

Utilização da estrutura funcional para a definição da arquitetura de um produto

Fabiana Camila Simon (FAHOR) fs000792@fahor.com.br

Tiago Perin (FAHOR) tp000722@fahor.com.br

Gabriel Vintacourt (FAHOR) gv000776@fahor.com.br

Cesar Antônio Mantovani (FAHOR) cesar@fahor.com.br

Resumo

Este artigo traz considerações a respeito da utilização da estrutura funcional de um produto como passo inicial para a geração do conceito de um novo produto. Este novo conceito, definido pela arquitetura do produto, surge como resultado de uma série de atividades de projeto que tem como ponto crucial a definição da estrutura funcional composta pela função global do produto e funções parciais ou secundárias não menos importantes. Os resultados das atividades são apresentados e demonstram a importância da utilização dessa ferramenta para a geração do conceito de um novo produto, neste caso de uma máquina para extração de mel.

Palavras chave: Projeto de produto, configurações de projeto, estrutura funcional, arquitetura do produto, funções.

1. Introdução

É inquestionável a importância que a geração de novos produtos tem para o desenvolvimento econômico de um país. No Brasil, a prática ordenada e com método para o desenvolvimento de produtos é recente. A utilização de metodologias de projeto de produto aos poucos tomam conta de nossas instituições de Ensino Superior.

A dificuldade na geração do conceito de um novo produto pode ser verificada por qualquer pessoa que queira empreender nessa atividade. Imagine-se com um problema de engenharia qualquer e tente a partir de suas idéias desenvolver um conceito. Seguramente, as dificuldades seriam imensas e fatalmente o resultado deixaria a desejar. A utilização ou não de um método de projeto faz toda a diferença quando se busca um bom resultado.

Existem metodologias de projeto de produto consagradas e um de seus precursores é o professor Nelson Back (1983), inspirado entre outros por autores como Pahl & Beitz (2005). Essas metodologias serviram para orientar na solução de problemas de projeto e, entre eles, a geração do conceito de um novo produto.

Neste artigo procurou-se, a partir da aplicação no projeto de uma máquina extratora de mel, demonstrar a importância da definição apropriada da

estrutura funcional para a formulação da arquitetura do produto. Apresenta-se as etapas, atividades e ferramentas utilizadas para se chegar no resultado esperado.

Na primeira parte do artigo, são apresentados conceitos relacionados a temática de projeto de produto e seus desdobramentos relacionados a fase de projeto conceitual especialmente no que diz respeito à estrutura funcional e ferramentas utilizadas nesta fase.

Na sequência são apresentados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento da concepção de uma máquina extratora de mel, utilizando o modelo de consenso de fases, apontado por Ogliari (1999) apud Mantovani (2011). Este modelo divide o processo de projeto em quatro etapas a saber: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Em nosso caso, o foco concentra-se na fase de projeto conceitual.

2. O projeto de Produto

2.1 Definição de projeto e produto

Segundo Chagas (2001) projeto é o esforço temporário empreendido na criação de um produto, serviço ou resultado exclusivo, que requer recursos humanos, materiais e financeiros, viabilizando a sua execução. Os projetos são executados de forma progressiva, em etapas que precisam ser planejadas, programadas e controladas.

Filho (2004) acrescenta que o conceito de produto define-se como algo que pode ser oferecido para a satisfação de uma necessidade ou mesmo de um desejo. BACK (1983, p 08) apud Devides (2006) reforça que projeto é uma idéia ou plano de alguma coisa que é formulada em uma configuração para comunicação e ação.

Projeto é um processo do tipo conceitual, onde algumas exigências funcionais de pessoas, individualmente ou em massa, são satisfeitas através do uso de um produto ou sistema, que deriva da tradução física do conceito. SLACK (1996, p. 90) apud DEVIDES (2006). Um conjunto de atividades que leva uma empresa ao lançamento de novos produtos ou ao aperfeiçoamento daqueles existentes. IIDA (1995, p. 358) apud DEVIDES (2006).

