



## **METODOLOGIA DE PROJETO APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE UM SUPORTE PARA PROJETOR**

**Ivan Junior Mantovani**

UNIJUÍ

Panambi, RS, Brasil

ivan.mantovani@gmail.com

**Andrei Fiegenbaum**

UNIJUÍ

Panambi, RS, Brasil

andrei.fig@hotmail.com

**Odmartan Ribas Maciel**

UNIJUÍ

Ijuí, RS, Brasil

odeijui@hotmail.com

**Antonio Carlos Valdiero**

UNIJUÍ

Panambi, RS, Brasil

valdiero@unijui.edu.br

**Angelo Fernando Fiori**

UNIJUÍ

Panambi, RS, Brasil

an@unochapeco.edu.br

### **RESUMO**

Uma das principais virtudes de um engenheiro está na capacidade de criar soluções a partir de problemas. O presente trabalho busca organizar o processo de concepção de um produto simples, um suporte de projetor, a partir de requisitos e limitações impostas pelo equipamento a ser suportado. Após um estudo abrangendo diversos autores renomados na área de metodologia de projeto, desenvolveu-se um suporte para projetor de multimídia a partir da aplicação da metodologia de projeto de produtos. Esta metodologia é constituída de várias etapas, tendo como primeira a análise das necessidades, seguida do projeto conceitual, abrangendo também aspectos ergonômicos e de desenho industrial, chegando assim ao projeto detalhado. Por fim, construiu-se o protótipo, o qual foi instalado e testado. A aplicação da metodologia de projeto visa contribuir para o desenvolvimento de produtos mais adequados às necessidades dos clientes.

### **ABSTRACT**

One of the main virtues of an engineer is the ability to create solutions from problems. This work seeks to organize the process of designing a

simple product, a multimedia projector, from requirements and limitations imposed by the equipment being supported. After a study covering several renowned authors in the design methodology field, we have developed a multimedia projector from the for product design methodology application. This methodology consists of several steps, taking as a first the needs analysis, followed by the conceptual design also covering ergonomics and industrial design, thus arriving at the detailed design. Finally we built a prototype, which was installed and tested. The application of design methodology aims to contribute to the development of best products suited to customer needs.

**PALAVRAS CHAVES:** Projeto de produto, Suporte para projetor, Ergonomia, Desenho industrial.

### **INTRODUÇÃO**

Este trabalho tem como objetivo descrever a aplicação de metodologias de projeto no desenvolvimento de um suporte para projetor que atenda as determinações impostas para o

seu funcionamento, que é possibilidade de projetar imagem em quatro paredes de uma sala de aula ou reunião, afim de tornar a aula ou reunião mais dinâmica e aproveitar ao máximo as funções que um projetor possa oferecer.

O trabalho está fundamentado nas melhores práticas da metodologia de projeto descritas na literatura clássica [1-6], destacando-se a etapa de Análise das Necessidades (também chamada de Projeto Informacional [5], Projeto Conceitual, Projeto Detalhado e Construção do Protótipo.

Na fase de Análise das Necessidades [2] é formulada uma proposta de projeto a partir da identificação de um problema de engenharia, a qual deve representar com o máximo de fidelidade os desejos do cliente ou público alvo, levando em conta as peculiaridades de cada etapa do ciclo de vida do produto. Desta fase, resulta uma lista de requisitos e restrições de projeto que serviram de base para o Projeto Conceitual, que parte de uma necessidade bem definida e através de uma exaustiva geração de ideias, síntese e avaliação de diversas proposições de concepção, chega em uma concepção inicial para solução do problema.

Os Aspectos Ergonômicos [3] devem ser prioritários no desenvolvimento do projeto, buscando a adequação de um produto ao uso pretendido, a melhoria da eficiência funcional e as melhores condições de saúde e segurança do cliente/operador. Para ser adequada sob todos os pontos de vistas, deve-se considerar no projeto o usuário, bem como o meio ambiente e as condições que surgem da necessidades de manutenção e reparo.

Da mesma forma, os Aspectos de Desenho Industrial [3] são muito importantes e permitem a sinergia de indicadores de qualidade que se referem à relação do homem-máquina quanto a sua utilização e as qualidades de estéticas que se enquadram na relação emotiva do homem para com o produto projetado. Um bom projeto é uma integração dos dois tipos de qualidades, utilização e estética, nesse item serão abordados os aspectos de design na concepção de um produto.

Nas seções seguintes detalha-se cada uma dessas etapas até a fase do Projeto Detalhado e Construção do Protótipo, cujo objetivo é fornecer as descrições de engenharia de um projeto

consolidado nos itens anteriores. Por final tem-se a fase de Revisões e Testes do Protótipo, que é executada durante o detalhamento do projeto, esta fase compreende a instalação do protótipo e a realização dos testes finais. A seguir descreve-se sucintamente a metodologia utilizada.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto está fundamentada na literatura clássica [1-3]. Tal metodologia de projeto foi adaptada para desenvolvimento do suporte de projetor de multimídia, conforme o fluxograma ilustrado na Figura 1.



