

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CLAUDINEI RODRIGUES DE SOUZA

ENGENHARIA DE PRODUTOS:
ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA
APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
NAS INDÚSTRIAS MOVELEIRAS

FORMIGA – MG

2009

CLAUDINEI RODRIGUES DE SOUZA

ENGENHARIA DE PRODUTOS:
ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA
APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
NAS INDÚSTRIAS MOVELEIRAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação Geral de Graduação do UNIFOR-MG,
como requisito para obtenção do título de bacharel
em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof.Ms: Luciana G Castanheira.

Coordenador: Marcelo Carvalho Ramos.

CLAUDINEI RODRIGUES DE SOUZA
ENGENHARIA DE PRODUTOS:
ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA
APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
NAS INDÚSTRIAS MOVELEIRAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação Geral de Graduação do UNIFOR-MG,
como requisito para obtenção de título de bacharel
em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. MS. Luciana Gomes castanheira
Orientadora.

Prof^a.Dsc. Kátia Daniela Ribeiro
Examinador

Dedico este trabalho com muito carinho a todos que de alguma forma contribuíram para que o sonho de ser um engenheiro tornasse realidade, aos meus pais Miguel e Rosa, irmãos e principalmente a minha família, meus filhos Lucas, Kenner e a minha esposa Alécia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir que eu tenha este momento único em minha vida, aos amigos, pois em momentos difíceis sempre me ajudaram, aos meus familiares, meus pais por sonharam com este momento junto comigo aos meus filhos, pois sempre foram motivo para eu nunca desistir, mesmo quando tudo estava tão difícil e principalmente a minha esposa que sempre dividiu comigo as dificuldades encontradas até aqui e o sonho que agora se realiza.

RESUMO

As indústrias moveleiras do Brasil necessitam urgentemente de melhorias e avanços em seus sistemas de desenvolvimento de produtos. Este trabalho aborda este assunto tendo como base de estudo as empresas moveleiras de Carmo do Cajuru – (MG), onde foram obtidas informações sobre o sistema de desenvolvimento de produtos e sua eficiência, logo pode se verificar a falta de um sistema adequado a estas empresas e a possibilidade de implantação de um sistema mais eficiente. De acordo com a literatura atual algumas ferramentas podem e devem ser usadas no processo de desenvolvimento de produtos, entre elas pode se destacar o *lean manufacturing*, Qfd, algumas ferramentas de análises como: FMEA, AV, EAV e outras ferramentas como prototipagem virtual. O trabalho faz uma breve abordagem das ferramentas mais utilizadas nas indústrias de grande porte e propostas por estudiosos da área. Durante o desenvolvimento deste trabalho foi possível verificar a eficiência de uma destas ferramentas, a prototipagem virtual, que apresentou bons resultados quando testada e implantada em uma empresa teste. Contudo, pode se confirmar que, com a implantação das ferramentas descritas ao longo deste trabalho, é possível melhorar muito o setor de desenvolvimento de produtos das empresas moveleiras.

Palavras-chave: desenvolvimento de produtos. Engenharia e análise de valor. Prototipagem virtual.

ABSTRACT

Furniture pieces industries of Brazil need improvements and progresses in their systems of products development. This work approaches this subject basing the study an companies of Furniture pieces of Carmo do Cajuru, Minas Gerais Brazil where it was obtained information about the system of products development and its efficiency. Soon it can be verified the lack of an appropriate system for companies and the possibility of implantation of a more efficient system. In agreement with the current literature, some tools can and should be used in the products development and process, among them it can stand out the lean manufacturing, QFD, some tools of analyses as: FMEA, AV, EAV and other tools as virtual Prototype. The work makes an abbreviation approach of the tools more used in the great load industries and those proposed by specialists of the area. During the development of this work it was possible to verify the efficiency of one of these tools, the virtual Prototype, that presented good results when tested and implanted in a test company. However it can be confirmed that, with the implantation of the tools described along this work, it is possible improve a lot the section of products development of the furniture companies.

Keywords: products development. Engineer and analysis of value. Virtual Prototype.

LISTAS DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Exportação e Importação de moveis de março 2008 a fevereiro 2009..... | 16 |
| Tabela 2 - Saldos de empregos por setor em Minas Gerais em 2007/2008..... | 17 |
| Tabela 3 - Exemplo de analise de funções dos componentes de uma cadeira | 32 |
| Tabela 4 - Correlação e grau de importância, diagrama de Mudge..... | 33 |
| Tabela 5 - Custos versus necessidades..... | 34 |
| Tabela 6 - Tempo gasto para desenvolvimento e índice de reprovação dos clientes.... | 38 |
| Tabela 7 - dados da Empresa Teste, setor de desenvolvimento de produtos..... | 39 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - O ciclo de realimentação cliente-marketing-projeto | 19 |
| Figura 2 - Etapas do projeto de produtos..... | 21 |
| Figura 3 - Fontes para geração de conceito de produto..... | 22 |
| Figura 4 - Filtro funcional de idéias..... | 25 |
| Figura 5 - Desdobramento da função qualidade..... | 26 |
| Figura 6 - Prototipagem virtual..... | 36 |
| Figura 7 - Vista frontal do home França..... | 39 |
| Figura 8 - Descrição de peças | 40 |
| Figura 9 - Projeção isométrica..... | 40 |
| Figura 10 - simulação e foto virtual..... | 41 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1 | Problemas..... | 12 |
| 1.2 | Hipótese..... | 12 |
| 1.3 | Objetivos..... | 13 |
| 1.3.1 | Objetivo geral..... | 13 |
| 1.3.2 | Objetivo específico..... | 13 |
| 1.4 | Justificativas..... | 14 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 | Indústrias moveleiras no Brasil..... | 15 |
| 2.2 | Características das indústrias moveleiras no Brasil..... | 16 |
| 2.3 | Algumas dificuldades das indústrias moveleiras brasileiras..... | 18 |
| 2.4 | Desenvolvimento de produtos..... | 19 |
| 2.4.1 | Geração dos conceitos..... | 21 |
| 2.5 | Sistemas de pesquisa e desenvolvimento de produtos (PD)..... | 22 |
| 2.6 | QFD..... | 25 |
| 2.7 | Lean Manufacturing..... | 27 |
| 2.8 | Análises de Falhas e Viabilidade..... | 28 |
| 2.8.1 | FMEA..... | 28 |
| 2.8.2 | MRP/ MRP2..... | 29 |
| 2.8.3 | Engenharia de Valor e Análise de Valor..... | 29 |
| 2.9 | Engenharia Reversa..... | 33 |
| 2.10 | CAD/CAM..... | 34 |
| 2.10.1 | Prototipagem virtual..... | 35 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 37 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 38 |
| 4.1 | Dados das empresas pesquisadas..... | 38 |
| 4.2 | Testando a ferramenta prototipagem virtual..... | 39 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 43 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA..... | 44 |
| | ANEXO – Fotos Virtuais..... | 45 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com o aumento da concorrência mundial, principalmente entre as empresas, e a grande exigência dos clientes, que cada vez mais estão com informação e facilidade de acesso a ela, exigindo sempre os melhores produtos e serviços com preços mais acessíveis, as indústrias têm sido obrigadas a se modernizar e implantar ou aumentar a eficiência de seu setor de desenvolvimento de produtos. A engenharia de produtos vem a cada dia atuando mais de forma estratégica e sendo um grande diferencial entre as empresas, principalmente as de produtos, as quais necessitam urgentemente de melhoria em seu setor de desenvolvimento.

O mercado brasileiro, nas últimas décadas, devido aos grandes avanços tecnológicos, tem passado por muitas transformações, principalmente no que se refere à implantação de novas técnicas de produção e desenvolvimento de produtos. A busca por sistemas que geram competitividade entre as empresas é cada vez maior, impulsionando uma grande corrida por técnicas inovadoras que aumentam a eficiência dos métodos de desenvolvimento de produtos.

As empresas brasileiras de móveis, hoje, necessitam de urgente estruturação de forma a impor uma tendência própria que lhes permitam recuperar espaços perdidos no mercado mundial e se protegerem das ameaças externas. A implantação de novas técnicas de desenvolvimento de produtos, é uma das principais armas destas empresas.

Minas Gerais é um dos estados mais importantes do país, contendo grandes centros industriais em diversos ramos de atividade. Seu setor moveleiro representa uma grande parcela da economia brasileira: hoje são 7.317 empresas do setor moveleiro em todo estado e a geração de empregos neste setor chega a 45.500 diretos e indiretos. Desta forma a indústria moveleira é de grande importância para nossa economia (FIEMG, 2009). A cidade de Carmo do Cajuru, Minas Gerais, concentra uma das maiores aglomerações de fábricas de móveis do estado, com cerca de 80 empresas instaladas no município, gerando aproximadamente 3000 empregos diretos e movimentando aproximadamente 20 milhões de reais mensalmente (SINDIMOV, 2009).

Entretanto, mesmo com números tão expressivos para o setor, as empresas cajuruenses ainda não possuem uma estrutura voltada para pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos. Estas empresas utilizam-se de métodos simples, baseados em informações publicadas em revistas de decoração, opiniões de seus representantes comerciais, referências em móveis contemporâneo expostos em novelas ou programas de TV e/ou com base nos produtos de seus maiores concorrentes, para o desenvolvimento de seus produtos.

Neste contexto, observa-se que fatores importantes no processo de desenvolvimento de produtos são ignorados pelas empresas cajuruenses. Alguns destes fatores definem a eficiência do setor de desenvolvimento de produtos de qualquer empresa, como *Manufacturing Resources Planning* (MRP), análise de viabilidade, pesquisa de mercado, novas tecnologias como softwares e equipamentos, análise de valor (EAV) e análise de riscos.

