamento e melhorar a educação dos empregados. O Programa de mudanças requer que as pessoas não só aceitem as mudanças, mas peçam essas mudanças (Hartley, 1992). A Engenharia Simultânea está ligada aos conceitos do TQC, pois se um produto for concebido de uma maneira que o seu processo de fabricação não se adapte às condições da empresa, ele terá que ser reprojeto. O que não ocorreria se o seu projeto fosse executado paralelamente. O reprojeto é evitado com a Engenharia Simultânea (Casarotto, Favero e Castro, 1999).

A Rockwell dá mostras que realmente há a necessidade das empresas tomarem consciência da mudança e imponham que a qualidade do produto, a necessidade do cliente e a produção com custos e prazos cada vez menores devem ser considerados desde a concepção e desenvolvimento do produto.

Associado a Engenharia Simultânea, pode se utilizar o desenvolvimento integrado do produto (IPD) como um apoio a mais para a melhorar a integração entre as diversas áreas do projeto e fabricação (SOCE, 2002).

O Desenvolvimento Integrado do Produto (IPD) é uma filosofia que emprega sistematicamente um time de disciplinas funcionais para integrar e aplicar simultaneamente todos os processos necessários para produzir um produto eficaz e eficiente que satisfaça às necessidades do cliente.

Não há um *checklist* para implementação do IPD são difíceis soluções generalizadas, cada aplicação tem suas peculiaridades (USAFMC Guide on IPD, 1993).

Como relatado pelos *National Institute of Standard & Technology, Thomas Group Inc.*, e *Institute for Defense Analyses na Business Week* (1990), os benefícios da Engenharia Simultânea aliadas ao IPD incluem:

- 30% a 70% menos tempo de desenvolvimento;
- 65% a 90% menos mudanças de engenharia;
- 20% a 90% menos tempo para chegar ao mercado;
- 200% a 600% a mais de melhoria da qualidade, e
- 20% à 110% de melhoria da produtividade.

O DAC (Departamento de Aviação Civil) possui documentos como o RBHA (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica) que definem as normas a serem seguidas pelas empresas que fabricam, montam ou prestam serviços de manutenção em aeronaves. O RBHA 145 exige que a qualidade do serviço seja atestada por uma segunda pessoa. A Engenharia Simultânea satisfaz a exigência do DAC quando propõe a criação de uma equipe para definir ou modificar uma peça.

Williams (1996) *apud* Silva (1997), destaca que no *Advanced Research Workshop Managing and Modelling Complex Projects*, realizado no final de 1996, trabalhou com a premissa de que os projetos de desenvolvimento estão cada vez mais complexos e os métodos de gerenciamento de projetos convencionais tem-se tornado ineficientes para a realidade atual e busca se novos métodos de análise e gerenciamento do processo de desenvolvimento de produtos que levem empresas, principalmente aquelas que projetam e fabricam seus produtos, a implantar com sucesso a Engenharia Simultânea.

Sen e Jiang (1999) consideram que a implantação da Engenharia Simultânea requer uma pequena modificação na estrutura organizacional da empresa. Em uma empresa pequena, onde existem poucas pessoas envolvidas no projeto de produto é mais fácil implementar a Engenharia Simultânea, pois existem menos níveis hierárquicos e menor número de pessoas a convencer (Castellano, 1996).

O ponto de referência em uma empresa que trabalha com Engenharia Simultânea é o trabalho em equipe (Coelho, 1998). Equipe multifuncional ou multidisciplinar (ou força-tarefa) é aquela formada por membros de diversas áreas como compras, *marketing*, finanças, além daqueles que detém o conhecimento tecnológico do produto, engenheiros do projeto e fabricação. Deve também fazer parte da equipe, quando possível e/ou necessário, fornecedores e clientes (Hartley, 1992).

Basicamente a Engenharia Simultânea propõe a criação de equipes multifuncionais ou multidisciplinares que acompanham o produto desde sua concepção até ao apoio fornecido aos consumidores após a entrega deste.

Galdámez, Branício e Bond (2002) citam que, em 1993, pesquisas realizadas por Kruglianskas já apontavam sobre a importância de alguns fatores que devem ser considerados na implantação da Engenharia Simultânea entre os quais estão: treinamento de pessoal, comunicação, **trabalho em equipe**, criação de um sistema que avalie o desempenho dos participantes, resistência às mudanças na estrutura da empresa e principalmente a importância da confiança e do gerenciamento dos conflitos entre as partes ou pessoas que estão envolvidas.

3 - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA E A FORMAÇÃO DE EQUIPE

3.1 - Organização do trabalho

A complexidade dos problemas organizacionais requer conhecimento especializado em várias áreas e isto uma só pessoa muito raramente consegue. Ramos (1983) descreve a importância de um processo decisório participativo quanto aos efeitos desalienantes na organização, imprimindo-lhe praticidade e dinamismo. Destaca ainda que atitudes que desconsideram o ser humano como parte ativa e integrante de um processo organizacional não se sustentam ao longo do tempo, produzindo inevitavelmente, dentro das organizações, o descontentamento, a insatisfação, a desmotivação generalizada e conseqüentemente, a ineficiência e a ineficácia.

Para desenvolver um sistema de gestão mais participativo é necessário buscar soluções para a organização do trabalho que objetive a qualificação dos envolvidos e redefinição de funções delegando maior responsabilidade e autoridade sobre os processos e seus resultados bem como, apoiando uma maior autonomia na tomada de decisões. Para contextualizar a formação de equipes torna-se necessário descrever a evolução da organização do trabalho.

A partir de 1780, com o início do período da Revolução Industrial, surgiu uma forma mais organizada do trabalho, em decorrência da ruptura das estruturas corporativistas da Idade Média. A descoberta de novas tecnologias consolidada em novas máquinas propiciou a substituição da produção artesanal para a produção industrial. Começaram a surgir novas propostas de organização do trabalho que foram se adaptando ao longo do tempo de acordo com as mudanças sócio-econômicas, passando inicialmente por modelos como o taylorismo e o fordismo, chegando aos dias atuais com situações de neotaylorismo e modelos com formas mais democráticas, tais como, o enriquecimento de cargos e os grupos semi-autônomos (Fleury e Vargas, 1987).

Alguns modelos de organização do trabalho são descritos na Tabela 3.1.

Modelo de organização do trabalho	Descrição
Teoria da Administração Científica	Surgiu no final do século XIX, com Taylor, em decorrência do desenvolvimento industrial, e a partir da visão dos administradores da necessidade de intensificar e melhorar a produção, o que constitui a Organização racional do trabalho (Fleury e Vargas, 1987). A preocupação é racionalizar a produção, numa visão extremamente mecanicista e microscópica do homem (Chiavenato, 1983; Fleury e Vargas, 1987; Teiger, 1985).
Enriquecimento de tarefas ou cargos	Consiste em uma constante substituição de tarefas mais simples e elementares do cargo por tarefas mais complexas, a fim de acompanhar o crescimento individual de cada empregado, oferecendo-lhe condições de desafio e de satisfação profissional no trabalho (Chiavenato, 1983)
Grupo semi-autônomo	Caracteriza-se pela formação de uma equipe de trabalhadores que executa, cooperativamente, as tarefas que são determinadas ao grupo, sem que haja portanto uma predefinição de funções para os membros (Wisner, 1987) . Apresentando como pontos mais positivos em sua formação, no aspecto social, a cooperação exigida entre os trabalhadores, e no aspecto técnico, é a aquisição da auto-regulação, permitindo ao sistema de produção uma grande flexibilidade (Fleury e Vargas, 1987).
Japonês	Os modelos japoneses visam obter a plena utilização dos recursos humanos, por meio da exploração de sua capacidade, estimulando participação ativa na produção. Tendo como conseqüência do envolvimento dos trabalhadores nas soluções de problemas e a ampliação de suas habilidades e motivação (Ribeiro, 1989). Refere-se a um modelo de administração da organização do trabalho que proporcionou inovações no sistema de produção, como <i>just-in-time</i> , <i>kanban</i> , círculo de controle de qualidade (CCQ), controle de qualidade total (TQC) e gestão participativa entre outros (Vieira, 1996 e Wood, 1993).

TABELA 3.1 - MODELOS DE ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.

Cita Sirianni (2002) que em 1949, a visita de um pesquisador do *Tavistock Institute*, de Londres, a uma mina de carvão resultou em uma descoberta que desencadeou um longo processo de reformulação do ambiente de trabalho, ainda atual: trabalho em equipe, autodesenvolvimento, aprendizado contínuo e acesso de todos à informação. Os mineiros estavam reinventando antigas formas de trabalho em equipe e introduzindo conceitos que, mais tarde, seriam particularmente adequados às novas tecnologias. Na década de 60, tais conceitos começam a ser levados para os Estados Unidos, Escandinávia, Canadá e outros países.

Surge a qualidade de vida no trabalho, na década de 70, não se caracterizando por um modelo, mas por uma concepção (Guimarães, 1995). Aborda a melhoria nas condições de trabalho, com extensão a todas as funções de qualquer natureza e nível hierárquico, nas variáveis comportamentais, ambientais e organizacionais que venham, juntamente com políticas de Recursos Humanos condizentes, humanizar o emprego, de forma a obter-se um

resultado satisfatório, tanto para os empregados como para a organização. Isto significa atenuar o conflito existente entre o capital e o trabalho. (Vieira e Hanashiro, 1990, *apud* Vieira, 1996).

Os modelos de organização do trabalho podem ser vistos de modo benéfico para os trabalhadores quando apresentam fatores que lhe proporcionam: satisfação; salário condizente; possibilidade de promoção; posto de trabalho adequado; saúde; segurança; e qualidade de vida no trabalho. Porém podem: exercer pressões para que os trabalhadores alcancem metas predeterminadas; gerar estresse; frustração; ansiedade e conseqüentemente ocasionar acidentes no trabalho. Complementa Dejours et al (1994) que a organização do trabalho provoca situações de que exercem pressões, sendo geradores de estresse, isto é, provocam e interferem no equilíbrio psíquico e mental do trabalhador. Complementa Rosa (2002a) citando Anders Gronstedt, autor de *The Costumer Century* (O Século do Cliente) afirma que todos na empresa são comunicadores. A tarefa de informar, cativar, educar, fidelizar os clientes não fica mais apenas a cargo de profissionais específicos: de marketing, vendas, relações com a imprensa, serviços de atendimento. Isso quer dizer que quanto mais o mundo muda, mais igual fica naquilo que é fundamental. De nada adiantam os instrumentos extraordinários de transmissão de mensagens com que contamos hoje, se o fator humano está mal resolvido, isto é, se falta qualidade de vida, criatividade e motivação.

Pinchot (1994), ressalta que os sistemas organizacionais que aumentem a margem de escolha e participação dos funcionários são mais bem sucedidos que os modelos burocráticos, uma vez que proporcionam às pessoas mais oportunidades de se relacionarem e auto-organizarem, exigem um auto-gerenciamento mais responsável e uma maior carga cognitiva e de conhecimento. A comunicação neste modelo flui em todos os sentidos e a empresa faz investimentos de forma a buscar mais flexibilidade e eficiência. O trabalho é realizado basicamente em equipes, e as relações interpessoais são baseadas na confiança, na participação e na responsabilidade conjunta. Complementa Felipe (2002) ao citar que são poucas as idéias que nascem perfeitas; é preciso saber adequá-las ao contexto, isso reforça a idéia de se trabalhar em equipe.

O uso de equipes na implementação da Engenharia Simultânea caracteriza-se como um modelo de organização do trabalho específico, que proporciona aos participantes a possibilidade de exercer suas capacidades intelectuais através da participação no processo de desenvolvimento e das decisões, tendo como conseqüência o resgate de sua integridade intelectual, física e psíquica.

3.2 – Equipes no contexto da Engenharia Simultânea

Segundo Schneider e Plonski (2001) muitos métodos e ferramentas computacionais têm sido associados a Engenharia Simultânea, desatacando-se: formação de equipes; QFD; DFMA; revisão de *design*; e sobreposição de atividades.

Esses métodos podem ser utilizados na prática de maneira combinada, por exemplo, QFD com formação de equipes, sobreposição de atividades com revisão de *design*, etc. Entretanto, cada um deles tem sua definição particular.

“O trabalho em equipe não é novidade nenhuma, mas nos últimos anos ganhou nova roupagem e vem sendo difundido como a melhor forma de se trabalhar dentro de uma organização” (Pereira Junior, 2002). O bom profissional, por melhor que seja, não é capaz de ser bom em tudo, daí a necessidade da socialização de conhecimentos e habilidades, cada um em sua especialidade, visando melhores resultados.

Equipe é um grupo de pessoas trabalhando para atingir um determinado objetivo comum, para que seus membros possam atuar entre si de forma otimizada deve possuir algumas características básicas como: almejar objetivos comuns, senso de identidade compartilhado, coesividade, participação e oportunidades de interação (Chudek; Garib; Tsumanuma, 1997).

Equipe ou time pode ser descrito como sendo: “um pequeno número de pessoas com habilidades complementares que estão comprometidas com uma proposta comum e um conjunto de metas de desempenho asseguradas pela mútua responsabilidade de todos” (Katzenbach e Smith, 1993 *apud* Muniz Júnior, 1995).

O ser humano é fundamental, 70% do sucesso de toda organização depende do ser humano, 30% são tecnologia, insumos, máquinas e processo (Pelegriño, 1999). Apesar de Pelegriño apresentar valores quantitativos o importante é identificar o ser humano como fator fundamental.

Sinzato (1998) citando Gramignia (1995) apresenta os seguintes estágios da evolução humana: informação; motivação; habilidade para implementar mudanças; ação individual (após perceber, sentir, pensar e decidir, surge a ação); e ação em equipe (ocorre quando o indivíduo traz novos adeptos às suas práticas).

Sinzato (1998) ainda citando Gramignia (1995), afirma que, o líder facilitador que utiliza métodos participativos tem por missão oferecer aos participantes de sua equipe a chance de aprendizagem. Portanto ele é um educador que procura identificar as necessidades da equipe e encoraja os membros a ação.

As características do trabalho em equipe em relação as individuais no processo de desenvolvimento de produtos são abordadas por Deschamps e Nayak (1997), Hauser e Clausing (1988), Tellis e Golder (1997), Slack et al. (1997, p. 170), Correa e Gianesi (1994, p.151), Kruglianskas (1992), Corrêa (1994), Takeuchi e Nonaka (1986), Rosenthal (1990) e Sullivan (1986) são descritas nas Tabelas 3.2 e 3.3.