*Figura 1: Fluxograma com a metodologia de projeto utilizada para o desenvolvimento do projetor.*

Como ferramenta computacional de auxílio ao projeto, foi utilizado o software SolidWorks® e o protótipo foi construído no Laboratório de Projeto da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul no Campus Panambi.

## ANÁLISE DAS NECESSIDADES

Segundo Back [3], o produto a ser projetado é de natureza mecânica simples, ou seja, o produto desta classe apresenta relativamente pequeno conteúdo tecnológico, assim pode ser considerado primeiramente como unidade de responsabilidade de um projetista, desde que o nível de competência exigido seja compatível com os requisitos de um projeto mais amplo. Para o projeto do suporte para projetor foram designado dois alunos de engenharia mecânica para que aplicassem a metodologia de concepção de projeto.

Ainda segundo Back [3], o ponto de partida de qualquer projeto é uma análise e estabelecimento de requisitos de projeto, o que se constitui no resumo de projeto. Este resumo poderá ser preparado pelo consumidor ou, então, quase que inteiramente, pelo projetista. Na maioria das circunstâncias o conteúdo será preparado por ambos. Os requisitos envolvem a demanda, função, aparência e custo do produto.

**Demanda:** a demanda é ativa ou passiva, isto é, pode ser trazida ao produtor a pedido do consumidor ou então se torna evidente em resposta a uma sugestão da parte do fabricante. Há possibilidade da demanda de potência, que significa que a demanda pode ser criada pela introdução de um novo produto.

**Requisitos funcionais:** cada produto precisa atender estes requisitos antes de quaisquer outros. Se, em qualquer estágio, se verificar que uma determinada função não é essencial, isto é, resultado de especificações incorretas. Especificações incorretas de requisitos funcionais podem levar ao desastre. Desta forma precisa-se ser enfatizado que um passo essencial para o sucesso no projeto é a identificação e correta especificação da função.

**Aparência:** A aparência é um atributo normalmente tratado na área de desenho industrial. A aparência é uma expressão de qualidade do produto e é o primeiro contato com o consumidor, por isso, esta tem um efeito mais profundo sobre o consumidor do que normalmente reconhecidos pelos engenheiros. Então é essencial considerar que a determinação da correta natureza e do grau de prioridade dos

aspectos de aparência do produto é um passo importante do processo de projeto.

**Custo do produto:** os requisitos de projeto no que concerne ao custo são bem simples, isto é, cabe mantê-los baixo.

A necessidade imposta pelo cliente foi posicionar o projetor de multimídia (modelo EPSON® modelo PowerLite® Presenter L) no teto de forro de policloreto de polivinila (PVC) em um suporte tendo no máximo 50 centímetros de afastamento do teto, utilizando materiais existentes no laboratório, e o projetor deve projetar imagem em todas as paredes da sala de reunião, sendo discreto e com base fechada.

Aplicando a metodologia de análise das necessidades descrita anteriormente, elaborou-se a Tabela 1, onde descreve-se as necessidades do cliente de maneira intuitiva e resumida, focando em aspectos importantes para a execução do projeto. Assim facilitando a compreensão das necessidades do cliente, para que seja facilmente atendida as expectativas do mesmo.

Requisitos	
<b>Demanda</b>	O cliente tem um necessidade.
<b>Funcionais</b>	Preso ao teto de policloreto de polivinila (PVC) em altura fixa; Projete em todas as paredes da sala.
<b>Aparência</b>	Discreto; Com uma base fechada.
<b>Custo</b>	Utilizar apenas os materiais disponíveis no laboratório.

*Tabela 1: Descrição resumida dos requisitos do cliente.*

## PROJETO CONCEITUAL

De acordo com Pahl e Beitz [1], o esclarecimento das tarefas por meio da elaboração da lista de requisitos já produz nos envolvidos no projeto um intenso convívio com a problemática existente e também um alto nível de informação. Assim, a elaboração da lista de requisitos também serve para a preparação para esta etapa de trabalho com respeito à função exigida e às principais condicionantes, o núcleo da questão. A esse respeito, recomenda-se copiar as relações funcionais contidas na lista de

requisitos em forma de sentenças e ordená-las de acordo com sua importância.

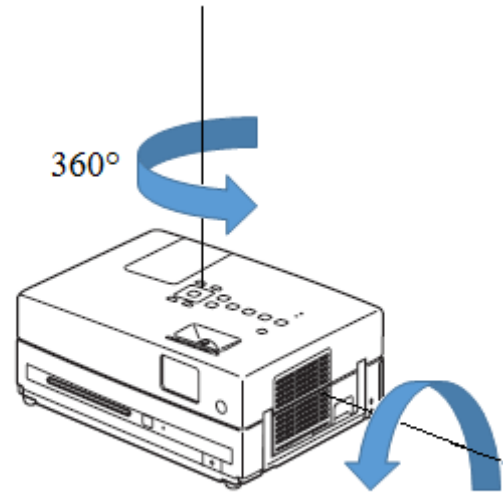
A função principal de uma tarefa pode ser obtida de forma relativamente simples na lista de requisitos por meio de uma análise com respeito às relações funcionais e principais condicionantes específicas da tarefa e a abstração simultânea, passo a passo. Para isto é apropriado o seguinte procedimento:

- 1º. Passo: Suprimir vontades mentalmente.
- 2º. Passo: Somente considerar requisitos, que afetam diretamente as funções e as principais condicionantes.
- 3º. Passo: Converter dados quantitativos em qualitativos, nessa conversão reduzi-los a asserções essenciais.
- 4º. Passo: Ampliar de forma adequada o que foi percebido.
- 5º. Passo: Formular o problema de forma neutra quanto à solução.

