



**Universidade Federal do Paraná**  
**Departamento de Administração Geral e Aplicada**  
**MBA em Gerência de Sistemas Logísticos**

**DOMINIQUE ALTOÉ VIEIRA**

**GANHOS LOGÍSTICOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE  
PRODUTOS**

**CURITIBA**

**2012**

**DOMINIQUE ALTOÉ VIEIRA**

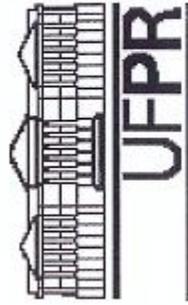
# **GANHOS LOGÍSTICOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do MBA em Gerência de Sistemas Logísticos da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Darli Rodrigues Vieira.

**CURITIBA**

**2012**



Universidade Federal do Paraná

Curitiba (PR), 22 de junho de 2012.

## DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que **Dominique Altoé Vieira** concluiu com sucesso o **MBA em Gerência de Sistemas Logísticos** (turma 2011) da Universidade Federal do Paraná.

Título da monografia submetida, avaliada e aprovada: “**Ganhos Logísticos no Processo de Desenvolvimento de Produtos**”. Nota na monografia: 10,0 (dez). Orientador: Prof. Darli Rodrigues Vieira.

Atenciosamente,

*Darli Rodrigues Vieira*

Prof. Darli Rodrigues Vieira, Ph.D., Coordenador  
MBA em Gerência de Sistemas Logísticos da UFPR

## RESUMO

Da definição das necessidades dos consumidores ao produto propriamente dito no mercado, existem inúmeras ferramentas que dão suporte a equipe de processo de desenvolvimento de produtos. É focado nessas ferramentas que desenvolvo todo esse trabalho. Início com a pesquisa de mercado para saber quais são as reais expectativas dos consumidores referentes a uma luminária de mesa, essas expectativas deram suporte para a aplicação do método chamado Desdobramento da Função Qualidade (QFD) o qual traduziu essas necessidades em especificações técnicas do produto. De forma a reconhecer as etapas nas quais empreguei tais ferramentas o trabalho adotou de forma simplificada um modelo das etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Para representar as reais expectativas dos consumidores e validar o QFD, mesmo que de forma virtual, desenvolvi um modelo de luminária de mesa através do Projeto Assistido por Computador (CAD), desta forma foi possível quantificar e projetar ganhos logísticos.

**Palavras-chave:** Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Pesquisa de Mercado (PM). Desdobramento da Função Qualidade (QFD). Projeto Assistido por Computador (CAD). Logística.

## ABSTRACT

Defining the needs of consumers of the product itself in the market, there are numerous tools that support team development process of products. It focuses on these tools to develop all that work. I start with the market research to know what are the real expectations of consumers regarding a desk lamp, these expectations have provided support for the method called Quality Function Deployment (QFD) which translated those needs into technical specifications of the product. In order to recognize the steps which have employed these tools, the work adopted a simplified model of the stages of Product Development Process (PDP). To represent the real expectations of consumers and validate the QFD, even in virtual form, developing a model of the desk lamp through the Computer Aided Design (CAD), was thus possible to quantify and project logistics gains.

**Key Words:** Product Development Process (PDP). Marketing Research (MR). Quality Function Deployment (QFD). Computer Aided Design (CAD). Logistics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 .....	20
Figura 02 .....	21
Figura 03 .....	22
Figura 04 .....	27
Figura 05 .....	29
Figura 06 .....	29
Figura 07 .....	32
Figura 08 .....	32
Figura 09 .....	34
Figura 10 .....	36
Figura 11 .....	37
Figura 12 .....	38
Figura 13 .....	41
Figura 14 .....	42
Figura 15 .....	42
Figura 16 .....	43
Figura 17 .....	43
Figura 18 .....	44
Figura 19 .....	45
Figura 20 .....	46
Figura 21 .....	47
Figura 22 .....	47
Figura 23 .....	48
Figura 24 .....	49
Figura 25 .....	50
Figura 26 .....	50
Figura 27 .....	51
Figura 28 .....	52
Figura 29 .....	53
Figura 30 .....	54

Figura 31 .....	56
Figura 32 .....	57
Figura 33 .....	58
Figura 34 .....	58
Figura 35 .....	60

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01.....	33
Quadro 02.....	33
Quadro 03.....	53
Quadro 04.....	55
Quadro 05.....	55
Quadro 06.....	56
Quadro 07.....	59
Quadro 08.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS

**AV** – Argumento de Venda

**BOM** – *Bill of Materials* ou Lista dos Materiais

**CAD** – *Computer aided design* ou Projeto assistido por Computador

**GI** – Grau de Importância

**INI** – Instituto Nacional de Investidores

**PA** – Peso Absoluto

**PDP** – Processo de Desenvolvimento de Produto

**PR** – Peso Relativo

**QFD** – *Quality function deployment* ou Desdobramento da Função  
Qualidade

**TM** – Taxa de Melhoria

**TQC** – *Total Quality Control* ou Controle de Qualidade Total

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>0</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>0</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>0</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>0</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>0</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>0</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	13
1.2.2 Objetivo específico.....	13
<b>1.3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4 METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
<b>1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1 CENÁRIO ATUAL</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 Visões Parciais do PDP .....	17
<b>2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)</b> .....	<b>17</b>
2.2.1 Definições do Processo de Desenvolvimento de Produto .....	18
2.2.2 Modelo de Referência .....	19
<b>2.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)</b> .....	<b>24</b>
2.3.1 Origem e expansão do método QFD .....	24
2.3.2 O método QFD .....	25
2.3.3 Matriz da Qualidade .....	26
2.3.4 Montagem da Casa da Qualidade.....	27
<b>2.4 A LOGÍSTICA</b> .....	<b>30</b>
<b>3 PROPOSTA CONCEITUAL</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1 APLICAÇÃO DO CONCEITO DO QFD NA LUMINÁRIA DE MESA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2 CONSTRUÇÃO DA TABELA DE DESDOBRAMENTO DA QUALIDADE EXIGIDA</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EXIGIDA</b> .....	<b>33</b>
<b>3.4 QUALIDADE PLANEJADA</b> .....	<b>34</b>
<b>3.5 EXTRAÇÃO DA QUALIDADE EXIGIDA PARA CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE</b> .....	<b>36</b>
<b>3.6 CORRELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE E A QUALIDADE EXIGIDA</b> .....	<b>36</b>
<b>3.7 QUALIDADE PROJETADA</b> .....	<b>36</b>
<b>3.8 MATRIZ DE CORRELAÇÕES</b> .....	<b>37</b>
<b>3.9 DIFICULDADE TÉCNICA</b> .....	<b>38</b>

<b>3.10 DIREÇÃO DA MELHORIA .....</b>	<b>38</b>
<b>4 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS CAD E QFD .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 PESQUISA DE MERCADO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 UTILIZAÇÃO DO CAD PARA A LUMINÁRIA DE MESA.....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Adequação das exigências do mercado como entradas para o modelo 3D .....	52
<b>4.3 APLICAÇÃO DO CAD PARA A LUMINÁRIA DE MESA .....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Vistas da solução do produto Luminária de mesa .....	58
<b>4.4 APLICAÇÃO DO QFD PARA A LUMINÁRIA DE MESA .....</b>	<b>60</b>
4.4.1 Qualidade exigida e Grau de importância (Etapa 1) .....	60
4.4.2 Qualidade planejada (Etapa 2) .....	61
4.4.3 Requisitos técnicos (Etapa 3).....	62
4.4.4 Relação entre qualidade exigida e requisitos técnicos (Etapa 4) .....	62
4.4.5 Qualidade projetada (Etapa 5).....	62
4.4.6 Matriz de correlação (Etapa 6).....	63
<b>5 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO EM CAD E SUAS IMPLICAÇÕES LOGÍSTICAS</b> .....	<b>64</b>
<b>5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO QFD .....</b>	<b>66</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>Apêndice A – Formulário sobre Desenvolvimento de Produtos.....</b>	<b>70</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Ao mesmo tempo em que os consumidores desejam pagar menos por produtos semelhantes, as empresas, de modo geral, trabalham para desenvolver e aplicar ferramentas e metodologias que lhes forneçam um diferencial competitivo em seus produtos e/ou serviços visando a redução de custos totais, aumento da flexibilidade, adequação à qualidade requerida, inovação e prazos de entregas aceitáveis de forma a sustentar a sua marca em seu nicho de mercado.

O setor de utilidades domésticas, onde o desenvolvimento do estudo deste trabalho é orientado, criou no ano de 2009, 204,7% de valor aos seus acionistas conforme o Instituto Nacional de Investidores (INI). Uma das grandes empresas do ramo de roupas, Renner, comprou esse ano por 165 milhões a Camicado, uma rede de lojas de utensílios domésticos e justifica sua compra dizendo que a aquisição é o ponto de partida para um mercado com potencial de consumo de 15,7 bilhões por ano em todo o Brasil, notícia publicada pelo Estadão em 5 de abril de 2011 em seu site.

É baseado neste contexto, onde empresas se qualificam para atender cada vez mais um público específico, e, de forma conjunta, o setor de utilidades domésticas mostrando um forte potencial de crescimento, que se demonstra a necessidade de aplicação de ferramentas de suporte ao projeto no processo de desenvolvimento de produtos.

Para que fosse possível a utilização dessas ferramentas como o Projeto Assistido por Computador (CAD) e o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) foi realizado um levantamento dos dados das luminárias existentes no mercado com preço de venda até R\$50,00 (cinquenta reais), para que estas servissem de referência para os métodos aplicados com as ferramentas citadas acima e assim realizar o comparativo para ganhos logísticos.

Com o intuito de entender as necessidades dos diferentes consumidores, foi desenvolvido um formulário no GoogleDocs para realizar uma pesquisa de mercado via internet, onde os mesmos respondiam questões referentes às características da luminária como: peso, tamanho, material, quantidade de luz, sistema anti-deslizante, valor entre outros.

A resposta de como é possível atender as exigências de um mercado na ótica

da sustentabilidade, economia, praticidade e inovação vem da conciliação da utilização destas ferramentas dirigidas pela engenharia simultânea.

## 1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Este estudo de caso se propõe à aplicação de ferramentas como CAD e o QFD como forma integradora na solução de conflitos encontrados durante as etapas de projeto, no ciclo de desenvolvimento de uma luminária, visto que este mercado apresenta um “gap” no que diz respeito a:

- a) atendimento às necessidades dos consumidores;
- b) falta de customização;
- c) falta de critérios de sustentabilidade (materiais, processos, economias de energia e impactos ambientais);
- d) projetos não orientados para a manufatura e montagem;

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral a aplicação de ferramentas utilizadas como suporte nas etapas de projeto durante o ciclo de desenvolvimento de produtos, e, com base no estudo de caso, modelar uma luminária de mesa em CAD para que esta seja uma contribuição de forma aplicada de ferramentas voltadas ao processo de desenvolvimento de produtos e desta forma quantificar e projetar ganhos logísticos.