Trabalho individual
<ul style="list-style-type: none"> • percepção departamentalizada; • processo de desenvolvimento de produtos é normalmente visto e operacionalizado de maneira fragmentada, cada grupo concentrando-se na sua parcela de trabalho. Surgem problemas de comunicação, pois os especialistas funcionais muitas vezes não entendem os dados que lhes são solicitados e acabam informando o que não é preciso; • trabalho seqüencial: concomitantemente à percepção departamentalizada, tem-se, como consequência permissiva ao processo de desenvolvimento de produtos, o trabalho seqüencial, que gera muita agitação e desperdício, pois na maioria das vezes as decisões são adiadas; fundamentadas em conhecimentos e percepções parciais e até mesmo obsoletas; e negociadas para consolidar a imagem de poder; • hierarquia opressiva: numa estrutura funcional, os funcionários pensam verticalmente, pois dependem de comando, controle e integração de seus superiores departamentais, além de serem avaliados; • excesso de burocracia; • conflitos funcionais; • em ambientes estáveis, onde se encontra baixo grau de incerteza, ambientes esses cada vez mais escassos, o trabalho individual possui as vantagens do fácil controle e da previsibilidade; • cada etapa é concluída antes que a próxima comece, em cada etapa pode-se focalizar suas capacidades e experiências em um conjunto limitado de tarefas.

TABELA 3.2 – CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO INDIVIDUAL

Trabalho em equipe

- redução de custos, embora uma primeira análise possa dar a impressão de que os custos aumentem quando se trabalha em equipe, devido aos esforços maiores dos gestores em seu início, um estudo mais cuidadoso revela o contrário. De forma geral, as negociações e inclusões de premissas importantes em estágios preliminares do projeto tendem a minimizar o número de modificações “tardias”. E quanto mais “tardia” uma alteração, maior o custo envolvido para realizá-la. Portanto, maior a economia gerada ao antecipá-la;
- melhoria da qualidade: a participação dos fornecedores e dos clientes na equipe de desenvolvimento de produtos tem como resultado a melhoria na qualidade de projeto e de conformação. A redução de retrabalhos e modificações “tardias” aumentam a probabilidade de que o produto saia da manufatura com suas características definitivas logo no início da produção. Com a participação dos clientes, envolvendo os fornecedores e sofrendo menos correções e adaptações, a qualidade do produto aumenta;
- redução do prazo de desenvolvimento: as principais ações são as melhorias de comunicação, os melhores *trade-offs* em projeto, as reduções de retrabalhos e o desenvolvimento do projeto de processos simultâneo ao do produto. As atividades de desenvolvimento propriamente poderão ter início mais cedo (abordagem simultânea), o que reduz o prazo global de desenvolvimento do produto;
- aumento da flexibilidade: abordam o desenvolvimento de produto, como sistema que, se realizado em um ambiente integrado e entrosado, confere “robustez” (capacidade de assimilar variações nas diferentes entradas de um sistema). É provável que o entrosamento entre as pessoas, desenvolvendo produtos, permita-lhes responder rapidamente a mudanças nos projetos;
- aumento da confiabilidade: implica necessariamente prever as falhas e adotar medidas preventivas às mesmas, desde a etapa de elaboração do projeto. Pode-se abordar a confiabilidade sob dois aspectos: o do produto – em que a equipe busca de maneira sistemática todas as falhas potenciais nos projetos dos seus produtos e processos de fabricação; e o do projeto – em que o processo de desenvolvimento de produtos torna-se mais confiável, minimizando os riscos de fracasso e assegurando o cumprimento do cronograma estabelecido.
- Aprendizado: os membros de equipes de projeto são expostos a muitas fontes de informações, e sua própria atividade acaba obrigando-os a adquirir conhecimentos amplos e habilidades diversificadas, que os auxiliam na rápida resolução de problemas. Os especialistas passam a acumular experiências em outras áreas que não são suas próprias. Tão importante quanto o aprendizado direto é a sua transferência. Os participantes da equipe de projeto passam a atuar como multiplicadores, disseminando o conhecimento adquirido dentro da organização. O mecanismo mais comum é o aprendizado informal, que ocorre quando os membros da equipe se comunicam com os outros funcionários de suas áreas funcionais;
- Redução do custo de oportunidade: os recursos que seriam gastos no projeto podem ser aplicados em outras atividades. Os recursos financeiros podem render juros ou ficar disponíveis para outras aplicações;
- Transformação da cultura organizacional: a adoção de equipes no processo de desenvolvimento de produtos envolve mudanças na forma de agir e pensar dos funcionários. O esforço requerido dependerá das características iniciais da organização: o relacionamento entre as funções, o grau de departamentalização, eficácia e eficiência da comunicação, tecnologia da informação disponível, etc.
- Melhoria das relações pessoais no trabalho: o trabalho em equipe permite a maior integração entre os colaboradores, além de desenvolver o respeito mútuo.

TABELA 3.3 – CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO EM EQUIPE

Silva e Fiod Neto (1999) afirmam que podem existir vários padrões de sistema e propõem, os fatores a serem considerados para se classificar o processo de desenvolvimento de produtos e orientar o padrão de sistema adequado (Tabela 3.4). Destaca-se que os tipos de desenvolvimento e seus respectivos níveis orientam a definição do grau de envolvimento dos setores e se o produto deve ser desenvolvido individualmente ou em equipe.

FATORES	NÍVEIS		
	Alteração Insignificante	Alteração Significativa	Novo
Nível de complexidade do produto	Baixo	Médio	Alto
Grau de padronização	Baixo	Médio	Alto
Análise dos recursos	Baixa	Média	Alta
Prazo para o desenvolvimento	Curto	Médio	Longo
Nível de tolerância dos componentes	Baixo	Média	Alto
Nível de confiabilidade	Baixo	Médio	Alto
Nível de durabilidade	Baixo	Médio	Alto
Complexidade de fabricação	Baixa	Média	Alta
Exigência de envolver ou desenvolver fornecedor	Insignificante	Significante	Imprescindível
Nível de conhecimentos envolvidos	Baixo	Normal	Elevado
Prioridade	Baixa	Média	Alta
Risco do investimento aplicado no projeto	Baixo	Médio	Alto
Viabilidade econômica e financeira	Baixa	Média	Alta

TABELA 3.4 – FATORES E NÍVEIS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fonte: Silva e Fiod Neto (1999)

Silva e Fiod Neto (1999) destacam que o padrão de sistema deve contemplar o aperfeiçoamento sistemático do processo de desenvolvimento de produtos com a implementação de melhorias incrementais.

Martins (2000) citando Moscovici (1998 a, p.16) “trabalho em equipe não é panacéia nem modismo, nem se aplica bem a todas as situações, indistintamente” e que apesar das transformações já ocorridas e da flexibilidade das organizações, os procedimentos ainda são burocráticos.

Os pesquisadores que estudam a implementação de equipes podem ter seus resultados agrupados por afinidade, formando dois grupos: **formação e desenvolvimento da equipe**.

Vários pesquisadores propõem fases para a formalização de equipes; por exemplo Hutton (1999) descreve que as principais fases de uma equipe de solução de problemas ou na melhoria dos processos, são:

- **Formação:** objetivos claros, mensuráveis e ligados à organização; um cronograma de duração para a equipe; que tenha um líder; seleção das pessoas com capacidade requerida para o trabalho específico; estabelecimento de um mecanismo para monitorar as fases do trabalho.
- **Preparação:** escolha da metodologia e das ferramentas apropriadas; desenvolvimento, pela equipe das regras de trabalho.
- **Execução:** acesso aos recursos; aplicação efetiva da metodologia e ferramentas; comunicação regular, monitoramento e revisão das fases do trabalho; intervenção, pelo líder, toda vez que houver algum problema.
- **Conclusão:** reconhecimento dos esforços da equipe; uma conversa rápida para que a equipe ganhe mais experiência; o reconhecimento ganho no desenvolvimento pessoal.

Pode-se ter as fases propostas por Hutton (1999) agrupadas em formação e desenvolvimento.

3.3 – Formação da equipe

A **formação de equipes**, devido à sinergia do trabalho em grupo e a colaboração entre os membros, a troca de informação é propícia entre as diferentes áreas funcionais que participam. Entretanto, na fase de definição, quando a equipe provavelmente se restringe ao setor de *marketing*, engenharia e produção, não existe o envolvimento de um representante de serviços ou mesmo de um cliente, particularmente se for um produto de consumo. Além disto, devido a um certo grau de informalidade, as trocas de informações podem não ser muito eficazes. Porém, a eficácia deste método pode ser maior na fase de definição, quando o desenvolvimento não é muito definido, e quando tratar-se-á acoplamentos da fase de *design* (Schneider e Plonski, 2001).

Pelegriño (1999) também afirma que para formar e manter uma equipe, se concentra em quatro princípios:

- **Dirigir:** é orientar, conscientizar, desafiar o colaborador a usar o melhor do seu potencial, para alcançar as metas, a missão, os objetivos da organização.
- **Motivar:** a equipe motivada apresenta maiores possibilidades de obter resultados. As vitórias não são dos projetos, das máquinas, são sempre dos seres humanos. Toda equipe deve ter um líder para facilitar a motivação

pessoal dos liderados. Um dos motivadores mais poderosos é a necessidade de sentir que aquilo que fazemos é importante. Permitir que as pessoas aprendam com seus erros, mantendo sua dignidade, pode possibilitar melhores resultados.

- **Treinar:** o treinamento é um meio para nos mantermos competitivos no mercado mundial. Confúcio dizia: “Vejo e esqueço. Ouço e me lembro. Faço e aprendo”. Diga como fazer, porque fazer e escreva os resultados que quer.
- **Delegar:** para se formar uma de equipe é necessário se delegar responsabilidades e autoridades.

Outro ponto bastante importante para a formação de equipes é a necessidade da comunicação e o grande benefício da informática reside na enorme capacidade de comunicação e na conseqüente troca de informação entre indivíduos, equipes, setores, departamentos, e empresas diferentes (Scheer, 1993 apud Romeiro Filho, 2000). No entanto o próprio Romeiro Filho, em seu trabalho de 1997, afirma que a utilização de sistemas informatizados como o CAD, por exemplo, por si só não traz grandes benefícios às empresas a menos que ocorram modificações consistentes nos vários níveis da empresa. Para que estas modificações se configurem em resultados esperados é necessário um planejamento detalhado e criterioso, que atinja toda a empresa e não só os setores de engenharia e de desenvolvimento de novos produtos.

A característica mais distintiva da Engenharia Simultânea, provavelmente, foi a de ter introduzido uma metodologia de trabalho específica que se apoia em dois componentes fundamentais: redistribuição das atividades de desenvolvimento do produto de forma a obter o máximo de paralelismo das atividades; e integração maximizada de informações de várias áreas de conhecimento operacionalizada através da formação de equipes multidisciplinares, que tomou profundas implicações na organização do trabalho e gerou estudos mais aprofundados e veio a constituir uma disciplina específica denominada desenvolvimento integrado de produtos - DIP (Buss, Cunha, & Luce, 1999).

Riedo, Shimizu e Paulin (2000) descrevem dois tipos de equipes:

- **com líderes:** os líderes devem fazer fluir as habilidades técnicas naturais do seu grupo de trabalho sem executar a posição autoritária associada a eles, manter o grupo focado em sua meta, entender e facilitar o dinamismo humano, manter o grupo em um processo positivo, trazer idéias para estimular discussões positivas,

motivar a equipe, estabelecer um clima informal e relaxado para que os membros sintam-se a vontade, usar um método de consenso na tomada de decisões, enfatizar o respeito mútuo entre os membros da equipe.

- **autogerenciáveis:** os líderes devem agir como agentes modificadores e não colaboradores. Os grupos têm maiores responsabilidades, como designar tarefas, coordenar e comunicar com outros departamentos. Logo, a liderança de equipes assume outras dimensões, como a capacidade de aprender constantemente e aplicar seu aprendizado e a necessidade de delegação de autoridade para outros membros da equipe. Assim algumas tarefas antes atribuídas somente aos líderes são delegadas para membros da equipe que podem encontrar nestas uma forma de evoluir profissionalmente ou uma forma de recompensa por um bom desempenho.

Katzenbach (1997) descreve dois tipos de equipes que tem como diferença fundamental a velocidade versus o desempenho, são eles:

- ***real time:*** segue uma disciplina simples porém continua para alcançar um bom desempenho. O comando é revezado entre os membros, o que permite que o grupo obtenha mais capacidade de liderança e isso resulta em melhor desempenho. Normalmente, demora mais para ser organizada, leva mais tempo para que o deslocamento de liderança se torne eficaz, e a maior parte do trabalho resulta de esforços conjuntos, são produtos de trabalho coletivo. Tem um potencial de desempenho superior, porém demora mais tempo para realizá-lo, enquanto a equipe *single leader team* tem um potencial de desempenho menor, porém chega ao resultado mais rápido.
- ***single leader team:*** é governada sempre pela mesma pessoa e cria valor para a empresa com o trabalho individual dos membros nas tarefas que lhes foram designadas na maior parte das vezes.

Os tipos de equipe propostos por Katzenbach (1997) e por Riedo, Shimizu e Paulin (2000) são em sua essência equivalentes.

Líderes são pessoas designadas para gerenciar uma equipe bem como o desenvolvimento do produto em questão. Em um grupo com membros distintos, são necessárias algumas características e atribuições próprias de um líder, como algumas capacidades técnicas, compromisso com as metas e uma certa quantidade de inteligência emocional (Riedo, Shimizu, Paulin; 2001).

Diversas pesquisas comprovam a superioridade de um processo decisório coletivo em relação às tomadas pelo membro mais brilhante do grupo (Goleman, Boyatzis, McKee, 2002).

Nem sempre o membro mais inteligente do grupo garantirá desempenho do novo projeto. Existem características e atribuições de líderes de equipes de sucesso. Alguns autores falam sobre líderes democráticos, autocráticos e até mesmo carismáticos. Mas qual deles será melhor para liderar um grupo de projeto? (Riedo, Shimizu, Paulin; 2000).

Riedo, Shimizu, Paulin (2000) apresentam também um resumo de diversos autores que discorreram sobre o tema e seus diferentes pontos de vista.

Segundo Wong (2002), as sete qualidades principais de um líder podem ser descritas como: visão, paixão, realismo, ação, agilidade, coragem e ética.

No entanto este trabalho se restringirá às equipes e seus membros, o líder será considerado apenas como um membro da equipe.

Pesquisas realizadas na *Cambridge University* revelaram que mesmo grupos compostos somente por indivíduos brilhantes, tomam decisões erradas quando o individual fala mais alto que o coletivo. Goleman, Boyatzis e McKee, (2002) também citam que o riso é uma poderosa maneira de fazer com que pessoas entrem em ressonância mental e a partir daí então o trabalho em grupo será sempre uníssono.

Para Wong (2002) o tripé para o sucesso de uma equipe pode ser definido como competência, força de trabalho e atitude. Corrêa (1993) complementa destacando que a flexibilidade das pessoas estão relacionadas às seguintes características: habilidades múltiplas; capacidade de tomar decisões; habilidade de compreender o processo como um todo; habilidade de adaptação às situações novas e disposição para o aprendizado contínuo.