Dependendo da tarefa e/ou da extensão da lista de requerimentos, alguns desses passos podem ser omitidos.

Seguindo os passos descritos e combinando com a lista de requisitos do cliente, formulam-se as funções básicas do protótipo. O cliente tem como necessidade projetar a imagem de multimídias em qualquer das paredes da sala de reunião, que é retangular. Isto pressupõe que o suporte para o projetor tenha que ter um giro no eixo vertical de no mínimo 360°. O projetor terá no mínimo 2 cabos, um de força e um de dados para a comunicação com o computador, ou seja, para que o suporte faça um giro no eixo vertical maior que 360° teria que projetar algum mecanismo que passe os dados e a energia de uma maneira que não utilize cabos. Desta forma, percebe-se que aumenta-se o grau de complexibilidade do projeto. Conforme a Tabela 1, a base do suporte para projetor deverá ficar à 50 centímetros do teto, através do estudo do manual do projetor (EPSON® modelo PowerLite® Presenter L), percebe-se que para o funcionamento correto do projetor o usuário deve fazer uma regulagem de inclinação do eixo horizontal perpendicular à parte frontal do projetor. Essas regulagens são essenciais para o

funcionamento do projetor e estão ilustradas na Figura 2.



*Figura 2: Movimentos necessários para o funcionamento requerido do projetor.*

Na Tabela 1, em requisitos de custos, menciona-se que é para utilizar somente os materiais disponíveis no laboratório, onde se dispõe de diversos perfis de alumínio e nylon. Sabe-se através do manual que o projetor tem o peso de 4,2 quilogramas e também que a instalação vai ser em um teto de forro de policloreto de polivinila (PVC). Assim, usou-se alumínio de material principal e nylon para confecção de algumas peças nos mecanismos de movimentação do projetor, os quais permitiram a redução da massa do protótipo do suporte. No manual do projetor (EPSON® modelo PowerLite® Presenter L), no item "Instruções de Segurança Importantes" tem-se a recomendação "não bloqueie as aberturas do projetor. Essas aberturas proporcionam ventilação e evitam que o projetor sobreaqueça. Não opere o projetor em um sofá, tapete ou outra superfície macia, ou em um armário fechado a não ser que haja ventilação adequada.", ou seja, para o projeto deve-se preocupar-se com a entrada e a saída de ar para não obstruí-las.

Conforme Pahl e Beitz [1], as características mais importantes de uma estrutura de funcionamento precisam ser escolhidas de forma mais concreta, qualitativa e quantitativamente, muitas vezes de maneira aproximada para esta última forma. São indispensáveis, ao menos de forma aproximada asserções importantes com relação ao princípio de funcionamento, por exemplo, altura de funcionamento, suscetibilidade a falhas, mas também com relação ao encorpamento, por exemplo, demanda de espaço, peso, vida útil ou também em relação a atuais condicionantes importantes, específicas de tarefas.

Esta aquisição de informação mais detalhada somente é empregada para a combinação aparentemente mais promissora. Eventualmente, num nível de informações superior, terá de ser realizada uma segunda ou até mais terceira seleção. As informações necessárias são basicamente obtidas com os métodos de aplicação geral:

- Cálculos aproximados com hipóteses simplificadas.

Estudo de arranjo e/ou encorpamento por esboços, muitas vezes em escalas aproximadas com relação a uma possível forma, demanda de espaço, compatibilidade espacial.

- Ensaios prévios ou ensaios com modelos por definição de características básicas ou asserção quantitativa aproximada com relação à altura de funcionamento ou do campo a ser otimizado.
- Construção de modelos transparentes com os quais pode ser acompanhada a mecânica de funcionamento, por exemplo modelos cinemáticos.
- Analogias com o auxílio do computador ou circuitos emuladores e definição de variáveis, que salvaguardem as características essenciais, por exemplo, cálculo de vibração e das perdas do sistemas hidráulicos utilizando as leis da eletrotécnica.
- Uma renovada pesquisa de patentes e/ou bibliografias com um objetivo mais específico, bem como uma pesquisa de mercado sobre tecnologias

objetivas, materiais, peças de terceiros e semelhantes.