O presente trabalho faz uma análise do sistema utilizado pelas empresas de Carmo do Cajuru (MG), com relação ao sistema de pesquisa e desenvolvimento de produtos (PD) encontrado na literatura e utilizado em grandes empresas de transformação. Este estudo pretende ser útil a todas as pessoas envolvidas na gestão e no desenvolvimento de produtos, tendo como foco principal o desenvolvimento de produtos dentro de uma indústria moveleira. Ele abrange todas as áreas de desenvolvimento de produtos tais como: desenvolvimento e análises em geral, recursos e viabilidade, possibilitando o desenvolvimento de uma metodologia aplicada ao setor de pesquisa e desenvolvimento (PD), das empresas moveleiras.

Com a utilização desta metodologia de desenvolvimento de produtos espera-se aumentar a eficiência destas empresas em todo seu setor de pesquisa e desenvolvimento (PD), fortalecendo cada vez mais o pólo moveleiro cajuruense e contribuindo para sua permanência no mercado brasileiro de móveis. Assim conseguir-se-á conseguindo enfrentar os diversos desafios que o mundo globalizado apresenta a cada dia e seus concorrentes, que não são mais apenas regionais e sim abertos ao mercado internacional.

1.1 Problemas

As empresas moveleiras cajuruenses enfrentam hoje grandes problemas referentes à qualidade da mão-de-obra disponível, principalmente na execução de projetos de novos produtos. Isso ocasiona grandes atrasos na linha de produção, comprometendo, em muitos casos, todo o faturamento destas empresas. A falta de treinamento dos operários e o uso de tecnologia inadequada à execução de determinados produtos acarretam grandes perdas com execução incorreta de protótipos e até mesmo de produtos, o que gera uma grande quantidade de peças refugada e conseqüentemente um grande prejuízo e desperdício de matéria prima. Estes fatores obrigam as indústrias a estenderem o tempo necessário ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos, gerando uma grande desvantagem competitiva e, em muitos casos, um desenvolvimento de produtos incoerentes com a tendência atual, que está em constante mudança, ou até mesmo na venda de produtos que a empresa não consegue posteriormente executar de forma adequada a sua produção.

Como administrar todas estas importantes variáveis?

1.2 Hipótese

Pode-se citar como ações que contribuem para o desenvolvimento de novos produtos:

- Melhorar o planejamento das necessidades de materiais essenciais ao desenvolvimento do projeto e do produto (MRP).
- Melhorar o planejamento das necessidades de recursos essenciais ao desenvolvimento do projeto e do produto (MRP2).
- Utilizar a ferramenta *Quality Function Deployment* (QFD), para determinação do produto a ser projetado.
- Utilizar software específico no desenvolvimento do projeto, simulação de protótipos, prototipagem virtual.

- Análise de viabilidade.
- Análise de riscos.
- Análise de valor, (EAV).
- *Lean Manufacturing* (produção enxuta).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver e propor uma metodologia para o desenvolvimento de produtos aplicados à indústria moveleira.

1.3.2 Objetivo específico

- Formular, a partir de um referencial teórico-prático, uma metodologia de desenvolvimento de produtos que permita analisar a viabilidade de implantação da de software específico para desenvolvimento de projetos.
- Simular protótipos com a criação de fotos virtuais, que possibilitará pesquisas e avaliações antes que o produto seja produzido.
- Planejar as disposições e análises em geral das indústrias moveleiras no setor de desenvolvimento.
- Realizar teste prático em pelo menos uma das ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produtos citadas acima.

1.4 Justificativas

Este projeto se justifica levando em consideração a necessidade mundial das empresas em desenvolver produtos com mais eficiência, agilidade e precisão, os quais são fatores de grande diferencial para as empresas competitivas (CORRÊA ; CORRÊA, 2008).

Diante da grande ausência e necessidade de um sistema efetivo para desenvolvimento de produtos aplicados à indústria moveleira, Carmo do Cajuru, que é um dos mais importantes pólos moveleiros de Minas Gerais (SINDIMOV, 2009), necessita hoje de um avanço em seus setores de desenvolvimento de produtos. Este trabalho contribuirá de forma significativa às empresas de Carmo do Cajuru e região, dando um importante passo rumo a um novo sistema de desenvolvimento de produtos.

Utilizando-se da metodologia proposta por este trabalho, que se baseia na literatura encontrada referente à PD e à gestão de produção e operações, podem-se obter grandes avanços para as empresas. Vários podem ser os benefícios de utilização de um novo método para desenvolvimento de produtos, por exemplo: redução do tempo necessário desde a formulação da idéia de um novo produto até sua exposição em uma vitrine de loja onde estará à frente dos seus principais clientes.

Permitindo uma avaliação prévia do *design* com o uso de prototipagem virtual, o planejamento das necessidades de matéria prima, equipamentos e competência humana necessários à execução do projeto e do produto após ser aprovado e liberado para ser produzido, poderão ser realizados. Com uma análise prévia das disposições e competências internas, aumenta-se a eficiência do setor produtivo, uma vez que os produtos desenvolvidos estarão de acordo com a capacidade da empresa em fabricá-los.

Desta forma, acredita-se que a metodologia a ser desenvolvida poderá ser uma grande ferramenta de trabalho a diversos profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento de produtos nestas empresas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústrias moveleiras no Brasil

O Brasil é um dos países que dispõe de matéria prima que favorece o setor moveleiro. Dono de uma imensa floresta, não tem problemas em abastecer suas indústrias com a matéria prima básica para fabricação de móveis, a madeira. Isso impulsionou muito o setor moveleiro nacional.

De acordo com a Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG, 2009), o Brasil é um dos maiores exportadores de móveis mundiais, mas ainda se encontra em um processo de internacionalização e modernização de seus produtos e processos produtivos.

De acordo com a revista Móvil Fornecedores (2009), a crise econômica mundial desafia estas empresas, mas o potencial brasileiro de ampliar suas fronteiras é muito forte e resistente. Independente do cenário econômico, o governo federal tem feito vários programas de valorização do móvel brasileiro e grandes incentivos à exportação são desenvolvidos hoje no país. Nestes programas são destacados como é importante as exportações, não somente para aumentar os lucros das empresas. Entretanto isso também contribui muito para uma melhoria constante no processo de produção e dos produtos.

De acordo com Agência Nacional de Promoção de Exportação e Investimentos APEX, Móvil Fornecedores (2009), o Brasil tem potencial para uma exportação de móveis ainda maior. Porém, antes de incluir o mercado externo em suas metas, as empresas precisam se certificar de que estão capacitadas para produzir e atuar neste novo mercado. Precisam também de um plano estratégico de exportação, identificando seus mercados alvos e informações sobre os países selecionados, como cultura, costumes e outras informações que possam influenciar na forma de produzir, embalar e até mesmo como se comunicar com este novo mercado. Cabe ressaltar que a empresa que se prepara para exportar garante também uma grande melhora em seu setor de desenvolvimento de produtos, proporcionando uma vantagem competitiva em relação

aos seus concorrentes mesmo no mercado nacional, Móbile Fornecedores (2009), veja (TAB. 1).

TABELA 1 – Exportação e Importação de móveis de março de 2008 a fevereiro de 2009, (em U\$ 1.000).

| | importações | exportações | diferença | relação (%) |
|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| março-08 | 36,920 | 79,586 | 42,666 | 115,56% |
| abril-08 | 36,238 | 80,029 | 43,791 | 120,84% |
| maio-08 | 37,821 | 85,012 | 47,191 | 124,77% |
| junho-08 | 38,923 | 87,192 | 48,269 | 124,01% |
| julho-08 | 39,872 | 98,672 | 58,800 | 147,47% |
| agosto-08 | 38,95 | 86,934 | 47,984 | 123,19% |
| setembro-08 | 40,001 | 100,001 | 60,000 | 150,00% |
| outubro-08 | 39,521 | 100,004 | 60,483 | 153,04% |
| novembro-08 | 39,002 | 64,011 | 25,009 | 64,12% |
| dezembro-08 | 27,102 | 74,233 | 47,131 | 173,90% |
| janeiro-09 | 29,688 | 45,082 | 15,394 | 51,85% |
| fevereiro-09 | 21,825 | 51,462 | 29,637 | 135,79% |
| total | 425,863 | 952,218 | 526,355 | 123,60% |

FONTE: (Móbile Fornecedores, 2009)

2.2 Características das indústrias moveleiras no Brasil

De acordo com FIEMG (2009), o setor moveleiro nacional é composto, em sua maioria, por micro e pequenas empresas, espalhadas em diversos pólos moveleiros. Devido a este fator, a maioria destas empresas não possui uma tecnologia avançada e muitas trabalham sem um setor de pesquisa e desenvolvimento de produtos eficiente. Mesmo diante destas deficiências, o setor representa uma importante parcela de nossa economia, gerando um volume considerável de renda e empregos. Conforme pode se observar na (TAB. 2) o setor de madeira e mobiliário teve um considerável saldo

positivo em relação a empregos, principalmente se comparado a outros ramos de atividades. Um fator importante para o setor moveleiro é que o setor de construção civil também apresentou, apesar da crise econômica, um resultado bom. Isso para o setor moveleiro é uma expectativa de bons negócios em curto prazo.