A equipe de projeto usual é um ente complexo. Os membros devem resolver suas diferenças pessoais, encontrar meios para prosseguir, harmonizar os compromissos para com o projeto com as demandas de suas tarefas diárias e aprender como desenvolver a equipe e obter ou superar os resultados estabelecidos (Sholtes, 1992).

O tratamento das necessidades internas da equipe, consequência dessas pressões, é tão importante quanto à tarefa externa de desenvolvimento de produtos. Contudo, até mesmo equipes que compreendem a importância do desenvolvimento do produto, subestimam freqüentemente a necessidade de se estabelecerem como equipes. Quando uma equipe funciona harmoniosamente, os membros podem concentrar-se no desenvolvimento do produto. Ao contrário, uma equipe que não consegue criar relacionamentos entre seus membros perderá tempo em disputas pelo controle e em discussões que não conduzem ao resultado.

Borsato (1998) afirma que é importante o envolvimento das áreas que agregam conhecimento e experiência ao produto, vem daí a necessidade da formação de equipes multidisciplinares e que as equipes devem ser coordenadas, preferencialmente, pelo representante da área mais comprometida com o produto.

A consulta em equipe é o processo que permite melhor aproveitamento da sabedoria e experiência coletiva de seus membros. No passado as decisões eram tomadas por uma pessoa de responsabilidade ou autoridade e hoje a sociedade clama por uma participação maior nas decisões (Firoozmand, 2002).

A formação da equipe é abordada por Chase e Smith (1994), que propõem a identificação de prováveis anomalias oriundas de relações interpessoais entre os membros da equipe, identidade individual e com a organização (descritas no Tabela 3.5).

Categoria	Descrição
Identidade individual dentro do grupo	Trata-se da curiosidade dos membros em saber como se ajustarão ao grupo. Comumente são relacionadas a: <ul style="list-style-type: none"> • admissão ou inclusão: “sinto-me integrado ou sou um entranho?” “pertencço ao grupo?” “quero pertencer?” “que posso fazer para me ajustar ao grupo?”; • influência, controle, confiança mútua: “quem está mandando aqui?” “quem será mais influente?” “poderei influir?” “serei ouvido?” “serei capaz de contribuir?” “terei liberdade para contribuir?” • adaptação: “como me adaptarei aos outros membros do grupo?” “conseguiremos desenvolver um espírito cooperativo?”.
Relacionamento entre os membros do grupo	Com raras exceções, os membros da equipe desejam que a equipe tenha êxito, desenvolva o produto e trabalhe de maneira cooperativa. São comuns preocupações do tipo: “que tipo de relacionamento caracterizará essa equipe?” “como interagirão os membros de diferentes cargos?” “seremos amistosos e informais ou trataremos estritamente de trabalho?” “falaremos levemente ou nos policiaremos?” “seremos capazes de trabalhar em conjunto ou discutiremos e discordaremos o tempo todo?” “as pessoas terão simpatia ou antipatia por mim?” “terei simpatia ou antipatia por elas?”
Identidade com a organização	Normalmente os membros da equipe se identificam intensamente com seus departamentos ou setores e precisarão saber como a participação na equipe poderá afetar suas funções e responsabilidades habituais. A questão é “minhas responsabilidades como membro da equipe entrarão em conflito com minhas obrigações diárias?” A equipe deve manter relações com outras pessoas da organização. O encontro de pessoas influentes, capazes de defender a equipe e seu projeto, pode fazer diferença no apoio que a equipe recebe da organização. Quanto maior for o número de pessoas convencidas das vantagens, tanto será maior a situação da equipe dentro da organização.

TABELA 3.5 – RELAÇÕES INTERPESSOAIS

Fonte: adaptado de Chase e Smith (1994).

Katzenbach (1997) apresenta como regras básicas para formação de equipes: tamanho da equipe (até 20 colaboradores, o tamanho ideal é menos de 10 colaboradores); membros com habilidades complementares; compromisso com o desempenho; compromisso com metas claras; compromisso com uma abordagem que funcione; e responsabilidade mútua. Para Katzenbach (1997) o fator mais importante para uma equipe é que os detentores das decisões organizacionais proporcionem uma meta de desempenho desafiadora e irresistível. As pesquisas de Katzenbach (1997) apresentam em seus resultados que se os integrantes da equipe tiverem o conjunto certo de habilidades complementares e se respeitarem mutuamente, a personalidade de cada colaborador não é um fator secundário.

Nevis, Dibella, Gould (1995) propõe a existência de alguns elementos fundamentais para a formação da equipe sintetizados na Tabela 3.6.

Fundamento	Descrição
Definir as metas	Todos os membros da equipe precisam compreender sua finalidade suas metas. Se houver confusões ou discordâncias, deve-se trabalhar para resolvê-las.
Estabelecer as etapas do projeto (cronograma)	Determinar o cronograma auxilia a equipe a determinar que tipos de recomendação, assistência, treinamento, materiais e outros recursos podem ser necessários. Além de orientar a equipe na identificação de responsabilidades e marcos e indicadores de acompanhamento do projeto.
Definir claramente os papéis	As equipes operam mais eficazmente se aproveitam as aptidões de cada membro e se esses compreendem suas obrigações e por quais tarefas são responsáveis. Se estabelece o coordenador para do projeto ou para cada etapa.
Estabelecer canais de comunicação	Definir os meios a serem utilizados para que os dados e as decisões sejam socializados entre os membros da equipe e os superiores hierárquicos.
Incentivar comportamentos e atitudes que contribuam para a eficácia do projeto	Os membros da equipe devem ser incentivados e capacitados a utilizar técnicas e métodos que contribuam para a eficácia do projeto.
Definir procedimentos de decisão	Uma equipe deve estar consciente dos diferentes modos pelos quais ela chega a decisões. Discutir quando decidir por consenso. Quando e quais superiores hierárquicos devem ser consultados. Quais os dados necessários para auxiliar nas decisões.
Estabelecer regras básicas	Os grupos estabelecem, regras básicas para o que será tolerado, ou não, no grupo. Normalmente, em seu início, os grupos devem discutir e acordar sobre as regras básicas evidentes. Periodicamente essas regras devem ser revistas, eliminando algumas, acrescentando outras ou modificando-as, quando necessário. Nas ocasiões de divergências e antagonismo, preste atenção especial às regras existentes.

TABELA 3.6 – FUNDAMENTOS BÁSICOS PARA A FORMAÇÃO DE EQUIPES

(continua)

Fundamento	Descrição
Conscientizar do processo de trabalho em grupo	Trata-se da consciência de como a equipe trabalha em conjunto. Consiste em avaliar como o grupo lida com problemas, desordens, discussões e assim por diante. Consiste em criar oportunidades de verificar o processo, ocasiões onde os membros da equipe podem dizer o que acham da reunião ou expressar suas opiniões sobre as dificuldades, alternativas e avanços.
Utilizar especialistas	A equipe deve identificar e assegurar a possibilidade da participação de especialistas, internos e externos, para fornecer informações e dados específicos auxiliando nas decisões ou ações.

TABELA 3.6 – FUNDAMENTOS BÁSICOS PARA A FORMAÇÃO DE EQUIPES

Fonte: adaptado de Nevis, Dibella, Gould (1995).

Estrutura semelhante a Nevis, Dibella, Gould (1995) para o sucesso de uma equipe, é descrita por JHPiego (2001) que cita ser necessário à gerência:

1. Definir claramente a tarefa.
2. Oferecer diretrizes para que a equipe comece a prosseguir.
3. Monitorar as tarefas.
4. Oferecer informações ao longo do caminho.
5. Recompensar e reconhecer o esforço, bem como os resultados.

Mussnug e Hughey (1997) identificaram em seus estudos que equipes bem sucedidas são o resultado de um planejamento adequado à natureza geral do ambiente organizacional. A alta administração deve estar convicta da necessidade de se formar equipes e fornecer indicações explícitas de seu apoio através da implementação de maneira lógica, sistemática e sensível. As pesquisas de Mussnug e Hughey (1997) identificam a necessidade de eleger um responsável e a capacitação em tópicos universais, como os relativos ao modo de funcionamento geral das equipes ou à forma como as reuniões são normalmente conduzidas.

É oportuno lembrar que as pessoas que formam a equipe devem ter criatividade, elevar a produção, diminuir custos, além de aumentar a satisfação de clientes e a auto-estima do trabalhador (Felippe, 2002).

3.4 – Desenvolvimento da equipe

Chudek, Garib e Tsumanuma (1997) desenvolvem que em uma equipe é necessário:

“Análise de uma situação, diversidade de idéias, assim como de aptidões são necessárias para a alta performance de uma equipe. Os membros de uma equipe devem ter em mente que o trânsito de informações profissionais é necessário, e que essas informações

geram ações e, logo, levam a conseqüências. Porém, a atribuição de culpa à ação de um membro da equipe, além de não resolver o problema, desestimula quem propôs a solução e aumenta a distância entre os membros. O compartilhamento de informações relacionadas a erros anteriores, estudo dos fatos e a consideração de decisões como sendo tentativas, permitem que as equipes adquiram maior flexibilidade na solução de problemas. O medo de estragar a harmonia de um relacionamento entre equipes, ou até mesmo uma falsa harmonia, faz com que equipes deixem de expor suas idéias. Como resultado final, temos um produto insatisfatório e um falso consenso”.

A essência do desempenho de uma equipe se resume a pessoas com habilidades diferentes que trabalham juntas numa mesma tarefa e, se elas puderam trabalhar realmente juntas, poderão captar as habilidades complementares das outras e chegar a um produto do trabalho coletivo de maior valor (Katsenbach, 1997). Para Katsenbach (1997) “o sucesso de uma equipe é orientado pela disciplina e não pelo instinto gerencial”. Complementa que a atitude essencial é acreditar na importância do propósito da equipe e na tarefa a ela designada, é necessário que todos entendam que nenhum integrante da equipe pode ter sucesso ou fracassar individualmente. É sempre a equipe que vence ou perde.

Katsenbach (1997) identifica que todos os integrantes da equipe são mutuamente responsáveis pelo desenvolvimento da equipe que depende de:

- reforçar a disciplina necessária para ter bom desempenho;
- garantir que esteja claro o propósito do desempenho;
- garantir que todos tenham um conjunto claro de objetivos que determinarão o sucesso da empreitada;
- cuidar para que haja um método de trabalho comum que permita aproveitar as aptidões de cada integrante; e
- medir os resultados da equipe.

Os estudos de Mussung e Hughey (1997) descrevem que a evolução das equipes é bastante da previsão e apresenta como exigências para a implementação bem-sucedida do conceito de equipe que os membros da equipe precisam:

- ter oportunidade de realizar seu trabalho;
- ter chance de contribuir significativamente usando seus pontos fortes;
- delinear, compreender e aceitar o processo de decisão;
- ter oportunidade de resolver problemas reais e tomar decisões reais em um ambiente que valorize o discernimento;

- ter continuamente o sentimento de que estão sendo apoiados, sem exceções, pela diretoria; e
- ter capacitação contínua para todos os colaboradores da equipe, permanente em identificar a necessidade de aprender novas capacidades e competências.

Chase e Smith (1994) propõem que a medida que a equipe se consolida, os membros aprendem, gradativamente, a lidar com as pressões emocionais e de grupo com as quais se deparam. Como consequência, o grupo passa por estágios previsíveis descritos na Tabela 3.7.

Estágio	Sentimentos	Comportamentos
<p>Formação</p> <p>Quando uma equipe está se formando, seus membros pesquisam, cautelosamente, as fronteiras do comportamento adequado ao grupo. Esse é um estágio de transição da condição de indivíduo para a de membro, e de teste, tanto formal como informal, da capacidade de orientação do líder. É comum, no início, inúmeros fatores que desviam a atenção dos membros da equipe, no que diz respeito às metas do projeto, realiza-se pouco, ou nada. Isso é normal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entusiasmo, expectativa e otimismo; • Orgulho em ter sido escolhido para o projeto; • afeição à equipe, imediata e exploratória; e • desconfiança, medo e ansiedade em relação ao futuro trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tentativas de definir e decidir como será realizada; • tentativas de determinar o comportamento adequado do grupo e a maneira de lidar com os problemas de grupo; • decisões sobre quais informações precisam ser coletadas; e • altas e abstratas discussões sobre conceitos e questões; ou, para alguns membros, impaciência com essas discussões.
<p>Turbulência</p> <p>É o mais difícil para a equipe. Começam a perceber que a tarefa é diferente e mais difícil do que imaginavam e tornam-se irritadiços, implicantes e minuciosos. Impacientes com a falta de progresso, mas ainda muito inexperientes para saberem o suficiente sobre a tomada de decisão ou sobre o uso de técnicas e métodos que otimizem o processo de desenvolvimento de produtos. Os membros discutem sobre que questões a equipe deve tomar. Tentam apoiar-se unicamente em suas experiências pessoais e profissionais, resistindo a qualquer necessidade de colaboração dos outros membros da equipe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência à tarefa e às abordagens ao processo de melhoria da qualidade diferentes daquelas que cada membro, individualmente, está acostumado a usar; e • Nítidas variações de comportamento em relação ao grupo e às expectativas de êxito do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão entre membros, mesmo quando concordam com a questão básica; • atitude defensiva e competitiva. facções e “escolha de lados”; • contestação do bom senso daqueles que escolheram o projeto e designaram os outros membros da equipe; • estabelecimento de metas irreais e preocupação com o excesso de trabalho; • evidente aplicação da “lei do mais forte”; • desunião; • tensão crescente; e • ciúmes.

TABELA 3.7 – ESTÁGIOS DE CRESCIMENTO DA EQUIPE (continua)

Estágio	Sentimentos	Comportamentos
<p>Normas</p> <p>Os membros harmonizam lealdades competitivas com responsabilidades. Aceitam a equipe, as regras básicas da equipe (ou normas), seus papéis na equipe e a individualidade dos companheiros de equipe. O conflito emocional é reduzido à medida que as relações, anteriormente competitivas, tornando-se mais cooperativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uma nova capacidade de criticar construtivamente; • Integração na equipe; e • alívio, porque parece que tudo vai funcionar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitando conflitos, na tentativa de alcançar a harmonia; • mais amistosos, mutuamente confiantes e partilhando os problemas pessoais; • a equipe conversa sobre seu funcionamento; • um senso de coesão de equipe através de metas comuns; e • estabelecimento e manutenção das regras básicas (normas).
<p>Atuação</p> <p>A equipe já definiu seu relacionamento e expectativas. Pode começar a atuar, fazer o diagnóstico e resolver problemas, selecionar e implementar mudanças. Finalmente os membros descobriram e aceitaram os pontos fortes e fracos uns dos outros e já aprenderam seus papéis. Sabe-se que a equipe atinge esse estágio pela quantidade de trabalho que começa a ser produzido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção dos membros quanto aos processos de trabalho individual e grupal e melhor compreensão dos pontos fortes e fracos de cada um; e • Satisfação pelo progresso da equipe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Automudança construtiva; • Capacidade de evitar ou lidar com problemas do grupo; e • forte apego à equipe.