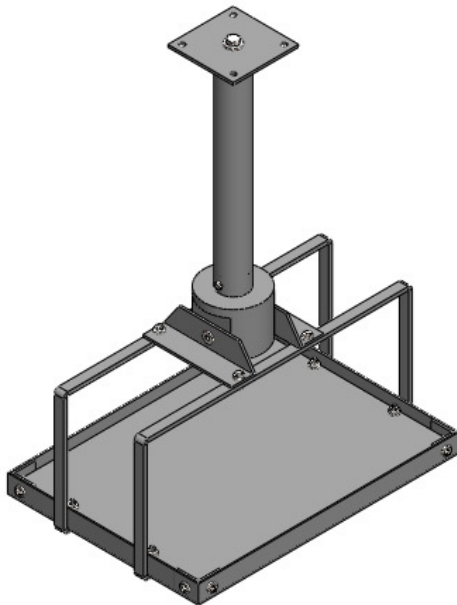
Com o auxílio do manual do projetor (EPSON® modelo PowerLite® Presenter L), no item "especificações" tem-se as dimensões do mesmo, as quais são 127 milímetros de altura, 335 milímetros de largura, e 239 milímetros de profundidade, com um peso de 4,2 quilogramas. Assim é traçado um esboço do projetor para que possa definir a demanda de espaço necessária para assegurar que o projetor fique acomodado de maneira correta e exata. Pensando na parte do cabeamento do projetor, terá que ser ampliado a medida de profundidade, afim que possa esconder os cabos de pessoas que tenham como ponto de vista a parte inferior do suporte.

O cliente definiu que necessitava de uma base fechada em baixo do projeto, assim será colocado uma base em baixo do mesmo, feita de cantoneiras de alumínio e ao centro uma placa de MDF laminado, com medidas para comportar as dimensões do projetor citadas no parágrafo anterior. Como o ponto de apoio para o projetor será embaixo do mesmo e ele será preso ao teto da sala será necessário trazer o ponto de apoio do projetor para cima do mesmo, a maneira proposta é usar perfis de alumínio com dimensões de 12,8 milímetros de largura e 5 milímetros de espessura em forma de "C", para que possa abraçar o projetor e fixar-se a base descrita anteriormente, assim com os perfis de alumínio não será obstruída a entrada e a saída de ar do projetor. Com a realização de testes com um perfil de alumínio, para ver as quantidades de perfis que serão usados devido ao alto peso do projetor e sabendo que será feita uma angulação, concluiu-se que o número mínimo de perfis a serem usados será de 2, para que não ocorra a flambagem.

Tendo um ponto de apoio para o projetor na sua parte superior, devido aos perfis de alumínio em "C" deve-se projetar uma peça que fará a inclinação no eixo horizontal perpendicular ao frontal do projetor. Esta peça será de nylon devido a fácil usinagem e a disponibilidade no laboratório, também o baixo peso tendo em vista que o suporte será preso em um teto de policloreto de polivinila (PVC).

Sabendo que o projetor terá que fazer um giro de 360° em torno do eixo vertical, a solução para que se ter um afastamento do teto de 50 centímetros até o final do suporte é usar um perfil circular, que será fixado na peça que dará a inclinação para o projeto e fará o giro mencionado na sua parte superior. Esta peça será um tubo de alumínio, devido o fator peso e a disponibilidade no laboratório.

Por fim, para fixar no teto será usado uma estrutura de madeira que o usuário da sala não verá, ela estará no sótão devido o policloreto de polivinila (PVC) não suportar o peso do suporte mais o do projetor. Para ligar esta estrutura de madeira à haste cilíndrica, foi dimensionada uma chapa de aço. Na Figura 3 com o auxílio do software SolidWorks®, tem-se o desenho do projeto conceitual do suporte de projetor de multimídia.



*Figura 3: Desenho do Projeto Conceitual do suporte do projetor de multimídia.*

## ASPECTOS ERGONÔMICOS

Outro aspecto importante a ser levado em conta no projeto de um produto é a ergonomia, que por sua vez parte das características,

habilidades e necessidades de um indivíduo cuidando das relações entre ele e o produto.

Segundo Iida [4], o produto do ponto de vista ergonômico, é considerado como meio para que o homem possa executar determinadas funções. Passando assim a fazer parte de sistemas homem-máquina-ambiente. Dessa forma, o objetivo da ergonomia é estudar esses sistemas, para garantir uma interação harmoniosa entre as máquinas, os ambientes e o homem de modo que o desempenho dos mesmos seja adequado.

Para que isso ocorra, o produto deve ter certas qualidades ergonômicas como a facilidade de manuseio, a adaptação antropométrica, as compatibilidades de movimentos e demais itens de conforto e segurança.

Neste contexto é importante salientar três aspectos importantes a serem considerados, os biomecânicos, fisiológicos e psicológicos. O primeiro, refere-se as posturas e movimentos corporais provenientes do manuseio e da utilização do produto, levando em conta ainda, do lado do indivíduo, as dimensões corporais. Já os aspectos fisiológicos, tratam das implicações desse manuseio do produto nas funções corporais humanas, como por exemplo a solicitação muscular, temperatura, além das variáveis de percepção como visão e audição. Por final, tem-se os aspectos psicológicos que estão relacionados a percepção, decisão e atuação, ou seja, visa poupar o pensamento durante a manipulação.