### 1.2.2 Objetivo específico

Para que o objetivo geral seja alcançado à pesquisa foi dividida no estudo das ferramentas de suporte ao projeto como:

- a) estudar as etapas do processo de desenvolvimento de produto (PDP);
- b) aplicar a metodologia científica estudo de caso;
- c) pesquisa de Mercado via Internet;

- d) projeto Assistido por Computador (CAD);
- e) desdobramento da Função Qualidade (QFD);
- f) desenvolver um modelo conceitual para aplicação das ferramentas de suporte às etapas de projeto no ciclo de desenvolvimento de uma luminária;
- g) aplicar o modelo conceitual proposto visando uma luminária que atenda aos desejos dos consumidores até cinquenta reais;
- h) e finalmente analisar os resultados obtidos;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

As aplicações de ferramentas de suporte ao projeto no processo de desenvolvimento de produtos devem ser vistas como de extrema utilidade e relevância para este estudo de caso, visto sua importância no processo de melhoria contínua do produto e geração de valor ao consumidor.

Os quesitos que justificam esse estudo de caso são:

- a) desenvolver um novo produto tendo como base as necessidades dos clientes e utilização de materiais sustentáveis;
- b) dificuldade de transporte e manuseio dos produtos encontrados, hoje, no mercado;
- c) falta de diversidade ao consumidor para as luminárias com valor de venda até R\$ 50,00 (cinquenta reais);
- d) a luminária terá a sua principal funcionalidade de iluminar com aplicação recomendada apoiada sobre a mesa, facilidade no transporte por ter uma geometria favorável, vida útil maior que as do mercado devido a sua base tecnológica e uma forma simples de operá-la e manuseá-la;

### 1.4 METODOLOGIA

De acordo com o objetivo geral e a finalidade deste trabalho, esta pesquisa se caracteriza como exploratória, já que visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito.

Pela sua natureza, esta pesquisa pode também ser considerada como aplicada e sua praticidade é evidenciada utilizando a ferramenta de CAD para consolidação dos conceitos.

Quanto aos procedimentos técnicos, utilizam-se neste trabalho a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica objetiva uma revisão da teoria que circunda este modelo contemplando as ferramentas de suporte ao projeto no processo de desenvolvimento de produtos, a teoria do QFD e as etapas de desenvolvimento de produto, já que não cabe uma revisão da utilização do CAD neste trabalho.

Já o estudo de caso apresentado neste trabalho foi realizado baseado nos produtos encontrados no setor de utensílios domésticos, mais especificamente sobre as luminárias de mesa. Os dados necessários para a aplicação do modelo foram baseados em dados técnicos dos produtos do mercado, sendo realizadas comparações baseadas no que existe em relação à nova solução desenvolvida em CAD.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia está dividida em sete seções, as quais contêm:

Seção 1 - Introdução; Formulação do problema; Objetivos; Justificativa; Metodologia científica; Estrutura do trabalho.

Seção 2 – Revisão da literatura; QFD; Etapas do desenvolvimento do produto; Logística.

Seção 3 – Proposta conceitual para o projeto da luminária.

Seção 4 – Aplicação das ferramentas de desenvolvimento de produto QFD e CAD.

Seção 5 – Análise dos resultados.

Seção 6 – Recomendações.

Seção 7 – Conclusão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção aborda de forma conceitual as etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), que é por sua vez, parte da gestão de desenvolvimento de produtos, aborda os conceitos do método do Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e salienta definições e aspectos sobre a logística.

### 2.1 CENÁRIO ATUAL

Um dos fatores mais críticos e conhecidos sobre o processo de desenvolvimento de produto é que o grau de incerteza no início deste processo é mais elevado, porém, diminui com o tempo, mas é justamente no início que se seleciona a maior quantidade de soluções construtivas para o mesmo.

As decisões entre alternativas no início do ciclo de desenvolvimento são responsáveis por 85% do custo do produto final. O custo de modificação aumenta ao longo do ciclo de desenvolvimento, pois a cada mudança, um número maior de decisões já tomadas devem ser revisadas e até invalidadas, por exemplo, uma definição ineficiente do escopo do projeto do PDP ou até mesmo decisões que não convergem para o objetivo principal no processo.

Torna-se um desafio gerenciar as incertezas envolvidas num PDP, onde as decisões de maior impacto têm que ser tomadas no momento em que existe um maior número de alternativas e grau de incerteza.

Outra dificuldade que deve ser levada em conta é que esse processo baseia-se no ciclo de conceber, projetar, construir, validar e testar. Isso gera necessariamente atividades interativas. A existência de uma grande quantidade de ferramentas, diferentes tipos de profissionais, sistemas e metodologias muitas vezes esbarram em barreiras culturais, onde alguns profissionais não se dispõem a conversar com a equipe de desenvolvimento de produto, principalmente quando parte do time do PDP tem uma visão parcial desse processo ou até mesmo por conta da existência de conflitos pessoais.

### 2.1.1 Visões Parciais do PDP

Uma grande dificuldade atual para o gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto é a existência de diversas visões parciais.

No campo de ensino e pesquisa, desenvolver produtos vinha sendo tratado de maneira isolada pelas diferentes áreas de conhecimento. Portanto, ainda hoje profissionais de engenharia tendem a pensar no PDP como atividades específicas de cálculos e testes, os administradores visam às questões mais abstratas e estratégicas, os responsáveis pela qualidade, pela garantia da mesma para o produto e assim sucessivamente, Rozenfeld et al. (2006).

Quando transportadas para a prática estas visões podem levar a muitos problemas e ineficiências. Isto porque qualquer desenvolvimento, por maior a hegemonia de um determinado conteúdo tecnológico, implica em conhecimentos de várias destas visões. Este processo é um todo integrado que depende, para um adequado resultado final, a consideração de diversos fatores ligados às mais diversas áreas do conhecimento.

Cada visão parcial carrega consigo também uma linguagem e determinados valores próprios, que dificulta a integração entre os profissionais pertencentes a cada uma dessas diferentes visões.

Enfrentar esta situação depende da construção uma imagem única e integrada do Processo de Desenvolvimento de Produto.

## 2.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Não é novidade que desenvolver produtos tem se tornado um dos processos-chave para a competitividade na manufatura. É através desses processos que engenheiros e projetistas diminuem o número de peças em um produto, reduzem a quantidade de material, utilizam de partes modulares e principalmente focam nas necessidades do mercado consumidor.

Aumento da concorrência, rápidas mudanças tecnológicas, diminuição do ciclo de vida dos produtos e maior exigência por parte dos consumidores exigem das empresas agilidade, produtividade e alta qualidade que dependem necessariamente da eficiência e eficácia da empresa neste processo.

Juntando todos esses fatores temos que considerar o impacto do produto quando lançado no mercado no que diz respeito às questões de sustentabilidade, principalmente quando se refere aos produtos químicos utilizados em diferentes processos de produção nas empresas de atuais.

Hoje existe uma conscientização em consumir produtos que agridam menos o meio ambiente, ou seja, as pessoas estão se sujeitando a pagar um pouco mais pelo que muitos chamam de “produtos verdes” ou “ecologicamente corretos”. Pagam mais porque as empresas industriais, na sua grande parte, ainda não estão preparadas para produzir produtos verdes e nem conscientizadas quanto aos seus resíduos. Aquelas que realmente conseguem produzir de forma verde um produto, utiliza isso como um critério competitivo e eleva seu preço no mercado.

O impacto neste cenário é que existe uma corrida contra o tempo em diferentes segmentos de mercado para atender essa demanda de consumidores conscientes. O resultado é um Processo de Desenvolvimento de Produtos mais eficiente e inteligente que utiliza desde matéria-prima recicláveis ou naturais nos produtos até meios de transportes menos nocivos ao meio ambiente.

### **2.2.1 Definições do Processo de Desenvolvimento de Produto**

Algumas definições de forma generalizada sobre o PDP são apresentadas a seguir “[...] é o processo a partir do qual informações sobre o mercado são transformadas nas informações e bens necessários para a produção de um produto com fins comerciais” (Clark & Fujimoto, 1991).

“[...]a atividade sistemática necessária desde a identificação do mercado/necessidades dos usuários até a venda de produtos capazes de satisfazer estas necessidades – uma atividade que engloba produto, processos, pessoas e organização” (Pugh, 1990).

Outra definição importante para compreensão do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) são as definições de processo e projeto.

Processo compreende um conjunto de atividades organizadas entre si visando produzir um bem ou um serviço para um tipo específico de cliente interno ou externo. Eles podem e normalmente apresentam operações contínuas e repetitivas como no processo de produção propriamente dito. É comum a existência de revisões dos seus objetivos periodicamente, por exemplo: um processo que produz 23 litros de tinta por minuto, após uma revisão dos seus objetivos, normalmente feita pela

gerencia e alta direção, verificou-se a necessidade de produzirem 25 litros de tinta por minuto.

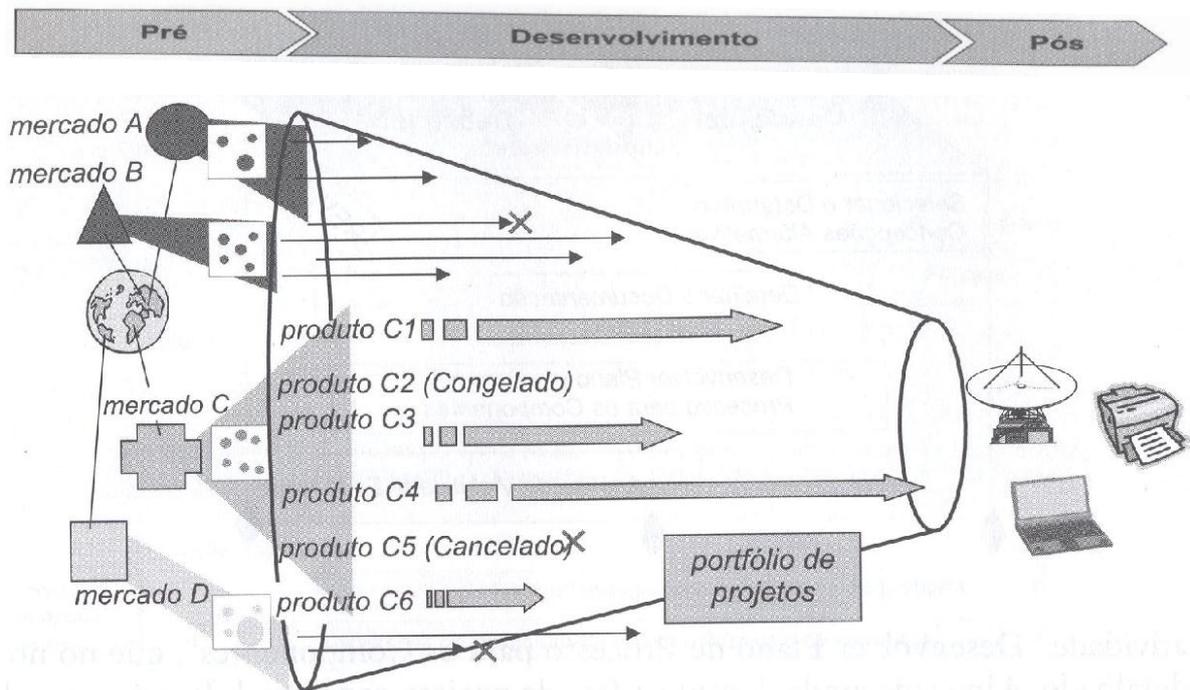
Por outro lado, os projetos também representam um conjunto de atividades, porém, eles são caracterizados por serem de empreendimento progressivo, de esforço temporário e apresentarem um resultado único, ou seja, possuem um início, meio e fim. Eles possuem objetivos únicos e específicos a serem atingidos ao final da sua realização, por exemplo: a construção de uma ponte para ligar o continente a uma ilha. Ao término do projeto é verificado o atingimento dos objetivos como: término na data prevista, dentro dos custos projetados, qualidade acordada entre outros.