TABELA 3.7 – ESTÁGIOS DE CRESCIMENTO DA EQUIPE.

Fonte: adaptado de Chase e Smith (1994).

A compreensão desses estágios de crescimento evitará a reação exagerada aos problemas normais e evitará que sejam criadas expectativas irreais, que somente aumentam as frustrações. Por mais que uma equipe trabalhe em conjunto, o progresso nunca é suave.

A equipe inicia suas atividades com esperança e otimismo. Esses sentimentos positivos podem durar certo tempo, mas, geralmente, mudam para tédio e impaciência, à medida que o projeto começa a funcionar e os membros começam a sentir-se limitados quando percebem o quanto têm que aprender sobre o processo de desenvolvimento de produtos. A recuperação dá-se quando a equipe aprende com a experiência. As reações dos membros da equipe dependem tanto da velocidade do progresso como da posição ou estímulo que recebem da equipe de orientação e de seus departamentos.

Problemas comuns em equipes. Mancia (1998) identificou alguns problemas comuns que ocorrem em equipes, que são descritos na Tabela 3.8.

Problemas	Descrição
Hesitações	Normalmente estão associados ao processo de decisão e ocorrem, no início e no término de um projeto. Sua principal consequência é atrasar o projeto, desnecessariamente, por prorrogar decisões.
Participantes autoritários	Alguns membros da equipe exercem exagerada influência no grupo. Essas pessoas geralmente têm uma posição de autoridade ou uma área de especialização sobre a qual apoiam sua autoridade. A intervenção de membros autoritários normalmente: desestimula ou proíbe discussões; rejeita, constantemente, qualquer atividade proposta, declarando que ela não funcionará ou citando analogias e exemplos contrários; identifica sugestões como triviais ou ingênuas.
Participantes dominadores	Alguns participantes, com ou sem autoridade ou conhecimento, consomem demasiado tempo, falando demais. Em vez de declarações concisas, contam longas histórias e dominam a reunião.
Participantes relutantes	São os membros da equipe que raramente se pronunciam. Geralmente são retraídos, mesmo que existam atividades que promovam sua participação.
Aceitação absoluta de opiniões	Alguns membros da equipe expressam crenças e suposições pessoais com tal confiança que os ouvintes imaginam que as afirmações são sustentadas por dados, que na verdade não existem. Isso pode ser perigoso quando não se questionam as declarações e elas são aceitas incondicionalmente.
Pressa em finalizar	Quando alguns membros da equipe se tornam impacientes ou sensíveis a pressões de gerentes ou grupos influentes. Geralmente se aceita uma decisão individual sobre um problema e sua solução, antes do grupo ter tido tempo de considerar opções diferentes. Alguns membros incitam a equipe a tomar decisões apressadas e desestimulam quaisquer esforços adicionais para analisar ou discutir o assunto. Seu comportamento não verbal e suas declarações diretas transmitem, constantemente, impaciência.
Menosprezo e declarações perniciosas	Ocorre quando em uma equipe, pelo menos um membro desconsidera ou ridiculariza explicitamente a opinião de outro membro. Essa atitude pode causar sentimento de menosprezo e até mesmo de hostilidade, principalmente se ocorrer com frequência.
Devaneios	Acontece quando os membros da equipe perdem o foco da discussão. A tendência natural do ser humano é se desviar do assunto. Às vezes, esse desvio ocorre de forma inocente. Porém, o desvio pode acontecer quando a equipe deseja evitar um assunto que precisa ser abordado.
Participantes antagônicos	Às vezes na formação de grupos, alguns membros possuem divergências entre si que vão além do projeto a ser desenvolvido. Surgem competições com posições antagônicas, onde o problema não é o assunto discutido, mas, sim, divergências pessoais. Na formação da equipe deve-se selecionar os membros cuidadosamente para que vaidades pessoais não prejudiquem a obtenção dos resultados do projeto.

TABELA 3.8 – PROBLEMAS COMUNS QUE OCORREM EM EQUIPES

Fonte: adaptado de Mancia, 1998.

3.5 – Sistemática genérica para formação de equipes

Essa dissertação propõe uma sistemática para a consolidação de equipes auxiliando a implementação da Engenharia Simultânea fundamentada nos dois grupos intimamente dependentes e conexos, a **formação** e o **desenvolvimento da equipe**, que são descritos a seguir.

Formação:

Para a formação da equipe, considerar:

1. tipos de equipes: com líder ou autogerenciáveis;
2. perfil dos membros da equipe com ênfase: nas relações interpessoais, na identidade individual, nos conhecimentos e habilidades complementares necessárias e identidade com a organização;
3. fundamentos: definir as metas; estabelecer as etapas do projeto (cronograma); definir claramente os papéis; estabelecer canais de comunicação; incentivar comportamentos e atitudes que contribuam para a eficácia do projeto; definir procedimentos de decisão; estabelecer regras básicas; conscientizar do processo de trabalho em grupo; e utilizar especialistas.

Desenvolvimento:

Para desenvolver a equipe é necessário considerar que os membros:

- acreditem na importância do propósito ao longo do projeto;
- tenham um método de trabalho que permita: aproveitar as aptidões de cada integrante; dar oportunidades para os membros trabalharem juntos e desempenhem as funções previstas no projeto;
- tenham seus resultados medidos: Silva (2001) propõe elaborar o quadro de indicadores, descrito na Tabela 3.9 que estabelece inicialmente os indicadores de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos para cada quadrante. Como conteúdo de cada quadrante, é proposto, como orientação, alguns possíveis indicadores.

	Financeiros	Não– Financeiros
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Participação no mercado ➢ Percentual da receita gerada por novos produtos ➢ Receita de novos produtos ➢ Meta de lucro ➢ IRR/ROI ➢ Crescimento da receita oriunda de novos produtos ➢ Custo das devoluções de novos produtos ➢ Valor dos pedidos dos novos produtos oriundos de novos clientes 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Satisfação do cliente ➢ Vantagem competitiva ➢ Aceitação do cliente ➢ Confiabilidade ➢ Número de reclamações devido à qualidade de projeto ➢ Tempo para desenvolvimento de novos produtos ➢ Número de novos produtos ➢ Número de novos clientes com pedidos de novos produtos ➢ Pontualidade da entrega dos novos produtos ➢ Relação dos novos produtos com total e produtos ➢ Participação de componentes recicláveis
Meios	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Fluxo de recursos (investimento x tempo) ➢ Percentual da receita Investido no processo de desenvolvimento de novos produtos ➢ Gastos com o desenvolvimento de novos produtos ➢ Custo do protótipo 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Tempo para desenvolvimento de protótipos ➢ Número de não -conformidades nos lotes piloto ➢ Taxa de redução de peças ➢ Taxa interna de não conformidade de novos produtos ➢ Custo de não conformidade interna de novos produtos ➢ Qualificação dos funcionários que atuam no desenvolvimento de produtos ➢ Rotatividade dos envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos ➢ Performance dos fornecedores que participam do desenvolvimento de novos produtos ➢ Número de componentes -padrão nos novos produtos ➢ Mudanças no projeto para atender à capacidade do processo ➢ Competências de gestão do processo de desenvolvimento de produtos

TABELA 3.9 – QUADRO GENÉRICO DE INDICADORES DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fonte: Silva (2001)

- tenham o sentimento de que estão sendo apoiados pelos seus superiores;
- tenham capacitação contínua; e
- aprendam com as experiências anteriores.

Para avaliar a sistemática genérica proposta para formação de equipes na implementação da Engenharia Simultânea, optou-se como método de pesquisa a pesquisa-ação.

4 – APLICAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

4.1 – Apresentação da Helibras

Criada em 1978, em São José dos Campos-SP, e inaugurada em 1980, em Itajubá-MG, a Helibras tem hoje como acionistas a MGI Participações (pertencente ao Governo de Minas Gerais), o grupo Bueninvest e o grupo franco-alemão Eurocopter. É responsável pela montagem, venda e apoio pós-venda dos helicópteros da linha Eurocopter no Brasil, América do Sul e países africanos de língua portuguesa.

A Helibras mantém, no aeroporto Campo de Marte, em São Paulo e no Rio um complexo com área comercial, depósito de peças e oficina. A gama de produtos inclui o Esquilo mono e biturbina, o BO105, BK117, o *Dauphin* e sua versão militar *Panther*, o Super Puma, e os mais recentes EC 120 (Colibri), EC 135, EC 155 e o EC 130 B4.

- Empresa com cerca de 300 funcionários altamente especializados. Dela dependem diretamente 900 pessoas, sem contar as empresas parceiras e os prestadores de serviço. Mantém parceria com instituições educacionais como a Associação de Apoio ao Menor Aprendiz (AAMAI) e a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

A Helibras tem como uma das principais atividades, o processo e desenvolvimento de produtos opcionais, a tabulação do número de opcionais por aeronave é descrito na Figura 4.1.

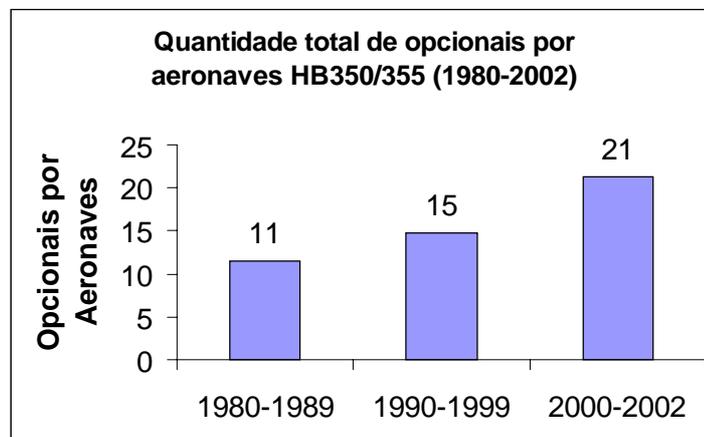


FIGURA 4.1 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE OPCIONAIS POR AERONAVE.

Pode-se verificar uma tendência de crescimento no número de opcionais por aeronave o que induz ao aumento do número de projetos.

Após vinte e quatro anos de existência, pode-se afirmar que a Helibras possui um quadro de engenheiros e técnicos capazes de assumirem a responsabilidade de qualquer projeto e desenvolvimento. Todos eles já possuem o que é chamado de **estado da arte** na aviação que é o conhecimento intrínseco de desenvolvimento e as habilidades técnicas num determinado momento, em relação a produtos, processos e serviços, baseado em descobertas científicas, tecnologias e experiências consolidadas e pertinentes.

4.2 - O Desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa-ação ocorreu conforme as fases descritas por Gil (1999):

1 – Fase exploratória

A pesquisa se deu devido a alguns problemas existentes na Helibras oriundos dos projetos, desenvolvimento, fabricação e montagem de opcionais, tais como perdas, retrabalhos e atrasos nos desenvolvimentos, com conseqüente atraso na montagem final dos helicópteros. Os colaboradores dos setores de Projeto e Processo, na busca de propor um novo sistema para o projeto e desenvolvimento de opcionais, que além de minimizar os problemas atende-se às regras impostas pela indústria aeronáutica, chegou ao consenso da necessidade de mudanças. O número de revisões nos desenhos e processos estava elevado, identificado no *lead time* dos projetos/desenvolvimentos, algumas vezes até a qualidade ficava comprometida.

Na literatura foi encontrada a Engenharia Simultânea que, em seus fundamentos propunha a formação de equipes do projeto, passando pelo desenvolvimento, fabricação, montagem e verificação da satisfação do cliente. A alternativa apresentou-se viável, pois: os investimentos seriam baixos; fundamentalmente é uma mudança na maneira de agir das pessoas; e não envolveria altas modificações na estrutura da empresa.

A necessidade de se utilizar a Engenharia Simultânea, fundamentada na formação de equipes, constituiu consenso entre os envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos da Helibras e foi apoiada pela gerência. Neste sentido, torna-se viável o desenvolvimento da pesquisa-ação visando avaliar a sistemática genérica de formação de equipes proposta para a implementação da Engenharia Simultânea. O resultado a ser avaliado são a sistemática genérica de formação de equipe proposta e as variáveis em seus elementos (formação e

desenvolvimento). O sucesso da sistemática é avaliado através da comparação dos resultados do projeto com outros projetos anteriores, ou seja, o número de revisões nos desenhos e processos, o *lead time* do projeto/desenvolvimento e a qualidade do produto.

2 – Formulação do problema

Os resultados esperados e questionamentos feitos pela direção da Helibras são descritos nas perguntas:

- Para se elaborar um bom projeto, a participação de todas as pessoas envolvidas, vai de alguma forma contribuir para o sucesso da fabricação do produto?
- A aplicação dos métodos da Engenharia Simultânea, principalmente a **formação da equipe**, contribui para diminuir o ciclo de fabricação do produto?
- Como organizar equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos para implementação da Engenharia Simultânea?

3 – Construção dos objetivos

Objetivo do pesquisador:

- Avaliar a sistemática proposta que oriente a organização de equipes multifuncionais de desenvolvimento de produtos, auxiliando a implementação da Engenharia Simultânea.

Objetivos da Helibras:

- Analisar o processo de desenvolvimento de produtos da Helicópteros do Brasil SA- Helibras;
- Propor um novo modelo de desenvolvimento do projeto de produtos, fundamentado na Engenharia Simultânea, através da utilização de equipes, obtendo como resultados a diminuição dos custos e dos tempos de fabricação dos helicópteros, além de atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes.

4 – Realização do seminário (conscientização)

A primeira ação foi realizar uma visita técnica à Embraer, que aplica a Engenharia Simultânea com sucesso em seus projetos, para que se tivesse um exemplo prático e não só baseado na literatura. Participaram da visita dois engenheiros, um engenheiro mecânico e um

elétrico, um processista mecânico, representado por esse autor, e o professor orientador desse trabalho.

Várias conversas, com especialistas de diversas áreas da Helibras, também foram feitas, para que se pudesse ganhar alguma experiência no sentido de manter a equipe coesa e as reuniões fossem proveitosas e não comprometessem o trabalho normal das pessoas que seriam envolvidas.