Quanto ao envolvimento do indivíduo com o produto, ele pode ser ativo ou passivo, sendo que quando ativo, o indivíduo se encarrega de determinadas funções. Sendo assim, Pahl e Beitz [1] cita ainda alguns critérios de avaliação importantes que foram considerados no projeto a respeito da contribuição ativa do indivíduo:

- É necessário ou desejável o envolvimento humano?
- O envolvimento pode ser eficiente?
- É possível um envolvimento simples?
- O envolvimento poderá ser suficientemente exato e confiável?
- A atividade é clara e racional?
- A atividade pode tornar passível de ser aprendida?



Como o suporte necessita do envolvimento humano, de uma maneira simples, clara, racional e de fácil aprendizado, para os seus ajustes de posição, obtém-se um resultado favorável em relação ao mesmo.

Já em relação ao envolvimento passivo, que trata das retroações e ações secundárias, foram citados os seguintes critérios de avaliação:

- Subsiste uma solicitação suportável para a pessoa e o cansaço que se estabelece pode ser compensado?
- A monotonia foi evitada e são fomentados o estímulo, saídas da rotina e a necessidade de ficar atento?
- Não estão presentes quaisquer ou apenas pequenas irritações ou incômodos?
- Foi evitado o risco de ferimentos?
- Há prejuízos ou danos para a saúde?
- O trabalho permite uma possibilidade de desenvolvimento pessoal?

Levando-se em conta que o suporte ficará posicionado acima de uma mesa fixa e a uma altura razoável, pode-se dizer que o mesmo não oferece riscos. Quanto aos ajustes de posição, eles foram pensados de modo que não necessitem de grandes solicitações por parte do indivíduo, como por exemplo, a utilização de parafuso do tipo borboleta. Desta forma, tem-se os critérios anteriores atendidos.

## ASPECTOS DE DESENHO INDÚSTRIAL

Abordou-se anteriormente aspectos do processo relacionados ao uso e ergonomia, outro aspecto igualmente importante trata-se do design e desenho industrial do projeto.

O desenho industrial tem papel fundamental pois uma boa aparência torna o produto mais atrativo, gerando mais lucros, permitido mais recursos para o desenvolvimento de projetos futuros, permitindo que se agregue valor e otimize-se a produção.

De fato, a influência da aparência é psicológica, o primeiro contato com o produto é através da primeira impressão, a partir dela desencadeia-se as subseqüentes reações, podendo ou não fazer o comprador se interessar pelo produto. Segundo Back [3], a aparência

deveria ser a verdadeira expressão da função e qualidade do produto.

A associação com algum produto cria uma espécie de um “pré-conceito”, tendo em vista que um particular produto teria que ter tal aparência, criando confiança e aceitação ou desconfiança e rejeição dependendo da associação.

Para o projeto de um produto, tem-se várias características que determinam o design ou desenho industrial do mesmo.

Primeiramente, pensa-se na forma. Esta necessita proteger os componentes internos além de ser prática. Partindo do pressuposto, analisa-se a facilidade de fabricação. Parte-se de uma forma básica e a partir dela refina-se chegando ao projeto final. Atualmente, devido ao grande emprego de computadores, softwares simuladores, programas CAD e CAM, torna-se praticamente inexistente a limitação na definição de formas [3].

Em termos dos detalhes do projeto, deve-se levar em conta a constituição e estrutura do produto, controles, elementos de fixação, mostradores, símbolos, além de detalhes e acessórios do produto. Deseja-se encontrar uma forma econômica e elegante para o projeto. Os elementos de fixação, mesmo que possuem uma função direta em termos da prática e usabilidade, são essenciais para uma boa aparência [3]. Os parafusos podem ser escondidos, ou se possível, eliminados através do uso de elementos de pressão ou soldas, como é apresentado na Figura 4.

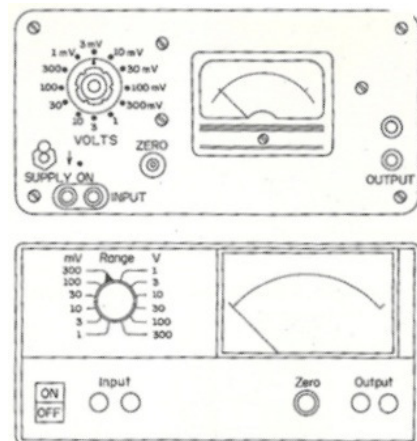


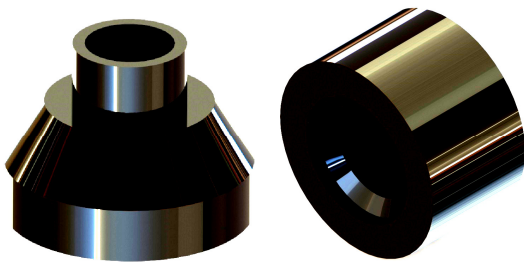
Figura 4: Exemplo de eliminação de parafuso [3].