### **2.2.2 Modelo de Referência**

Ao documentar e disseminar o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) a empresa está definindo um padrão de como desenvolver os seus produtos. Esta prática serve para criar uma linguagem em comum e garantir que certas práticas e ferramentas serão aplicadas em todos os projetos, nivelando os conhecimentos entre os autores e servindo como um mapa base para novos PDP.

O modelo apresentado por Rozenfeld et al. (2006) é um modelo genérico, voltado principalmente para empresas de manufatura de bens de consumos duráveis e de capital. Este modelo é dividido em três macrofases, representadas na figura 1. São elas: o Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-desenvolvimento.

Figura 1 – Três macrofases do desenvolvimento de produto



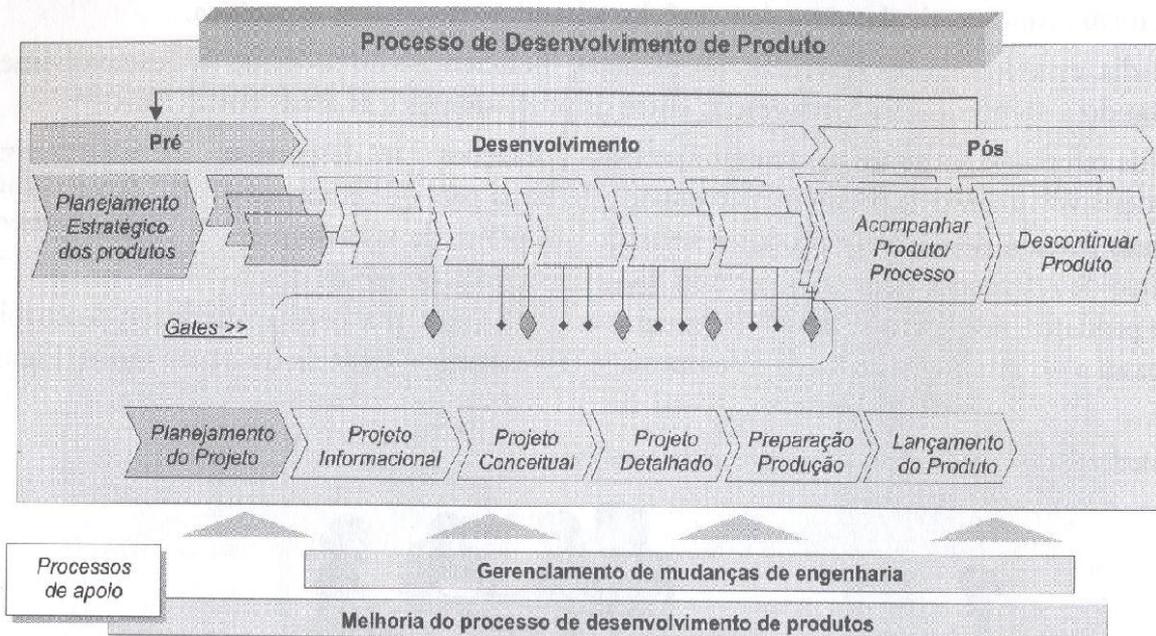
Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

A Figura 1, também conhecida como conceito funil, representa de forma simplificada às três etapas nas quais são feitas desde o planejamento estratégico dos produtos da empresa até a descontinuidade dos mesmos.

Seu princípio é que, no início, um número muito grande de ideias se transforme em um número menor de projetos especificados no portfólio, o qual, por sua vez, gerará um número menor ainda durante o desenvolvimento, pois existe um limite de desenvolvimento paralelo de produtos dentro da empresa; é lógico, os recursos são limitados, portanto não infinitos. Por fim, alguns produtos são lançados baseados na grande probabilidade de seu sucesso no mercado.

Para melhor compreensão do PDP, a figura 2 apresenta a visão geral do modelo de referência dividida nas suas macrofases e subdividida em suas etapas.

Figura 2 – Visão geral do Modelo de Referência



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

A fase do Planejamento do Projeto, localizada no pré-desenvolvimento, trata do desenvolvimento de um produto em particular do portfólio, em que são definidos em detalhes o escopo do produto e do projeto, os recursos necessários, o tempo e o custo.

Na primeira fase de desenvolvimento, o Projeto Informacional cria, a partir do Plano do Projeto, as Especificações-Metas do futuro produto, que são aquelas que se deseja obter no final das atividades de engenharia, composta pelos requisitos e pelas informações qualitativas.

As Especificações-Meta, são entradas para o Projeto Conceitual, então são geradas e estudadas soluções de projetos que atendam às Especificações-Meta. As soluções são resumidas em um conjunto de documentos que receberá o nome de Concepção do Produto. Nesta fase é realizado o ciclo de detalhamento do projeto até que somente uma das soluções seja adotada.

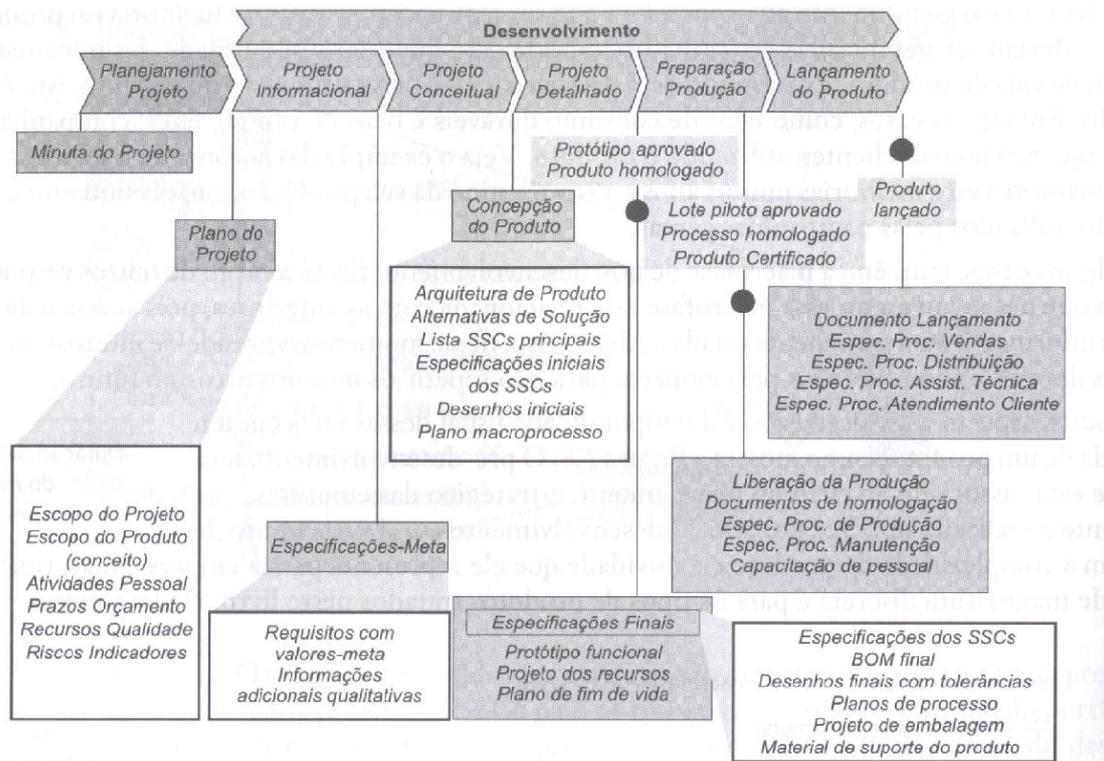
Na fase de Projeto Detalhado, a Concepção do produto será detalhada e transformada nas Especificações finais. Esses documentos detalham cada item que o compõe e os respectivos processos de fabricação. Também está incluso na fase de Projeto Detalhado o Protótipo Funcional, Projeto dos Recursos e o Plano de fim de vida. O protótipo sendo aprovado, o produto pode ser homologado e as

especificações finais são congeladas.

Durante a Preparação da produção, o produto é certificado com base nos resultados dos lotes piloto. Também acontece a homologação da produção, documento que libera a sua real finalidade.

Com o produto certificado e a produção homologada, ocorre a fase de lançamento do produto, que termina com a emissão do documento oficial de lançamento onde se encontram as especificações e procedimentos de vendas, distribuição, assistência técnica e atendimento ao cliente. A figura 3 apresenta os principais resultados das fases de desenvolvimento.

Figura 3 – Principais resultados da fase de desenvolvimento



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

Durante a fabricação, o esforço será o de garantir a realização de mudanças para aprimorá-lo ou recuperar defeitos identificados. Nesse momento de oportunidade de melhoria do produto é importante garantir a integridade da informação durante todo ciclo de vida do produto. Essas informações também podem alimentar outros projetos que estão sendo desenvolvidos na organização como um todo e servirem de base para futuros comparativos.

### 2.2.3 Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea é uma filosofia utilizada no Processo de Desenvolvimento de Produtos e uma abordagem sistemática, que possui os seguintes princípios:

Deve-se trabalhar em equipe, pregando-se a cooperação e a confiança entre seus membros, assim como o compartilhamento de conhecimentos.

Devem fazer parte dessa equipe os clientes e fornecedores, ou seja, todos os parceiros da cadeia de suprimentos.

As pessoas envolvidas no desenvolvimento devem considerar, desde o início, todos os elementos do ciclo de vida do produto, da concepção ao descarte, incluindo qualidade, custo, prazo e requisitos dos clientes.

Uma das primeiras iniciativas da Engenharia Simultânea foi aumentar o grau de paralelismo entre as atividades de desenvolvimento, com ênfase na realização simultânea das tarefas de projeto e planejamento de processo. Essa iniciativa prega que atividades que eram iniciadas somente após o término e aprovação das atividades anteriores, deveriam ser antecipadas de forma que seu início não dependesse dos demorados ciclos de aprovação.

Para conseguir desenvolver essa filosofia, é necessário que os projetistas e processistas trabalhem em um mesmo time. Desta forma diminuem expressivamente os entraves burocráticos dentro da empresa e ganha-se no tempo de PDP.

Os principais objetivos da Engenharia Simultânea são:

- a) aumento da qualidade do produto, com foco no cliente;
- b) diminuição do ciclo de desenvolvimento;
- c) diminuição de custos.

Estes objetivos podem ser desdobrados em vários outros objetivos intermediários como; diminuir o processo de mudanças nas fases finais do PDP reduzindo, assim, os custos e o tempo de desenvolvimento, levando-se em conta que uma mudança no final do desenvolvimento pode chegar a mil vezes o custo da mudança na fase do Projeto Informacional.