O próximo passo foi conscientizar a equipe. Assim foram realizadas reuniões para:

- fundamentar teoricamente todos os membros da equipe sobre o que é Engenharia Simultânea e o motivo de sua escolha para participar da equipe;
- apresentar para todos os membros da equipe as possíveis variações no modo de trabalho de uma equipe;
- conscientizar todos os membros da equipe sobre as dificuldades e as possíveis melhorias de se trabalhar em equipe;
- trabalhar como membro da equipe no projeto escolhido;
- verificar as inferências da equipe no projeto escolhido;
- verificar a simultaneidade do trabalho (se os diversos setores trabalham realmente em paralelo); e
- verificar, através de uma pesquisa em forma de questionário, qual foi o sentimento de todos os membros da equipe ao mudar de trabalho individual para o trabalho em equipe.

De posse da necessidade de entrega do projeto e da entrega da aeronave ao cliente, o cronograma desse projeto encontra-se descrito na Tabela 4.1:

Ação	Prazo
Data da definição da equipe e da exposição sobre o que é Engenharia Simultânea e o porquê da formação da equipe	23/01/2002
Data para interpretação do projeto pelos membros da equipe	31/01/2002
Data de entrega do projeto acabado	21/02/2002
Data de entrega da aeronave à pista	03/03/2002
Data de entrega da aeronave ao cliente	28/03/2002

TABELA 4.1 – CRONOGRAMA DE TRABALHO

No entanto, por motivos comerciais, essas datas foram postergadas, já com o projeto em andamento.

5 – Seleção da amostra

A escolha do projeto piloto se deu diante da necessidade de se definir em um tempo reduzido uma “janela” (abertura) no painel fixo direito do EC120B- Colibri, que é ilustrado na Figura 4.2.



FIGURA 4.2 –PORTAS DIREITAS DA CABINE DO EC 120.

Fonte: SDS 52-10-00-01

6 – Coleta de dados

A coleta de dados se deu de duas maneiras:

- observação, por parte desse autor; e
- acompanhamento das reuniões de análise crítica buscando identificar a presença dos elementos propostos na sistemática;

6.1 - Formação da equipe

A sistemática propõe as etapas:

1. tipos de equipes: com líder ou autogerenciáveis

Para aplicar o trabalho em equipe na Helibras foi proposta a equipe conforme a Tabela 4.2 a seguir:

Formação da equipe na Helibras – projeto piloto
• Com um líder facilitador (ou coordenador);
• uma equipe multidisciplinar;
• com membros definidos de acordo com o nível de desenvolvimento do produto;
• com procedimentos de decisão pré-definidos;
• com regras básicas de trabalho e comportamento pré-definidos; e
• com as etapas do projeto (cronograma) estabelecidos.

TABELA 4.2 – FORMAÇÃO DE UMA EQUIPE NA HELIBRAS

2. perfil dos membros da equipe com ênfase: nas relações interpessoais, na identidade individual, nos conhecimentos e habilidades complementares necessários e identidade com a organização

A dificuldade estava em como conseguir tempo para que essas pessoas participassem da equipe sem que o seu trabalho ficasse comprometido. Os membros da equipe do projeto piloto para implantação da Engenharia Simultânea foram escolhidos, utilizando como critérios sua experiência e sua contribuição para o projeto. Existe um bom relacionamento pessoal entre os membros da equipe pois trabalham na empresa **há mais de cinco anos**.

3. fundamentos:

- **Definir as metas e estabelecer as etapas do projeto (cronograma)**

O cronograma do projeto foi detalhado e a data da necessidade da finalização da documentação foi estabelecida para 21/02/02.

- **Definir claramente os papéis;**

Os membros da equipe e suas respectivas funções são descritos na Tabela 4.3.

Colaborador membro da equipe	Função
Engenheiro do Setor de Projeto	coordenar a equipe e ser o responsável técnico pelo produto, pela elaboração dos desenhos e dar suporte técnico às definições da equipe.
Membro do Setor de Métodos e Processos	desenvolver possíveis ferramentais e elaborar os processos de fabricação e montagem.
Membro do setor da Garantia da Qualidade	qualificar os possíveis fornecedores.
Membro do Setor de Vendas	orientar e passar todas as necessidades do cliente para esse projeto.

TABELA 4.3 – COLABORADOR E FUNÇÃO NO PROJETO PILOTO (continua)

Colaborador membro da equipe	Função
Membro do Setor de Pós-Venda (Apoio ao cliente)	Desenvolver a documentação a ser entregue ao cliente quando da entrega da aeronave.
Membro do Setor de Compras	Adquirir os componentes e conjuntos que se fizerem necessários.

TABELA 4.3 – COLABORADOR E FUNÇÃO NO PROJETO PILOTO

- **Incentivar comportamentos e atitudes que contribuam para a eficácia do projeto e conscientizar do processo de trabalho em grupo**

Com a equipe formada foram realizados seminários para a conscientização de seus membros (vide item 4). Todos os envolvidos foram pessoas com uma larga experiência na aviação.

- **estabelecer canais de comunicação, definir procedimentos de decisão e estabelecer regras básicas**

Como método de trabalho, optou-se por reuniões de análise crítica de desenvolvimento, uma exigência do Setor de Projetos descrita no procedimento HBS 001 pertencente ao Sistema de Garantia da Qualidade em conformidade com a norma NBR ISO 9001. Todo o trabalho ocorreu em paralelo, isto é, após as definições iniciais do projeto, foram selecionados e avaliados os fornecedores e à medida que o trabalho foi sendo executado, os processos de fabricação foram sendo elaborados juntamente com a instrução técnica de equipamentos.

Para início do projeto em questão, considerado de envergadura menor, foi feita uma “**tempestade de idéias**” entre os membros da equipe para que todos pudessem expor suas opiniões. E, à medida que o projeto foi-se desenvolvendo, foram chamados especialistas de acordo com a necessidade.

Foi detalhado o cronograma de projeto e ficou assim estabelecido:

- 1) Concepção (análise crítica);
- 2) desenho detalhado;
- 3) busca do(s) fornecedor(es);
- 4) análise crítica; e
- 5) finalização da documentação.

- **utilizar especialistas**

Foram envolvidas outras pessoas com conhecimentos específicos (especialistas) de acordo com o desenrolar do trabalho.

Quando o projeto da janela estava delineado, buscou-se o especialista em projeto de ferramentais e o especialista em trabalhos de chapa. Também foi envolvido nesse projeto piloto o especialista em material composto.

Pode ser observado que na formação da equipe:

- os dados existentes não estavam dispostos de maneira a se constituírem indicadores o que dificultou o restabelecimento das metas;
- a inexistência de capacitação e orientação técnica sobre formação de equipes, o que influenciou no desenvolvimento das atividades posteriores.

6.2 – Desenvolvimento da equipe

Para desenvolver a equipe a sistemática propõe que é necessário considerar que os membros:

- acreditem na importância do propósito ao longo do projeto;
- tenham um método de trabalho que permita aproveitar as aptidões de cada integrante, dar oportunidades para que os membros trabalhem juntos e desempenhem as funções previstas no projeto;
- tenham seus resultados medidos;
- tenham o sentimento de que estão sendo apoiados, sem exceções pelos seus superiores;
- tenham capacitação contínua; e
- aprendam com as experiências anteriores.

A Tabela 4.4 relaciona todas as reuniões de análise crítica de desenvolvimento do projeto da janela do lado esquerdo do EC 120 e a identificação dos respectivos fatores para o desenvolvimento da equipe.

Reuniões análise críticas	Identificação dos fatores propostos para o desenvolvimento da equipe
<p>31/01/2002 - o projeto considerado de envergadura menor, foi enumerado e descrito como "janela lado direito".</p> <p>Com o acordo de todos os membros da equipe, ficou estabelecido que deveria ser aberto uma janela, no painel fixo lado direito, uma vez que para o lado esquerdo o EC120- Colibri possui porta corredeira (ver anexo 5). O cronograma do projeto foi detalhado e a data da necessidade da finalização da documentação foi estabelecida para 21/02/02.</p> <p>Optou-se, após várias discussões (tempestade de idéias) entre os membros da equipe, que deveria ser montado no painel fixo, uma janela de acrílico deslizante para baixo, do tipo de um carro, e que tivesse o maior tamanho possível. A princípio essa janela seria do lado de fora da aeronave. No entanto ficou definido que o engenheiro de projeto ficaria responsável pela análise de uma possível interferência aerodinâmica, caso essa janela realmente fosse montado do lado externo.</p> <p>O produto/desenvolvimento deve prever o atendimento das necessidades do cliente, da melhor maneira possível. Deve também prever um custo mínimo e uma fabricação, neste caso, urgente.</p> <p>Ficou então definido que o setor de compras iniciaria a pesquisa de possíveis fornecedores para o acrílico e para o feltro, para permitir que a janela corra com facilidade. O Controle da Qualidade deve acompanhar o Setor de Compras para providenciar a qualificação dos possíveis fornecedores.</p> <p>A Engenharia Simultânea já começa a ser aplicada uma vez que vários setores já começaram a participar das idéias e trabalhos para desenvolvimento do projeto do produto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • os membros acreditam na importância do projeto: todos participaram ativamente da reunião; • existe um método de trabalho: utilizou-se os procedimentos 4.4 da ISO 9001/1994 e seus respectivos registros, vale ressaltar que se começa a aplicar os fundamentos da Engenharia Simultânea; • resultados podem ser medidos: estabelecido um cronograma do projeto • existe apoio da gerência: o cronograma e a equipe que foi constituída foram aprovados pelo gerente de produção.
<p>05/02/2002 - o projetista, após contato com Setor de Projeto da matriz (Eurocopter), chegou à conclusão que a interferência aerodinâmica seria irrelevante caso o trilho fosse colocado do lado externo da aeronave, desde que se colocasse um acabamento aerodinâmico sobre os trilhos. No entanto, foi sugerida a colocação da janela corredeira pelo lado interno. O apoio de braço existente seria retirado e colado sobre um acabamento que iria proteger os trilhos. Se a janela fosse colocada do lado interno, esteticamente o produto se apresentaria bem melhor.</p> <p>O Setor de Projetos apresentou a idéia de se empregarem os trilhos em borracha, do tipo que já é utilizado no AS350 - Esquilo. Com isso se utilizaria algo conhecido e o preço do produto diminuiria.</p> <p>Foi levantado pelo processo o risco da borracha não prender corretamente a janela e isso fez com que o projeto já começasse a imaginar um trilho alternativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto: identifica-se na participação dos membros da equipe com idéias para o desenvolvimento da concepção; • existe um método de trabalho: seguiu-se o procedimento interno de consultar a matriz (EUROCÓPTER) para seu parecer técnico quanto as alterações na aeronave; • existe apoio da gerência: o gerente de produção deixou que a equipe encontrasse a melhor forma de se fazer o projeto.

TABELA 4.4 – REUNIÕES ANÁLISE CRÍTICAS X IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES PROPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE (continua)

Reuniões análise críticas	Identificação dos fatores propostos para o desenvolvimento da equipe
<p>08/02/2002 - projeto forneceu, a todos os membros da equipe, um croqui para parecer de todos os setores. Houve acordo unanime.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto: na avaliação do croqui ficou evidente o empenho dos membros em participar da equipe; • existe um método de trabalho: definiu-se um desenho que seria a base do projeto; • resultados podem ser medidos: utilização do croqui (modelo icônico) para avaliação.
<p>15/02/2002 - o Setor de Compras forneceu o feltro que, após os devidos ensaios, não foi aprovado, pois não permitiu que o acrílico corresse livremente dentro do trilho borracha. Foi então sugerido a utilização de uma manta em teflon (já utilizado no AS350 Esquilo). Com a análise realizada nos outros itens verificou-se que a manta de teflon também não era o ideal. O projetista, então, ficou de buscar no mercado outras formas para o trilho.</p> <p>Foi aberto, então, uma ordem de serviço para a fabricação de um gabarito (maquete) em tecido de fibra de vidro do painel fixo para que fossem feitos os devidos testes, uma vez que o acesso às aeronaves estaria prejudicado, pois elas estavam em trabalho de montagem na Linha de Montagem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto: quando o ensaio com o feltro não deu bom resultado, foram sugeridos vários outros materiais que o substituísse; • existe um método de trabalho: Rotinas de fabricação ROT002B; • resultados podem ser medidos: resultados dos ensaios foram avaliados; • existe apoio da gerência: o gerente de produção aprovou a fabricação da maquete; • todos aprendem com experiências anteriores: a socialização dos resultados dos ensaios contribuíram para o conhecimento tácito dos membros da equipe e os registros gerados contribuíram para o conhecimento explícito.
<p>18/02/2002 - decidiu-se não cortar a janela fixa existente na aeronave enquanto o projeto não estivesse totalmente aprovado e o contrato de venda finalizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • resultados podem ser medidos • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores
<p>21/02/2002 - o projeto passou para o Setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) abrir ordens de serviço para fabricar as chapelonas (TVG - Tamanho Verdadeira Grandeza) para recortar a janela corredeira, a placa de colmeia (para recobrir os trilhos e fixar o apoio de braço existente) e a janela corredeira que iria ser montada na aeronave.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • resultados podem ser medidos • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.

TABELA 4.4 –REUNIÕES ANÁLISE CRÍTICAS X IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES PROPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE (continua)

Reuniões análise críticas	Identificação dos fatores propostos para o desenvolvimento da equipe
25/02/2002 - o gabarito e as chapelonas já estão à disposição dos membros da equipe. Na montagem preliminar, verificou-se que o trilho de borracha poderia não dar certo. A borracha, quando segue a curvatura da janela do painel fixo, não permite a penetração do acrílico.	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
27/02/2002 - o projetista buscou no mercado alternativas e encontrou uma borracha semelhante àquela que havia sido prevista, mas com a alma de aço e feltro interno (tipo trilho da porta de carro).	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>28/02/2002 - a ITE (Instrução Técnica de Equipamento) foi apresentada à equipe e, a princípio, deverá conter as descrições conforme os passos abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • retirar o painel fixo da aeronave; • retirar o apoio de braço e seu acabamento (sucatear o acabamento); • retirar a janela (vidro existente); • recortar o painel conforme gabarito; • posicionar a canaleta e seu suporte (perfil "I") no lado traseiro; • encaixar na canaleta traseira a nova janela e equipá-la com a canaleta dianteira e seu suporte; • fixar definitivamente os suportes dianteiro e traseiro; • fixar o trinco no painel fixo juntamente com a guarnição superior, coordenando com a janela; • abrir furo ϕ 5,0 na parte interna do painel fixo para dreno; • instalar o apoio de braço; e • fixar novamente o painel na aeronave. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
01/03/2002 - a equipe foi informada de que o programa estava, por hora, suspenso. Embora não devesse ser abandonado. Foi feita uma montagem no gabarito usando o trilho de borracha com alma de aço e feltro interno. A chapelona, na parte plana deslizou muito bem, inclusive na parte curva. O problema a ser resolvido foi em relação a parte superior onde a curva hoje está muito acentuada. Foi dada a sugestão para recortar a janela fixa um pouco maior.	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
04/03/2002 - passado a chapelona ao Setor de Compras para que fosse providenciada a janela deslizante em acrílico. Caso for aprovado, isto é, se a janela corredeira deslizar aceitavelmente no trilho, este projeto vai passar para sua fase final de definição.	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
06/03/2002 - reunião para decidir sobre a trava da janela, o que manterá a janela fixa na parte superior. Foi proposto a fixação de um suporte que será encaixado por uma trava mola. A parte inferior da mola e a parte superior dessa trava, deverão ser arredondados para permitir encaixe quando a janela estiver sendo empurrada para cima para ser fechada e travada.	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.