TABELA. 2 - Saldos de empregos por setor em Minas Gerais em 2007/2008

| SETORES | Saldo acumulado jan - out/2007 | Saldo acumulado jan - out/2008 | Variação % |
|---|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| Total | 186.881 | 252.705 | 35,22% |
| 1. Extrativa Mineral | 3.021 | 3.630 | 20,16% |
| 2. Indústria de Transformação | 54.367 | 61.919 | 13,89% |
| Produtos de Minerais Não-Metálicos | 1.685 | 1.745 | 3,56% |
| Metalurgia | 7.946 | 8.544 | 7,53% |
| Mecânica | 2.169 | 2.733 | 26,00% |
| Material Elétrico e de Comunicação | 1.469 | 2.130 | 45,00% |
| Material de Transporte | 8.154 | 4.676 | -42,65% |
| Madeira e Mobiliário | 1.798 | 3.218 | 78,98% |
| Papel, Papelão | 926 | 1.582 | 70,84% |
| Borracha, Fumo, Couros. | 1.628 | 882 | -45,82% |
| Química, Produtos Farmacêuticos, Veterinário. | 3.056 | 4.042 | 32,26% |
| Têxtil, Vestuário | 5.265 | 5.386 | 2,30% |
| Calçados | 3.901 | 5.961 | 52,81% |
| Produtos Alimentícios e Bebidas | 16.370 | 21.020 | 28,41% |
| 3. Serviço Industrial de Utilidade Pública | 199 | 584 | 193,47% |
| 4. Construção Civil | 27.745 | 49.009 | 76,64% |
| 5. Comércio | 23.053 | 27.595 | 19,70% |
| 6. Serviços | 61.548 | 69.484 | 12,89% |
| 7. Administração Pública | 2.339 | 3.803 | 62,59% |
| 8. Agricultura, Silvicultura | 14.609 | 36.681 | 151,08% |

FONTE: FIEMG (2009)

2.3 Algumas dificuldades das indústrias moveleiras brasileiras

O processo de desenvolvimento de produtos confronta-se hoje com um ambiente muito dinâmico. Isso faz com que, desenvolver produtos e processos inovadores e eficientes, se torne quase que uma condição de permanência para as empresas. Aquelas que de fato atingirem a excelência na gestão deste desenvolvimento serão donas das vantagens competitivas mais sustentáveis. Devido à grande ausência de profissionais capacitados e ao grau de instrução dos operários de chão de fábrica, as indústrias brasileiras estão sempre em desvantagens comparado com empresas americanas, italianas e alemãs que possuem a maior tecnologia moveleira mundial (FIEMG, 2009).

No passado, no campo tecnológico, as empresas enfrentavam um grande problema: a falta de tecnologia adequada ao seu perfil industrial e suas necessidades. Em muitos casos, este fator foi uma grande restrição ao sistema produtivo de toda a empresa, envolvendo todas as áreas da empresa.

Atualmente este não é mais o grande vilão no processo de desenvolvimento e em nenhum outro setor dentro da empresa. Hoje, a grande dificuldade, ironicamente, é que as tecnologias evoluem em uma velocidade nunca vista antes. Este acelerado crescimento tem superado até mesmo as empresas e as pessoas que utilizam esta tecnologia de modo que, em alguns casos, as pessoas não conseguem utilizar todos os recursos que as tecnologias oferecem. Diante disso, empresas que conseguem mais eficientemente fazer o uso adequado destas tecnologias disponíveis, incorporando-as em seus processos de desenvolvimento de produtos e processos, com a finalidade de proporcionar um melhor produto aos clientes, obtêm grande vantagem em relação aos seus concorrentes (CORRÊA ; CORRÊA, 2008).

2.4 Desenvolvimento de produtos

O objetivo de projetar produtos e serviços é satisfazer as necessidades desejadas dos consumidores, isto, por sua vez, melhora a competitividade da organização. Pode-se observar, portanto, que o projeto de produtos e serviços tem seu início com o consumidor, e nele termina posteriormente. Primeiramente, o setor de marketing reúne informações de clientes e em alguns casos de até não clientes com a finalidade de compreender e identificar as expectativas e procurar oportunidades no mercado. Baseado nisso, o departamento de projetos de produtos e serviços analisa as expectativas e necessidades dos clientes e cria a partir delas um projeto de produto. Essa é uma tarefa complexa que envolve muitos aspectos diferentes dos objetivos operacionais de uma empresa. A especificação é usada como informação de entrada para operações que produzem e fornecem o produto a seus clientes (SLACK et al., 2007).

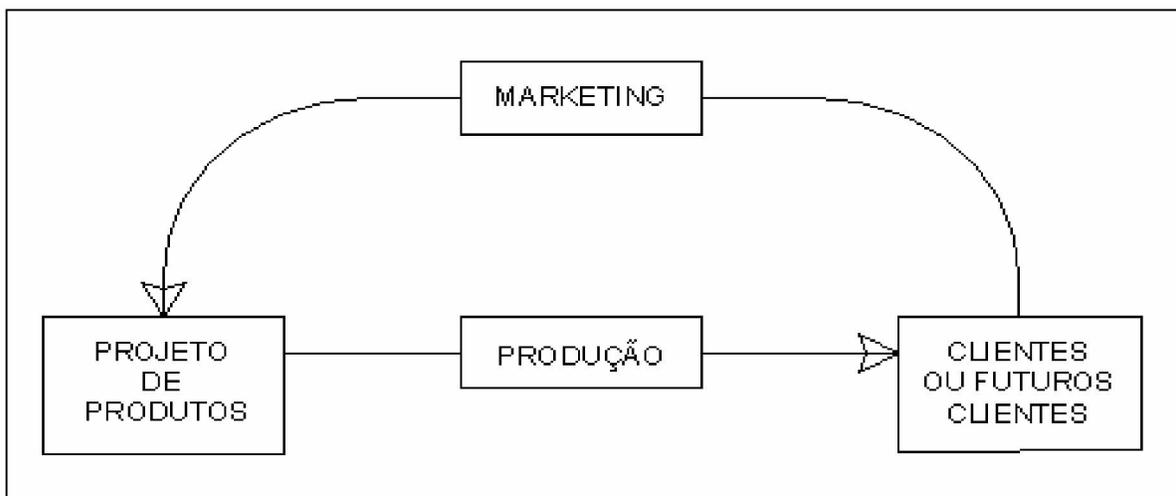


FIGURA 1 – O ciclo de realimentação cliente-marketing-projeto.

FONTE: (Slack et al.,2007).

Cada empresa define o que melhor se ajusta em seu sistema de produção. Logo, em algumas, as técnicas utilizadas por seus concorrentes não seriam muito eficazes se fossem implantadas em seus sistemas de produção. Assim, a determinação de que tipo

de metodologia a empresa deve adotar está relacionada com o seu perfil industrial. Entretanto, de acordo com Slack et al., (2007), pode-se considerar que todos os projetos de produtos têm três aspectos:

- Um conceito, que é o conjunto de benefícios que o consumidor está comprando: atualmente clientes compram mais pelo conceito ou sentimento, que por necessidade. Quando compram um produto estão comprando um conjunto de benefícios esperados para atender suas necessidades, mas compram também um sentimento que aquele produto possa proporcionar. Seguindo este raciocínio um produto deve ter todas suas características físicas de acordo com o propósito de sua utilização e também proporcionar esse tão desejado sentimento, que muda muito de acordo com o perfil do cliente. Um cliente que compra uma cadeira pode estar comprando simplesmente uma cadeira para sentar-se ou estar comprando um objeto decorativo, que irá agregar valor ao ambiente de sua sala de visitas. Alguns clientes preferem uma cadeira que proporcione um agradável momento ao usar este objeto para ler um livro ou descansar depois de um dia de trabalho. Logo se verifica a necessidade imensa de conhecer seu público alvo.

- Um pacote de produtos, que correspondem ao conjunto de componentes que proporcionam os benefícios definidos no conceito do produto.

- O processo, que define a relação entre os componentes dos produtos e serviços. O conjunto de componentes de um produto e processo define o pré-projeto. Para serem transformados em um projeto final eles precisam ser conectados de alguma forma. Logo o resultado da atividade de um projeto é uma especificação bem detalhada do produto. Especificações compreendem um conjunto de informações que definem totalmente o produto. O conceito global especifica a forma, a função, o objetivo do projeto e os benefícios que o produto irá proporcionar. Em seu pacote estão especificados todos os conjuntos de produtos e serviços individuais, que são necessários para apoiar o conceito. Para chegar a este ponto, a atividade de projetos deve passar por diversas etapas. Embora na prática os projetistas geralmente circulem ou retrocedam pelas etapas. Essa seqüência é mostrada na FIG. 2: geração do conceito, triagem, projeto preliminar, avaliação de melhoria, prototipagem e projeto final, demonstrando a grande importância do cliente neste processo, (Slack et al.,2007).

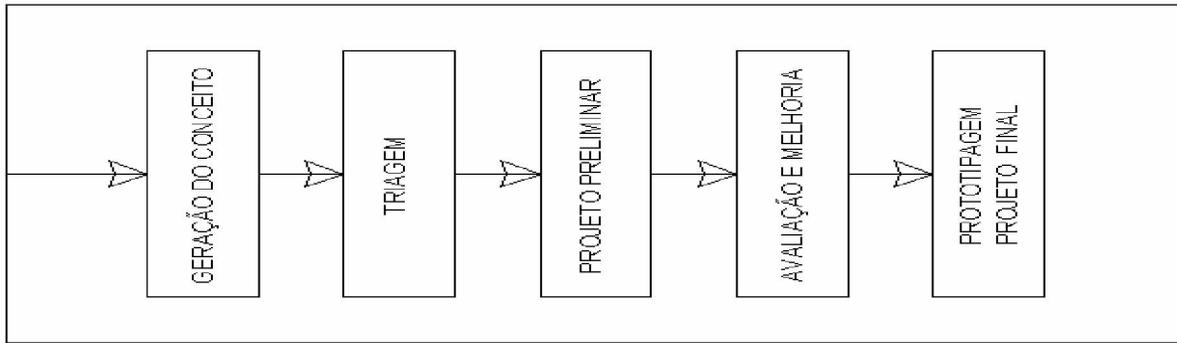


FIGURA 2 - Etapas do projeto de produtos

FONTE: (Slack et al., 2007)

2.4.1 Geração dos conceitos

A etapa de geração do conceito começa com uma idéia de um produto. Essas idéias precisam ser formalizadas, ou seja, traduzidas em um conceito de um produto. Os conceitos são então selecionados por diferentes partes da organização com o objetivo de tentar assegurar que este será um incremento ao portfólio de produtos da empresa.

O resultado desta primeira etapa é a geração de um conceito, que se aceito por todos, é condensado e transformado em projeto preliminar. Esse projeto preliminar passa por uma etapa de avaliação de melhoria, para verificar se o projeto pode ser melhor utilizado economicamente. Após essa avaliação, pode ser feito a prototipagem e o projeto final. O resultado destas operações será a especificação detalhada e totalmente desenvolvida do produto. (Slack et al.,2007).