## 2.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

O desdobramento da função qualidade é um método que traduz as necessidades e desejos dos clientes em especificações técnicas de produtos e processos, assegurando que estas especificações possam ser cumpridas pelas áreas operacionais (Akao, 1996). Stahl (1995) afirma que o projeto de produtos e serviços é o primeiro passo para assegurar qualidade e a confiabilidade de clientes.

O QFD é um método que se destaca quanto à forma de obter as exigências dos clientes e determinar qual a melhor maneira de atender aos seus desejos com os recursos disponíveis, considerando as especificações para o produto ou serviço de forma ampla, ou os problemas específicos, e através de uma série de matrizes, decompõem os mesmos em específicas atribuições de ação. Essas atribuições estabelecem o nível mínimo de esforço que precisa ser feito para que se satisfaça o cliente (MIRSHAWKA; MIRSHAWKA Júnior, 1994).

### 2.3.1 Origem e expansão do método QFD

Cheng *et al.* (1995) relatam que o QFD foi criado no Japão, pelos professores Shiguero Mizuno e Yoji Akao e aperfeiçoado pelo grupo do professor Akao, hoje com base na Universidade de Tamagawa. Guinta e Praizler (1993) afirmam que esse método permitiu às empresas japonesas vincular cada etapa do processo de construção à satisfação de determinada exigência do cliente.

A primeira aplicação sistematizada do método QFD foi realizada na *Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industries* (Estaleiros da Mitsubishi em Kobe) em 1972, através da divulgação da Matriz da Qualidade (Casa da Qualidade), base do método QFD (Akao, 1996). Segundo Miguel *et al.* (2003) o QFD surgiu a partir das necessidades de garantir a qualidade no desenvolvimento do produto, ou seja, na fase de projeto, de forma a garantir esse projeto na pré-produção, isto é, antes do produto entrar em fabricação.

A partir de 1983, com a publicação do artigo sobre a aplicação de QFD nas indústrias japonesas, na revista *Quality Progress*, o método se tornou difundido, sendo aplicado sistematicamente nos anos posteriores em algumas das principais empresas dos países europeus e Estados Unidos. (Akao, 1997).

Em 1989 o QFD é apresentado no Brasil, no Congresso Internacional de Controle de Qualidade.

### 2.3.2 O método QFD

Segundo Campos (1992), o controle de qualidade aborda três objetivos fundamentais, dentre eles o planejamento da qualidade desejada pelos clientes, que implica em saber suas necessidades e traduzir essas necessidades em características mensuráveis para o processo produtivo.

QFD é uma ferramenta de planejamento da qualidade poderosa dentro do programa de *Total Quality Control* (TQC), baseado nas necessidades do cliente. Estas exigências são então detalhadas, transformadas em requisitos do processo e, finalmente, em especificações operacionais, mostrando e documentando as informações na forma de matrizes (HAKES, 1991; MIGUEL *et al.*, 2003; MIRSHAWKA; MIRSHAWKA Júnior, 1994).

Dentre os benefícios gerados, destacam-se a importância do papel do QFD como um método para sistematizar o processo de desenvolvimento, bem como outros benefícios para a equipe, tais como melhoria nas habilidades de planejamento, disseminação do conhecimento e melhoria de comunicação entre as áreas funcionais (MIGUEL *et al.*, 2003).

Segundo Cheng *et al.* (1995) os benefícios do QFD, já comprovados pela sua aplicação, são: redução do tempo de desenvolvimento; redução do número de mudanças de projeto; redução das reclamações de clientes; redução de custos/perdas; redução de transtornos e mal estar entre funcionários; aumento de comunicação entre departamentos funcionais; crescimento e desenvolvimento de pessoas através do aprendizado mútuo.

Bonilla (1993) cita que a necessidade de romper barreiras entre os diversos setores de uma empresa é de fundamental importância para criação de equipes de trabalho, incluindo pessoal de todas as áreas vinculadas ao processo produtivo: materiais, projeto de produto, projeto de processos, produção, vendas, assistência técnica.

Segundo Miguel e Weidmann (1999), o processo de aplicação da ferramenta QFD no ciclo de desenvolvimento de produtos envolvem as seguintes etapas:

definição e aplicação do QFD; definição da equipe multifuncional; obtenção das informações do cliente; construção da “Casa da Qualidade”; Desdobramento da Função Qualidade.

Carnevalli et al. (2003) avaliaram a utilização do método QFD no Brasil, principalmente pelas maiores empresas privadas por faturamento. A pesquisa indicou que a maioria das empresas iniciou a aplicação do método na década de 90, evidenciando que a utilização do método é recente no país.

O aumento da satisfação dos clientes e a melhoria do trabalho em equipe devido à melhoria na comunicação entre as áreas funcionais foram os principais benefícios. Em relação às dificuldades para implementação do QFD o principal foi relacionado à falta de experiência da ferramenta em sua utilização.

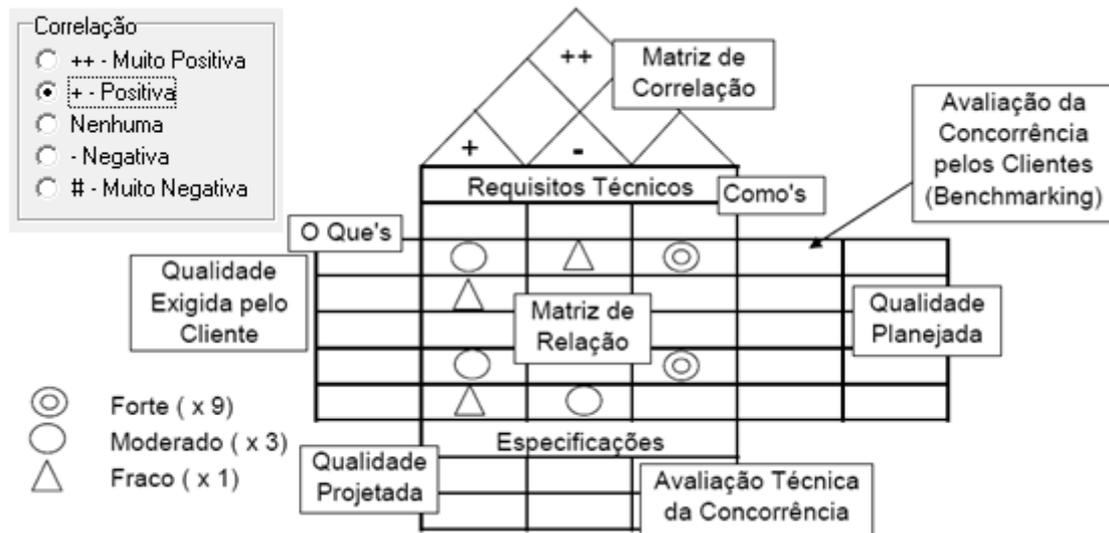
A satisfação dos clientes aumenta à medida que o produto ou serviço passa a atender sucessivos níveis de requisitos. No nível mínimo estão os itens de qualidade obrigatória ou compulsória, passando pela qualidade linear e atrativa, sendo esta última a menos tangível e mais difícil de atender (Guinta e Praizler, 1993).

### **2.3.3 Matriz da Qualidade**

Segundo Akao (1996) a Matriz da Qualidade é uma sistematização das qualidades verdadeiras (exigida pelos clientes), considerando principalmente as funções, e expressa a relação existente entre essas funções e as características da qualidade mostradas na Figura 4.

O QFD também atribui pesos às demandas do cliente e uma classificação das características funcionais do produto em relação às dos produtos dos concorrentes. O objetivo do QFD é identificar características do produto que precisam ser melhoradas. O processo QFD é repetido até a satisfação do cliente em conjunto com o projeto dos produtos não conseguir mais identificar características que possam ser melhoradas (Gaither; Frazier, 2001).

Figura 4 - Casa da Qualidade



Fonte: adaptado de Mirshawka & Mirshawka Júnior, (1994)

Segundo Govers (1996), o QFD é uma ferramenta que pode ser utilizado para desenvolvimento de novos produtos, melhoria de produtos existentes ou ainda correção de problemas detectados através de informações geradas pelos clientes.

Segundo o autor a implementação da matriz ou casa da qualidade obedece às etapas: estabelecimento do projeto a ser executado e do produto/serviço a ser desenvolvido ou aprimorado; determinação do público-alvo e das necessidades em relação ao produto; coleta de informações sobre as exigências dos clientes; entrevistas com os clientes para designação das características exigidas, intitulado "O que" e o grau de importância de cada item; avaliação da concorrência realizada pelos clientes (qualidade planejada); desdobramento das qualidades exigidas pelos clientes em requisitos técnicos, intitulado "Como"; correlação entre as qualidades exigidas e os requisitos técnicos; determinação das metas a serem atingidas; avaliação técnica da concorrência realizada pela equipe técnica; matriz de relação ou telhado da matriz da qualidade.

### 2.3.4 Montagem da Casa da Qualidade

A primeira etapa da implementação do método QFD segundo Govers, (1996) consiste em ouvir e compreender as expectativas dos clientes, através de entrevistas exploratórias. É fundamental detalhar o público-alvo, que segundo

MIRSHAWKA; MIRSHAWKA Júnior (1994) podem ser definidos em três tipos: clientes internos, intermediários e externos.

Como parte das técnicas de Gestão da Qualidade, a aplicação do QFD depende do envolvimento proveniente de várias funções na empresa para definição da equipe multifuncional, possibilitando com que cada participante dentro de sua especialidade, possa contribuir com conhecimentos técnicos e experiência, além do processo não ficar centralizado em um único indivíduo ou setor da empresa (MIGUEL e WEIDMANN, 1999).

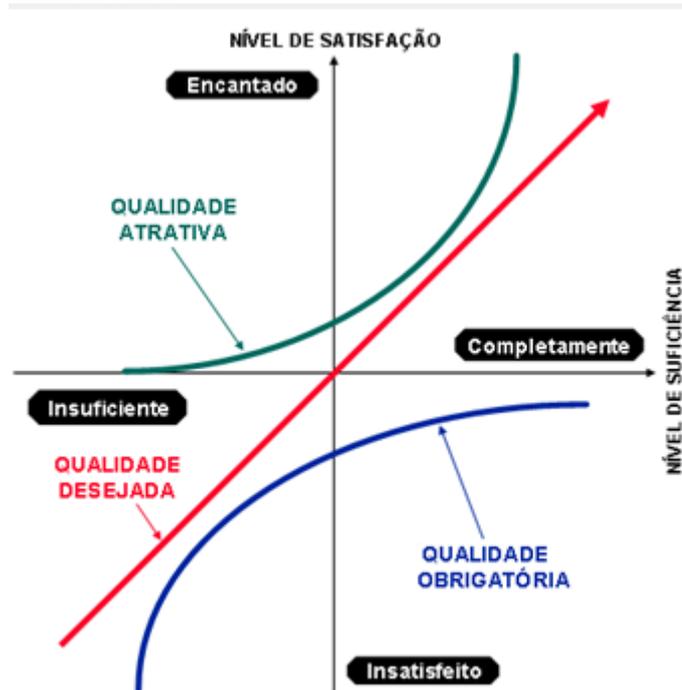
A etapa de obtenção das informações dos clientes é muito importante para o conhecimento das necessidades dos consumidores. Na coluna da qualidade exigida, também chamada “O quê’s”, os itens são expressos conservando, na medida do possível a linguagem utilizada pelos clientes.

