

RELATÓRIO DE TCN

NOME: ALYSSON CASTRO E FÁBIO MORAES

PROFESSOR: ALBERTO ALVARES

ENGENHARIA CONCORRENTE OU SIMULTÂNEA (ES)

**ANEXOS
(SLIDES)**

ENGEHARIA SIMULTÂNEA

INTRODUÇÃO

O advento da revolução industrial trouxe mudanças marcantes para a sociedade da época, refletindo desta forma, na maneira de pensar dos industriais. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, somadas ao consumo em massa, o número cada vez mais crescente de fabricantes gerou uma maior competição. Embora estes fabricantes ainda não conhecessem o conceito da engenharia simultânea, muitas de suas técnicas eram utilizadas para melhorar a concepção do produto. Atualmente, mais estudada, a engenharia

simultânea vem otimizar o processo de produção, provando que sem ela não há como sobreviver num mercado cada vez mais competitivo e especializado.

➤ Palavras Chaves :

- Qualidade ;
- Equipes multidisciplinares ;
- Metodologia ;
- Competição ;
- Satisfação do cliente ;
- Tempo ;
- Desenvolvimento do projeto.

O surgimento de novas tecnologias e a crescente complexidade dos produtos, entre outros fatores, resultam em aumento do lead time de desenvolvimento de produtos. No entanto, para se manterem competitivas, as empresas precisam lançar novos produtos em espaços de tempo cada vez menores. Nesse sentido, as empresas passaram a procurar formas de reduzir seu ciclo de desenvolvimento de produtos. Uma das soluções adotadas pelas empresas, no início dos anos 80, foi o aumento do grau de paralelismo das atividades de desenvolvimento. Atividades que eram realizadas somente após o término e aprovação das atividades anteriores são antecipadas de forma que seu início não dependa dos demorados ciclos de aprovação.

PASSADO E PRESENTE DA (ES)

◆ PASSADO

- Revolução comercial (1400 - 1700) : Primeiro surto econômico, o qual erradicou a economia estática da Idade Média, substituindo-a por um capitalismo dinâmico, dominado por banqueiros, comerciantes e armadores.
- Revolução industrial (1750 – 1850) : Compreendeu :
 - Mecanização da indústria e agricultura ;
 - Aplicação da energia elétrica a indústria ;
 - Desenvolvimento do sistema fabril ;
 - Desenvolvimento dos sistemas de transporte e comunicação ;
 - Domínio capitalístico em todos os campos da atividade econômica.

◆ PRESENTE

Com a revolução industrial, uma multiplicidade de causas nasceram, entre elas, a diferenciação com que os fabricantes se adaptavam as tecnologias e inovações mecânicas que iam surgindo, atingindo o mercado com mais facilidade e em menor tempo. Devido a necessidade de se colocar uma produto de melhor qualidade o mais rápido possível no mercado, nasceu a idéia de engenharia simultânea, que só recebeu este nome mais tarde.

Em 1982 foi iniciado um estudo, conduzido pelo DARPA (*Defense Advanced Research Project Agency*), sobre formas de se aumentar o grau de paralelismo das atividades de desenvolvimento de produtos. O resultado desse trabalho, publicado em 1988, definiu o termo Engenharia Simultânea, tornando-se uma importante referência para novas pesquisas nessa área.

O estudo realizado pelo DARPA definiu Engenharia Simultânea da seguinte forma : "Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes."

➤ Conceito : Engenharia simultânea é uma metodologia de desenvolvimento integrado e de produtos, com valores de trabalho em equipe (cooperação, confiança e compartilhamento), empregando recursos computacionais (CAD/CAE/CAM/CAPP) desde a concepção até a obsolescência do produto. Esta abordagem sistemática deve satisfazer as expectativas do cliente.

Apesar de longa, esta definição ainda poderia ser considerada incompleta, pois não citou-se a melhoria contínua, alterações no desenvolvimento, desenvolvimento paralelo e outros conceitos que a tornariam mais extensa.

A inovação na indústria passa pela possibilidade de usar a chamada Engenharia Simultânea, Engenharia Concorrente ou Engenharia Colaborativa. Engenharia Simultânea significa uma mudança no fluxo de processos, que passam de tarefas seqüencialmente executadas para tarefas realizadas concomitantemente, de forma paralela. Além disso, está baseada em intensa troca de informações sobre o projeto no âmbito da própria organização, entre as equipes de projeto e os outros setores - principalmente o de fabricação (ou construção) e os de vendas e marketing. O conceito de Engenharia Simultânea também abrange o conceito de projeto orientado à manufaturabilidade (construtibilidade) onde a fase de projeto do ciclo de desenvolvimento de produto se concentra nos processos relevantes para a fabricação do produto. Neste enfoque é necessário o uso de um modelo de computational central.

O aperfeiçoamento dos computadores pessoais tem disseminado o uso dos sistemas de

"Projeto, Engenharia e Manufatura Assistidos por Computador" - CAD/CAE/CAM - em

empresas de todos os portes. O fácil acesso a esta tecnologia e a integração entre os

sistemas determinam uma maneira nova e eficaz de se fazer a engenharia. O

aperfeiçoamento dos computadores pessoais tem disseminado o uso dos sistemas de

"Projeto, Engenharia e Manufatura Assistidos por Computador" - CAD/CAE/CAM - em

empresas de todos os portes. O fácil acesso a esta tecnologia e a integração entre os

sistemas determinam uma maneira nova e eficaz de se fazer a engenharia.

A utilização de sistemas computacionais nas diferentes áreas da engenharia é uma exigência do atual mercado globalizado altamente competitivo, onde as empresas necessitam produzir cada vez mais, melhor e com custos reduzidos. Além de simplesmente substituir a prancheta pelo computador - automatizando o trabalho do desenhista - os atuais sistemas CAD/CAE/CAM são capazes de aumentar a eficiência de praticamente todas as atividades realizadas por um departamento de engenharia. Um maior número de alternativas de projeto é analisado durante a fase de concepção; os defeitos de um novo projeto são corrigidos antes mesmo de um único protótipo ter sido construído; os processos de fabricação são facilmente programados e visualizados na tela do computador; as diferentes etapas do processo de engenharia desenvolvem-se de maneira integrada e simultânea. Esta forma de se fazer a engenharia com o uso de modelos digitais pode ser chamada de "Engenharia Virtual".

O lançamento do primeiro PC pela IBM, em 1981, começou a mudar a forma de muitos engenheiros e projetistas trabalharem. Com o advento do computador pessoal, desenhos técnicos, cálculos estruturais e simulações deixaram de ser executados manualmente nas empresas que não podiam arcar com os custos de computadores de grande porte. Este fenômeno continua crescendo até hoje. O tempo de lançamento de um novo produto no mercado torna-se cada vez menor, e as empresas que se mantêm atualizadas aumentam sensivelmente a sua competitividade.