Em termos dos detalhes do projeto, deve-se levar em conta a constituição e estrutura do produto, controles, elementos de fixação, mostradores, símbolos, além de detalhes e acessórios do produto. Deseja-se encontrar uma forma econômica e elegante para o projeto.

Tratando-se do material e acabamento, o ideal é usar o efeito mais natural do material, evitando enganar ou disfarçar. O uso de uma pintura ou de cores no acabamento permite criar sensações mais agradáveis para o comprador, cria uma ilusão de tamanho quando se pinta um painel grande em duas partes com duas cores e uma terceira cor dividindo-o, além dos aspectos ergonômicos já apresentados neste trabalho.

Por fim, o último e não menos importante aspecto a ser considerado em um projeto, a qualidade. A qualidade deve condizer com os requisitos funcionais do produto, bem como condizer com o preço do mesmo. Dependendo da aplicação, há um padrão de aparência para a qualidade, sendo que uma aparência de qualidade desencadeia uma reação de confiabilidade no psicológico do comprador.

O projeto conceitual foi concebido somente com uma análise de funções operacionais e de advertências que o fabricante do projetor específico. Nesta seção verificou-se através de um estudo da teoria de desenho industrial que os elementos de fixação como os parafusos não podem aparecer. Para suprir esta característica teórica foi optado por esconder os parafusos com elementos de pressão da mesma cor do suporte e para deixar com um visual mais atrativo para o produto, foi posicionado um elemento na haste principal o mesmo ficara junto ao teto, na Figura 5 estão o desenho dos elementos citados acima.



*Figura 5: Elemento de pressão.*

## PROJETO DETALHADO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

De acordo com [1], entende-se por detalhamento a parte do projeto, que contempla a estrutura de construção para um objeto técnico, por meio de prescrições definitivas para a forma, o dimensionamento e o acabamento superficial de todos os componentes. Tudo isso, por meio da especificação dos materiais, revisão das possibilidades de produção da solução, incluindo a compilação das indicações para sua utilização.

Ponto central da fase de detalhamento é a elaboração da documentação para a produção especialmente dos desenhos de componentes individuais ou para a fabricação, dos desenhos de conjuntos, até onde necessário, e do desenho completo até a lista de peças. Esta fase da etapa de detalhamento é crescentemente auxiliada pelas possibilidades do processamento gráfico. Ela é pré-condição para utilizar os dados armazenados no computador para planejamento automatizado da produção, bem como para o controle direto das máquinas de comando numéricos.

Dependendo do tipo de produto e do tipo de produção, o projeto ainda gera outros documentos para a produção como, por exemplo, prescrição para transporte e montagem, bem como instruções para os testes de controle de qualidade. Tendo em vista a utilização posterior do produto, frequentemente também são compilados instruções para operação, manutenção e reparação.

Base para a estrutura ou classificação dos subsídios para a produção é a chamada estrutura do produto, a qual se reflete nos desenhos a lista de componentes a serem elaborados pelo departamento de projeto na forma de um conjunto de desenhos e listas de componentes. Sob a estrutura do produto é compreendida a subdivisão do produto em módulos, conjuntos e subconjuntos.

A estrutura do produto pode conduzir para uma estrutura orientada para a função ou orientada para a produção ou ainda orientada para a montagem. O que caracteriza essa



estrutura é a existência de componentes individuais, que não são mais decomponíveis, e o agrupamento desses componentes individuais e/ou conjuntos de ordem inferior em conjuntos fechados em si. Por razões práticas, estes grupos são subdivididos hierarquicamente.

Esboços e desenhos esquemáticos são especialmente importantes na etapa de concepção, uma vez que auxiliam a buscar soluções e constituem uma ferramenta informativa.

Desenhos em escalas e em escala aproximada servem como fundamento do trabalho e como meio de comunicação nas atividades de configuração e de cálculo na etapa de projeto da configuração, bem como de documentação para a produção após encerramento da etapa de detalhamento.

Em relação ao conteúdo, existem um amplo espectro de possibilidades de diferenciação. Um critério para o conteúdo é o grau de integridade do produto no desenho. Aqui se distinguem entre:

- Desenhos completos;
- Desenhos de subconjuntos;
- Desenhos de componentes específicos;
- Desenhos de componentes brutos;
- Desenhos de arranjos;
- Desenhos de modelos;
- Desenhos de esquemas.

Desenhos para a produção definem a peça, o conjunto, a máquina ou a fábrica com todas as características necessárias para a fabricação. A isso pertence as características macro geométricas (dimensão, forma, posição e superfícies delimitadoras), características micro geométricas (indicação para tratamentos superficiais) e características materiais. Para cada característica deverão constar no desenho os desvios máximos (tolerâncias), na forma de indicações específicas ou como indicações globais. Esta regra de totalidade constitui a base da produção de qualidade.

Na elaboração de documentos para a produção interessa a estrutura adequada do conjunto de desenhos. Conforme a estrutura do produto considere a produção ou a montagem, o conjunto de desenhos consiste fundamentalmente primeiro:

- De um desenho completo do produto, do qual possivelmente ainda derivarão outros desenhos;
- De vários desenhos de conjuntos de diferentes rankings que mostram a montagem de vários componentes em uma unidade de produção ou de montagem;
- De desenhos de componentes individuais, que ainda podem ser divididos em níveis de produção diferenciados.