A geração do conceito pode também vir de fontes diferentes, denominados de fonte externas e internas. Algumas das fontes externas são: pesquisa de mercado, sugestão de clientes, ações de concorrentes; e as fontes internas podem ser: análise de necessidades dos consumidores feita dentro da empresa, sugestão do pessoal que tem contato direto com clientes, idéias de pesquisa e desenvolvimento (GAITHER e FRAZIER, 2007).

Veja na FIG. 3, alguns exemplos de fontes internas e externas que podem contribuir no processo de geração do conceito:



FIGURA 3 – Fontes para geração de conceito de produto.

FONTE: (Slack et al., 2007).

O departamento de marketing deve permanecer atento ao mercado para identificar novas oportunidades para possíveis produtos. Existem muitas ferramentas de pesquisa de mercado para coletar dados de maneira formal e estruturada, que incluem etapas como questionário e entrevistas com clientes (GAITHER e FRAZIER, 2007).

Uma grande desvantagem é a limitação que este método impõe às pessoas entrevistadas, já que os questionários são predeterminados em função de uma idéia previamente discutida pelo setor de marketing e planejamento da empresa. Em alguns casos ouvir os consumidores de maneira menos estruturada pode gerar idéias mais inovadoras (Slack et al., 2007).

2.5 Sistemas de pesquisa e desenvolvimento de produtos (PD)

Uma função formal encontrada em muitas organizações que produzem produtos é a de pesquisa e desenvolvimento. Como o nome indica, sua função é dupla, pesquisa usualmente significa procurar desenvolver novos conhecimentos ou idéias para resolver um problema ou aproveitar uma oportunidade. Desenvolvimento é o esforço para utilizar e operacionalizar as idéias oriundas da pesquisa. (SLACK et al., 2007).

Em um ambiente como o atual, que é turbulento, global, de concorrência crescentemente intensificada na maioria dos mercados e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos e processos é um ponto importante na obtenção de vantagens competitivas.

Segundo CORRÊA e CORRÊA (2008), empresas que conseguem colocar no mercado produtos de forma rápida e que atendam ou superem as expectativas de seus clientes, conseguem impulsionar sua condição competitiva

Em alguns casos, devido a essa necessidade de reduzir ainda mais esse tempo, algumas empresas contratam especialistas em desenvolvimento terceirizados, como é o caso de grandes empresas como a Toyota, Honda, Motorola e outras (GAITHER; FRAZIER, 2007).

Ainda segundo CORRÊA e CORRÊA (2008), as empresas que ficam estagnadas estão fadadas a ver seu desempenho operacional ficar aquém de seus concorrentes mais ágeis; conseqüentemente terá seus resultados financeiros afetados e isso obriga as empresas a sempre desenvolverem técnicas de melhoria em seus setores produtivos e administrativos.

O que impulsiona ainda mais os processos de desenvolvimento de produtos não estão ligados exclusivamente aos fatores científicos e tecnológicos de ponta, e sim a fatores mais amplos como, por exemplo:

- Competição internacional mais intensa: com os mercados globalizados, mesmo para uma empresa ser competitiva nos seus mercados domésticos, hoje ela necessita de um desempenho comparável aos do mercado mundial, sendo que os maiores concorrentes estão presentes virtualmente em todos os locais do mundo (SLACK et al., 2007).
- Mercado mais fragmentado e exigente: os clientes têm se tornado mais sofisticado. O desempenho, anteriormente considerado como inatingível, é o requisito mínimo para satisfação dos clientes. Isso significa que os clientes estão mais atentos a detalhes nos produtos, exigindo que atendam cada vez mais suas particulares necessidades (CORRÊA ; CORRÊA, 2008).

As idéias de novos produtos podem ser oriundas de várias fontes, por exemplo: o pessoal de contato está a um passo dos clientes, assim como os vendedores, logo,

este pessoal pode ter muitas informações importantes sobre o que os clientes gostam e o que eles não gostam (SLACK et al., 2007).

Podem ainda ser reunidas várias sugestões de clientes no ato de uma venda ou durante uma reclamação de um produto que não tenha agradado completamente o cliente ou como tal lacuna poderá ser preenchida em uma linha de produtos ou serviços (CORRÊA; CORRÊA, 2008).

GAITHER e FRAZIER (2007), também citam que as idéias de novos produtos e serviços devem ser oriundas de várias fontes, que reunidas formam um projeto mais conciso com as verdadeiras necessidades ou expectativas dos clientes. As principais fontes são: os próprios clientes, o departamento de marketing, o setor de produção e a engenharia.

Com isso pode-se facilmente verificar a necessidade de integração entre as áreas envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos. O resultado não é muito eficiente quando se tenta realizar um processo de desenvolvimento ignorando as idéias, restrições e capacidade de outros setores ligados a este processo. O departamento de marketing precisa reunir todas estas informações e, sintetizando-as, trabalhar em conjunto com as outras áreas da empresa a fim de desenvolver um produto conciso com as necessidades dos clientes e capacidade e objetivos da empresa (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

Algumas organizações observam cuidadosamente as idéias e inovações de seus concorrentes. Uma nova idéia traduzida em um conceito, uma operação inovadora, um produto diferenciado ou com um preço mais acessível, podem garantir mesmo que temporariamente uma grande vantagem competitiva. Logo, a organização concorrente deverá agir rapidamente para reduzir esta vantagem ou mesmo reverter esta situação, definindo se cria um produto semelhante, com preço competitivo ou se tenta desenvolver um produto mais inovador que o apresentado pela empresa concorrente (SLACK et al., 2007).

Idéias não são conceitos. Na verdade idéias precisam ser transformadas em conceitos de forma a serem operacionalizados pela organização. Uma das características que diferem conceitos de idéias é que conceitos são idéias em uma forma transparente, com indicação de forma, função, objetivo e benefícios globais. Ao

contrário da idéia, que muitas vezes não tem especificações concretas, ficando muito vulnerável a mudanças, os conceitos devem conter informações concretas e de fácil entendimento de todos os envolvidos no processo de desenvolvimento da empresa, garantindo que o produto seja produzido de acordo com o especificado no projeto (SLACK et al., 2007).

Nem todos os conceitos gerados resultam em um produto. Isso porque precisam ser “filtrados”. Os projetos são seletivos na escolha do conceito nos quais trabalhará. O objetivo da etapa de triagem do conceito que emergem da organização é de avaliar sua viabilidade, aceitabilidade, e vulnerabilidade. Os conceitos podem ter que passar por diversos crivos diferentes e diversas funções podem estar envolvidas, como: marketing, produção, e finanças. Quando os conceitos são gerados precisam passar por um processo de filtragem, que consegue identificar qual conceito é mais importante, assim o filtro funcional serve como uma ferramenta para seleção, definindo o melhor conceito a ser trabalhado. Este filtro pode ser observado na FIG. 4 abaixo (SLACK et al., 2007).

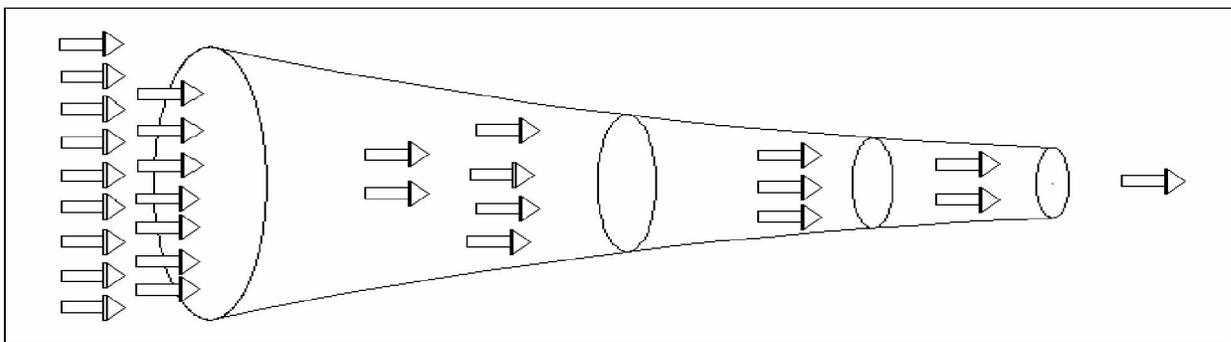


FIGURA 4 – Filtro funcional de idéias.

FONTE: (SLACK et al., 2007).

2.6 QFD

Segundo Miguel (2008), a origem do método QFD (Desdobramento da Função Qualidade) se deu no Japão, como forma de complementar a Gestão da Qualidade

Total – TQC, na década de 1960. A partir de 1989, empresas brasileiras passaram a adotar o QFD, e esse processo teve sequência com o professor Ohfujii a partir de 1992. A disseminação efetiva desse método no Brasil se deu através da criação de grupos de estudos coordenados pelo professor Cheng.

Segundo Slack et al. (2007), o método QFD apresenta grandes vantagens como:

1. Redução do tempo de desenvolvimento.
2. Redução de números de mudanças.
3. Redução das reclamações de clientes.
4. Redução de custos/perdas.
5. Reduções de transtornos e mal estar entre funcionários.
6. Crescimento e desenvolvimento de pessoas através do aprendizado mútuo.
7. Aumento de comunicação entre departamentos funcionais.

Desdobramento até a informação ao chão de fábrica(FIG. 5): esse conceito tenta traduzir as informações dos clientes, seus desejos e reclamações em especificações de engenharia, de processos, possibilitando uma informação que possa ser trabalhada no chão de fábrica.