ENGENHARIA SIMULTÂNEA (ES)

➤ Retornando ao raciocínio lógico anterior, temos :

A *Engenharia Simultânea* chamou a atenção dos industriais uma vez que se preocupava em apressar o processo de criação e desenvolvimento a fim de lançar o produto no mercado, antes de seus concorrentes, com maior qualidade, bem como permitir que permanecesse um maior tempo no mercado. Com o produto chegando antes aos consumidores, certamente o lucro dos industriais aumentaria significativamente e também todos os investimentos iniciais necessários para criação e desenvolvimento retornariam mais rápido. A *Engenharia Simultânea* questionava como gerar idéias, desenvolvê-las e colocá-las no mercado em um tempo bem menor do que normalmente faziam e, paralelamente a isso, se preocupava com a qualidade dos produtos fabricados.

Percebeu-se então que distribuindo as tarefas do projeto aceleraria a criação do produto. Se essas tarefas fossem divididas em subtarefas, poderiam se desenvolver independentemente, reduzindo o tempo em que o produto chega ao mercado. As tarefas deveriam ser distribuídas de acordo com uma hierarquia de fornecedores para que se pudessem utilizar serviços especializados.

Décadas mais tarde, o desenvolvimento do produto, seguindo o conceito da *Engenharia Simultânea*, deveria evoluir da seguinte forma:

- 1) *Organização estrutural dos grupos desenvolvidos;*
- 2) *Formação de um suporte computacional;*
- 3) *Adaptação da infra-estrutura de comunicação;*
- 4) *Integração da idéia global do projeto por todas as equipes envolvidas.*

Organização Industrial

A adaptação dos grupos em relação aos requisitos de processo utilizado para o desenvolvimento do produto gerou a necessidade de uma definição prévia de responsabilidades dentro do processo de criação, ou seja, cada subtarefa deveria ser distribuída para um grupo capaz de desenvolvê-la com competência e rapidez. Existindo dependências entre essas subtarefas, deveria haver revisão dos grupos envolvidos de forma que, se possível, elas fossem desenroladas simultaneamente diminuindo consideravelmente o tempo para realizá-las.

Suporte Computacional

O suporte computacional deveria possuir informações globais a respeito do produto, incluindo o “Estado da Arte”, bem como proporcionar o compartilhamento de informações para o sistema CAD. Qualquer alteração de projeto que surgisse, deveria ser comunicada imediatamente à equipe de suporte computacional para que fossem evitadas alterações nesta etapa do processo ou até trabalhos desnecessários contribuindo assim para aumentar o tempo de conclusão da tarefa.

Em um enfoque integrado/cooperativo de CAD, os projetistas/engenheiros tratam de uma quantidade enorme de dados para analisar. Também, tipos diferentes de análise podem ser feitos simultaneamente por especialistas de diferentes especialidades (estrutural, térmica, dinâmica, etc.). Custos gerais são reduzidos, devido a melhores análises e simulações. Também Sistemas de CAD Integrados reduzem o tempo do processo cooperativo inteiro.

O modo simultâneo ou concorrente de funcionamento implica em poucas fases sequenciais, mas em novas maneiras de atuar simultânea e integradamente. A fase de concepção pode começar durante a fase inicial de geração da idéia. A Engenharia Simultânea permite também a consideração de aspectos relativos a todo o **ciclo de vida do produto** durante a fase conceitual. O projeto detalhado pode começar durante a fase conceitual. As fases de análise e detalhamento de projeto podem ser simultaneamente executadas para diferentes partes do produto. Podem ser executados diferentes tipos de análise simultaneamente, as modificações necessárias podem ser testadas e os processos de atualização executados durante a mesma fase. Sistemas de CAD/CAE integrados forçam o projeto e as fases pós-projeto serem feitos de modo interrelacionado e simultânea. Também a procura para excelência de partes do projeto completo pode ser realizada baseada em critérios de desempenho.

Em um enfoque inovador para projeto de construção, pode se mostrar que o uso de

modelos 3D corroboram para um entendimento melhor do artefato (edificação) a ser

construído. A fase de modelagem geométrica tridimensional é bem realizada através de

sistemas de CAD, desde o princípio da fase conceitual (esboços, perspectivas, walk-

throughs, etc.) até a fase de detalhamento do projeto de edifícios. Modelos 3D podem

integrar dados relacionados ao processo de engenharia como um todo e podem representar a idéia central para engenharia colaborativa na indústria de construção.

Comunicação

Um importante nível de comunicação era fundamental para a evolução do projeto. A comunicação deveria ser rápida e bidirecional, abrangendo todos os grupos envolvidos. Todos os esclarecimentos, bem como as alterações deveriam percorrer entre os grupos de forma clara, concisa e instantânea.

Interdisciplinaridade

A *interdisciplinaridade* ou seja, a integração da equipe, o conhecimento da idéia global e de todas as etapas do projeto é de suma importância para o desenvolvimento do produto uma vez que se deseja concebê-lo em menor tempo. Acreditamos que esta etapa é a mais significativa no que diz respeito à *Engenharia Simultânea* pois ela proporciona a idéia de que com o trabalho dentro de uma equipe bem estruturada, cujas informações são precisas e o suporte técnico computacional eficiente, é possível evitar muitos tipos de erros que até então ocorriam com muita frequência nos meios de produção.

Discussão

Como podemos perceber, o desenvolvimento da *Engenharia simultânea* foi e é de fundamental importância para o crescimento industrial, tanto no que diz respeito à qualidade como o processo de desenvolvimento em si. Suas técnicas são conhecimentos indispensáveis para todos os engenheiros, até mesmo aqueles que atuam na área administrativa uma vez que ela está intimamente ligada com o retorno que a empresa possa ter com venda do produto. No entanto, percebemos que ainda nossas indústrias não estão devidamente organizadas para adotá-la de forma correta. Como vimos acima, ela não é unicamente um suporte computacional, envolvida apenas com a análise final do projeto, mas sim uma ferramenta poderosa que deve ser utilizada na criação de um produto de melhor qualidade dentro de um processo sem erros e mais barato.

➤ Nem sempre a aplicação da ES dá certo :

Entretanto, estes resultados não podem ser generalizados. Nem todas as empresas que se propuseram explorar o potencial da ES tiveram resultados tão positivos. Entre as possíveis explicações, somos inclinados a acreditar que a ES não foi aplicada adequadamente, seja por falta de profundidade seja por falta de abrangência. Além disso, como é recomendável em qualquer transformação profunda e extensa, a implantação da ES

deve ser feita em ciclos sucessivos. Assim, estabelecemos um processo sistemático de implantação da ES capaz de viabilizar todo o seu potencial.