Um estudo de Hundal & Langholtz (1992) apud Gavira e Silva (2003) provou a utilidade das metodologias, onde a sistematização dos processos de desenvolvimento de produtos nos mostra que perde-se mais tempo no projeto conceitual mas, em compensação, o tempo total de desenvolvimento torna-se menor; da mesma forma, a probabilidade de encontrar boas soluções se eleva e a criatividade é favorecida; torna-se mais fácil dominar o aumento de processos e produtos complexos; as pessoas envolvidas no processo, como os novos engenheiros, educados com os métodos sistêmicos, requerem menor treinamento antes de entrarem para projetos avançados.

2.2 Configurações de projeto

Amaral (2006) defende que a configuração do projeto começa tendo o conceito escolhido e termina com o protótipo completamente desenvolvido e testado. Ele compreende quatro fases:

- Geração de idéias;
- Seleção de idéias;
- Análise das possibilidades de falha e seus efeitos;
- Construção e testes do protótipo;

Como acontece em outras atividades do projeto, essas fases não ocorrem ordenadas desta maneira. Elas podem aparecer entrelaçadas entre si e, em outros casos, fazendo-se necessário retroceder para melhorar um aspecto que já foi examinado anteriormente ou ainda, avançar para conferir certos aspectos do desenvolvimento. A análise de falhas pode ser antecipada para ajudar na seleção de idéias.

Ao final do processo de configuração do projeto Amaral (2006) ressalta que, deve-se tomar decisão sobre a arquitetura do produto, a forma e função de cada componente, definindo o processo de montagem e os tipos de materiais. A partir destas configurações é possível tomar decisões sobre fabricação ou compra de componentes de terceiros. Deve ainda, haver uma descrição do processo produtivo de cada componente, as ferramentas a serem utilizadas e os materiais empregados. Quando a especificação do projeto apresenta metas para desenhos técnicos e procedimentos para o controle da qualidade, a especificação do produto deverá detalhá-lo em desenhos técnicos e procedimentos para o controle de qualidade, a fim de conferir se estas metas serão alcançadas.

Silva e Menezes (2001) apud Devides (2006) afirma que as configurações de projeto referem-se a um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema tendo como base os procedimentos racionais e sistematicos. Desta forma, objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

2.3 Arquitetura do produto

Segundo Amaral (2006), um produto pode ser descrito em termos funcionais ou físicos. Os elementos funcionais são aqueles que executam operações ou transformações, contribuindo para o desempenho global do produto, e se examinados mais detalhadamente, cada componente apresenta suas próprias funções.

O mesmo defende ainda que os elementos físicos de um projeto são

constituídos pelas peças, componentes e subconjuntos que exercem as funções do produto. Os elementos físicos de um produto podem ser organizados em variados blocos, sendo que cada bloco é composto de um certo conjunto de componentes que executam algumas funções do produto. O estudo das interações entre estes blocos e o arranjo físico dos mesmos, onde temos a constituição das configurações de produto, denomina-se arquitetura do produto.

A arquitetura do produto pode ser classificada em modular e integrada. Diz-se que arquitetura modular é aquela em que os blocos estão arranjados em módulos, com as seguintes propriedades:

- Cada módulo exerce um ou alguns elementos funcionais de forma completa;
- As interações entre os blocos são bem definidas e geralmente são fundamentais para a realização da função principal do produto.

Uma grande vantagem da arquitetura modular segundo Amaral (2006) é a possibilidade de se padronizar os blocos. Isso se torna possível quando cada bloco exerce apenas um elemento funcional ou um pequeno conjunto dos mesmos. Desta forma o mesmo bloco pode ser utilizado em vários modelos do produto. As variações destes modelos poderiam ser conseguidas com diferentes combinações entre os blocos.