TABELA 4.4 –REUNIÕES ANÁLISE CRÍTICAS X IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES PROPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE (continua)

Reuniões análise críticas	Identificação dos fatores propostos para o desenvolvimento da equipe
<p>13/03/02 - com a chegada da janela em acrílico, foi passado ao Setor de Engenharia da Qualidade a necessidade de definir uma metodologia para verificação ótica e garantir que a janela esteja dentro das características estabelecidas para utilização em aeronaves.</p> <p>Feito uma montagem da janela no gabarito, todos estão de acordo que o projeto é viável. A partir de então serão feitos recortes e ajustes no gabarito para se definir todos os TVG's para os recortes na janela.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>14/03/02 - os TVG's foram passados ao processista especialista para elaboração de seus desenhos e paralelamente sua fabricação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>25/03/02 - o desenho desse projeto está definido, embora ainda não aprovado; foi repassado ao processista responsável para a elaboração dos processos de fabricação das peças e montagem de todo o conjunto na aeronave.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência: o gerente de produção participou da reunião; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>07/06/02 - todos os processos de fabricação e montagem e os ferramentais para recorte e fabricação das novas peças já estão prontos. A equipe recebeu autorização para dar início aos trabalhos. Foi feita, então, uma reunião com todos os envolvidos e o operário especialista em materiais modernos. Ficou então definido como seria feito o serviço.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>12/06/02 - o painel fixo já está cortado e as áreas já estão preparadas para receber a nova janela. Aguardamos apenas a cura do tecido de fibra de vidro que foi colocada para dar o formato final do recorte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Os membros acreditam na importância do projeto; • existe um método de trabalho ; • existe apoio da gerência; • todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.
<p>17/06/02 - por motivos comerciais o projeto e desenvolvimento da janela foi paralisado. Não será mais necessário para essas aeronaves. O motivo apresentado para a paralisação desse projeto, foi que o cliente aceitou, sem restrições a proposta feita pela Helibras, pois a aeronave, no caso o EC120, pode voar sem a porta corredeira esquerda e sem o painel fixo traseiro do lado direito (ver anexos 6 e 7), basta assegurar a boa colocação de um receptáculo existente no piso da cabine para garantir que a porta dianteira ficará posicionado corretamente, conforme capítulo 52-10-00-4.1 do manual de manutenção (MMA, 2001).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Todos têm capacitação; e • todos aprendem com experiências anteriores.

TABELA 4.4 –REUNIÕES ANÁLISE CRÍTICAS X IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES PROPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA EQUIPE

Durante o desenvolvimento das reuniões de análise crítica os membros da equipe avaliaram os elementos propostos na sistemática genérica para implementação da Engenharia Simultânea. Os resultados da avaliação são descritos no quadro 18, onde para efeito de

quantificação os elementos propostos na sistemática foram avaliados quanto ao seu grau de presença, sendo atribuída a pontuação: 1 – fraca, 3 – média, 9 - forte. Os resultados descritos na Tabela 4.5 foram obtidos através do consenso entre os membros da equipe.

	REUNIÕES																	TOTAL	%	
	31/01/02	05/02/02	08/02/02	15/02/02	18/02/02	21/02/02	25/02/02	27/02/02	28/02/02	01/03/02	04/03/02	06/03/02	13/03/02	14/03/02	25/03/02	07/06/02	12/06/02			17/06/02
Os membros acreditam na importância do projeto	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	9	9	9	1	130	17
Existe um método de trabalho	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	154	21
Resultados podem ser medidos	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	9	1	1	84	11
Existe apoio da gerência	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	1	154	21
Todos tem capacitação	1	1	1	1	3	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	112	15
Todos aprendem com experiências anteriores	1	1	1	3	3	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	114	15
Total	38	38	38	54	40	42	42	36	48	48	48	42	42	42	42	46	46	22	748	
%	5	5	5	5	6	6	6	5	6	6	5	5	5	5	5	6	6	3		

TABELA 4.5 – PRESENÇA X IMPORTÂNCIA ITEM DA SISTEMÁTICA

Esse quadro mostra que a presença dos elementos da sistemática proposta foram observados em sua totalidade enquanto existia um cronograma a ser seguido. A motivação foi diminuindo a partir do ponto onde a dúvida, de que o projeto piloto seria ou não terminado, aumentou. Essa observação foi feita tomando-se como base a participação dos membros da equipe durante as reuniões (ver tabela 4.5 - “os membros acreditam na importância do projeto”). O nível de participação diminuiu quando o cronograma foi abandonado e só retornou a seu patamar normal a partir da reunião de 25/03/02 quando foi coordenada pelo gerente de produção.

Destaca-se também como forte desse projeto, a existência de um método de trabalho (21%) e o apoio da gerência (21%). O método de trabalho é consequência da empresa ser certificada pela NBR ISO 9001, mas o apoio da gerência evidencia a preocupação em se aperfeiçoar o processo de desenvolvimento de produtos da empresa através de equipe, segundo os fundamentos da Engenharia Simultânea. Por outro lado, à inexistência de indicadores (resultados podem ser medidos – 11%) identifica a necessidade de se avaliar a utilização dos indicadores de maneira sistemática.

Quando o cliente visitou a Helibras para conhecer a aeronave, em junho de 2002, ele não julgou necessária a abertura de uma nova janela, o que levou ao cancelamento do projeto.

7 – Análise e interpretação de dados

As observações identificaram que o projeto do novo produto foi analisado e debatido. Todos os membros da equipe tiveram a oportunidade de se expressar e o fizeram exaustivamente. De tal forma que, a idéia inicial do projetista foi substituída por outra e depois por outra ainda. E, durante o desenvolvimento, cada especialista também opinou sobre as várias maneiras de se fabricar o produto, sempre visando diminuir o tempo e facilitar a fabricação. Por isso, pode se afirmar que, com o trabalho em equipe e em paralelo (simultâneo) dos diversos setores as revisões de desenhos iriam diminuir e os custos do produto também seriam reduzidos, pois o produto foi elaborado o mais simples possível.

Todos os itens da sistemática proposta (os membros acreditam na importância do projeto, existe um método de trabalho, os resultados podem ser medidos, existe apoio da gerência, todos têm capacitação e todos aprendem com experiências anteriores) foram considerados e analisados em todas as reuniões e se tornaram importantes meios para se controlar o desenrolar do trabalho. A partir da reunião do dia 01/03/02, o cronograma foi abandonado. Assim não se tinha uma meta de tempo a ser seguida. Por causa disso as dificuldades em reunir a equipe aumentou. Os trabalhos só continuaram devido ao apoio do gerente de fabricação.

Em entrevista com diversas pessoas da Helibras, estas foram unânimes na definição de que se a equipe estiver bem estruturada, o trabalho será proveitoso. Todos estavam de acordo com o trabalho em equipe.

De acordo com a sistemática definida para esse projeto piloto, não foi bem definido o item referente às **regras básicas de trabalho e comportamento** e isso se explica pelo fato de o trabalho ter sido interrompido por problemas comerciais. Com isso, o **cronograma** traçado pela equipe, também não foi seguido.

A falta de um treinamento específico sobre o trabalho em equipe, um embasamento teórico, foi sem dúvida um fator falho para melhorar o rendimento da equipe.

8 – Elaboração do plano de ação

Como o projeto não foi acabado (o desenho não chegou a ser aprovado), não foi possível verificar se houve alguma melhoria no projeto e desenvolvimento e nem se o desenho teria poucas revisões em relação aos demais aplicados sem a formação de uma equipe, como era a meta inicial desse trabalho. Porém ficou clara a necessidade de que todos os envolvidos participem do trabalho de concepção do produto, desde do início.

Mas, houve um trabalho de formação de uma equipe que atuou ativamente durante quase cinco meses nesse programa.

A equipe foi unânime em relatar que haveria ganho de tempo e recursos, pois mesmo antes do desenho estar aprovado, já estavam prontos quase todos os ferramentais, processos de fabricação e montagem, instrução técnica de equipamento e, o que pode-se julgar mais importante: todos já sabiam o que fazer para fabricar esse produto, já conheciam o produto mesmo antes de existir o seu desenho. O que, certamente, levaria a uma redução no ciclo final de fabricação das peças. Isso é o paralelismo dos processos propostos pela Engenharia Simultânea.

Com essa proposta, nenhum procedimento do Sistema de Garantia da Qualidade Helibras foi modificado, as análises críticas continuariam sendo realizadas. No entanto, com a mudança na norma do Setor de Projetos, o que acabaria ocorrendo é que não só seriam satisfeitas as regras do Sistema de Qualidade mas também a essência da revisão 2000 da NBR ISO 9001 de que todo o processo dentro de uma empresa tenha inerente a melhoria contínua.

Como a análise desse trabalho mostrou-se satisfatório, a sistemática proposta para formação de equipes foi validada.

A partir de meados de agosto de 2002, uma pequena experiência entre os Setores de Projetos e Métodos e Processos, pôs em prática um trabalho em equipe entre esses dois setores e até agora (início de novembro de 2002) tem se mostrado com excelentes resultados. Esses Setores passaram a trabalhar em conjunto. Os projetos novos que foram elaborados, nesse intervalo de tempo, tiveram a participação ativa dos membros do processo. Antes mesmo da aprovação dos desenhos, as peças que compunham o produto já estavam sendo desenvolvidas. Com isso, o ciclo de fabricação diminuiu. No entanto, a mensuração desse tempo ganho é muito difícil.

9 – Divulgação dos resultados

Esse trabalho foi apresentado a diversos supervisores, gerentes e ao diretor industrial, que acharam interessante essa forma de trabalho, em **equipe**, fazendo o **trabalho em paralelo**, e comprometeram-se a analisar a possibilidade de fazer com que a Helibras passe a desenvolver seus produtos nessa nova concepção.

Quando essa apresentação foi feita, o gerente do Setor de Projetos alegou que a formação da equipe para análise crítica era feita no passado e que o texto da HBN001 foi modificado, pois nem sempre o projeto era complexo e haveria a necessidade da formação da equipe. Ocorreu, então, que ficando no julgamento do Setor de Projetos, esse por conveniência, parou de convocar o que era chamado de **Comissão de Modificação**. Por isso, foi proposto que ficasse a cargo dessa **Comissão de Modificação** definir, segundo o grau de complexidade do projeto, quais as pessoas seriam envolvidas e passariam a fazer parte da equipe. Isso também levando em consideração que o trabalho deve ser feito em paralelo entre os vários setores.

5 - CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 - Conclusão

A análise dos resultados da pesquisa, sugerem que a sistemática proposta para formação e desenvolvimento de equipes na implementação da Engenharia Simultânea é eficaz, apesar dos resultados esperados com o projeto piloto não terem sido obtidos. Os resultados obtidos na pesquisa-ação permitem afirmar em relação à sistemática proposta que:

- é consistente quanto à formação da equipe, sendo necessário a ênfase no envolvimento do cliente. Principalmente no que se refere a identificação e tradução de suas necessidades;
- no desenvolvimento da equipe são necessárias capacitação e orientações específicas quanto ao trabalho em equipe;
- deve-se dar ênfase à credibilidade do projeto, pela equipe, isso pode ser obtido com a mensuração dos resultados e com o apoio da gerência, pois quando a equipe deixou de acreditar no projeto, a medição dos resultados e o apoio da gerência se reduziram.

Pode-se perceber que a essência da Engenharia Simultânea, a **formação de equipes**, está na comunicação e na disciplina. No entanto, em uma empresa do porte da Helibras as pessoas fazem, além de seu trabalho normal, um trabalho extra que não é de sua responsabilidade e isso em detrimento de suas atribuições. Por isso essas organizações enfrentam problemas de “falta de disciplina e de comunicação” entre as pessoas e seus departamentos e o interessante disso tudo é que no final, apesar dos problemas normalmente comuns, como restrições de tempo na definição de projetos e processos e a falta de material (geralmente importados), o produto, ou seja, o helicóptero é entregue a tempo para satisfazer às necessidades dos seus clientes. A justificativa para isso é o índice de satisfação dos clientes Helibras. Conforme pesquisa de “Satisfação dos Clientes” feita pela Helibras em 2000, 89,2% dos que responderam à pesquisa estão satisfeitos pelos serviços prestados.

Porém, o desperdício de recursos e o *stress* a que são submetidos os envolvidos no projeto, apesar de não ter sido quantificado, é elevado, resultado esse, descrito pelos participantes da equipe da pesquisa-ação.

Quanto ao projeto, objeto de estudo desse trabalho, embora não se possa concluir que o número de revisões nos desenhos diminuiu ou que a simultaneidade entre projeto, desenvolvimento e fabricação fez com que o ciclo de fabricação fosse reduzido, pode-se evidenciar que a falta de simultaneidade de informações (a falta de informação na hora certa) trouxe um prejuízo para a Helibras, tanto nas horas despendidas pelos setores envolvidos, como na perda de material. Por outro lado, esse prejuízo poderia ter sido bem maior se não houvesse uma comunicação, embora um pouco atrasada, de que o helicóptero atendia às necessidades do cliente sem necessitar de alterações.

Como contribuição desse trabalho à Helibras, podemos identificar:

- o início da mudança de atitude de vários colaboradores da Helibras em relação ao trabalho em equipe e a execução de atividades simultâneas foi o ponto mais relevante;
- a proposta de se rever o procedimento HBN001 para que se mudasse o texto de “uma equipe poderá ser formada, caso o Setor de Projetos julgue necessário” para “o Setor de Projetos formará uma equipe para analisar e participar dos novos projetos. Essa equipe será formada de acordo com o grau de complexidade do projeto”;
- a necessidade contínua do apoio da gerência às equipes de desenvolvimento; e
- avaliar os indicadores utilizados no desenvolvimento de produtos.

A sistemática genérica para a formação de equipes proposta pode ser aplicada em qualquer outra empresa que trabalhe com projetos e desenvolvimento de produtos. No entanto a sistemática apresenta como limitações:

- seu uso em pequenas empresas, pois muitas vezes a responsabilidade do projeto é de apenas uma pessoa;
- a empresa desenvolver esporadicamente seus produtos, ou seja, não possuir um processo de desenvolvimento de produtos;
- não se aprofundar quanto à formação e o desenvolvimento da equipe.