Aplicações

➤ **Engenharia Civil** : Projetos D&B, são uma modalidade desenvolvida na Indústria da construção Civil, na qual uma empresa ou consórcio de empresas/prestadores de serviço, fica responsável pelo projeto e pela execução de uma obra. Esse processo envolve o desempenho de muitas atividades e conseqüentemente o conhecimento de muitas áreas, isto é, resistência dos materiais, engenharia mecânica, engenharia elétrica, arquitetura, etc., que desempenham importantes papéis em um momento ou outro. Normalmente essas áreas trabalham separadamente, porém tomam decisões que afetam umas às outras. Esta fragmentação, acarreta muitos problemas que têm assolado a indústria de Construção. Uma prática geral, característica dos projetos D&B, é o contato do cliente com os consultores e projetistas nos estágios iniciais do projeto permitindo preparar-se um esboço que capture as exigências do cliente. Esta linha de projeto, juntamente com um valor máximo de custo, formam as bases aos encarregados pelo P&B. Entretanto esta abordagem possui algumas limitações:

- (1) Clientes geram um custo extra em reter um grupo de consultores nos primeiros estágios do projeto;
- (2) A linha de projeto que forma a base aos projetistas é fundamentada na interpretação dos requisitos do cliente - isto pode ser distorcido e perdido pela equipe de projeto;
- (3) O fato de o projeto ter uma abordagem seqüencial inibe a criatividade do grupo limitando-o às idéias pré concebidas;
- (4) Acontece uma significativa quantidade de retrabalho inerente aos procedimentos existentes, particularmente onde as condições iniciais não são bem compreendidas pelo grupo;
- (5) As habilidades do grupo de projeto não são completamente exploradas na maioria dos estágios do processo de projeto – projeto conceitual/preliminar;
- (6) O tempo gasto pelo grupo de projeto para clarear os requisitos do cliente e o tempo gasto para procurar por materiais alternativos ou executar modificações sempre acabam gerando atrasos no projeto;
- (7) Existe um grande potencial de desavenças entre o grupo no estágio de construção, devido aos requisitos do cliente que não foram bem definidos nos estágios anteriores e por isso deixaram de constar no projeto. Este problema sempre acarreta em aumento de custo, perda de qualidade e desempenho;
- (8) A qualidade, o custo e a satisfação do cliente não são garantidos pelos procedimentos existentes;

É imperativo que, devido aos problemas acima, a indústria de construção adote novos processos. Tais novos processos podem envolver a integração das várias disciplinas - engenharia mecânica, elétrica, arquitetura, etc. - dentro de uma equipe multifuncional de modo que as edições do projeto possam ser acompanhadas por todos os envolvidos. A maioria desses problemas ocorre devido ao processo de desenvolvimento ser

conduzido da maneira “*over the wall*”, um método que tende a ser naturalmente seqüencial, isto é, o arquiteto faz o projeto arquitetônico, que passa pelo coordenador estrutural, depois pelo comprador que levanta os custos e finalmente pela empreiteira que executará o projeto.

Os projetos D&B, assim como os projetos de produtos para a indústria de manufatura, apresentam um grande potencial para a implantação da filosofia da ES, principalmente devido à multidisciplinaridade dos profissionais envolvidos. Com a utilização correta do método DFD muitos benefícios podem ser obtidos:

- (1) o cliente está livre de custos de projeto nos estágios finais do processo de construção;
- (2) uma forma de trabalho documentada – neste caso o DFD - para identificar e priorizar os requisitos do cliente assegura que estes sejam claramente definidos nos estágios mais prematuros e ajudem o cliente a clarear sua visão sobre as possíveis dificuldades de construção;
- (3) uma grande quantidade de retrabalho envolvida no procedimento convencional pode ser dispensada, conseqüentemente há um encurtamento do tempo e redução nos custos envolvidos ;
- (4) atrasos, disputas e reivindicações existentes nas abordagens tradicionais podem ser drasticamente reduzidos ou eliminados, economizando tempo e dinheiro;
- (5) unir a ES e a Construção Civil num modelo de projeto integrado melhorará a potencialidade técnica da equipe de projeto através de uma base de conhecimento realçada. Assim, melhores decisões de projeto podem ser tomadas, estreitando o “*gap*” entre o conhecimento do projeto e o compromisso do custo definidos no início do estágio de projeto. Torna-se possível uma solução adiantada do projeto, assegurando-lhe que pode ser construído;
- (7) o novo processo permite uma comunicação e uma coordenação melhoradas entre os membros da equipe de projeto - isto é tido como vital para a indústria de construção;

Os benefícios acima resultarão em uma melhoria para a indústria de construção. O problema departamentalização é, também, automaticamente corrigido, e o uso de tecnologias computacionais assegura uma integração desde os estágios iniciais de concepção do projeto até o processo de construção.

➤ **Aplicada ao desenvolvimento de software :**

Assim como na Indústria de Produtos Manufaturados, na Indústria de Software a ES tem como objetivo gerenciar as técnicas e reduzir o tempo de lançamento do produto. Hoje, apesar do grande crescimento, o software ainda continua com o processo de desenvolvimento quase que inalterado, causando atrasos no lançamento, extrapolando os orçamentos e indo ao mercado crivado de defeitos. Como outro agravante, o sucesso da utilização da ES no projeto de hardware, tem feito com que o software torne-se o caminho crítico para a introdução de um novo produto no mercado, isso fica bem evidente nos projetos de "firmware" pela necessidade de coordenar a comunicação entre as equipes de hardware e software. O desenvolvimento de software, deixou de ser uma atividade quase que artesanal, para ser incorporado por uma ciência, a Engenharia de Software. A Engenharia de software, procura eliminar as más práticas e impor alguns métodos formais nas tarefas envolvidas no desenvolvimento de softwares. Apesar desse esforço na busca de modelos para estruturar o processo, a prática tem se caracterizado por ser uma abordagem seqüencial e algumas poucas tarefas paralelas acontecem em estágios restritos do projeto. Um exemplo tradicional, e muito utilizado desses métodos de abordagem seqüencial é o "*Waterfall*". Numa avaliação feita com gerentes de projeto , foram expostos alguns recursos e técnicas para a redução do tempo de desenvolvimento de software tais como: melhor

análise das especificações iniciais, desenvolvimento paralelo de estágios ou módulos, aumento da comunicação entre as equipes, treinamento de programadores e engenheiros de software e uso de ferramentas CASE (Computer Aided System Engineering). Muitas destas técnicas são utilizadas pelos gerentes entrevistados e existem evidências de que a condução de atividades paralelas tem causado efeito sobre a redução do tempo de desenvolvimento. O que impressiona e que as ferramentas CASE, que caracterizam a ES sob o conceito de muitas pessoas, não são tão valorizadas pelos entrevistados. As ferramentas CASE agregam incrementos na produtividade, mas podem