O oposto é a arquitetura integrada, que apresenta uma ou mais das seguintes características:

- Os elementos funcionais do produto são distribuídos em mais de um bloco;
- Um bloco exerce muitos elementos funcionais;
- As interações entre os blocos são mal definidas;

Amaral (2006) destaca que as fronteiras entre os blocos da arquitetura integrada não ficam bem delimitadas e às vezes, nem existem, sendo que o produto pode ser considerado como um bloco único. Muitos elementos funcionais podem ser combinados em poucos elementos físicos. A principal desvantagem diz-se que é a dificuldade em se introduzir mudanças no projeto. Em consequência, a manutenção também se torna mais difícil.

A gerência do projeto é diferente quando se trata de arquitetura modular e integrada. A primeira exige um cuidadoso planejamento na fase de definição do sistema e subsistemas do produto, até se chegar à definição dos blocos.

Segundo Amaral (2006), nesta atividade o produto deve ser visto como sendo composto de diferentes partes, as quais estão relacionadas com os princípios de solução total e com as funções a eles atribuídas. Desta forma, as alternativas de solução são desdobradas em sistemas, subsistemas e componentes (SSC) que devem atender às definições de produtos, conforme pode ser visto na figura abaixo (Figura 01).

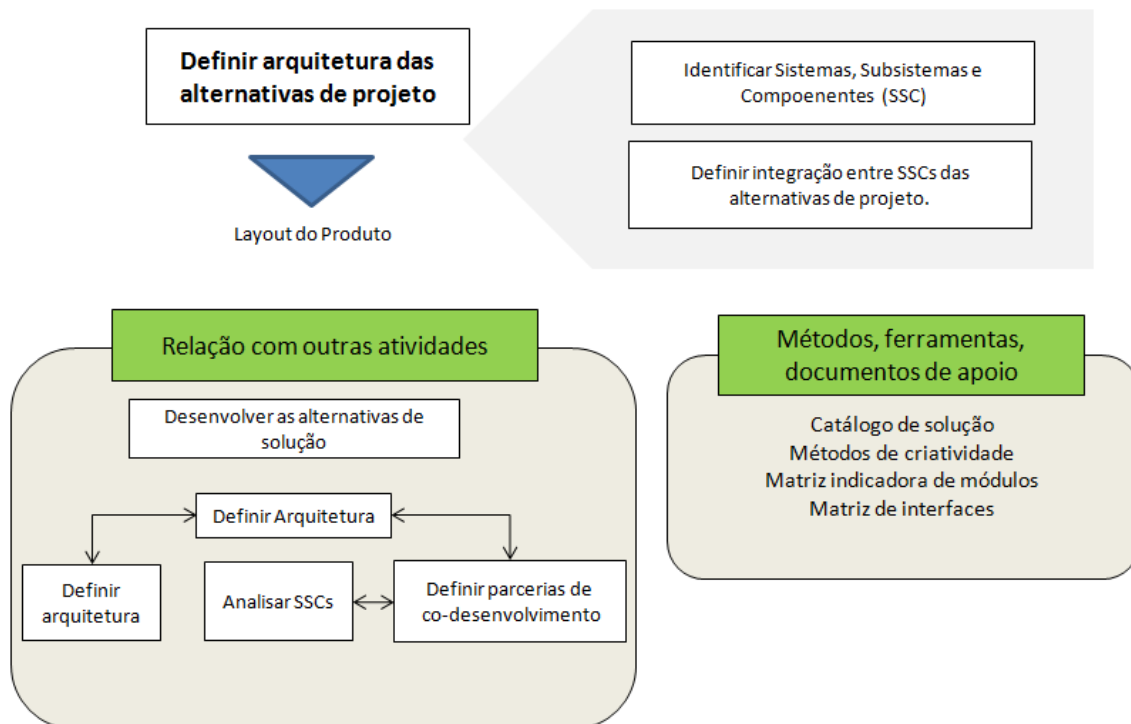


Figura 1 – Arquitetura do Produto. Fonte: Amaral et. al (2006)

Amaral (2006) define que a arquitetura de um produto trata-se de um esquema onde os elementos funcionais do produto são arranjados em partes físicas. Decisões sobre esta arquitetura influenciarão no gerenciamento e organização do esforço de desenvolvimento, pois as mesmas possibilitam que sejam designadas atividades de projeto e testes.