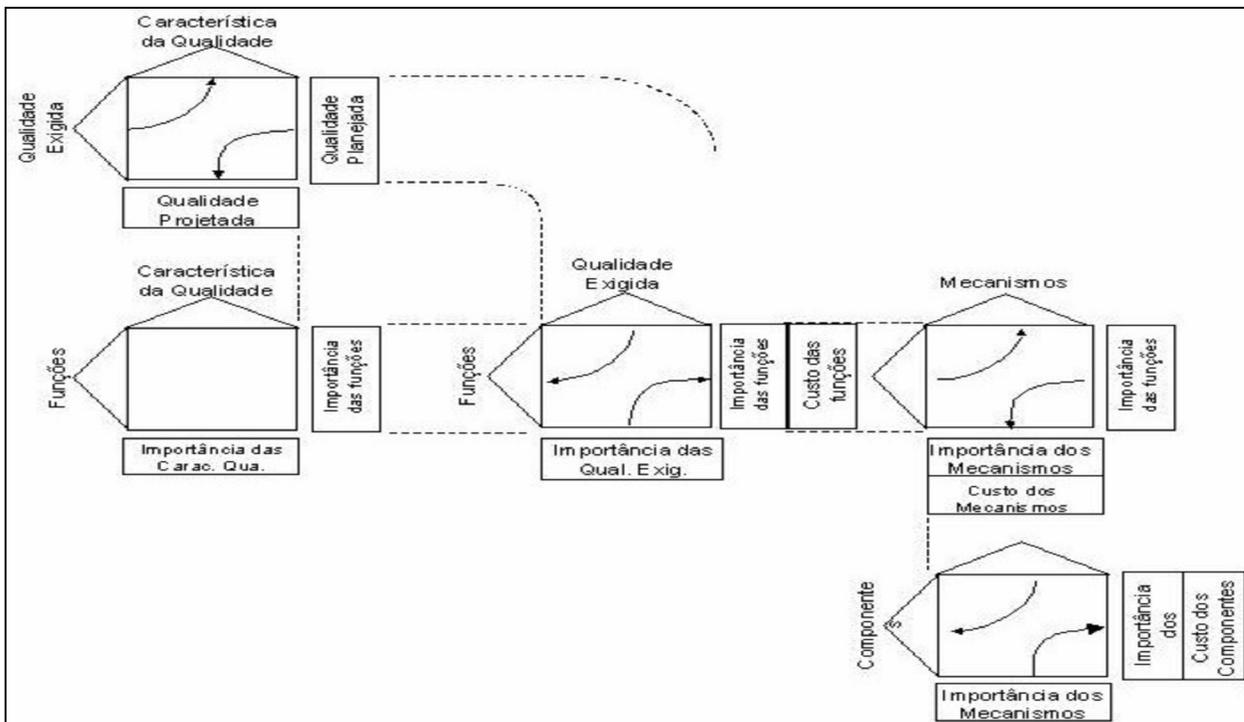


FIGURA 5 – Desdobramento da função qualidade.

FONTE: (Slack et al., 2007)

2.7 *Lean manufacturing*

O *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) pode ser conceituado como sendo uma abordagem sistemática que enfatiza a minimização da quantidade de todos os recursos usados nas várias atividades da empresa. Envolve a identificação e eliminação das atividades que não agregam valor no projeto, na produção, na gestão da cadeia de suprimentos, e na relação com os clientes (CORRÊA ; CORRÊA, 2008). O principal objetivo da manufatura enxuta é evitar os sete desperdícios tornando os processos mais eficientes. Estes sete desperdícios precisam ser cuidadosamente estudados e analisados a fim de se obter informações que permitam a otimização destes importantes fatores dentro de qualquer empresa, estes desperdícios são:

- Inventário: produtos, portfólio da empresa em excesso podem causar dificuldade de gerenciamento e conseqüente ineficiência.
- Excesso de Produção: produção exagerada sem demanda correspondente, que acaba gerando muito estoque, o que, por sua vez, gera custos e problemas gerenciais. Uma das soluções é a produção *Just in time* ou, “no tempo do cliente” (*Takt Time*).
- Transporte: Tempo que o produto leva sendo transportado “de um lado para o outro”, pode ser diminuído com eficiência utilizando técnicas de layout e logística adequadas.
- Espera: A linha de produção pode ter tempo desperdiçado enquanto espera pela conclusão de processo em outra linha, ou mesmo ociosidade de funcionários que acabam ficando sem atividade por alguns períodos de tempo.
- Processos Desnecessários: São atividades que ocupam tempo e recursos, mas que poderiam tranquilamente deixar de existir com ajustes na cadeia de produção.
- Movimentação: É o tempo de movimentação de funcionário durante o desenvolvimento do produto.
- Defeitos: Problemas de controle de qualidade e dificuldades ocasionadas por uma cadeia de produção falha, o que aumenta o risco de produtos defeituosos gerando assim grandes perdas e grandes prejuízos no processo de produção.

(http://pt.wikipedia.org/wiki/Lean_Manufacturing, 2009)

2.8 Análises de Falhas e Viabilidade

As análises de falhas são de grande importância para o desenvolvimento de um produto que atenda às necessidades da empresa (obtenção de lucro) e dos clientes que é a satisfação de suas necessidades. As principais análises usadas no processo de desenvolvimento de produtos são FMEA, MRP, EVA e AV. Os gerentes de operações produtivas estão sempre preocupados em melhorar a qualidade e confiabilidade dos processos de produção e dos produtos. Diante disso tentam estratégias para minimizarem a probabilidade de falhas; entretanto, sabe-se que falhas sempre irão ocorrer, o que se pode fazer é somente diminuir sua frequência CORRÊA ; CORRÊA (2008). Na fase de projeto, o produto pode parecer sem nenhuma falha; mas em sua execução poderão surgir diversas restrições e problemas.

Todas as falhas são provenientes de erro humano. A conscientização deste fato por algumas empresas tem proporcionado a elas uma grande melhoria em seu processo de produção, pois não vêem as falhas como motivo para identificar culpados. Estas empresas usam as falhas como ferramentas de aprendizado. Quando ocorre uma falha em um processo de produção ou em algum de seus produtos estas empresas examinam o problema a fim de identificar as causas fundamentais e criar soluções para que este problema não ocorra novamente (SLACK et al., 2007).

2.8.1 FMEA

O objetivo do FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é identificar as características críticas de falhas dos vários componentes dos produtos ou processos. Esta ferramenta possibilita identificar os possíveis erros e falhas antes que eles ocorram, utilizando-se de um *check-list* construído em torno de três questões chaves para cada possível falha contendo as seguintes perguntas:

- Qual a probabilidade da falha ocorrer?
- Qual seria a consequência se esta falha ocorrer?
- Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

(SLACK et al., 2007).

2.8.2 MRP/ MRP2

Segundo Corrêa; Gianesi e Caon, (2008), *Material Requirements Planning (MRP)* ou planejamento das necessidades dos materiais se baseia fundamentalmente na lógica do cálculo das necessidades de recursos a partir das necessidades futuras de produtos.

Toda empresa, antes de desenvolver qualquer produto, deve realizar uma análise de toda sua estrutura interna, verificando as disposições de matéria prima (MRP), seus estoques e a sua reposição. Desta forma é possível analisar se ela não oferece nenhuma ameaça futura em escassez, ou ameaças de aumentos elevados do preço de aquisição. Além disso, deve-se analisar a disposição dos recursos disponíveis à empresa e essenciais ao bom desenvolvimento do produto e sua produção MRP2 (ARAUJO, 2008). O conceito de MRP e MRP 2 é muito mais amplo do que estes mostrado acima, mas somente esta parte destes conceitos se aplica no processo de desenvolvimento de produtos.

2.8.3 Engenharia de Valor e Análise de Valor

A Engenharia de Valor é uma técnica de avaliação do projeto do produto com a finalidade de garantir que as funções essenciais são cumpridas a um mínimo custo. Esta técnica tenta garantir que o projeto possua somente funções essenciais, ou seja, funções que agregam valor ao produto, e procura eliminar funções supérfluas que possam gerar custos excessivos. Apesar da engenharia de valor ser direcionada para a redução de custos, a eliminação/redução de funções não essenciais pode resultar em uma melhor confiabilidade devido à redução de complexidade do produto (SALCK et al., 2007).

A engenharia de valor e análise de valor têm uma função muito importante no processo de desenvolvimento de produtos, ambas tem o mesmo objetivo, mas em estágios diferentes. A ferramenta Análise de Valor (AV) é utilizada quando o produto já se encontra em uma fase de produção, ou seja, o produto já existe, então se faz a

análise de valor para verificar se o que foi projetado está sendo realizado. Também é utilizado como ferramenta na redução de custo de um produto já em linha de produção e que necessite de alguns ajustes (SLACK et al., 2007).

CORRÊA e CORRÊA (2008) relatam que a Engenharia de Valor (EAV), por sua vez, é usada basicamente com o mesmo propósito, mas no estágio de desenvolvimento do produto, quando o produto ainda não existe e está apenas sendo projetado. O propósito básico da EAV e AV são simplificar produtos e processos. O objetivo é atingir desempenho equivalente ou melhorado do produto com custos menores. Estes métodos consistem em uma análise rigorosa de todos os componentes e conjuntos do produto, definindo sua função essencial. A partir desta informação, a equipe de projeto define o valor de cada função e determina seu custo. Feito isso a equipe de desenvolvimento pode aumentar o valor da razão sobre o custo, aumentando o valor ou reduzindo o custo. Diante da necessidade de substituição de matéria prima, devem ser avaliados todos os materiais alternativos, abrangendo, em alguns casos, materiais tradicionalmente utilizados em ramos distintos do que está se projetando. Um grande cuidado deve ser dado à questão ambiental. Materiais alternativos podem parecer vantajosos se não forem avaliadas as conseqüências ambientais e os prejuízos possíveis causados por algum dano ambiental.

Para evitar este problema um questionamento detalhado das operações e componentes dos produtos é cuidadosamente analisado, como:

- Este componente pode ser eliminado?
- Ele faz mais do que deveria?
- Ele custa mais do que vale?
- Sua manutenção é fácil?
- Algo diferente pode fazer melhor?
- Pode ser feito de outro material mais barato?
- Pode ser feito melhor ou mais barato em outro tipo de operação?
- Pode ser reutilizado/reciclado?
 - Sua disposição final é ambientalmente sustentável?

Com esta ferramenta pode se facilmente identificar as características de cada componente do produto através dos três passos descritos a seguir:

- Função básica ou secundária: a função é considerada básica se representar o propósito essencial para o qual o produto foi concebido. A função será considerada secundária se for uma função que o produto também desempenha, mas que não foi o seu principal objetivo durante seu desenvolvimento.