conduzir a um método seqüencial. A ES não é feita apenas pela utilização de pesadas ferramentas computacionais mas sim pelo gerenciamento correto de atividades desenvolvidas paralelamente. Outra investigação feita diz respeito a reutilização de partes de projetos desenvolvidos anteriormente, e constatou-se que muito pouco é reutilizado, isso tende a revelar uma falta de planejamento para incrementar características de compatibilidade no que é desenvolvido. As técnicas de orientação ao objeto tendem a mudar esse quadro, mas a sua utilização ainda está começando a ser difundida. O pouco tempo destinado aos estágios iniciais do projeto também contribuem para os problemas da abordagem tradicional. Para contornar esses problemas e incrementar a velocidade de desenvolvimento, além de reduzir os custos do projeto de Softwares, foi elaborada a abordagem chamada CSE – *Concurrent Software Engineering*. A CSE trata da aplicação dos conceitos de ES no desenvolvimento de softwares. Ela propõe que o projeto tem dois fluxos principais, o das atividades simultâneas e o das informações simultâneas. As atividades simultâneas dizem respeito às tarefas que devem ser desenvolvidas paralelamente, enquanto que as informações simultâneas tem o objetivo de integrar a equipe nos interesses e metas do projeto. As atividades simultâneas seguem uma hierarquia durante o projeto [2], essa divisão inicia-se com a sobreposição de tarefas internamente aos estágios do projetos – *within-stage overlap* – é nesta fase que se executa a modularização arquitetural, uma ação que visa dividir o problema em pequenas partes mais fáceis de serem atacadas e solucionadas. Uma prática recente que caracteriza essa atividade é a programação orientada ao objeto. Porém, muitas dificuldades são encontradas em se definir objetos estáveis que não necessitem de mudanças e retrabalho. Outra precaução que se deve tomar é quanto ao número de módulos. O acréscimo neste número, faz com que o risco de erro e falhas aumente levando o projeto a tomar mais tempo que se fosse desenvolvido sob uma abordagem seqüencial, para evitar isso é importante que se despenda um tempo extra nas tarefas iniciais, nas quais se define os requisitos do consumidor, a interação com hardwares além de considerar tarefas de marketing e suporte. É neste momento que o primeiro tipo de informação simultânea aparece.

INTERNACIONALIZANDO SOFTWARES COM O AUXÍLIO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

Em 1983, lançar um software produzido nos EUA, por exemplo, na Europa, só era possível cerca de seis meses depois que o software estava em uso nos EUA. Em

1993, um software já era produzido em 23 linguagens sendo que 19 delas eram lançadas na primeira semana e as outras 4 nas próximas duas semanas. Essa evolução se deveu

ao surgimento de um mercado global com um altíssimo potencial de consumo, e mais do que isso, muito exigente. Atrasos passaram a ser inadmissíveis e representavam a perda para a concorrência. Com o objetivo de conquistar esse público consumidor, a indústria passou a buscar alternativas para reduzir o tempo de internacionalização dos softwares. Como os códigos dos softwares são praticamente universais, o problema estava na interface humana. As diferenças da linguagem, da escrita e da cultura de cada local constituem o ponto a ser atacado. A ES oferece uma abordagem que promete reduzir os custos e os tempos para a internacionalização dos softwares. Para que se entenda melhor essa internacionalização podemos compará-la com a “tropicalização” que é feita nos carros importados para o Brasil para se adaptarem às nossas estradas, condições climáticas e tipos de combustíveis.

Porém, antes de se aplicar a ES à internacionalização do software é importante que se analise dois fatores críticos: a atratividade do mercado potencial a que se destina o software e o nível de incerteza tecnológica envolvido no projeto. Projetos com um alto nível de incerteza tecnológica apresentam altos riscos e podem acarretar grandes custos sendo melhores conduzidos sob uma abordagem seqüencial. A utilização da ES no processo de produção de softwares globais envolve a integração de três fases de desenvolvimento:

- (1) engenharia do produto base (códigos);
- (2) internacionalização;
- (3) localização.

O desafio está em conduzir essas atividades o mais simultâneas possível o que causará um decréscimo impressionante no tempo de lançamento – *time to market*. Os programadores escrevem os códigos sob uma estrutura capaz de suportar a adaptação para qualquer linguagem ou cultura de mercado – tornando-os flexíveis – dependendo do local onde o software será lançado são feitas as modificações requeridas. É interessante observar que um software desenvolvido nos EUA irá requerer um tempo bem menor para uma adaptação feita para a Inglaterra do que uma adaptação feita para o Japão devido a diferença dos caracteres. Ainda assim, o tempo é menor que o gasto no desenvolvimento feito sob a abordagem seqüencial. Além da redução do tempo, o custo de desenvolvimento reduz consideravelmente. O problema recai na implementação da ES, novamente um problema de gerência, é necessário ao gerente habilidade para encorajar as diversas equipes a trabalhar enfocando um mesmo objetivo. O problema cresce ainda mais quando, no caso da internacionalização de softwares, existem grupos distribuídos ao redor do mundo. A comunicação entre os grupos pode ser comprometida pela diferença de fusos horários, calendário de trabalho e pela distância que os separa. A vantagem, entretanto, desses grupos

está em utilizar-se projetistas que estão mais familiarizados com a cultura local. Além disso, incentivos governamentais tornam atraente a idéia de se desenvolver o produto ou parte dele localmente.

➤ **Em nível Organizacional**

Resumo – Uma organização, durante o seu crescimento organizacional, passa por fases distintas marcadas pelo seu nível de amadurecimento. Isto é consequência dos sistemas organizacionais e das crises pelas quais passou. A Engenharia Simultânea é utilizada em uma das últimas fases. Parte do princípio que com o trabalho em equipe consegue-se o desenvolvimento de um produto com maior agilidade e qualidade. Esta abordagem exige muito diálogo e a estrutura organizacional precisa dar condições para que ele ocorra. Sua implantação é demorada e requer esforço, São comentados também os pré-requisitos para implantar a ES, como a necessidade do diálogo entre as pessoas envolvidas no projeto, as mudanças organizacionais da instituição para prover os integrantes dos grupos de trabalho de maior liberdade e integração, e a conscientização, por parte dos administradores que respondem pela empresa, de que para este tipo de mudança é necessário tempo e apoio integral.

A ENGENHARIA SIMULTÂNEA E OS SISTEMAS ORGANIZACIONAIS

1.1 As Fases de Desenvolvimento de uma Organização

O processo de crescimento organizacional de uma companhia é marcado por fases distintas de desenvolvimento, compostas de um período de crescimento estável e calmo, e outro, no final da fase, caracterizado por uma crise. Cada fase é marcada por um estilo de administração característico, a qual é determinada pela anterior, já superada, e que por sua vez, determina características para a próxima fase. O primeiro estágio de uma organização é marcado pela busca de um produto e de um mercado. A característica desta fase está no emprego dos conhecimentos técnicos e da criatividade. Todas as energias são voltadas para a criação e aceitação do novo produto pelo mercado.