O mesmo ainda destaca que o desenvolvimento da arquitetura de um produto envolve a divisão e identificação dos sistemas, subsistemas e componentes individuais, ainda sua localização e orientação. A arquitetura de um produto pode ser classificada como modular e integral.

2.4 Arquitetura de produto modular e integral

Segundo Amaral (2006), a arquitetura modular é caracterizada por um a um dos módulos implementarem uma ou poucas funções, não existindo o compartilhamento de funções entre dois ou mais módulos; e as interações entre os módulos são bem definidas e fundamentadas para a realização da função global do produto.

O mesmo ainda define que a arquitetura modular, é aquela na qual cada função do produto é implementada exatamente por um módulo físico, e as interações entre os módulos são poucas e bem definidas. Neste tipo de arquitetura, uma mudança pode ser feita em um módulo apenas, não sendo necessárias modificações em outros módulos para que o produto possa funcionar corretamente.

O oposto da arquitetura modular é a chamada arquitetura integral. Amaral (2006) define que essa é caracterizada por ter as funções do produto distribuídas em vários conjuntos de componentes; desta forma, as interações entre os componentes geralmente são mal definidas. Um produto desenvolvido com uma arquitetura integral é projetado tendo em mente uma performance maior. As funções podem ser distribuídas em vários conjuntos de componentes, e as funções podem ainda ser combinadas em poucos componentes, otimizando o desempenho de certas dimensões ou parâmetros, contudo, modificações de projeto necessitam muitas vezes de um extenso trabalho de reprojeção do produto.

As decisões sobre a estrutura do produto em módulos geralmente se faz independente de fatores como: modificações no produto, desempenho, variedade, padronização dos componentes, manufatura e gerenciamento do projeto.

Para Amaral (2006), a arquitetura do produto define como os componentes físicos se relacionam, definindo também como o produto pode ser modificado. Arranjos modulares permitem que mudanças sejam feitas em determinadas funções do produto, não afetando o projeto de outros módulos. Para arranjos integrais do produto, uma modificação pode afetar diretamente funções, tornando necessárias mudanças em vários componentes relacionados. Algumas razões para sofrer modificações:

- Atualizações;
- Adições;
- Adaptações;
- Desgaste de certos componentes;
- Consumo de materiais;
- Flexibilidade no uso;
- Reuso;

Em cada um destes casos, esta permite a minimização das modificações físicas necessárias para obter uma determinada mudança funcional.

2.3. Desenvolvimento de princípios de solução para as funções

Segundo Amaral (2006), esta pode ser caracterizada como a transição do abstrato para o concreto, da função à forma. A cada uma das funções da estrutura funcional pode ser atribuído os princípios de solução. Para que isso seja possível, é necessário a partir do correto entendimento da função, a busca de um efeito físico e de um portador de efeito físico que, por meio de determinados comportamentos, realizem o objetivo da função em questão, como apresentado na figura abaixo (Figura 02).