- Função necessária ou desnecessária: Uma função é considerada necessária se agregar valor ao produto ou tiver utilidade para o usuário, o que não acontece com uma função desnecessária.

- Função de uso ou de estima: As funções que têm valor de uso são aquelas ligadas diretamente ao desempenho técnico do produto, e as que possuem valor de estima são aquelas relacionadas às necessidades humanas ligadas ao aspecto psicológico do homem. Estes são os principais critérios adotados na (EAV) e (AV) CORRÊA ; CORRÊA (2008).

Abaixo a TAB. 3 mostra o tipo de função de cada componente do produto, neste caso uma cadeira, juntamente com o seu nível e o tipo de valor atribuído a ele.

TABELA 3 – Exemplo de análise de funções dos componentes de uma cadeira.

| | | Peça/Componente | Função | Tipo | Nível | Valor |
|---|-------------------|-----------------|--------|------------|---------------|--------|
| A | Servir de assento | Assento | A | Básica | Necessária | Uso |
| B | Apoio de costas | | D | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| C | Apoio de braço | | E | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| D | Ergonomia | | F | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| E | Conforto | | G | Básica | Necessária | Uso |
| F | Estética | | H | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| G | Resistência | Encosto | B | Básica | Necessária | Uso |
| H | Durabilidade | | D | Básica | Necessária | Uso |
| I | Suporte de objeto | | E | Básica | Necessária | Uso |
| J | Ser ambidestro | | F | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| | | | G | Básica | Necessária | Uso |
| | | | H | Secundaria | Desnecessário | Estima |
| | | Apoio | C | Básica | Necessária | Uso |

Após montar esta tabela pode se facilmente determinar a importância relativa das funções. Utilizando o diagrama de *Mudge* TAB. 4 podemos analisar de forma mais profunda as funções do produto, definindo o grau relativo de importância de cada uma delas. Nesse diagrama cada função é confrontada com as demais e são atribuídos pesos para o grau de importância destas funções comparadas: zero (0) significa que as duas funções, quando comparadas, possuem o mesmo grau de importância, um (1) indica que a superioridade de uma função sobre a outra tem pouca relevância, três (3) a superioridade de uma função sobre a outra tem importância considerável; e cinco (5), significa fortes evidências de superioridade de uma função em relação à outra. (SLACK et al., 2007).

| | B | C | D | E | F | G | H | I | J | TOTAL | % |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------|
| A | A3 | A3 | A3 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | A5 | 39 | 26,17% |
| B | B3 | B3 | B3 | B3 | B5 | B5 | B5 | B5 | B5 | 34 | 22,82% |
| C | C0 | C0 | C0 | C3 | C3 | C0 | C3 | C3 | | 12 | 8,05% |
| D | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D3 | D5 | D3 | | 20 | 13,42% |
| E | E0 | E3 | E5 | E3 | E5 | | | | | 16 | 10,74% |
| F | F3 | F3 | F5 | F0 | | | | | | 11 | 7,38% |
| G | G0 | G3 | G3 | | | | | | | 6 | 4,03% |
| H | H5 | H3 | | | | | | | | 8 | 5,37% |
| I | I3 | | | | | | | | | 3 | 2,01% |
| J | | | | | | | | | | 3 | 2,01% |
| | | | | | | | | | | 149 | 100,00% |

TABELA 4 - Correlação e grau de importância (diagrama de Mudge).

FONTE: (SLACK et al., 2007).

Após a construção do diagrama de Mudge, é realizado o levantamento dos custos por função do produto que é estimado para cada peça constituinte do mesmo, visto que seus custos se subdividem entre as várias funções desempenhadas por ele. Com os custos aproximados de cada peça separadamente, extraídos das fichas de

custo do produto, é feito um rateio apropriado baseado numa análise multidisciplinar, para que se possam calcular os custos associados a cada função do produto, e a porcentagem destes em relação ao custo total do produto (TAB. 5).

TABELA 5 – Custos versus necessidades.

| Função | Valor R\$ | Custo (%) |
|--------|-----------|-----------|
| A | 15,00 | 26,32% |
| B | 12,00 | 21,05% |
| C | 8,00 | 14,04% |
| D | 2,00 | 3,51% |
| E | 4,00 | 7,02% |
| F | 2,00 | 3,51% |
| G | 4,00 | 7,02% |
| H | 6,00 | 10,53% |
| I | 4,00 | 7,02% |
| J | 0,00 | 0,00% |
| Total | 57,00 | 100,00% |

FONTE: (SLACK et al., 2007).

2.9 Engenharia Reversa

A engenharia reversa consiste em desmontar um produto de alguma organização concorrente, verificando como ela está produzindo, que tipo de matéria prima esta utilizando e que tecnologia foi usada para o desenvolvimento deste produto. Com esta ferramenta podem-se avaliar características chaves de seu projeto e de sua produção, podendo destas informações, surgir idéias inovadoras. Em muitos casos, esta ferramenta é de grande importância e muito utilizada na disputa acirrada das empresas pela liderança do mercado. A empresa, utilizando-se deste método, tem a oportunidade de desenvolver um produto semelhante ou até mesmo superior aos de seus concorrentes. Esta ferramenta proporciona uma grande vantagem no setor de pesquisa da empresa, pois, em muitos casos, não são necessários altos investimentos em pesquisas, grandes tecnologias ou inovações são facilmente identificados pelos engenheiros e são projetados a partir desta referência (SLACK et al., 2007).

2.10 CAD/CAM

Uma das mais importantes ferramentas utilizadas hoje para acelerar o processo de desenvolvimento de produtos são os sistemas *CAD (Computer- Aided Design)* e *CAM (Manufacturing- Aided Computer)*. Com estes sistemas os engenheiros podem, dentro de estações de trabalho computadorizadas, realizar análise do produto e de todos os seus componentes, visualizando-os em ambientes tridimensionais, possibilitando assim análises de interferências entre as partes e uma fácil modificação. Uma grande vantagem deste sistema é que eles podem ser armazenados em um banco de dados, comparados com outros projetos e alguns componentes podem ser utilizados em outros projetos. Quando estes são liberados para produção, facilmente podem-se obter informações que possibilitam uma perfeita execução no nível operacional, com a geração de informações do produto em uma linguagem que as máquinas e o pessoal de produção entendam. Antes deste sistema, as empresas projetavam produtos e depois enviava os projetos para ser produzido. O sistema gastava muito tempo e os erros de projeto e fabricação eram enormes. O sistema CAD contribuiu muito para eliminação destes problemas (Gaither ; Frazier, 2007).

A principal vantagem do uso de CAD em processos de desenvolvimento de produtos é a capacidade quase que instantânea de recuperar e reparar dados do projeto, aumentando consideravelmente a produtividade da atividade dos projetistas. Outra grande vantagem é que, como as alterações podem rapidamente ser feitas, isso proporciona ao setor de projetos uma flexibilidade muito grande; logo, como estes dados podem ser armazenados, isso pode gerar uma biblioteca com projetos de componentes que podem ser utilizados em outros produtos. Uma vez que estes projetos já foram analisados, isso pode consideravelmente reduzir o tempo de desenvolvimento de outros produtos semelhantes e diminuir a probabilidade de falhas. Além de proporcionar ao projetista uma alta produtividade, os sistemas CAD também geram com muita facilidade cálculos de área, distância e volume, operações que exigiriam cálculos complexos para definir as propriedades de massa de um objeto, como por exemplo, uma engrenagem. Usando apenas o comando “propriedades de massa”, pode se obter com precisão de até oito casas decimais o cálculo exato do

objeto desejado, sendo que esta operação leva menos de um minuto para ser realizada e é extremamente fácil se comparado com o cálculo que seria necessário para realizar esta operação em métodos tradicionais, onde os engenheiros precisam calcular estas propriedades usando calculadoras ou programas específicos de computador (SLACK et al., 2007).Veja no anexo fotos virtuais criadas no sistema CAD.

2.10.1 Prototipagem virtual

Hoje, com o grande avanço da tecnologia, principalmente na área digital, o armazenamento de informações e dados de projetos de produtos torna-se uma ferramenta muito útil, proporcionando um grande avanço em empresas que desenvolvem produtos. Cada vez mais, empresas que desejam aumentar a eficiência de seu setor de desenvolvimento de produtos estão buscando implantar ou aprimorar o uso desta ferramenta. Em algumas empresas, isso já é uma realidade, sendo muito explorado este recurso, que oferece muita agilidade precisão e atua como uma ótima ferramenta na resolução de problemas técnicos. Isso permite que os produtos sejam melhorados até sua produção real, reduzindo consideravelmente os custos despendidos nesta etapa do desenvolvimento, pois se podem corrigir erros sem ter desenvolvido nenhum protótipo nem gasto matéria prima e tempo de operação. Além de ferramenta de apoio à resolução de problemas, os sistemas CAD (*Computer-Aided Design*) servem como ferramenta de análise de problemas e reengenharia de produtos já existentes e que se pretende de alguma forma, alterar suas características físicas ou funcionais (SLACK et al., 2007).

Os sistemas CAD estão cada vez mais presentes em vários ramos de atividades. Atualmente existem sistemas CAD específicos para determinados tipos de atividades como, por exemplo, a área mecânica que tem disponíveis no mercado vários softwares específicos, em destaque está o *Autodesk Inventor*. Hoje, o uso de CAD ganhou um grande destaque na construção civil, sendo utilizados para criação de plantas, desenhos de fachadas e maquetes eletrônicas. No setor moveleiro já se encontram disponíveis no mercado softwares desenvolvidos com uma atenção maior para esta

área. As empresas que desenvolvem estes produtos dão uma atenção à área que se destina, mas não alteram sua base principal e o modo como se opera estes produtos. CORRÊA ; CORRÊA (2008)

Sua operação sempre segue passos comuns entre os programas, A FIG. 8 mostra um exemplo de um móvel desenvolvido com um programa chamado AutoCAD, tratado e editado no *Photoshop* (detalhe: este produto ainda não foi produzido; este é apenas o projeto de um produto desenvolvido utilizando a técnica de prototipagem virtual).