Sente-se necessidade de maximizar o tempo de ganho com a redução do tempo de fabricação e desenvolvimento dos projetos, de aumentar a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes. Neste ponto é sentida a necessidade do emprego da abordagem da ES. Começa-se então uma fase totalmente diferente das anteriores, a qual é marcada pela grande espontaneidade nas ações de gerenciamento, através dos grupos de trabalho, ou trabalho em equipe, em que se confrontam idéias de profissionais de diferentes especialidades. Controle sociável e auto-disciplina são utilizadas ao invés do controle formal. Esta transição é especialmente difícil para os funcionários e gerentes acostumados e acomodados no sistema antigo. Este desenvolvimento é focado em resolver os problemas rapidamente com o emprego do trabalho em equipe. Programas educacionais são utilizados para treinar gerentes para se conduzir melhor as atividades e minimizar conflitos. Mas a passagem por todas essas fases não é obrigatória, visto que além de poder passar por outras fases não citadas acima, a instituição pode decidir pela não realização de algumas delas. O importante para o administrador é estar informado da situação da empresa e sentir quando é necessário mudar o sistema para superar as barreiras que se criam.

O desenvolvimento de um novo produto requer uma eficiente combinação de uma grande quantidade de informações. Essas informações incluem desde considerações sobre a forma, função e fabricação do produto até procedimentos organizacionais e administrativos que destacam cada processo. Para que uma empresa garanta o seu posicionamento no mercado é necessário que ela sempre esteja aumentando a sua competitividade. Por isto ela deve constantemente melhorar o seu conhecimento e satisfazer de forma cada vez mais eficaz as necessidades impostas pelos clientes, por isso a empresa deve captar essas necessidades, pesquisar e desenvolver novos processos e produtos. A detecção eficiente dessas necessidades exige um grande trabalho de marketing da empresa sobre o assunto. Assim, o desenvolvimento dos produtos consiste na tradução dessas necessidades em especificações técnicas. Com essas especificações em mãos, é feito um detalhamento, para que se possa visualizar os processos produtivos envolvidos, isto é, manufatura.

Quanto mais cedo forem corrigidas decisões erradas de projeto, menor será o impacto sobre os ciclos posteriores, principalmente em relação a custos. Como alternativa eficaz na solução desses problemas surge a conceito da Engenharia Simultânea (E.S.) que promove a integração das etapas, permitindo que os trabalhos sejam realizados simultaneamente com uma contínua troca de idéias e informações entre os processos.

Contrariando o modo de trabalho convencional, onde as funções são efetuadas de maneira seqüencial, a Engenharia Simultânea se baseia na condição de que as atividades ocorrem ao mesmo tempo. Sendo assim, a Engenharia Simultânea trabalha com grupos interfuncionais, visando a qualidade do produto, seu custo e seus prazos de entrega. Estes grupos devem possuir responsabilidade e autonomia. O processo de desenvolvimento, a estrutura organizacional, as equipes e as ferramentas de apoio são elementos de grande importância para a execução da E.S. Ao invés de uma empresa manter um processo totalmente inovador ela deve se preocupar em melhorar o desenvolvimento de seus produtos. Para isto leva-se em consideração as diversas variáveis envolvidas, dentre as principais, o requisito custo. Para que haja um verdadeiro avanço nos processos produtivos é necessária a participação de diversos conhecedores no assunto. Este papel incorpora diversos conhecimentos e habilidades de gerenciar grandes equipes de pessoas. Os processos relacionados a indústrias de grande porte, como a automobilística, englobam um alto nível de robotização e manuseio de um grande número de materiais. As pessoas

envolvidas são das mais diversas áreas e as pessoas que comandam o processo são bastante requisitadas. Elas devem ser capazes de trabalhar com o gerenciamento de projeto e ainda com os sistemas de manufatura conseguindo resultados rápidos, eficientes e econômicos. Um fraco gerenciamento de projeto é uma das principais razões da maioria das falhas encontradas na implementação de um novo sistema. Um problema evidente é que as empresas se preocupam muito com os processos de produção, se esquecendo de dar valor ao gerenciamento do projeto. O planejamento do sistema produtivo é um importante passo que visa com antecedência estabelecer as ações e decisões a serem tomadas. Existe uma seqüência de passos que devem ser seguidos para determinar com exatidão o planejamento. É importante frisar as atribuições do gerenciamento de projeto que são planejar, monitorar, controlar e coordenar. A metodologia trabalha com a simultaneidade entre os itens que compõem o gerenciamento de projeto relacionado ao respectivo sistema de engenharia envolvido. Isto promove uma integração entre as partes, para que cada uma leve em consideração as atitudes e decisões tomadas pelos outros componentes evidenciando os benefícios da engenharia simultânea. Assim, nos primeiros passos do gerenciamento é feita a organização dos modelos, passando pelo planejamento e coordenação dos métodos. O gerente de projeto e uma equipe de pessoas são convocados para efetuar um pré-estudo do sistema. Em todas as etapas do processo a competência e a responsabilidade das pessoas é de vital importância. A coordenação das equipes de trabalho tem uma grande influência na liderança e na qualidade dos resultados obtidos. De um modo geral, esta equipe vem a ser um pequeno número de pessoas com habilidades complementares, que estão comprometidas com uma proposta comum. As equipes relacionadas ao sistema são compostas de membros que representam funções como planejamento, qualidade, compras, engenharia, pós-venda e suporte.

O objetivo é auxiliar para que o produto ou sistema seja projetado pela melhor relação custo/benefício, através de uma eficiente combinação entre especificações técnicas e necessidades de manufatura. A estrutura consiste nas fases pelas quais o projeto passa até sua finalização. A estrutura pode ser tanto desenvolvida pela própria empresa, de acordo com suas necessidades, ou escolhida dentre uma já existente. As fases podem ser definidas como: definição dos objetivos, especificações técnicas e de projeto, desenvolvimento e implementação. Cada fase é planejada com detalhes, dividindo o sistema em grupos de trabalho.