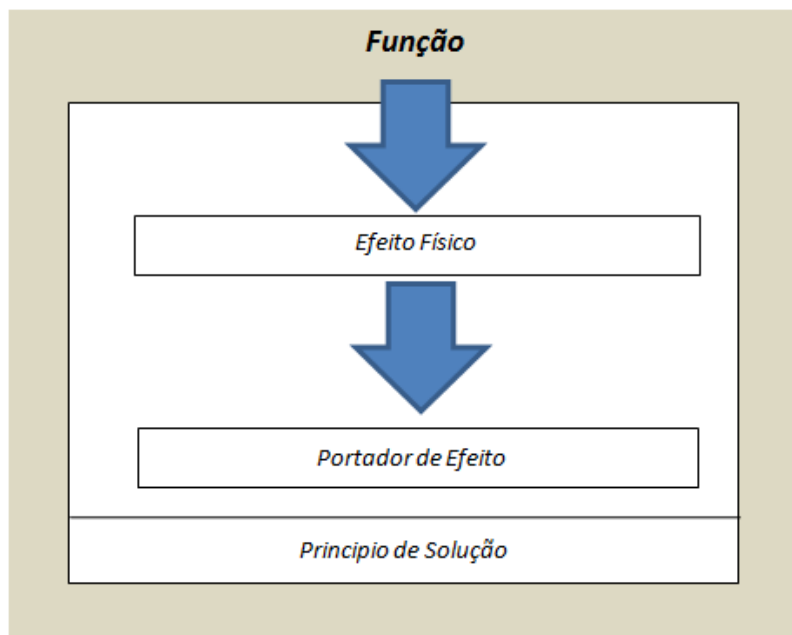


Figura 2 - Função do Produto. Fonte: Amaral (2006)

Amaral (2006) ressalta ainda que os sistemas físicos na natureza comportam-se de acordo com os princípios físicos, químicos e biológicos. A função “ampliar forças” pode ser vista como um exemplo de função que pode ser realizado por diferentes efeitos físicos.

Segundo Gomes Ferreira (1997) apud Amaral (2006), um portador de efeito é, desta forma, um sistema físico, com seus elementos e suas relações entre elementos, definido qualitativamente, capaz de realizar o efeito físico esperado. Ao se definir um portador de efeito físico em questão, define-se o princípio de solução a ser utilizado.

Para Amaral (2006), o portador do efeito deve representar qualitativamente o efeito ou o meio que desempenhará a função desejada. Ele deve conter informações a respeito dos elementos que compõe o sistema, bem como das relações entre esses elementos.

As informações relacionadas aos elementos que constituem esse tipo de informação incluem desta forma: tipo de elemento, quantidade, forma, posição,

movimentos e atributos de material. O princípio de solução deve representar as formas aproximadas dos elementos, não referenciando as suas dimensões, salvo no caso daquelas necessário às suas dimensões, ou daquelas necessárias ao entendimento da função ou comportamento do princípio de solução.

Também as informações referentes aos movimentos necessários aos elementos do princípio de solução para o cumprimento de sua função podem ser representadas por intermédio de desenhos esquemáticos contendo tão-somente linhas. (AMARAL, 2006)

2.5 Análise de Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)

Para Amaral (2006), a análise de sistemas, subsistemas e componentes (SSC) compreende um refinamento, onde são identificados e analisados aspectos críticos do produto observados no ciclo de vida do produto, como questões de funcionamento, fabricação, montagem, desempenho, qualidade, custos, uso, descarte, outros.

O mesmo define ainda que toda alternativa de projeto de produto possua certos parâmetros que são críticos para sua própria operação. É muito importante que se conheça quais são os parâmetros críticos para o funcionamento do produto.

A arquitetura do produto geralmente representa o produto em termos de propriedades físico-técnicas, essenciais ao funcionamento. De maneira geral, um modelo de concepção deve ser suficientemente detalhado para ser possível verificar custos, pesos e dimensões totais aproximadas, e a exequibilidade deve ser assegurada tanto quanto as circunstâncias permitam (AMARAL, 2006).

3. Métodos e Técnicas

O presente trabalho foi executado partindo do desenvolvimento do projeto do produto e em suma a estrutura funcional do produto. Desta forma, a raiz deste trabalho foi a análise do projeto até sua fase conceitual para posterior elaboração de toda estrutura funcional em conjunto com o andamento da elaboração do projeto detalhado.