Essas informações podem ser obtidas através de técnicas conhecidas tais como pesquisa de mercado, levantamento de marketing, entrevistas e questionários enviados via mala direta aos clientes (Akao, 1996).

O grau de importância tem papel relevante no processo QFD. Primeiramente é estabelecido o peso das qualidades exigidas pelo cliente, posteriormente estes valores são utilizados como multiplicadores de outros números da matriz Eureka & Ryan, (1993). Nesta etapa é importante a análise da concorrência na visão do cliente, com detalhamento da avaliação das características exigidas Govers, (1996).

Através da Qualidade Exigida pelos clientes é determinada os Requisitos Técnicos (Como’s) da matriz da qualidade, tornando as qualidades verdadeiras em características mensuráveis. Não é viável conceber um produto ou serviço que satisfaça de modo completo todas as necessidades identificadas. Portanto é preciso estabelecer prioridades, com base na importância atribuída aos diversos requisitos identificados. Além da forma e intensidade com que os vários requisitos contribuem para a satisfação do cliente, pode nesta fase efetuar-se uma análise do grau de satisfação através da utilização do diagrama de Kano Akao, (1996) como mostra a figura 5.

Figura 5 – Modelo da qualidade de Kano



Fonte: adaptado de Löfgren e Witell, 2005.

A Matriz de Relação ou Matriz de Qualidade é posicionada no centro do modelo QFD (Casa da Qualidade), fornecendo a relação de cada Qualidade Exigida (O que) com cada Requisito Técnico (Como) (Guinta; Praizler, 1993).

Quando existe uma relação entre uma Qualidade Exigida e um Requisito Técnico é determinado um símbolo, cuja ponderação é demonstrada na figura 6.

Figura 6 – Símbolos e valores utilizados para definição do grau de relação das qualidades exigidas e os requisitos técnicos

Forte ( x 9)	⊙
Moderado ( x 3)	○
Fraco ( x 1)	△

Fonte: adaptado de Mirshawka; Mirshawka Júnior, (1994)

A qualidade planejada faz, através das exigências dos clientes o comparativo ou “benchmark” das empresas que trabalham com a mesma linha de produtos. As metas de melhoria são executadas através das prioridades atribuídas pelos clientes neste comparativo Akao, (1996).

Na qualidade projetada atribui-se o “benchmark” dos requisitos técnicos, sob o ponto de vista técnico. As melhorias são projetadas visando proporcionar satisfação aos clientes da empresa (Guinta; Praizler, 1993).

A avaliação técnica da concorrência é semelhante à avaliação da concorrência feita pelo cliente, mas envolve detalhes técnicos do produto ou serviço, e os valores visados (Quantos), mediante os quais as especificações de engenharia são estabelecidas. Enquanto na avaliação da concorrência pelo cliente os clientes fornecem dados para a avaliação, na avaliação técnica da concorrência são os engenheiros e técnicos da empresa que fornecem dados para a avaliação (Guinta; Praizler, 1993).

A matriz de correlação (Telhado) da casa da qualidade mostra relações positivas e negativas entre os requisitos técnicos (Comos) especificados, ou seja, é utilizado para determinar quando um requisito está em conformidade com os demais.

O telhado ainda indica onde pode haver necessidade de esforços adicionais de pesquisa e desenvolvimento. O uso do telhado pode ajudar a identificar um recurso que pode ser utilizado para fins múltiplos. Isso é extremamente útil, pois essas relações raramente são identificadas ou documentadas por outro meio (Mirshawka; Mirshawka Junior, 1994).

## 2.4 A LOGÍSTICA

Desde seus primórdios, a humanidade necessitou movimentar e armazenar suas mercadorias, principalmente seus alimentos, porém não éramos capazes de fazer isso de forma eficiente, pois as condições de transporte, armazenamento e movimentação não eram favoráveis.

Pode-se entender que naquela época, mesmo com os pequenos silos feitos cavados em terra o alimento não durava por muito tempo, portanto o que o homem retirava da terra deveria ser consumido quase que imediatamente.

Ao passo que a logística se aperfeiçoava, principalmente através dos militares, outras técnicas de movimentação, armazenagem e transportes também evoluíam. Hoje, dentro de uma economia globalizada, podemos dizer que a logística está estruturada dentro das empresas de modo a trazer uma vantagem competitiva e agregar valor para seus consumidores.

A definição mais abrangente e utilizada sobre logística é a realizada por Carvalho, a mesma segue abaixo.

“Logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos acabados, bem como as informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes” (Carvalho, 2002).

Pode-se enxergar uma grande mudança na complexidade das necessidades do ser humano referente à logística do que era nos seus primórdios e o que vivenciamos nos dias de hoje.

De modo a não transcorrer sobre a logística na sua completude e sua complexidade, neste trabalho, evidencio a relevância dos aspectos que impactam diretamente o planejamento logístico como:

- a) tamanho do novo produto;
- b) escolha de matérias-primas já consolidadas no mercado;
- c) tamanho da embalagem;
- d) formato do novo produto;
- e) relação da quantidade de produto por metro cúbico.

Para a logística assim como para toda a cadeia de suprimento, desenvolver um produto capaz de otimizar os volumes de carga sendo ela do transporte aéreo, terrestre ou marítimo, traz inúmeras vantagens e economias para a organização. Este é um dos objetivos deste trabalho, alinhado com as necessidades dos consumidores, projeta-se um produto que atenda as diversas frentes de uma organização, tais como; atender as necessidades dos consumidores, desenvolver um produto de baixo custo, utilizar tecnologias que colaboram para o meio ambiente, produto com design otimizado para transportes nos pallets PBR nas suas dimensões de (1,00m x 1,20m), entre outros.

### **3 PROPOSTA CONCEITUAL**

#### **3.1 APLICAÇÃO DO CONCEITO DO QFD NA LUMINÁRIA DE MESA**

A primeira fase do QFD foi composta de um formulário, visando a aquisição das características desejadas pelos clientes, o grau de importância de cada item e a análise da concorrência.

Seguindo a metodologia de Govers (1996), estabeleceu-se a luminária como a segmentação de mercado a ser aplicado o método QFD e o público-alvo foram jovens de dezesseis a vinte e cinco anos.

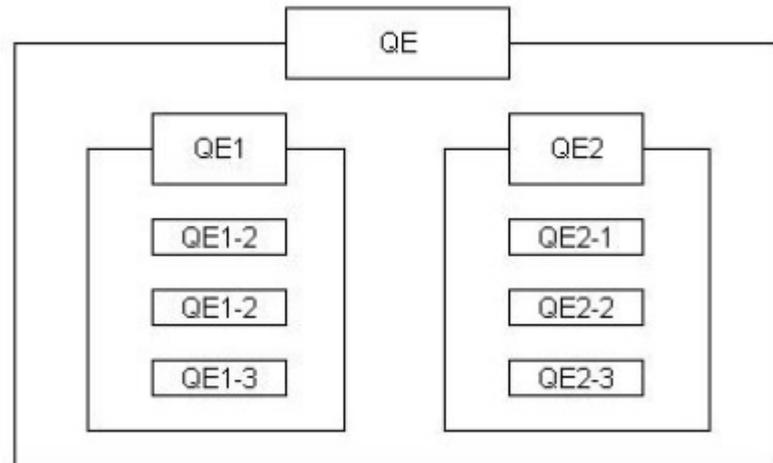
A aquisição da qualidade exigida foi composta de perguntas e respostas ao público alvo, com a finalidade de captar quais características são consideradas na aquisição de uma luminária de mesa.

Para montagem da casa da qualidade seguiu-se a sequência com a determinação da qualidade exigida (O que) pelos clientes, verificação do grau de importância de cada “O que”, ou seja, o peso que cada característica realmente representa para cada cliente, avaliação da qualidade exigida pelos clientes (qualidade planejada), desdobramento das qualidades exigidas (O que) em requisitos técnicos (Como), determinação da relação entre “O que” e “Como”, determinação da qualidade projetada e montagem da matriz de correlação ou telhado.

#### **3.2 CONSTRUÇÃO DA TABELA DE DESDOBRAMENTO DA QUALIDADE EXIGIDA**

Os itens de qualidade exigida com conteúdo similar ou idéias afins foram agrupados em um único título. A partir das respostas obtidas nas entrevistas da avaliação qualitativa, cada resposta foi transcrita para um papel, sendo a seguir todos os papéis organizados por afinidade, segundo metodologia utilizada por Barros (2001). Para isto, cada ficha foi lida cuidadosamente, tentando captar a essência contida em cada idéia. Para isso utilizou-se o diagrama de afinidades mostrado na Figura 7.

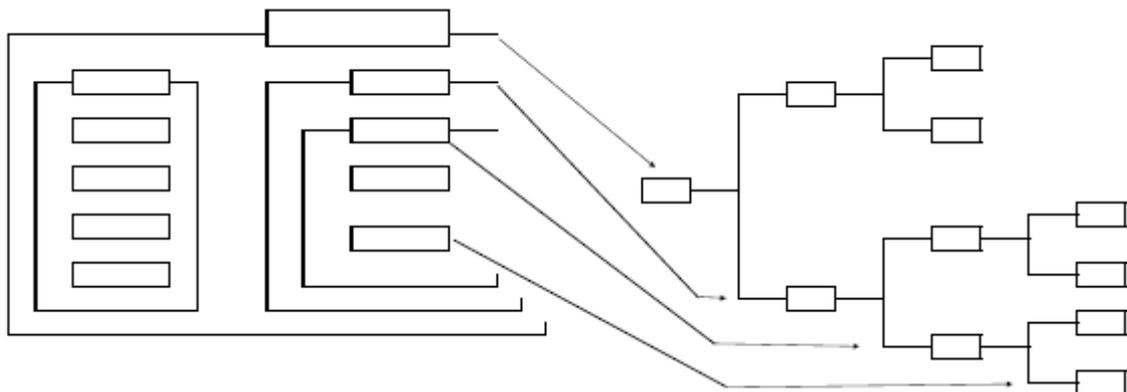
Figura 7 - Diagrama de Afinidades



Fonte: adaptado de Dellaretti Filho, (1996)

A seguir esses itens agrupados, utilizando-se a técnica de diagrama de afinidades, foram organizados na forma de diagrama de árvore, mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama de afinidades e diagrama das árvores



Fonte: adaptado de Dellaretti Filho, (1996)

### 3.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EXIGIDA

No preenchimento dos formulários, estabeleceu-se o grau de importância atribuído a cada item de qualidade avaliado pelo consumidor. Para cada item, o entrevistado atribuía um grau de importância, sendo o peso 1 como pouco importante até o peso 5 como muito importante, apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Grau de Importância para os itens avaliados

<b>Peso</b>	<b>Grau de Importância</b>
1	Pouco importante
2	Menos importante
3	Importante
4	Mais importante
5	Muito importante

Fonte: O autor

### 3.4 QUALIDADE PLANEJADA

A qualidade planejada permitiu, através da opinião dos clientes, o desenvolvimento de cada item de característica exigida. A avaliação da concorrência foi realizada através de um questionamento para os clientes potenciais em relação às luminárias concorrentes. Os entrevistados atribuíram valores de 1 a 5 referentes a cada característica, utilizando a graduação apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Grau de satisfação dos itens avaliados

<b>Peso</b>	<b>Grau de Satisfação</b>
1	Péssimo
2	Ruim
3	Neutro
4	Bom
5	Ótimo

Fonte: O autor

A meta foi estipulada através dos valores para cada qualidade exigida, analisando o grau de importância dada pelos potenciais consumidores e a avaliação comparativa com o concorrente.