4 CONCLUSÃO

A implementação de Sistemas de CAD integrados em uma empresa de construção não pode ser entendida como uma tarefa trivial. O sucesso deste trabalho depende da

aderência para com os conceitos e a prática da Engenharia Simultânea que conduzem a inovação dos processos tradicionais. O desafio é resolver os problemas de integração, tais como a integridade e a consistência dos dados, e a implementação de [Integração de Estruturas de Objetos](#) em um ambiente de janelas completo. A Engenharia Simultânea vem solucionar antigos problemas como utilizar um tempo muito grande no desenvolvimento de um produto, criar vários protótipos até chegar ao modelo final devido a erros de projeto e por fim, como consequência, diminuir o tempo do produto no mercado, pois a rapidez das inovações tecnológicas bem como a competitividade, acirrada com a Revolução Industrial, o torna obsoleto em pouco tempo. Atualmente, ainda existem industriais que não conhecem muito sobre esta arma indispensável e poderosa para qualquer indústria ou até a interpretam de forma errada. No futuro próximo acreditamos que não será possível a sobrevivência delas sem a utilização da Engenharia Simultânea uma vez que não teriam condições de competir com produtos mais elaborados tecnologicamente e que chegarão antes ao consumidor a um menor preço, pois devido a essas características esses produtos são economicamente mais viáveis e, conseqüentemente mais competitivos.

ANEXOS

(SLIDES)

ENGENHARIA CONCORRENTE OU SIMULTÂNEA (ES)

(CONCURRENT ENGINEERING)

TÓPICOS ABORDADOS

- INTRODUÇÃO
- PASSADO E PRESENTE DA (ES)
- ENGENHARIA SIMULTÂNEA
- APLICACÕES / EXEMPLOS
- CONCLUSÃO

INTRODUÇÃO

- REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
- INDUSTRIAIS / FABRICANTES
- ENGENHARIA SIMULTÂNEA
- PALAVRAS CHAVES

Palavras Chaves

- Qualidade
- Equipes(times) Multidisciplinares
- Metodologia
- Competição
- Tempo
- Desenvolvimento do Projeto
- Satisfação do Cliente

PASSADO E PRESENTE DA (ES)

- **Passado :**
 - Revolução Comercial (1400 - 1700)
 - Revolução Industrial (1750- 1850)
- **Presente :**
 - Adaptação

-Estudo (1982) : DARPA (*Defense Advanced Research Project Agency*)

Conceitos

- DARPA(1988) : “Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado e paralelo do projeto de um produto e os processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem procura fazer com que as pessoas envolvidas no desenvolvimento considerem, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazos e requisitos dos clientes.”

Conceitos

- Engenharia Simultânea : Engenharia simultânea é uma metodologia de desenvolvimento integrado de produtos, com valores de trabalho em equipe (cooperação, confiança e compartilhamento), empregando recursos computacionais (CAD/CAE/ CAM/CAPP) desde a concepção até a obsolescência do produto. Esta abordagem sistemática deve satisfazer as expectativas do cliente.

ENGENHARIA SIMULTÂNEA

- Agiliza Criação e Desenvolvimento
- Aumenta os Lucros
- Questionamento
- Distribuição de Tarefas “Subtarefas
- Desenvolvimento do Produto Seguindo o Conceito de ES

Desenvolvimento do Produto ES

- Organização estrutural dos grupos desenvolvidos
- Formação de um suporte computacional
- Adaptação da infra-estrutura de comunicação

- Integração da idéia global do projeto por todas as equipes envolvidas
- Atendimento as necessidades do Cliente

Organização Estrutural dos Grupos Desenvolvidos

- Responsabilidades
- Competência e Rapidez
- Revisão
- Simultaneidade

Formação de um Suporte Computacional

- Informações Globais
- Estado da Arte
- Compartilhamento de informações
- Evitar Alterações
- Conclusão Rápida da Tarefa

Adaptação da Infra-Estrutura de Comunicação

- Rápida
- Bidirecional
- Abrangente
- Clareza

Integração da Idéia Global do Projeto por Todas as Equipes Envolvidas

- Interdisciplinaridade

- Evitar Erros Comuns
- Diminuir o Tempo
- Aumentar os Lucros

Atendimento as Necessidades do Cliente

- Marketing
- Satisfação
- Retorno
- Lucros

Exemplos

- Indústria Aeronáutica (EMBRAER) : No desenvolvimento do modelo EMB 145
- Indústria Automobilística : Motor Rocam da FORD “Por intermédio de um programa de engenharia simultânea, a sua concepção foi obtida no prazo recorde de 23 meses, jamais atingido por outra fábrica da marca destinada à produção de motores”.

Exemplos

- “Empresa multinacional, pertencente ao grupo Ventra, tem presença global através de suas 28 plantas espalhadas pelo mundo. A Ventrabras está localizada em Curitiba, em uma área de 5.000 metros quadrados, fornecendo produtos através de engenharia simultânea, sendo assim um "Full Supplier", com o apoio de nossa matriz no Canadá”.

Exemplos

- Siderurgia : “Ao todo, a indústria mundial do aço investiu US\$ 23 milhões no projeto, que inclui um programa de engenharia simultânea com projetistas do setor automobilístico, técnicos das siderúrgicas e fabricantes de componentes, para chegar ao Ulsab(Ultra Ligth Steel Auto Body), lançado em março de 1999, na Europa, e mais tarde em São Paulo, num

evento que reuniu representantes das montadoras do Mercosul” relata Rogério Itaborahy, gerente de pesquisa e desenvolvimento da CSN.

Exemplos

- Metalurgia e Fundição : “Atuando lado a lado com os clientes, em Engenharia Simultânea, profissionais dessa área buscam soluções capazes de garantir o "state-of-the-art" dos fundidos que a Tupy, há mais de 60 anos, fornece ao mercado.”

Exemplos

- “Temos que nos preocupar com a qualidade total e a inovação tecnológica, cujos instrumentos são engenharia simultânea, melhoramento contínuo e benchmarking internacional, que conduzem a uma moderna filosofia de trabalho” explicou o diretor de Compras da Mercedes-Benz Manfred Straub.

Exemplos

- Motores Diesel (MWM) :“Além de estar alinhada com a mais atualizada tecnologia em motores Diesel, a MWM, através de engenharia simultânea com seus clientes e fornecedores, consegue otimizar a relação tempo/custo/benefício no desenvolvimento de novos produtos” .

Aplicações

- **No Desenvolvimento de Produtos Manufaturados :**
- Empreendida com sucesso
- Referente aos exemplos anteriores
- Nem sempre obtém sucesso

Aplicações

- **Metodologia de Projeto :**

- Passos no Planejamento : Reconhecimento do problema, soluções, escolha das soluções, implementação pela união da organização.
- Integração do Gerenciamento do projeto (planejar, monitorar, controlar e coordenar) com a Manufatura (produção).