Pode-se considerar, respeitando a natureza do projeto os seguintes tópicos:

- Metodologia para projeto de produto.
- Natureza cronológica da elaboração do produto.
- Estudo do produto e viabilidade.
- Estrutura funcional de produtos.
- Arquitetura de produtos.

O levantamento destas questões visa o aprimoramento da estrutura funcional do produto e permite que se crie vínculos entre a metodologia da realização de um produto e a estrutura funcional que o mesmo deve comportar para suprir as necessidades do projeto.

Buscou-se como ferramenta para elaboração de toda estrutura funcional (árvore de detalhamento do produto) a pesquisa por princípios de solução e a matriz de decisão já presentes no projeto do produto até a fase conceitual.

Acrescenta-se ainda que a estrutura funcional segue ramificações de ordem de composição do produto, sendo desta forma todos segmentos que o produto deve comportar a partir da concepção do produto final.

4. Resultados e discussões

A modelagem funcional auxilia a equipe de projeto e permite que o produto seja representado por meio de suas funcionalidades realizadas pelas suas partes, visando que a obtenção da estrutura de produto não restrinja o espaço de pesquisa a soluções específicas. O resultado desta análise pode conduzir a uma melhor solução do problema, proporcionando um entendimento mais claro da tarefa de projeto, a identificação das funções do produto, o que é indispensável para o êxito nas etapas subsequentes.

Função global do produto

O projeto de produto desenvolvido pelo grupo deve exercer funções como força de rotação, sistema de extração e filtragem do produto, força centrífuga. Levando em consideração os requisitos do produto, o mesmo apresenta estas características como forma de aprimoramento das qualidades do equipamento. Encontra-se como função global a característica principal a execução da extração de mel.

Estrutura funcional

A modelagem funcional auxilia a equipe de projeto e permite que o produto seja representado por meio de suas funcionalidades realizadas pelas suas partes, visando que a obtenção da estrutura de produto não restrinja o espaço de pesquisa a soluções específicas. O resultado desta análise pode conduzir a uma melhor solução do problema, proporcionando um entendimento mais claro da tarefa de projeto, a identificação das funções do produto, o que é indispensável para o êxito nas etapas subsequentes.

No quadro 01, estão relacionados o início e o fim do processo com a descrição que relaciona o sistema técnico e a física do problema por meio de fluxos básicos de material, energia e ajustes.

	Início do processo	Final do processo
Material (fluxo principal)	Quadro com favos.	Mel
Energia	Elétrica / Mecânica	Energia perdida por atrito, calor, fluxo de massa.
Ajustes	Regulagens	Controle do processo de extração

Quadro 1 –Início e fim de processo- Estrutura Funcional. Fonte: Autores

Analisando os requisitos funcionais listados acima foi definida a função global do produto: executar a extração do mel. A necessidade de desenvolvimento de uma máquina extratora de mel é a função principal de nosso projeto.

Para desenvolver e idealizar várias formas de atender a tarefa de projeto e que se faz uso da função global previamente definida. Na linha de pensamento de utilização de características técnicas de máquinas já existentes no mercado para compor de forma mais eficiente a máquina extratora de mel, é que se pode estabelecer com fundamentação que a função global deve atender ao requisito fundamental de extração do mel.

Avaliação das concepções

- Matriz de avaliação

A escolha das implementações de soluções, classificando de acordo com as prioridades dos clientes e a própria escolha dos processos críticos leva a equipe de projeto a partir para a matriz de decisão, onde a mesma consiste em comparar concepções baseando-se em critérios, e selecionando a concepção que apresentar maior pontuação mediante a análise. A concepção escolhida é justamente a que apresentar maior nota, e em suma, será aquela que mais se adéqua as necessidades (requisitos) dos clientes e que proporcionará ao projeto maior probabilidade de êxito.