A taxa de melhoria para cada item de qualidade exigida foi determinada através da divisão da meta pela avaliação estipulada pelos potenciais consumidores sobre a luminária.

Argumento de venda significa se determinada qualidade exigida possui item atrativo para competitividade no mercado. Os valores são 1,0 para característica que não possua destaque significativo no mercado, 1,2 para itens com características comuns e 1,5 para os itens com características especiais.

O peso absoluto (PA) da qualidade exigida é resultado do produto entre o grau de importância (GI) para o consumidor, a taxa de melhoria (TM) e do argumento de venda (AV), como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Peso absoluto da qualidade exigida

Grau de Importância	Taxa de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo	Priorização	Ranking
3	1,0	1,0	3,0	14%		4
4	1,0	1,2	4,8	23%		2
5	<del>1,2</del>	<del>1,5</del>	= 9,3	44%		1
3	1,3	1,0	4,0	19%		3

5/4=1,25 → Mostra arredondado.

Fonte: Software QFD versão 1.1 free

O peso relativo (PR) é composto pelo peso absoluto da qualidade exigida dividido pela somatória dos pesos absolutos, como mostra a equação (1).

$$PR = PA / (\sum PA) \times 100 \quad (1)$$

### 3.5 EXTRAÇÃO DA QUALIDADE EXIGIDA PARA CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE

Para se executar o desdobramento da qualidade exigida para requisitos técnicos, definiu-se, para cada elemento do quadro original, qual é o elemento correspondente no novo quadro. Assim, para cada qualidade exigida identificaram-se as características da qualidade que podem ser medidas no produto final para se avaliar o atendimento às exigências dos clientes.

A partir do objetivo básico, definiram-se os meios ou estados mais diretamente ligados a ele. Esses meios são medidas que podem ser tomadas para a sua realização (características mensuráveis ou controláveis). Para todo meio que não fazia sentido à realização, este era descartado até que estivessem todas as características da qualidade de acordo com as qualidades exigidas.

### 3.6 CORRELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE E A QUALIDADE EXIGIDA

Para a identificação do nível de relação entre as características da qualidade com as qualidades exigidas, adotaram-se características com correlação forte, moderada e fraca, com pesos de 9, 3 e 1, respectivamente.

### 3.7 QUALIDADE PROJETADA

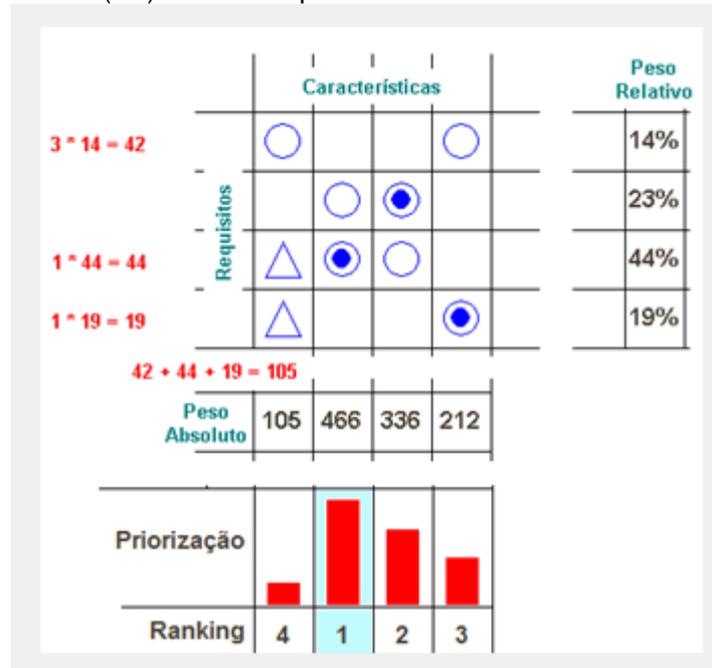
A qualidade projetada são os requisitos técnicos necessários para definição do projeto do produto. Essa etapa da construção da casa da qualidade integrou os pesos absolutos e pesos relativos, classificação dos requisitos técnicos e o ranking geral dos requisitos.

As metas de qualidade devem ser capazes de atender satisfatoriamente as necessidades dos clientes, melhorando a posição competitiva do produto no mercado. Esses valores devem ser orientados pela qualidade planejada (requisitos).

Os pesos absolutos de cada requisito técnico foram obtidos através do somatório do produto do grau de relacionamento entre qualidade exigida e

planejada, onde estes podem assumir os valores (1, 3 e 9) e peso relativo da qualidade exigida, como mostrado na figura 10.

Figura 10 - Pesos absolutos (PA) de cada requisito técnico.



Fonte: Software QFD versão 1.1 free

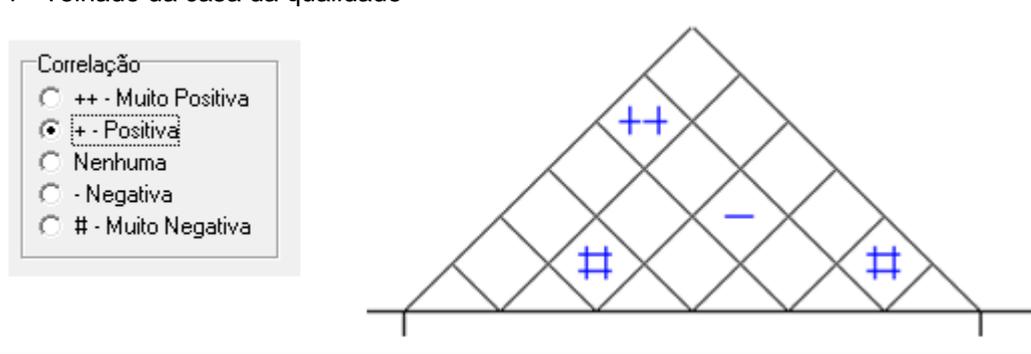
O peso relativo (PR) é composto pelo peso absoluto da qualidade projetada dividido pela somatória dos pesos absolutos, como mostra a equação (2).

$$PR = PA / (\sum PA) \times 100 \quad (2)$$

### 3.8 MATRIZ DE CORRELAÇÕES

Os requisitos técnicos utilizados na casa da qualidade foram correlacionados entre si na matriz de correlações ou telhado da casa da qualidade, para definição das prioridades e da cooperação ou não de cada item. Essas correlações foram obtidas através de pesos atribuídos, podendo ser avaliados como: muito positiva; positiva; nenhuma; negativa; muito negativa, respectivamente como é mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Telhado da casa da qualidade



Fonte: Software QFD versão 1.1 free

### 3.9 DIFICULDADE TÉCNICA

Este fator é uma nota que expressa a dificuldade tecnológica que a empresa terá para obter o valor determinado para a qualidade projetada das características de qualidade com a confiabilidade e o custo planejado.

Dessa forma determinam-se quais são as características que provavelmente exigirão maior comprometimento de esforços e recursos na obtenção da sua qualidade projetada.

O fator de dificuldade técnica é usado no QFD para corrigir o peso das características de qualidade. Entretanto, essa correção do peso de cada característica de qualidade pode ser feita de duas maneiras:

- a) atribui maior importância àquelas características que implicam em uma menor dificuldade técnica.
- b) atribui maior importância àquelas características que para a obtenção da sua qualidade projetada, implicam em uma maior dificuldade técnica.

Neste caso da luminária, utilizarei a segunda opção, porém fica a critério esta escolha, pois a mesma não influencia nos cálculos, ela é apenas representativa.

### 3.10 DIREÇÃO DA MELHORIA

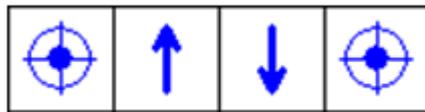
No momento de elaboração do QFD, não se está ainda buscando definir o valor ideal, apenas descobrir como raciocinar para se determinar esse valor ideal.

A direção da melhoria leva à fixação do valor ideal para cada característica da qualidade. As características devem considerar valores contínuos, pois medidas que

verificam apenas a presença ou ausência de um atributo não permitem melhorias contínuas.

Algumas características serão classificadas como “quanto maior, melhor” e outras como “quanto menor, melhor” e, finalmente, algumas como “valor específico, nominal ou alvo”, como ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Indicadores da direção da melhoria



Fonte: Software QFD versão 1.1 free

Caso não se enquadre em nenhuma dessas três classificações, a característica não é utilizada no QFD. Contudo podem-se utilizar técnicas para, a partir desse elemento da qualidade, identificar características técnicas.

## 4 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS CAD E QFD

Apresentada a relevância do desdobramento da função qualidade e a oportunidade que o mercado oferece, esta Seção trata da aplicação das ferramentas do QFD e do CAD. Estas ferramentas darão suporte na fase de desenvolvimento do produto, mais especificamente desde o projeto informacional até o projeto detalhado do produto.

### 4.1 PESQUISA DE MERCADO

A coleta de dados do mercado é sem dúvida uma ferramenta indispensável nos dias de hoje para entender as reais necessidades dos consumidores. A seleção da técnica mais apropriada depende da informação desejada e do orçamento disponível.

Como o trabalho objetiva modelar uma luminária de mesa a partir do estágio zero, as técnicas qualitativas são mais apropriadas, nessa fase, por permitirem a geração de idéias e aprofundamento no ponto de vista do usuário do produto (Cheng, 1995).

O objetivo principal é produzir uma lista de necessidades que seja mais ampla possível, podendo contar com as idéias mais distantes da realidade, sem se preocupar com nada, ou seja, busca-se aprender, simplesmente observando as necessidades dos clientes.

As técnicas de coletas de dados se distinguem em técnicas indiretas e técnicas diretas. As técnicas indiretas, por sua vez, são divididas em documental e bibliográfica. A documental são aquelas que envolvem não só documentos clássicos, mas também filmes, fotos, gravações sonoras, estatuária, padrões arquitetônicos, etc. Suas principais fontes de informação são os arquivos públicos como documentos oficiais, parlamentares e jurídicos. Arquivos particulares, como por exemplo, de instituições financeiras e arquivos estatísticos, como por exemplo, oferecidos pelo IBGE.

As técnicas bibliográficas envolvem toda fonte, já tornada pública, mesmo que não tenha sido utilizada no sentido do estudo. Suas principais fontes de informação são os meios audiovisuais, imprensa escrita, materiais cartográficos, dissertações de

mestrados entre outros.

Já as técnicas diretas, utilizada neste trabalho, podem ser por observação, entrevista, questionário, formulário e medidas de opinião e atitudes.