Aplicações

- **Construção Civil :**

- D&B (Design-and-Build)
- Várias Áreas
- "over the wall"
- Integração em uma Equipe Multifuncional
- DFD - *Design Function Deployment*

Aplicações

- **Desenvolvimento de Software :**

- Abordagem Sequencial "*Waterfall*"
- Gerenciamento de atividades Paralelas
- Reutilização de Módulos
- Programação Utilizada a Objetos
- CSE - *Concurrent Software Engineering*: Atividades e informações Simultâneas

Aplicações

- **Desenvolvimento de Software :**

- Valorização das Tarefas Iniciais
- Internacionalização : Redução no *time to -market*, *aumento da flexibilidade*
- Forte gerência : Unir Equipes e grupos distribuídos

Aplicações

- **Nível Organizacional :**

- Crescimento Organizacional
- Crises

- Emprego da ES : Trabalho em grupo, Auto-Disciplina
- Implementação Difícil
- Programas Educacionais para treinar de Gerentes

PDM

(PRODUCT DATA MANAGEMENT)

PDM

(PRODUCT DATA MANAGEMENT)

CAD

(DESIGN AIDED COMPUTER)

CAM

(MANUFACTURING AIDED COMPUTER)

CAPP

(PROCESS PLANNING AIDED COMPUTER)

PDM

(MANAGEMENT DATA PRODUCT)

METODOLOGIAS

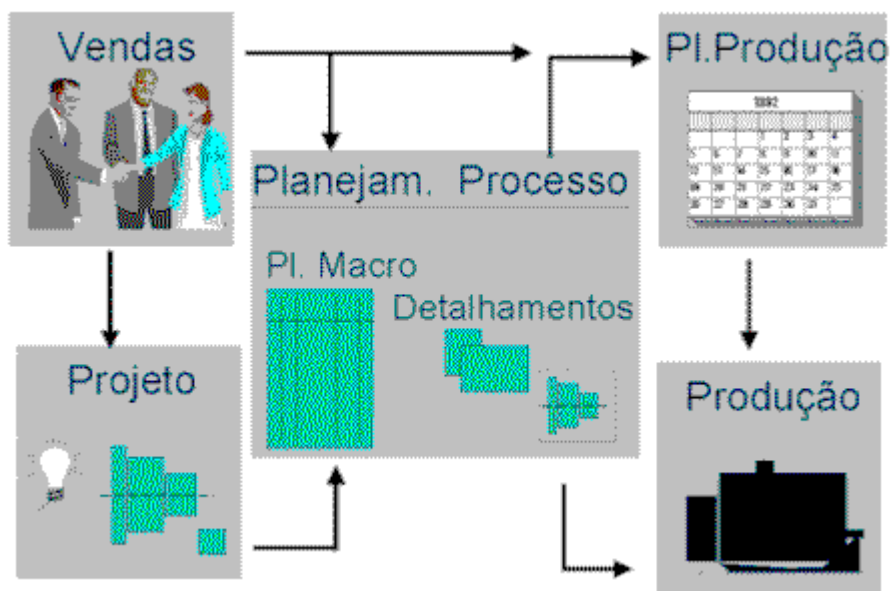
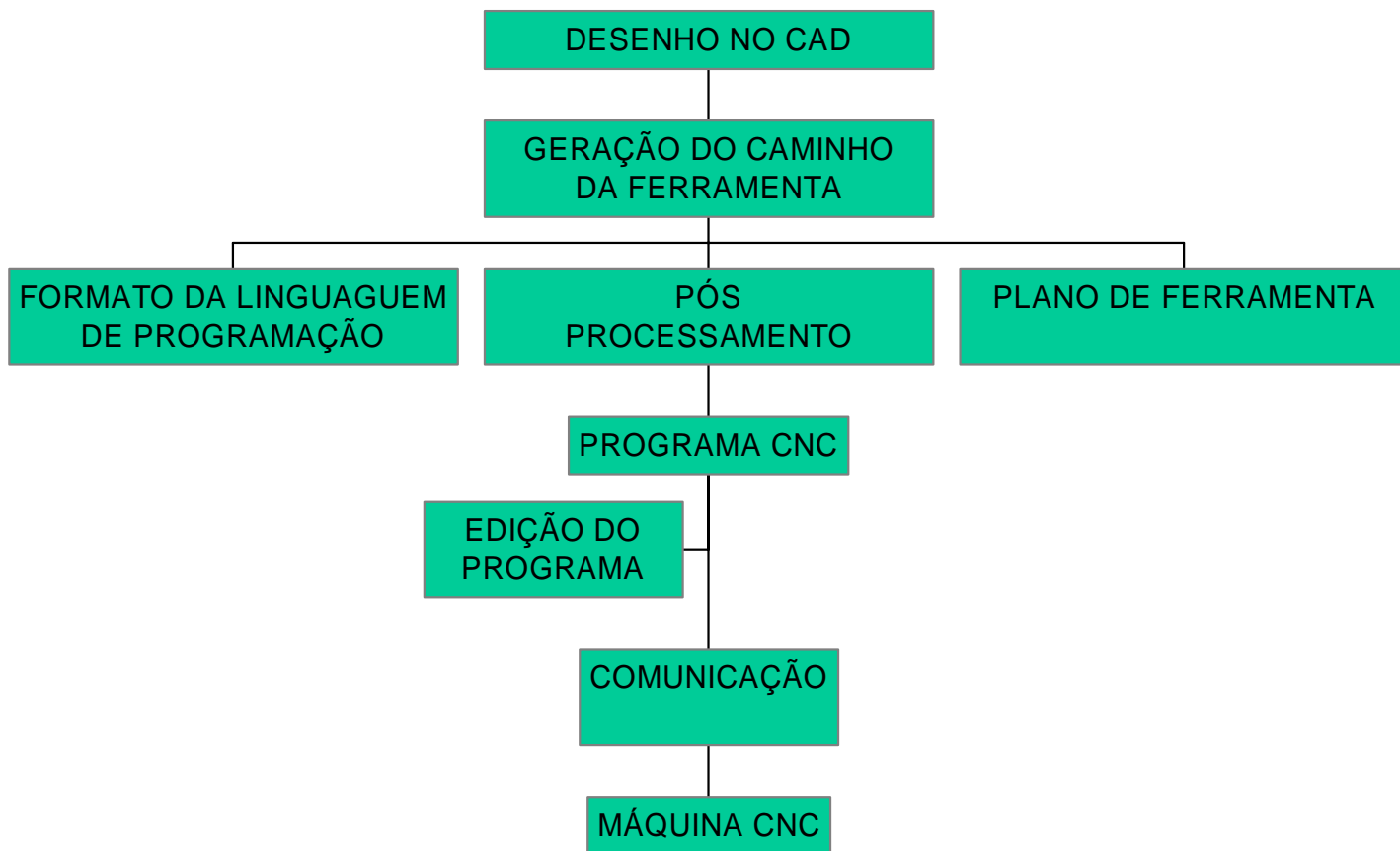
QFD