Deve ser o objetivo produzir desenhos de tal forma que, na medida do possível, se torna independente do contrato, a fim de emprega-los também em outras aplicações. Peças repetitivas e peças de reposição devem ser de livre utilização, independentes de qualquer contrato. Exceções deste princípio de racionalização soa frequentemente desenhos complexos, que como desenhos de fornecimento e montagem devem conter indicações únicas para o respectivo contrato.

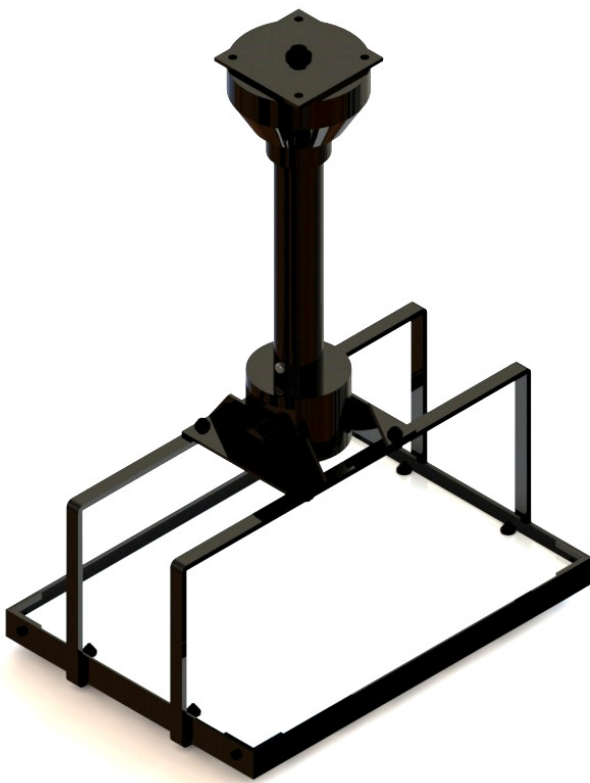
Com as informações das seções anteriores, como o esboço do projeto conceitual, as modificações para que obtenha-se uma boa ergonomia para os usuários, os aspectos de desenho industrial para que tenha um bom visual assim deixando o produto mais atrativo, já se tem um produto concebido, os passos dessa seção são para que tenha-se um espaço dimensional bem definido, revisão nos materiais conforme necessidades, um detalhamento de cada peça para a fabricação, e um desenho do conjunto completo para o auxílio da montagem.

Com o auxílio do software SolidWorks®, foram desenhadas as todas as peças em 3D, para que com o mesmo software, através da norma da organização de desenhos técnicos DIN 199, possa-se fazer os desenhos em 2D detalhados para a fabricação.

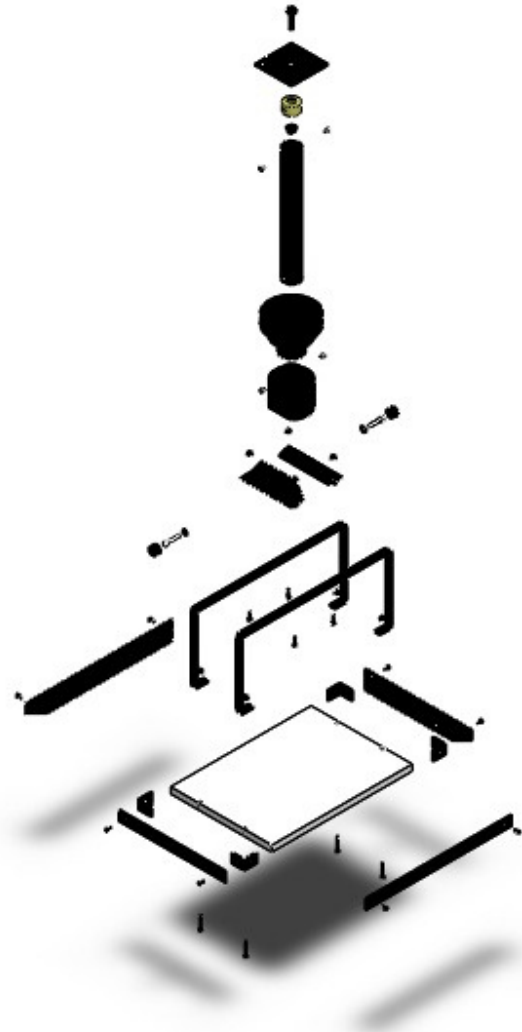
A fabricação das peças ocorreu na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, em seus laboratórios. No laboratório de fabricação foram usinadas todas as peças que necessitavam de uma usinagem em torno como por exemplo a peça que dará mobilidade ao projetor quanto a sua inclinação. No na oficina do laboratório de projeto foi concebido o restante das peças com o auxílio das ferramentas como serra, limas, furadeira,

esmeril, etc. Em seguida as peças fabricadas foram submetidas a um processo de pintura a pistola, que consiste na preparação das peças e posteriormente pintura.