Apresentarei as características da técnica de formulário, pois é esta técnica que será utilizada para compreender as necessidades dos consumidores da luminária de mesa em estudo.

Um formulário é um instrumento de investigação que visa recolher informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo. Coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, não havendo interação direta entre estes e as pessoas que o respondem. O formulário apresenta como principais vantagens a economia, alcance e o anonimato na maioria dos casos. Suas principais desvantagens são a não resposta e a falta de compreensão, podendo citar a ambiguidade em alguns casos de formulários que não são bem direcionados e desenvolvidos.

Para este trabalho desenvolvi um formulário eletrônico através do site <https://docs.google.com>, no qual utilizei a ferramenta de pesquisa direta chamada Formulário.

O formulário tem dois objetivos distintos; o primeiro é colher as informações mais críticas para o desenvolvimento do modelo em CAD e o segundo é saber qual é a importância que o consumidor dá para cada critério avaliado, baseando-se em uma escala Likert de 1 a 5, onde 1 significa Pouco importante e 5 Muito importante para o uso no QFD.

O formulário completo pode ser acessado através da internet pela página <https://spreadsheets.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dDNmS1h4SIY1Vnp6eXhob3pITINWeHc6MQ>. O mesmo é representado, como apêndice, no final do trabalho.

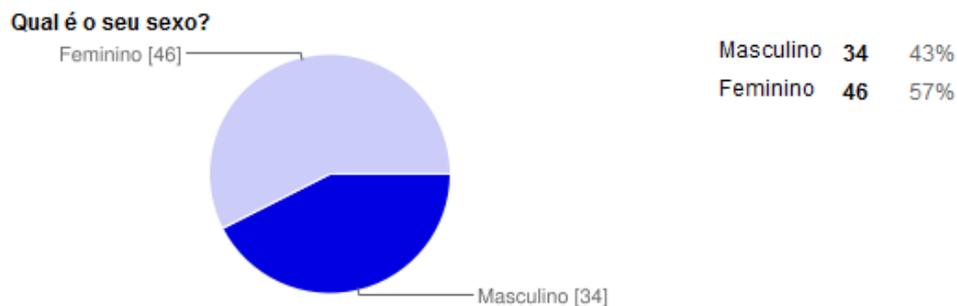
O formulário, como ferramenta de pesquisa, possibilitou a aquisição dos dados necessários, porém, alguns dados não eram pertinentes para a pesquisa visto que o público-alvo era composto apenas de jovens de dezesseis a vinte e cinco anos.

Neste caso foi necessário realizar, antes de qualquer análise, um filtro na pesquisa limitando realmente o público desejado. Em oito dias de divulgação para o

público geral, obteve-se 97 respostas sobre a luminária de mesa, com o seguinte argumento: “Responder o formulário é muito simples, fácil e rápido. Não é necessário se identificar. Basta você responder em cada pergunta, qual o seu ponto de vista para uma LUMINÁRIA DE MESA. O formulário é composto por pares de perguntas. A PRIMEIRA é sobre um atributo da luminária e A SEGUNDA é a importância que esse atributo tem para o produto como um todo, ou seja, esse atributo é realmente importante na escolha/compra de uma luminária de mesa ou nem tanto?”.

Após aplicar o filtro nos dados restaram 80 respostas, ou seja, sobraram 82% da pesquisa e, a partir destas, todo o QFD e o CAD foram elaborados. A figura 13, representada abaixo, é a primeira pergunta do formulário e desta forma apresento todas as outras respostas fazendo uma pequena análise.

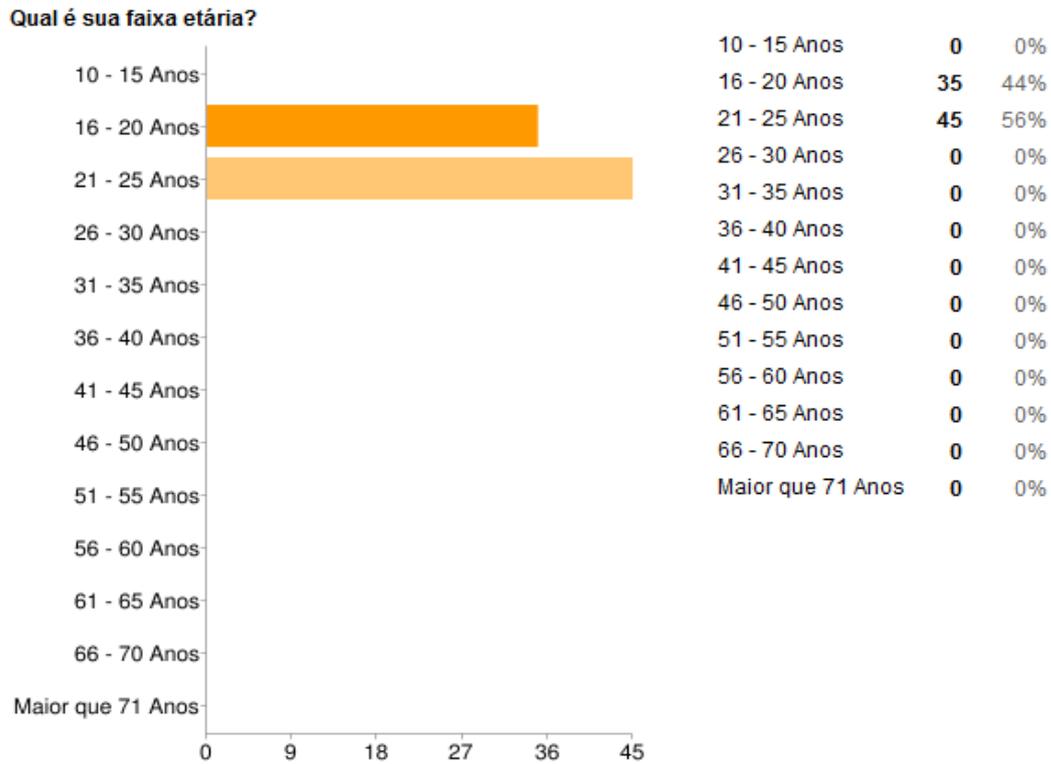
Figura 13 – Resposta quanto ao sexo no formulário



Fonte: O autor

De todas as pessoas que responderam o formulário, nota-se que 57% foram do público feminino. Não há intenção de segmentar o público alvo entre homens e mulheres, porém, o simples fato de obter mais respostas femininas pode representar alguma tendência para as diferentes questões apresentadas no formulário.

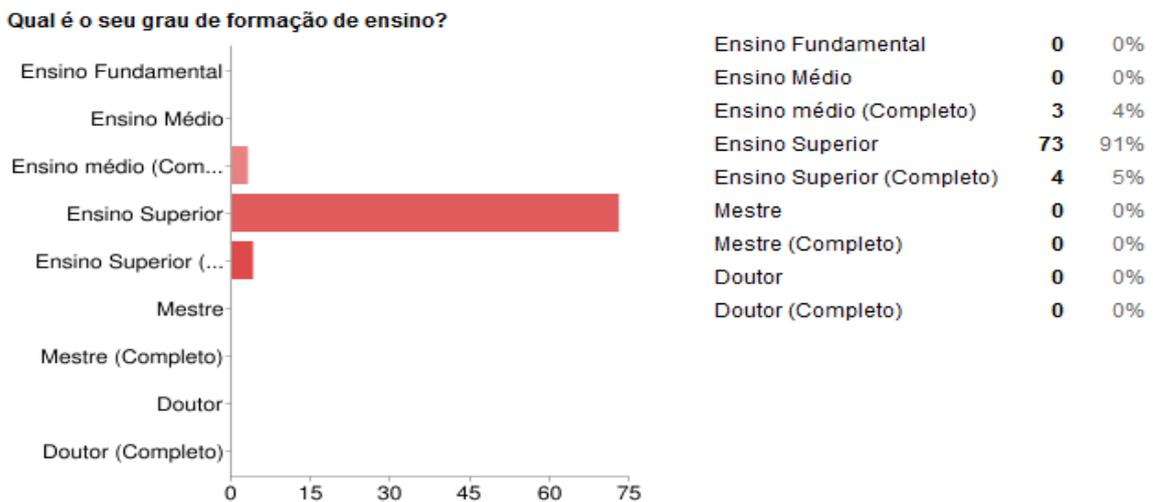
Figura 14 – Resposta quanto à faixa etária no formulário



Fonte: O autor

Depois de aplicar o filtro na idade dos respondentes, segmentando de dezesseis a vinte e cinco anos, a idade de 21 a 26 anos correspondeu a 56% do total.

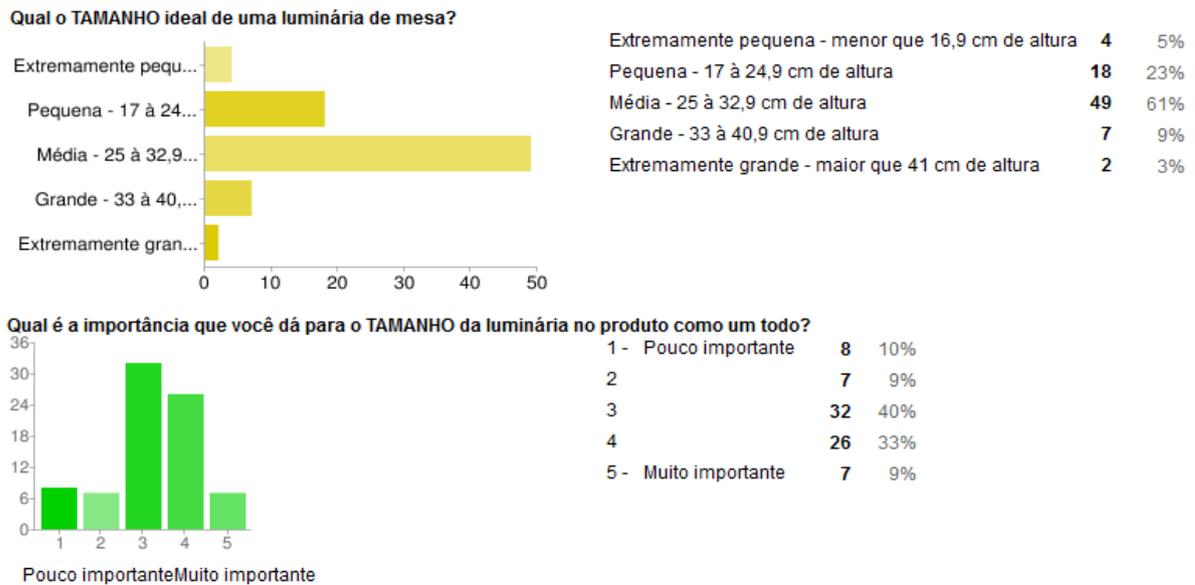
Figura 15 – Resposta quanto à formação de ensino no formulário



Fonte: O autor

Nota-se que o grau de ensino predominante com 91% dos respondentes foi o de ensino superior incompleto. O resto dos 9% foram compostos por pessoas que tinham ensino médio completo e o ensino superior completo.