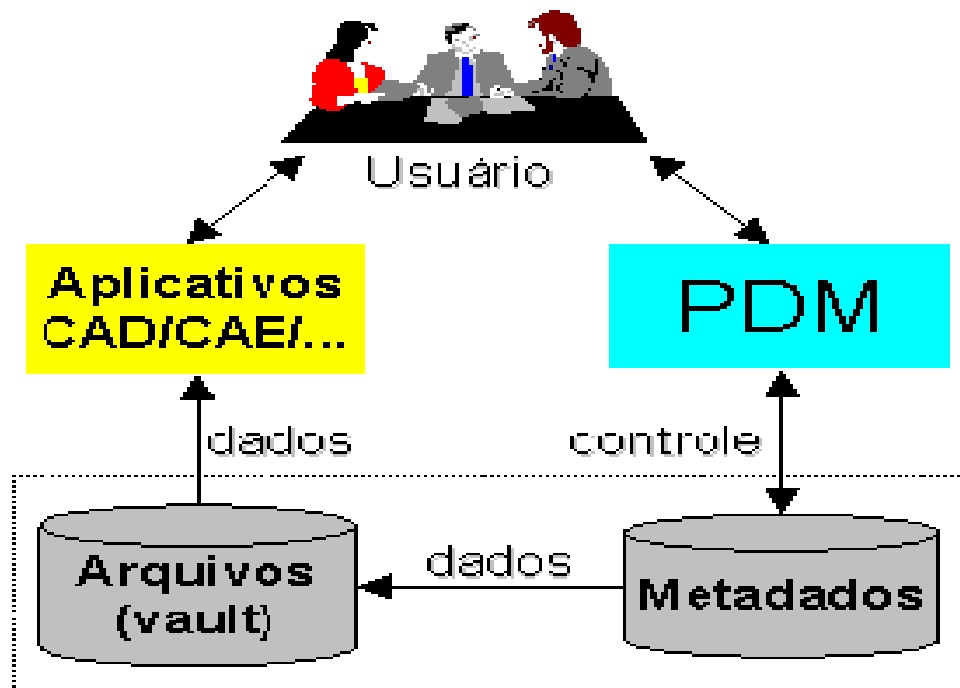
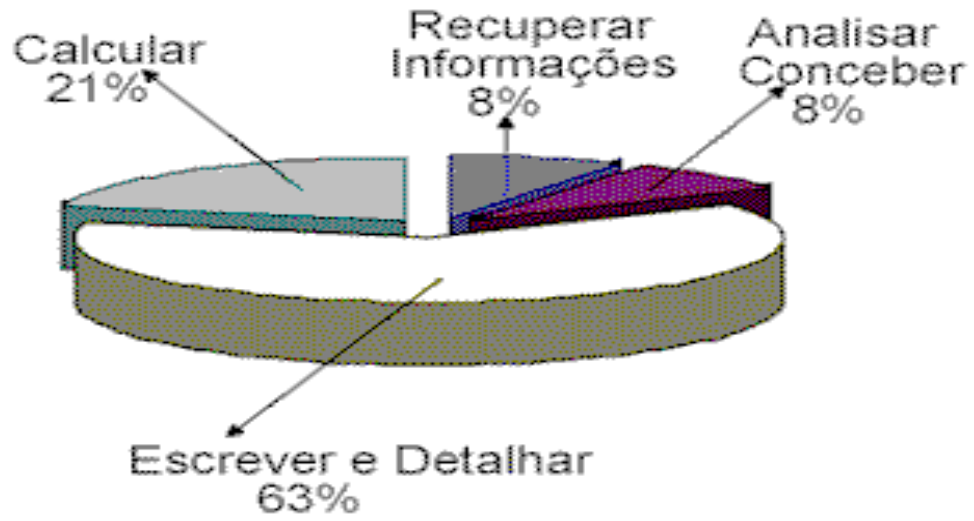
(QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)

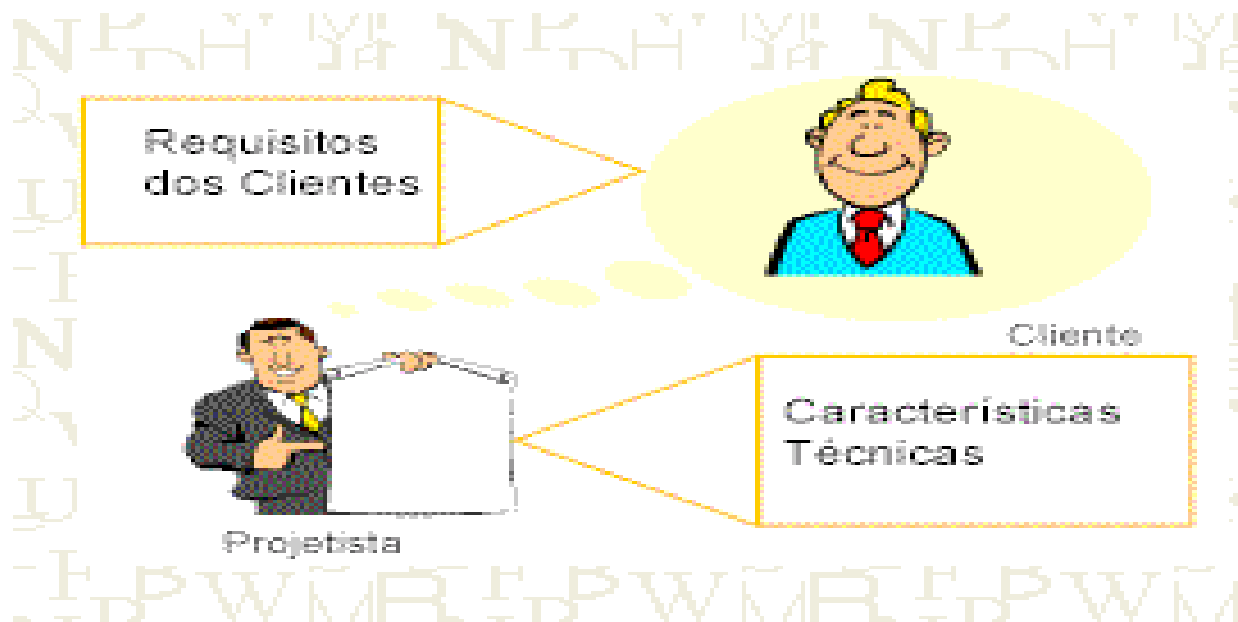
FMEA

(FAILURE MODEL AND EFFECT
ANALYSIS)

FERRAMENTAS
COMPUTACIONAIS
FLUXOGRAMA DE UM SISTEMA CAM







CONCLUSÃO

- **Otimizar a produção, solucionando problemas tais como :**
 - Muito tempo no desenvolvimento de um produto
 - Criação de vários protótipos devido a erros de projeto
- **Adequar-se a concorrência acirrada**

- **Sobreviver no mercado**

Otimizar a produção, solucionando problemas
tais como :

- Muito tempo no desenvolvimento de um
produto
- Criação de vários protótipos devido a erros de
projeto

Adequar-se a concorrência acirrada

Sobreviver no mercado