- Layout do produto

O layout de um projeto é o esquema pelo qual os elementos funcionais do produto saem do papel e são arranjados em partes físicas. No entanto essa etapa os elementos que fazem parte do equipamento, bem como os que estão inter-relacionados com o mesmo, incluindo a sua estrutura, não serão

representados de forma exata, dimensões, todas as quantidades dos elementos e materiais.

Após aplicar estes conhecimentos e através de análise, definiu-se que o sistema com a seguinte configuração: A máquina conta com acionamento a partir da chave liga/desliga, contempla um sistema de rotação radial, e um sistema de regulagem de velocidades através da chave de três posições. A máquina extratora de mel conta com um sistema prático de desmontagem onde o mesmo pode ser feito através de parafusos. A máquina executa a extração utilizando-se da força centrípeta, onde o produto final pode ser filtrado pelo sistema (opcional) de filtragem do produto através da utilização da peneira. O sistema gerador de potência para a máquina parte da eletricidade. A máquina possui um sistema de regulagem das grades perpendicular ao eixo, onde o sistema de regulagem de fixação dos quadros é feita através de parafusos. A máquina extratora de mel conta com um sistema de transmissão por polia e correia e mancal com rolamento. Para o caso de ocorrer possível entupimento ou dificuldade de escoamento do produto ou a própria movimentação dificultada do produto no equipamento, a máquina possui um sistema facilitador de escoamento através de um pino de movimentação que fica ligado ao eixo, facilitando o escoamento do produto. Assim como na grande maioria dos equipamentos, a máquina conta com um sistema de segurança do operador, sendo o mesmo feito através uma proteção de acrílico (tampa), impedindo que o operador venha a colocar as mãos dentro do equipamento em pleno funcionamento.

5. Considerações Finais

O desenvolvimento de produtos novos é algo essencial para a competitividade e sucesso nas organizações. Desta forma, o processo de desenvolvimento de novos produtos também se apresenta como fator fundamental na longevidade dos produtos.

Através da utilização dos conceitos de projeto de produto e da definição de toda estrutura funcional, passando ainda pela arquitetura do produto, percebe-se com este trabalho que os mesmos demonstram-se importantes na elaboração do projeto e orientam na definição de fatores tais como estrutura funcional correlacionada com função global, diminuindo consideravelmente as possibilidades de erros de projeto e desta forma, encaminhando-o ao sucesso através de melhores condições de abordagem e de realização de projeto.

6. Referências Bibliográficas

AMARAL, et. al. **Gestão de desenvolvimento de produtos 1**.ed.Saraiva(2006)

CHAGAS, J. S. **Sucesso no gerenciamento de projetos de engenharia industrial**. XI congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Metalúrgica e Industrial. ABEMEC-

RS1 (2011). Disponível em: < <http://www.conemi.com.br/xiconemi/trabalhos/ID-29.pdf>>. Acesso em: Agosto de 2011.

DEVIDES, M. T. C. **Design, projeto e produto: o desenvolvimento de móveis nas indústrias do Pólo moveleiro de Araçongas, PR.** FAAC-UNESP (2006). Disponível em: < <http://www.faac.unesp.br/posgraduacao/design/dissertacoes/pdf/gloria.pdf>>. Acesso em: Agosto de 2011.

FILHO, E. R. **Projeto de Produto.** UFMG. Departamento de Engenharia de Produção. Edição 7, (2004).

GAVIRA, M. O e Silva, E. M. **O papel da simulação no projeto do processo dos novos produtos.** XXIII ENEGEP 2003 . Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0502_1136.pdf> Acesso em: agosto de 2011.

Guia PMBOK®. **Um Guia de Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos.** Edição 3. Uma Norma Nacional Americana ANSI/PMI 99-001-2004

MANTOVANI, C. A. **Metodologia de Projeto de Produto (2011).** Apostila. Acesso em: Junho 2011.