A montagem virtual do protótipo é mostrado na Figura 6 e foi de grande importância para verificação de possíveis erros de dimensões. A vista explodida do suporte para projetor, conforme a Figura 7, teve o objetivo de facilitar a montagem. Com a montagem virtual concluída e as peças já pintadas é feita a montagem do suporte, que ocorreu de maneira correta, não ocorrendo nenhum problema. Assim o suporte ficou pronto para a instalação e os testes.



*Figura 6: Maquete eletrônica do protótipo do suporte para projetor de multimídia.*



*Figura 7: Vista explodida do protótipo do suporte para projetor de multimídia..*

## **REVISÕES E TESTES DO PROTÓTIPO**

Ao final do processo tem-se as revisões e os testes do protótipo. Depois de concluídas todas as etapas de projeto e o protótipo estando montado, em seguida foram revisados os desenhos fazendo algumas alterações que foram concebidas na etapa de montagem.

Com os desenhos revisados, o protótipo montado na bancada, iniciou-se a instalação do protótipo no lugar definido pelo cliente com a

adaptação de uma estrutura de madeira no teto da sala de reunião.

Com a fixação do protótipo na estrutura de madeira concluída, foram realizados alguns testes, para verificar a rigidez da fixação do suporte em um teto de forro de policloreto de polivinila (PVC), além de verificar possíveis falhas nas principais funcionalidades do protótipo já com o projetor devidamente posicionado. Ao final dos testes, teve-se a aprovação formal do cliente/usuário. Na Figura 8 tem-se uma fotografia do suporte de projetor de multimídias instalado e com o projetor devidamente posicionado para projeção da imagem na parede.



*Figura 8: Protótipo do suporte para projetor de multimídias instalado e em testes.*

Depois da fase de testes foram instalados os elementos de pressão que estão citados na seção dos Aspectos de Desenho Industrial para o acabamento visual.

## CONCLUSÃO

O presente artigo visou mostrar a aplicação de uma metodologia de projeto para a concepção de um produto simples, um suporte para projetor, com base em diferentes autores. A metodologia de projeto foi aplicada dividindo-se a descrição do processo do projeto em seções, partindo da análise das necessidades, com a descrição dos requisitos impostos pelo cliente. Com esta primeira etapa concluída, iniciou-se o projeto conceitual, onde inicialmente buscou-se soluções para atender os requisitos do cliente, além da identificação das limitações impostas pelo projetor, para que se tenha como resultado um projeto base com todas as funcionalidades requeridas.

A partir do projeto base e sabendo que o mesmo será manuseado por um usuário leigo, foram feitas algumas adequações afim de melhorar o relacionamento homem-máquina através da aplicação dos conceitos de ergonomia, deixando o produto com funções simples, claras e de fácil aprendizado. Visando a interação produto-ambiente e sabendo nesse ambiente haverá fluxo de pessoas, o produto teve o seu local de instalação definido acima de uma mesa fixa, prevenindo possíveis acidentes.

Além das funcionalidades, o produto precisa ser visualmente atrativo para o cliente. Pensando nisso, fez-se um estudo dos "Aspectos de desenho industrial", onde se verificou a necessidade de ocultar os elementos de fixação. A solução mais adequada foi utilizar elementos de pressão da mesma cor do produto a fim de torná-lo mais atrativo.

A etapa do projeto detalhado tratou dos desenhos de manufatura para fabricação e montagem dos elementos constituintes do protótipo.

Por fim, realizou-se a construção do protótipo a partir dos materiais e processos disponíveis nos laboratórios da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul conforme o requisitado pelo cliente, seguido da instalação e dos testes finais verificando que todos os requisitos foram atendidos.

Os resultados apresentados demonstram a importância de adaptação e aplicação da metodologia de projeto no desenvolvimento



integrado de produtos com análise dos aspectos do ciclo de vida do produto, desde sua concepção, fabricação, montagem, uso e até mesmo o descarte.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil. Os autores são agradecidos à UNIJUÍ Câmpus Panambi pela apoio e pela infraestrutura laboratorial de P&D disponibilizada para o projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K., 2005, *Projeto na Engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações*, Edgard Blücher, São Paulo, 412pp., pp. 21–297.
- [2] Valdiero, A., 2005, *Inovação e Desenvolvimento do Projeto de Produtos Industriais*, Unijui, Ijuí, 36 pp., pp. 7–34.
- [3] Back, N., 1983, *Metodologia de projeto de produtos industriais*, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 389 pp., pp. 10–379.
- [4] Iida, I., 1995, *Ergonomia: Projeto e Produção*, Edgard Blücher, São Paulo, 465 pp., pp. 189–292.
- [5] Back, N.; Ogliari, A.; Dias, A.; Silva, J., 2008, *Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem*, Manole, São Paulo, 601 pp., pp. 487–562.
- [6] Bralla, J. G., 1999, *Design for Manufacturability Handbook*, McGraw-Hill, Boston, pp. 1.1–1.69.