FIGURA 6 – Protótipo virtual, Home Theater Ferrari, imbuia mel
FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

3 METODOLOGIAS DO TRABALHO

O método para desenvolvimento deste trabalho baseia-se no tipo de pesquisa com base em referências bibliográficas e pesquisa de campo, exploratória.

Foi realizado um levantamento de dados juntamente com algumas empresas do setor moveleiro de Carmo do Cajuru - MG, sobre o desenvolvimento de produtos nas indústrias moveleiras, foi analisado principalmente o sistema atual, com seus principais inconvenientes, principalmente o tempo de lançamento de um novo produto. Em seguida foram estudados e propostos sistemas e ferramentas que auxiliem no processo de desenvolvimento de produtos encontrados na literatura atual, enfatizando suas possíveis implantações e principais vantagens.

4 DESENVOLVIMENTO E ANALISE DE DADOS

4.1 Dados das Empresas Pesquisadas

O levantamento de dados sobre o setor de desenvolvimento de produtos das empresas moveleiras cajuruenses foi feito junto ao Sindicato dos Moveleiros de Carmo do Cajuru SINDIMOV(2009) que cedeu as informações. As informações levantadas junto ao sindicato dos moveleiros contribuíram para entender como as empresas moveleiras cajuruenses funcionam no que tange a desenvolvimento de produtos. Os dados sobre desenvolvimento de produtos destas empresas podem ser analisados na tabela abaixo, com maior ênfase foi obtidas informações e realizados testes na empresa Prisma Móveis:

TABELA 6 – Tempo gasto para desenvolvimento e índice de reprovação dos clientes.

| Empresa | Tempo de desenvolvimento de um novo produto em meses | Produtos reprovado pelos clientes a cada 10 lançamentos. |
|---------------|--|--|
| Prisma Móveis | 4 | 4 |
| Empresa 2 | 5 | 5 |
| Empresa 3 | 6 | 5 |
| Empresa 4 | 3 | 5 |
| Empresa 5 | 2,5 | 6 |
| Empresa 6 | 5 | 5 |
| Empresa 7 | 3,5 | 5 |
| Empresa 8 | 4 | 5 |
| Empresa 9 | 5 | 5 |
| Empresa 10 | 5 | 5 |
| Empresa 11 | 4,5 | 4 |
| Empresa 12 | 3,5 | 5 |
| Média | 4,25 | 4,92 |

FONTE: (SINDIMOV, 2009).

Estes dados nos fornecem as dimensões de tempo gasto desde a formulação da idéia de um novo produto até sua produção e as peças que são reprovadas.

4.2 Testando a ferramenta prototipagem virtual

Em uma das empresas foi implantada e testada uma das ferramentas descritas neste trabalho, a prototipagem virtual. Nesta empresa, denominada Prisma Móveis, foram realizados testes no sistema de desenvolvimento de produtos, substituindo o antigo sistema utilizado pela empresa que era um sistema que primeiramente desenvolvia um produto piloto. Neste sistema, produzia-se um produto piloto ou teste e posteriormente, eram feitas as fotografias em estúdio logo após as fotos destes produtos eram enviadas aos clientes que estão espalhados em todo Brasil. O resultado deste sistema não era muito satisfatório, as perdas de produtos já prontos eram enormes e os atrasos na linha de produção e perdas de matéria prima geravam um gasto muito alto para o setor de desenvolvimento de produtos. Com a implantação do novo sistema, chamado prototipagem virtual, que por sua vez tem princípios totalmente opostos ao citado anteriormente, foram desenvolvidos vários protótipos virtuais, em ambientes 2D e 3D, possibilitando a criação de folders e fotos virtuais dos produtos. Abaixo, na FIG.9, exemplos de um dos produtos desenvolvidos como teste deste sistema dentro da empresa Prisma Móveis.

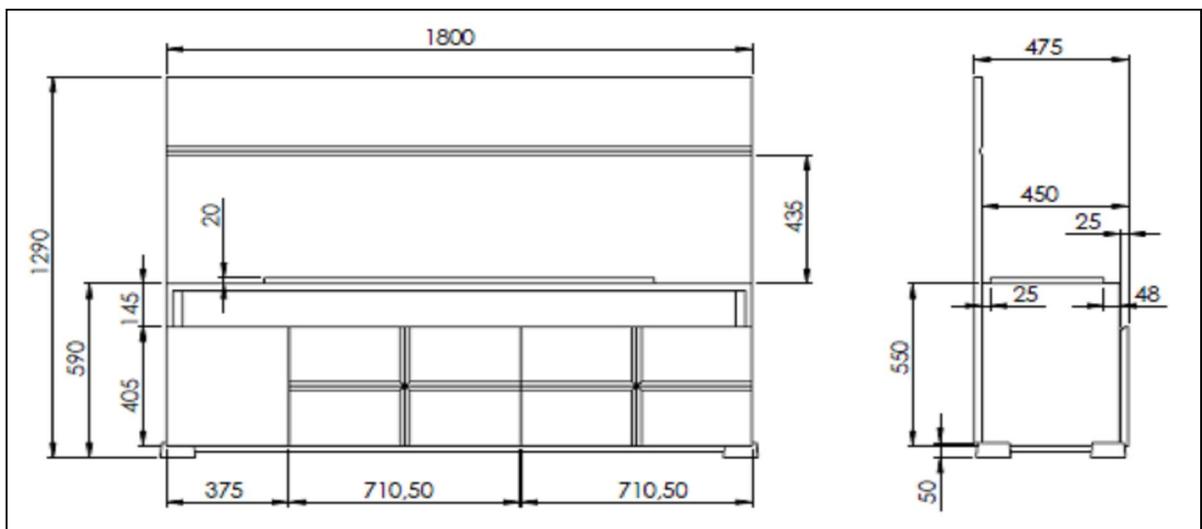


FIGURA 7 – Vista frontal home França

FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

A FIG. 10, apresenta a descrição das peças do móvel projetado e a FIG.11 possibilita uma visão da projeção isométrica do móvel.

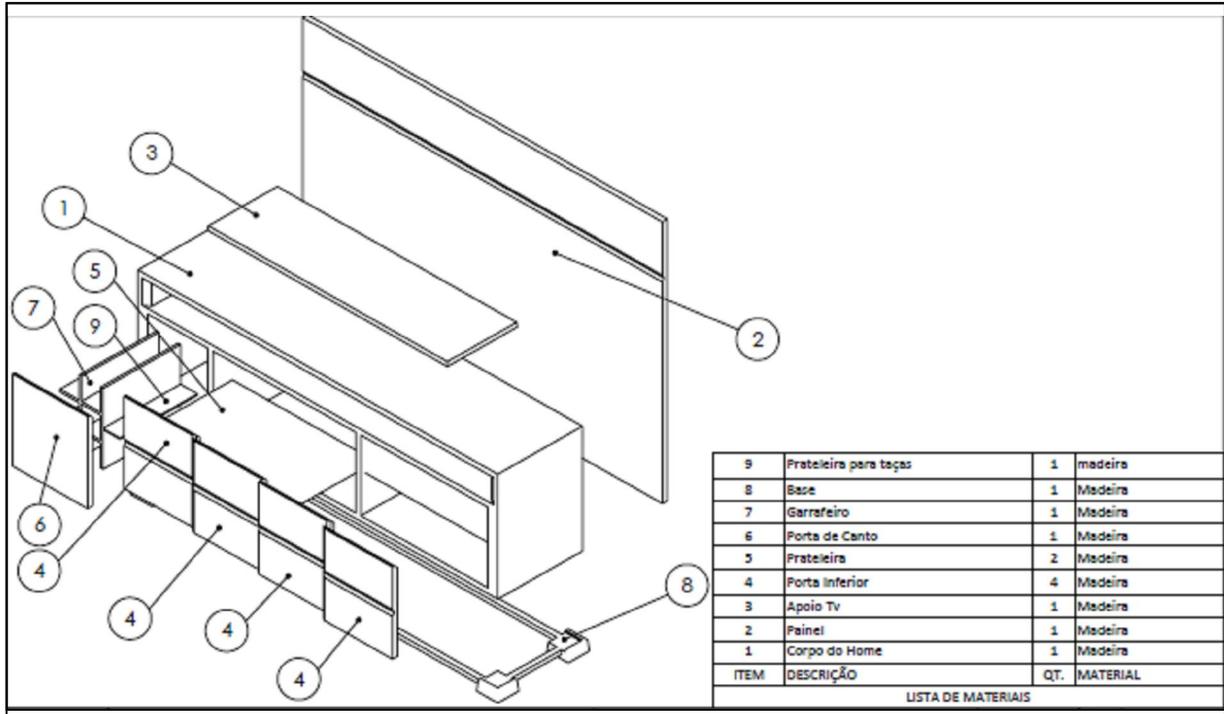


FIGURA 8 – Descrição das peças.

FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

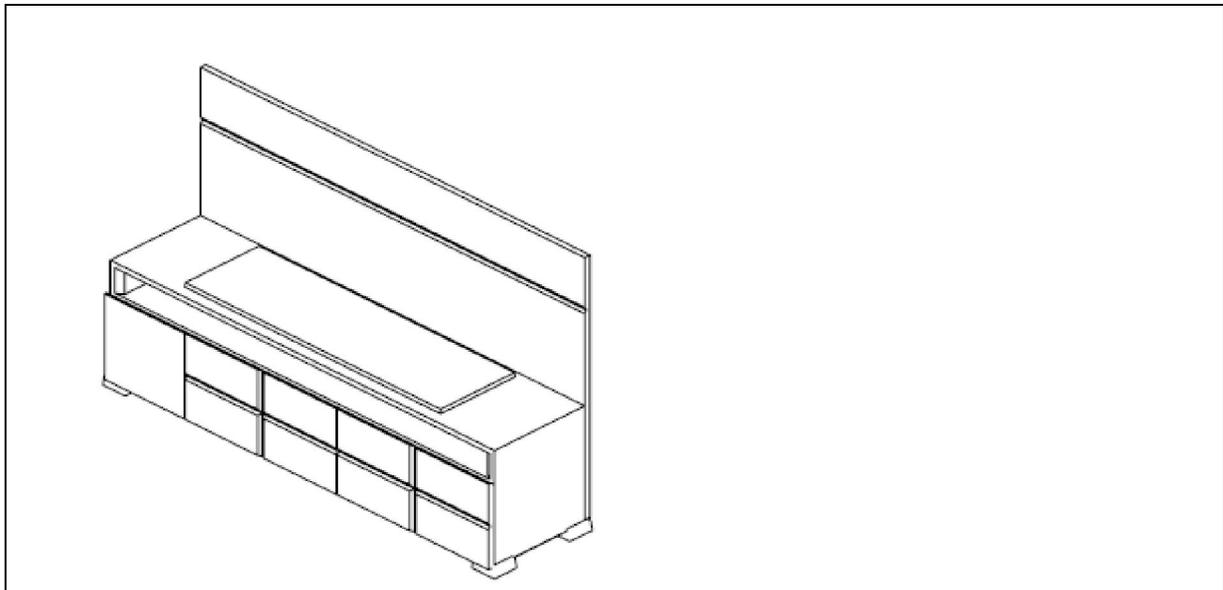


FIGURA 9 – Projeção isométrica.

FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

Estes projetos foram desenvolvidos dentro da empresa Prisma Móveis LTDA juntamente com outros vários projetos que atualmente encontram-se em fase de produção. Alguns destes projetos já estão expostos nas melhores lojas dentro de shoppings importantes para o setor como o D & D e o Lar Center em São Paulo e o *Freeway*, na Barra da Tijuca, no Rio de Janeiro. Este projeto, cujas figuras acima ilustram, foi, em outra etapa do processo de prototipagem virtual, transformadas em fotos virtuais para posterior comercialização. Estas fotos foram enviadas via e-mail para representantes da empresa em diversas partes do Brasil. Abaixo na FIG.12 pode se verificar a proximidade de um produto expresso num desenho de CAD com o produto real, isso mostra a proximidade que esta ferramenta pode proporcionar em projetos e simulações demonstrando que pode-se realizar pesquisas de mercado e análises em geral com os projetos criados neste sistema de prototipagem virtual.



FIGURA 10 – Simulação e foto virtual do produto.

FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

Estes produtos foram testados e avaliados juntamente com a gerência da empresa Prisma Móveis, os clientes finais e o setor de desenvolvimento de produtos. Alguns dos modelos simulados já foram introduzidos na linha de produção e hoje fazem parte do portfólio de produtos desta empresa. Outros exemplos de aplicação deste método estão ilustrados sob a forma de fotos virtuais no anexo.

Hoje, devido ao grande avanço proporcionado ao setor de desenvolvimento de produtos da empresa Prisma Móvel, todos os produtos, nesta organização estão sendo desenvolvidos utilizando o método de prototipagem virtual, na TAB. 1 pode se verificar alguns dos resultados da implantação desta ferramenta.

TABELA 7–Dados da Empresa Prisma Móveis, setor de desenvolvimento de produtos.

| Itens avaliados | Sistema antigo | Sistema atual | Resultado (%) |
|--|----------------|---------------|---------------|
| Tempo de lançamento em meses de uma linha nova | 4 | 2 | 50% |
| Retrabalho a cada 10 peças | 5 | 1 | 80% |
| Reprovação do cliente em 10 peças | 4 | 0 | 100% |
| Erros de produção em 10 peças | 6 | 2 | 67% |
| Gasto com mão de obra para uma linha nova desenvolvida | R\$ 8.000,00 | R\$ 4.500,00 | 43% |
| Gasto com matéria prima para uma linha nova desenvolvida | R\$ 6.000,00 | R\$ 2.400,00 | 60% |

FONTE: Prisma Móveis e Decorações LTDA.

Estes dados mostram que o sistema atual, a prototipagem virtual, testado na empresa Prisma Móveis podem melhorar a eficiência do setor de desenvolvimento de produtos das indústrias moveleiras, este resultado contribui muito para o aumento da competitividade das empresas com o uso da prototipagem virtual é possível diminuir os custos do setor de desenvolvimento de produtos e melhorar a qualidade dos produtos desenvolvidos.

5 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a utilização da metodologia proposta por este trabalho a prototipagem virtual apresenta-se como uma ferramenta muito importante para as empresas moveleiras.

Das ferramentas propostas neste trabalho, foi possível verificar a eficiência de uma delas, a Prototipagem Virtual. Esta ferramenta apresentou uma grande vantagem quando comparada com o método utilizado anteriormente pela empresa Prisma Móveis. Com a prototipagem virtual foi possível reduzir o tempo médio de lançamento de produtos observando-se uma redução considerável de custos no processo de desenvolvimento, pois se reduziram as perdas com matéria prima e o custo da mão de obra necessária ao desenvolvimento. Foi observado que as perdas com produtos que não são aceitos pelos clientes reduziram a zero. Este resultado se deve ao fato de que, com o sistema Prototipagem Virtual, é possível realizar-se uma grande interação com o cliente no momento de desenvolvimento dos produtos. Os clientes podem, inclusive, dar sua opinião no *design* e funcionamento dos móveis projetados, isso de forma rápida e com custo muito baixo, pois este trabalho é desenvolvido na empresa e enviado para avaliação aos clientes via e-mail.

Devido à grande satisfação do teste desta ferramenta, se reforça ainda mais que a utilização de todas as ferramentas proposta por este trabalho, em conjunto, irão proporcionar um grande avanço no setor de desenvolvimento de produtos das empresas moveleiras cajuruenses. Desta forma acredita-se que todas as ferramentas propostas por este trabalho devem ser testadas no sistema de desenvolvimento de produtos das empresas moveleiras; logo, pode-se verificar que este trabalho será o ponto de partida rumo a um novo sistema de desenvolvimento nas indústrias moveleiras cajuruenses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

FIEMG, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, 2009.

SINDIMOV, sindicato dos produtores de moveis de Carmo do Cajuru-(MG), 2009.

CORRÊA ,A. Carlos; CORRÊA L Henrique, **Administração da produção e operação: manufatura e serviços**. 2º Edição, São Paulo: Atlas, 2008.

Móbile Fornecedores: **Informações e negócios para indústria moveleira**, ano 20, edição 212, p 20-21, maio de 2009.

SLACK, et al, **Administração da Produção**, 2ª Edição, São Paulo: Atlas, 2007.

GAITHER, Norman; FRAIZER, Greg. **Administração da produção e operação**, 8º Edição, São Paulo: Editora Thonson, 2007.

Miguel, Augusto Cauchick Paulo. **Implantação do QFD para desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2008.

Wikipédia. **Leam Manufacturing**. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Lean_Manufacturingiv. Acessado em 18 de maio de 2009.

Corrêa, L.Henrique; Gianesi, G. N. Irineu; Caon, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 2ª Edição, São Paulo: Atlas, 2008.

Araujo, Marco Antônio de. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2008.

ANEXO

Fotos Virtuais desenvolvidas com o sistema de prototipagem virtual:



Home Theater Ferrari
Comp: 2,80
Prof: 0,52
Alt: 2,00

Carmo do Cajuru - MG PABX:(37)3244-1735/1464 e-mail: prisma@prismamoveis.com



Sala Berlim



Carmo do Cajuru - MG PABX: (37)3244-1735/1464 e-mail: prisma@prismamoveis.com



Sala Florença



Carmo do Cajuru - MG PABX: (37) 3244-1735/1464 e-mail: prismamoveis@teleon.com.br



Sala Munique



Carmo do Cajuru - MG PABX: (37) 3244-1735/1464 e-mail: prismamoveis@teleon.com.br



Home Theater Madri
Comp: 2,20
Prof: 0,60
Alt: 1,90

Carmo do Cajuru - MG PABX:(37)3244-1735/1464 e-mail: prisma@prismamoveis.com



Base Turim



Mesa Berlim





Cadeira Carina



Cadeira Berlim



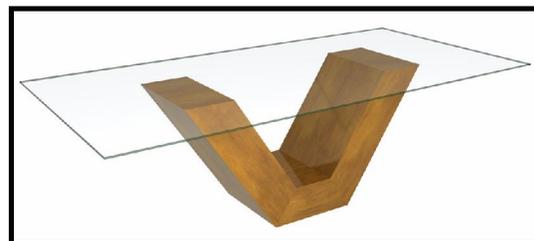
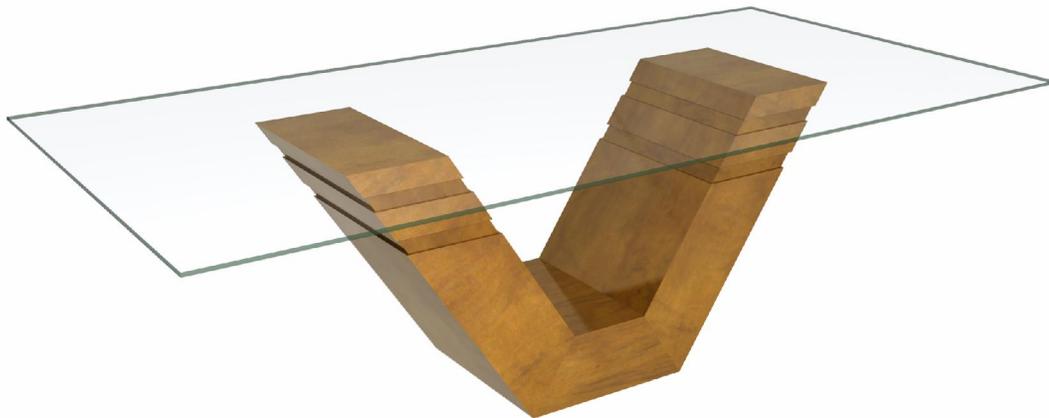
Cadeira Plasma



Base Carina



Base Heloisa





Base Florida



Base Londres