Esta dissertação trouxe uma contribuição para o meio científico, identificando a necessidade de maiores pesquisas aplicadas relacionadas à participação dos colaboradores no desenvolvimento de produtos. No Brasil se observam preocupações nesse sentido, sendo desenvolvidas na Embraer e nos núcleos pertencentes ao Instituto de Gestão de Desenvolvimento de Produtos.

5.2 - Recomendações para trabalhos futuros

Se propõe:

- uma comparação mais exata do trabalho em equipe e o trabalho individual em um projeto e desenvolvimento de um produto;
- que sejam analisados os comportamentos dos membros da equipe em relação ao trabalho em equipe;
- avaliar a sistemática proposta para formação de equipe atribuindo graus de importância utilizado o **AHP** (*Analytic Hierarchy Process*) idealizado por Saaty em 1986; e
- replicar a sistemática proposta para formação de equipes na implantação da Engenharia Simultânea em outros tipos de empresa.

Referências Bibliográficas:

- ALLEN, A. J. SWIFT, K. G.; HIRD, G. **A process selection and component costing system in support of product design. Design for Manufacture, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers.** Publicity Department, Manchester University Press, Oxford Road, Manchester, n. 13, p. 45-51, 1991.
- AMARAL, D.C. **Colaboração cliente-fornecedor no desenvolvimento de produto: integração, escopo e qualidade do projeto do produto.** 3o Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto Florianópolis, SC – 25-27 Setembro de 2001.
- ARAÚJO, Rodrigo Hemes de. **Decomposição de Conhecimento para Projeto de Produto: Abordagem para Estruturar Sistemas Especialista como Sistema Auxiliar de Informações em Projetos de Engenharia Simultânea.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Janeiro de 2000.
- ASIEDU, Y.; GU, P. Product life cycle cost analysis: state of the art review. **International Journal of Production Research**, Wolfson School of Mechanical & Manufacturing Engineering, Loughborough, University Loughborough, Leicestershire, v. 36, n. 4, p. 883-908, 1998.
- BALASUBRAMANIAM, Raj. **Engenharia Simultânea : gerenciando a cadeia de suprimentos.** Revista Banas Qualidade – Janeiro de 2001.
- BASTO, Maria de Lourdes da Silva Leite. **Fatores Inibidores e Facilitadores ao Desenvolvimento da Criatividade em Empresas de Base Tecnológica.** 28 de Junho de 2000. Dissertação (Mestrado). Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto.** São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1998.
- BECKERT, Beverly A. Artigo: **Changing the Culture.** Revista Computer Aided Engineering, pg 51 a 56 - out/1991.

- BLACKBURN, J. D. **Time-based competition: the next battleground in American manufacturing.** Homewood, IL: Ed. Business One Irwin, 1991.
- BORSATO, Milton. **O Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea: Um Modelo de Parceria entre Indústria e Universidade.** Revista & Tecnologia, nº 2, 1998.
- BORSATO, Milton. **Sistemas de Informação em Ambientes de Engenharia Simultânea.** [on line, http://www.nupes.cefetpr.br/~borsato/pdf/sist_info.pdf. 11; capturado em abril/2002].
- BRYMAN, A. **Research method and organization studies.** London: Unwin Hyman, 1989.
- BUSS, Carla de Oliveira; CUNHA, Gilberto Dias; LUCE, Fernando Bins. **Coordenação de Equipes Multidisciplinares no Desenvolvimento de Produtos.** In: ENEGEP, 1999.
- CAPUCHO, Maurício J. O.; SILVA, Marcelo P. da; RUBIRA, Leonardo Henrique. **Engenharia Simultânea e Metodologia de Projeto.** Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), 1999.
- CASAROTTO, Nelson C. Filho; FAVERO, José Severino; CASTRO, João Ernesto Escosteguy. **Gerência de Projetos/Engenharia Simultânea.** São Paulo. Editora Atlas. 1999.
- CASTELLANO, Sebastian. **Proposição de um Modelo para Planejamento e Desenvolvimento de Projetos em Empresas de Alta Tecnologia.** 18 de abril de 1996. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- CHASE, P.N. and SMITH, J.M. **Performance Analysis – Understanding Behavior in Organizations.** Envisions Development Group, 1994.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração.** São Paulo, Mc Graw-Hill, 3ª ed., 1983.

CHUDEK, Carlos Alberto Simão; GARIB, Giuliano; TSUMANUMA, Camilo Sasuke.

Interação entre Equipes. Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), 1997.

COELHO, Edgard. **Sistema de Informações para o Auxílio no Desenvolvimento de Novos Produtos.** (Abril de 1998). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Flexibilidade nos sistemas de produção.** Revista de Administração de Empresas. São Paulo: FGV, 1993.

CORRÊA, Henrique Luiz; GIANESI, Irineu G. N. **Administração estratégica de serviços.** São Paulo, Atlas, 1994.

CORRÊA, Henrique Luiz. **Linking flexibility, uncertainty and variability in manufacturing systems.** Londres, Avebury (Gower), 1994.

DEJOURS, C. et al. **Psicodinâmica do trabalho: contribuições da Escola Dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho.** São Paulo, Atlas, 1994.

DESCHAMPS, Jean-Philippe; NAYAK, P. Ranganath. **Produtos irresistíveis: como operacionalizar um fluxo perfeito de produtos do produtor ao consumidor.** São Paulo, Makron Books, 1997.

EUROCOPTER. **DPF-09-01B - Directives Procedures Fabrication - Validation des Procedures de Fabrication.** (Norma Técnica, outubro/1996).

EUROCOPTER. **MMA - Manuel de Maintenance.** (Norma interna Eurocopter, 31/12/2001).

FELIPPE, Maria Inês. **Criatividade favorece a produtividade e diminuição de custos da empresa.** [on line, http://www.manager.com.br/reportagem/reportagem_143.htm., capturado em 02/09/02].

- FIROOZMAND, Farhad. **Produtividade nas Reuniões e Qualidade nas Decisões**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 2002.
- FLEURY, Afonso; VARGAS, N. **Organização do Trabalho: uma abordagem interdisciplinar: sete casos brasileiros para estudo**. São Paulo, Atlas, 1987.
- GALDÁMEZ, Edwin Vladimir Cardoza; BRANÍCIO, Simone de A Ramos; BOND, Emerson. **Integrando os Recursos Humanos com Engenharia Simultânea**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção, 2002.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa..** São Paulo: Atlas, 3ª ed., 1991.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOLEMAN, Daniel; BOYATZIS, Richard; MACKEE, Annie. **O Poder da Inteligência emocional – A Experiência de Liderar com Sensibilidade e Eficácia**. 2002. Trad. de Cristina Serra. Rio de Janeiro. Editora Campus LTDA. 2002.
- GUIMARÃES, Valeska Nahas. **Novas tecnologias de produção de base microeletrônica e democracia industrial: estudo comparativo de casos na indústria mecânica de Santa Catarina**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- HARTLEY, John R. **Engenharia Simultânea : um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. 1992. Trad. Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre, Bookman. 1998.
- HATAKEYAMA, Kazuo. **Concurrent Engineering Trough University-Company Partnership**. CETEF - Centro de Educação Tecnológica do Paraná, 1998. [on line, <http://www.siu.edu/~coalctr/paper311.htm>., capturado em agosto de 2001].

- HAUSER, John R.; CLAUSING, Don. **The house of quality**. Harvard Business Review, Harvard Business School, Boston, MA, p. 23-32, May-June, 1988.
- HELIBRAS. **HBN001 - Diretrizes e Procedimentos Gerais para o Projeto do Produto**. (Norma Técnica, 2001).
- HELIBRAS. **HBN002, Modificações**. (Norma Técnica, fevereiro/2002).
- HELIBRAS. **HBN450 - Conceitos de Projeto**. (Norma Técnica, novembro/2000).
- HELIBRAS. **MQ-01-00 - MANUAL DA QUALIDADE HELIBRAS**. (Norma Interna, 12ª edição. Maio de 2002).
- HELIBRAS. **PQ-10-18G - Procedimento da Qualidade - Controle da Conformidade de Aeronavegabilidade**. (Norma Interna, 02/02/2001).
- HELIBRAS. **ROT 004B - Elaboração de Processos de Fabricação - Rotinas da Fabricação**. (Norma interna, especificamente elaborado e utilizado pelo Setor de Métodos e Processos, revisão em 28/02/2002).
- HELICÓPTEROS DO BRASIL S.A - [on line, <http://www.helibras.com.br/>].
- HUTTON, David. **The Change Agents Handbook: A Survival Guide for Quality Improvement Champions (the lifecycle of a successful team)**. São Paulo, ASQ Quality Press, 1999.
- INSTRUÇÕES DA AVIAÇÃO CIVIL. **IAC3511-0898. Qualidade - Certificação de Sistemas**. 10/11/1998.
- JHPIEGO Corporation. **Habilidades para Resolução de Problemas**. [on line, http://www.reproline.jhu.edu/portuguese/5tools/presgrph/atschpt3/html/ats_chp3/tsld019.htm, capturado em 20/06/2002].

- KAPLAN, R. S.; COOPER, R. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo.** Tradução: O.P. Traduções. São Paulo: Futura, 1998.
- KATZENBACH, Jon R. **A tougher game at the top: Champion Paper pioneered team building in its mills. But building teams in the executive suite took ten years. Was it worth it?.** The McKinsey Quarterly. McKinsey & Company Inc., No.4, 1997, p11-28.
- KERLINGER, Fred N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual.** São Paulo, EPU, 1980.
- KRUGLIANSKAS, Isak. **Engenharia simultânea: organização e implantação em empresas brasileiras.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 17., 26 out. 1992, São Paulo. Anais. São Paulo, Editora da USP, 1992. p. 47-52.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia.** São Paulo, Atlas, 2º ed.,1991.
- LESSA, Anderson; FREITAS, Ângelo; WALKER, Rubens Aguiar. **Soluções CIM Aplicadas à Engenharia Simultânea.** 2000.
- MANCIA, Lídia. **Variáveis que interferem na produção de um grupo.** Revista Sociedade Brasileira de Dinâmica de Grupo. Vol. 2, número 1, RS, 1998.
- MARTINS, Fabiane Silveira. **Modelo para Avaliar Programas de Desenvolvimento de Equipe.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- MILLS, R., BECKERT, B., CARRABINE, L. Artigo: **The Future of Product Development.** Revista Computer Aided Engineering- out/1991.
- MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **RBHA 21 - Procedimentos de Homologação para produtos e Partes Aeronáuticas.** (Departamento de Aviação Civil. 14 de maio de 1992).

- MUNIZ JÚNIOR, Jorge. **Utilização da engenharia simultânea no aprimoramento contínuo e competitivo das organizações: estudo de caso do modelo usado no avião EMB 145 da Embraer.** (1995). Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- MUSSNUG, Kenneth J. HUGHEY, Aaron W. **The Truth About Teams. Training for Quality.** San Jose State University, Clark Library., 1997, p19-25.
- NEVIS, Edwin C., DIBELLA, A. e GOULD, J. **Understanding organizations as learning systems.** Sloan Management Review, Winter, 1995.
- NOLAN, Richard; CROSON, David. **Creative destruction.** Harvard Business Review. Harvard Business School, Boston, MA, n. 4, p. 32-38, July-Aug. 1996.
- PELEGRINO, Vera Lúcia. **Motivação para a Excelência Pessoal e Profissional.** Palestra do Seminário de Vendas na cidade de Santos/SP. ADEP (Assessoria e Desenvolvimento, 24/09/99, [on line, <http://www.widesoft.com.br/users/pelegrinov/motivacao.htm>, capturado em 24/04/02].
- PEREIRA JUNIOR, Rudney. **Equipes de trabalho: mais um problema?** [on line, http://carreiras.empregos.com.br/carreira/administracao/planejamento/trabalho_equipes.htm, capturado em 06/05/2002].
- PINCHOT, Gifford. **O poder das pessoas.** Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- RAGATZ, G. L.; et al. **Success factors for integrating suppliers into new product development.** Journal of Product Innovation Management, Product Development & Management Association, Mount Laurel, NJ, n. 3, p. 190-202, 1997.
- RAMOS, Alberto G. **Administração e contexto brasileiro: esboço de uma teoria geral de administração.** Rio de Janeiro, FGV, 2ª ed., 1983.
- RIBEIRO, P. D. **Kanban: Resultados de uma Implantação Bem Sucedida.** Rio de Janeiro, COP, 3º ed., 1989.

- RIEDO, Sandra Mara; SHIMIZU, Fábio; PAULIN, Júlio César. **Líderes de Projeto e Produtos**. Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES) – Centro de Educação Tecnológica do Paraná (CETEF-PR), 2000.
- ROMEIRO FILHO, Eduardo. **O Setor de Projetos e as Novas Tecnologias: Elementos para uma Discussão**. Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de Minas Gerias, 2000.
- ROSA, José Antônio. **Comunicação é chave em processos de mudança**. [on line, http://www.manager.com.br/reportagem/reportagem_267.htm, capturado em 02/09/2002].
- ROSENTHAL, Stephen R. **Bridging the cultures of engineering: challenges in organizing for manufacturable product desing**. New York: McGraw-Hill, 1990. cap. 2. p. 21-52.
- SAPOZNIK, André. **Engenharia Simultânea: Aplicabilidade a Fornecedores Sob Encomenda**. 1993. (Monografia). Departamento de Produção da Escola Politécnica da USP.
- SCAPIN, Carlos Alberto. **Análise de Sistêmica de Falhas**. [on line, <http://www.edg.org.br>, capturado em 1999].
- SCHNEIDER, Homero Mauricio; PLONSKI, Guilherme Ary. **Um Modelo para a Avaliação dos Métodos e Ferramentas da Engenharia Simultânea**. CTI e POLI/USP, 2001. Fundação Centro Tecnológico para Informática.
- SEN, Hong,Yan; JIANG, Jian. **Agile Concurrent Engineering**. 1999 [on line, http://www.emerald-library.com/p103_s.htm, capturado em agosto/2001].
- SHOLTES, Peter R. **Times da Qualidade**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1992.
- SILVA, Carlos Eduardo Sanches da. **Evolução do Desenvolvimento de Produtos - Proposta dos Fatores que Caracterizam as Concepções da Engenharia Seqüencial e Simultânea**. In: ENEGEP, Gramado. Anais do XVII ENEGEP, 1997.

- SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; FIOD NETO, **Miguel. Planejamento da engenharia simultânea.** In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS - SIMPOI 99, 3., 1999, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: FGV, 1999. CD-ROM..
- SILVA, Carlos Eduardo Sanches da. **Método para avaliação do desempenho do processo de desenvolvimento de produtos.** 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 3º. ed. rev. Atual, 2001. /Apostila Didática.
- SINZATO, Carmen Isabel Pereira. **Desenvolvimento de um Micromundo para o Alinhamento de Equipes de Trabalho.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- SIRIANNI, Carmen. **Civic Innovation in America: Community Empowerment, Public Policy, and the Movement for Civic Renewal.** Journalism & Mass Communication Quarterly. Vol. 79 No. 1, 2002, p. 214-216.
- SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** São Paulo, Atlas, 1997.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** São Paulo, Atlas S.A., 1997.
- SOCE (Society of Concurrent Product Development). **What is Concurrent Engineering?** [on line, <http://www.soce.org/>, capturado em janeiro de 2002].
- SULLIVAN, Lawrence P. **Quality function deployment.** Quality Progress, American Society for Quality, Milwaukee, EUA, v. 19, n. 4, p. 32-38, June 1986.

TAKEUCHI, Hirotaka; NONAKA, Ikujiro. **The new product development game.** Harvard Business Review, Harvard Business School, Boston, MA, n. 1, p. 37-45, Jan./Feb. 1986.

TC2000 Aula 20. **Automação - Engenharia Simultânea.** [on line, http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem_outros/cursoprofissionalizante/tc2000/automacao/autoa20.pdf, capturado em Janeiro de 2002].

TDC - Transfert De Connessaince. [on line, http://www.tdc.fr/methodologie/ingenierie_fr.html, capturado em agosto de 2001].

TECMES - Tecnologia, Metodologia em Serviços de Informática S/C Ltda. [on line, <http://tecmes.com.br/sol/aero.htm>, capturado em 25/03/2002].

TEIGER, Catharine. **Le travail sous contrainte de temps.** In: CASSOU, Bernard et al. Les risques du travail: pour ne pas perdre sa vie à la gagner. Paris: Éditions la Découverte, 1985, p. 87-93.

TELLIS, Gerard; GOLDBERGER, Peter. **First to market, first to fail? Real causes of enduring market leadership.** Sloan Management Review, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, v. 4, n. 5, p. 49-65, 1997.

VICENTIN, Gilmar Cavalcante; MARTINS, Sônia Sevilha. **Análise do Desenvolvimento de Novos Produtos em uma Empresa do Ramo Metal Mecânico.** ENEGEP, 2001.

VIEIRA, Adriane. **A qualidade de vida no trabalho e o controle da qualidade total.** Florianópolis, Insular, 1996.

VIGOLO, Rafael Gemelli; SERPA JÚNIOR, Alvadi; TOMAZETTI, Cristina Autuori. **A Engenharia Simultânea aplicada em nível organizacional.** 1998. Dissertação (Mestrado). Núcleo de Pesquisa em Engenharia Simultânea (NuPES), Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CETEF-PR).

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho: ergonomia - método e técnica.** São Paulo: FTD-Oboré, 1987.

WONG, Robert. Palestra Interativa: **A Criação de Talentos em Tempos de Grandes Mudanças**. SENAC, Itajubá - MG, 07/04/2002.

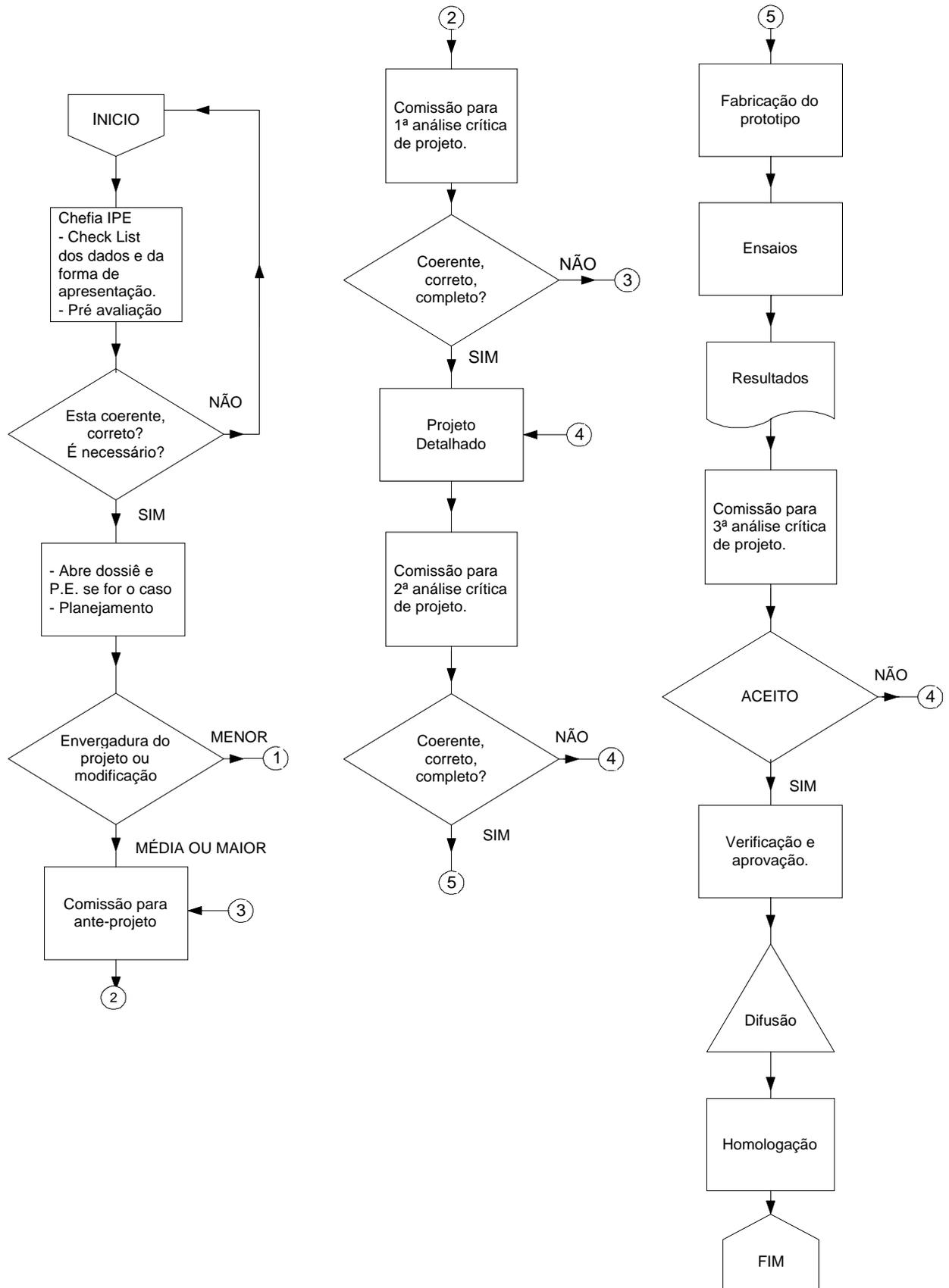
WOOD, Stephen J. **Toyotismo e/ou Japonização**. In: HIRATA, H. Sobre o "Modelo Japonês: Automatização". Novas Formas de Organização e de Relações de Trabalho. São Paulo: EDUSP, 1993, p.49-77.

YOKOTA, Satoshi. **A Fábrica do Futuro no Caso da EMBRAER**. Revista A Fábrica do Futuro, 2000.

YIN, Robert k.- **Case Study Research: Design and methods**. Sage Publication, Beverly Hills, California, 1984.

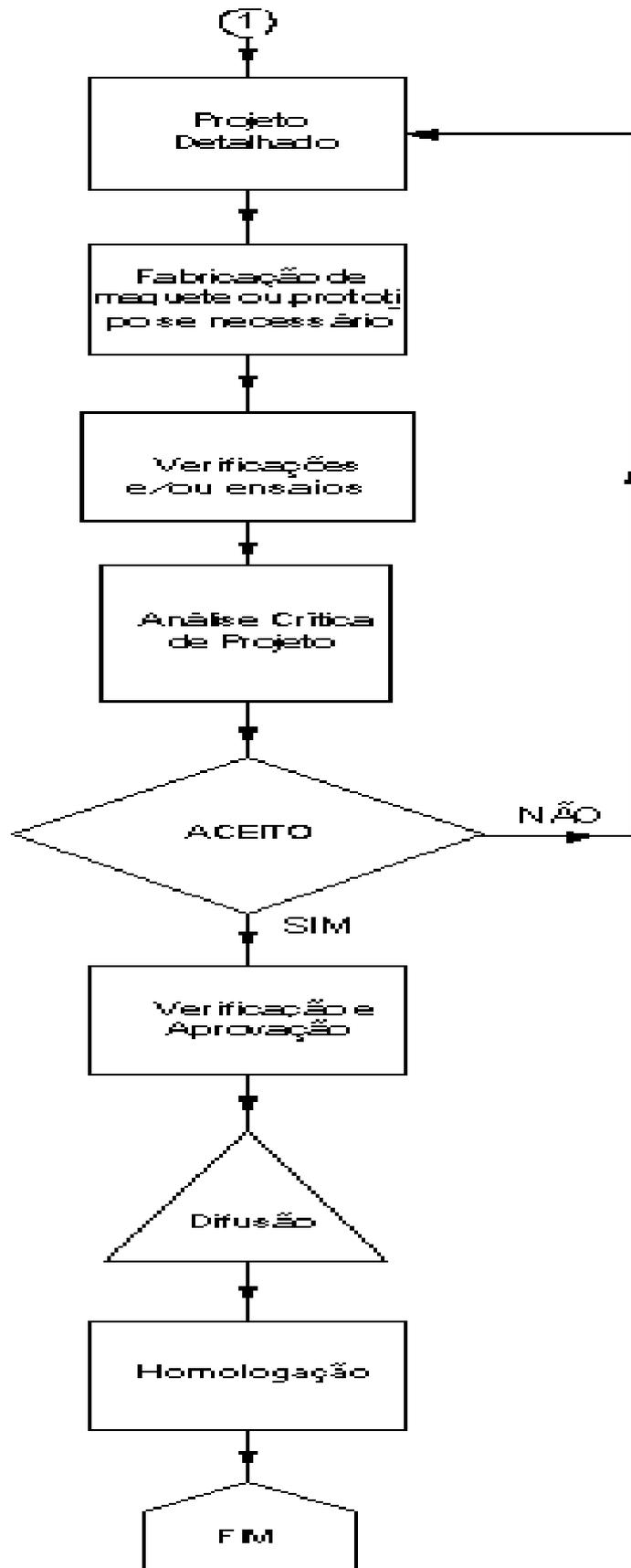
ZANCUL, Eduardo; ROZENFELD, Henrique. **Engenharia Simultânea - Conceitos Básicos**. 1999 [on line, http://www.numa.org.br/conhecimentos/engsimul_v2.html, capturado em agosto/2001].

ANEXO 1: FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO DE PROJETO (continua)
 Fonte: HBN 001 (2001).



ANEXO 1: FLUXOGRAMA GERAL DO PROCESSO DE PROJETO

Fonte: HBN 001 (2001).



ANEXO 2: DOSSIÊ DO PROJETO

Fonte: HBN 001 (2001).

	 helibras
DOSSIÊ DO PROJETO	Nº
	Página:

ASSUNTO:

PLANEJAMENTO

RESPONSÁVEL:

ENVERGADURA DO PROJETO:

LIMITES DE PRAZO:

LIMITES DE CUSTO:

REQUISITOS DO CLIENTE:

REQUISITOS LEGAIS:

REQUISITOS DE FABRICAÇÃO/INSPEÇÃO:

REQUISITOS DE PROJETO:

REQUISITOS DE INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO:

OUTROS REQUISITOS TÉCNICO/ECONÔMICOS:

FUNÇÕES PRINCIPAIS DA INSTALAÇÃO:

FUNÇÕES SECUNDÁRIAS DA INSTALAÇÃO:

MATERIAIS/EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA O DESENVOLVIMENTO:

ORÇAMENTO:

CRONOGRAMA:

FASES/

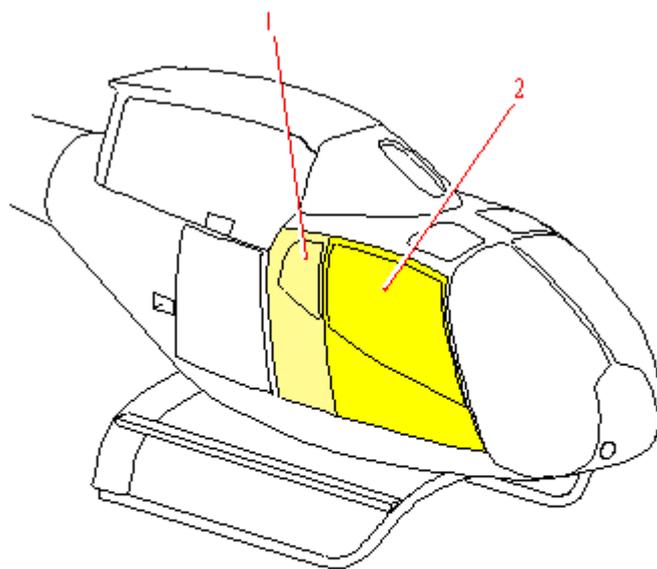
METAS

DATA DE INÍCIO

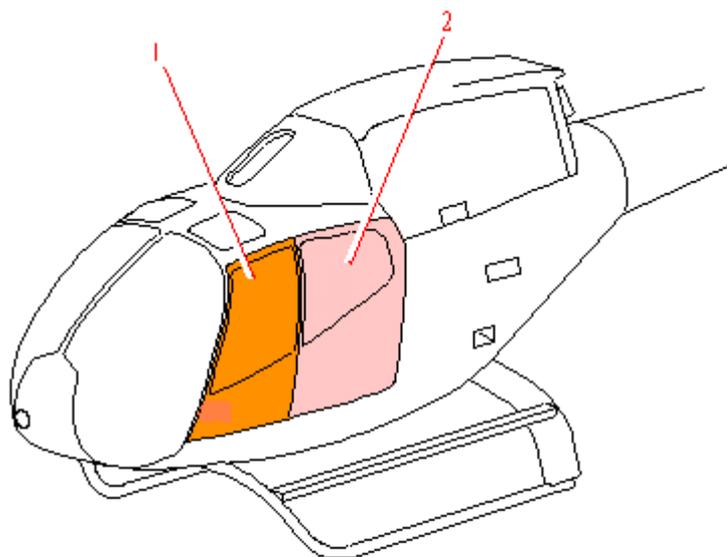
___/___/___

TEMPO

LISTA DE DOCUMENTOS DO DOSSIÊ

ANEXO 3: PORTAS DO EC120

- 1- Painel Fixo
- 2- Porta Normal direita



- 1- Porta Reduzida Esquerda
- 2- Porta Corredeira Esquerda

ANEXO 4: COLIBRI (EC120) E ESQUILO (AS350)