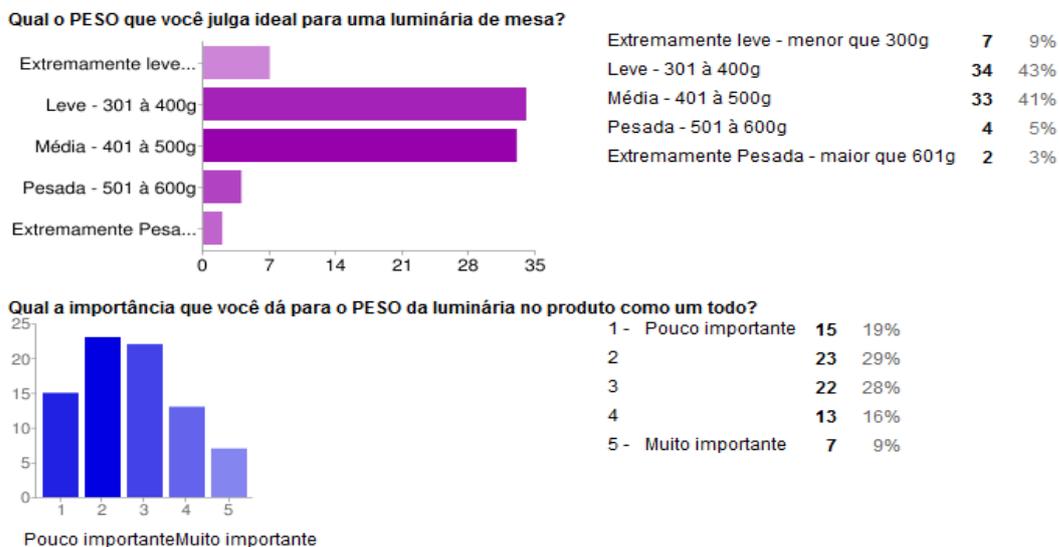
Figura 16 – Resposta quanto ao tamanho ideal no formulário



Fonte: O autor

O tamanho mais desejado pelos respondentes foi o tamanho médio com 61% dos votos. Neste critério foi adotado para tamanho da luminária o valor 3.

Figura 17 – Resposta quanto ao peso no formulário

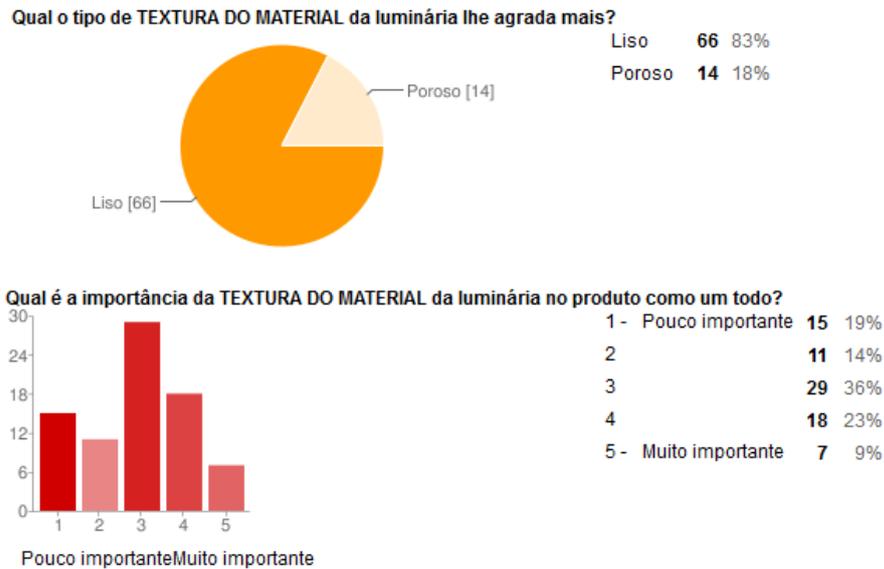


Fonte: O autor

Os pesos leve e médio que variavam 301 a 400g e 401 a 500g respectivamente, ficaram praticamente empatados com 43% para o leve e 41% para o médio.

Neste critério foi adotado para o peso da luminária o valor 2.

Figura 18 – Resposta quanto ao tipo de textura no formulário

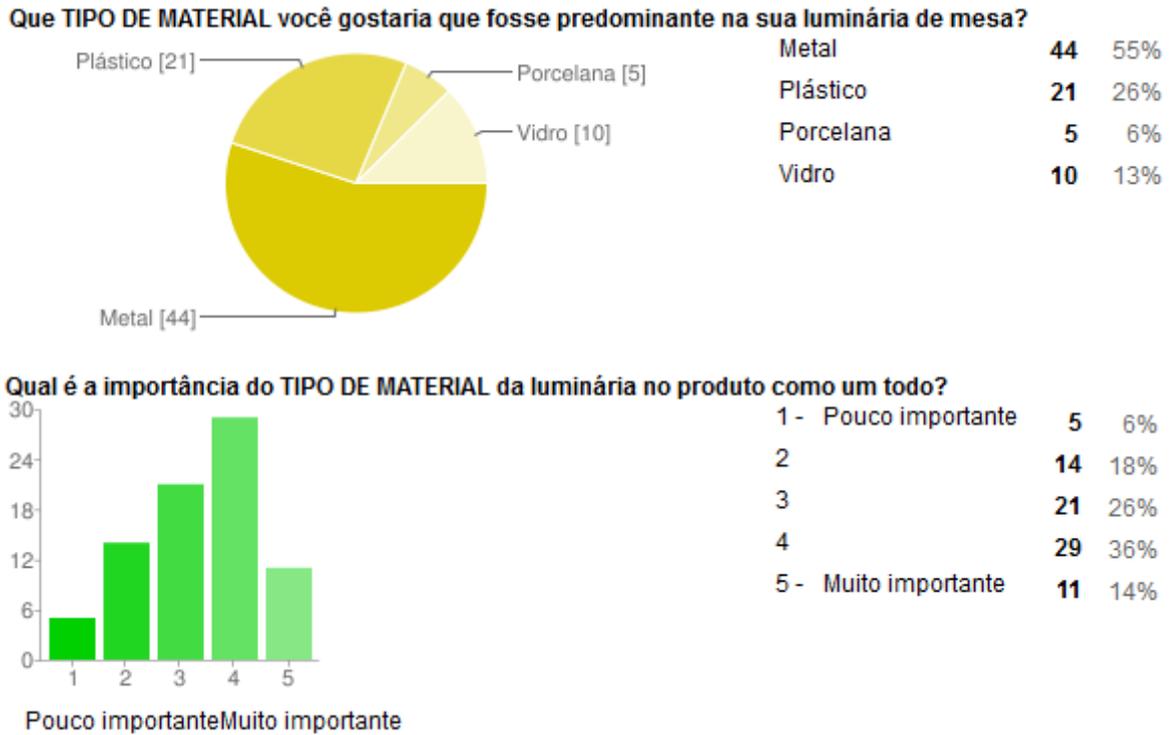


Fonte: O autor

Para a textura do material utilizado na luminária a lisa foi dominante com 83% dos votos.

Neste critério foi adotado para textura da luminária o valor 3.

Figura 19 – Resposta quanto à tipo de material no formulário

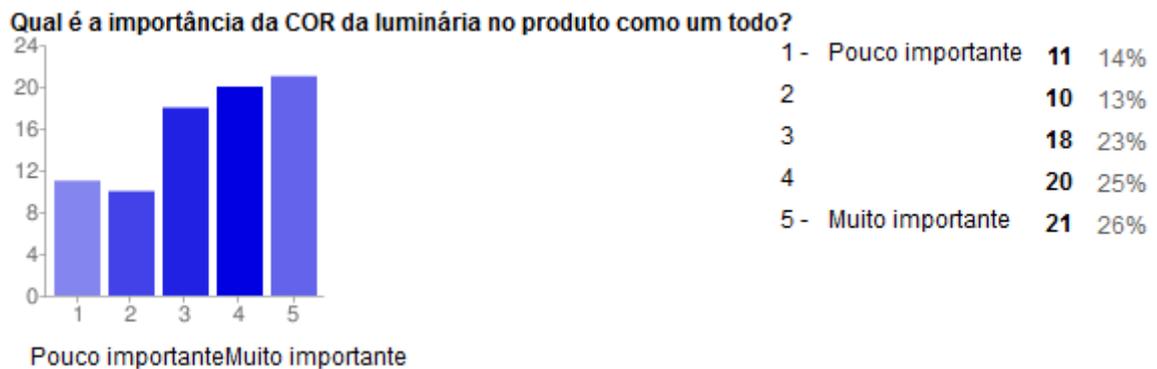
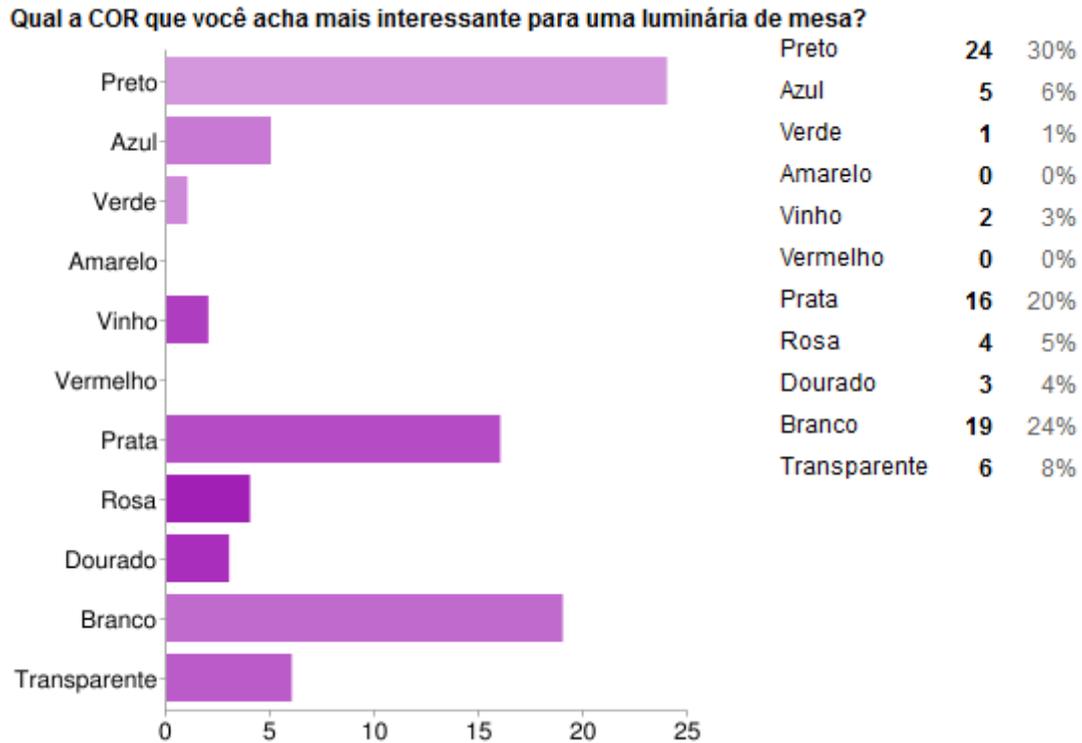


Fonte: O autor

Quanto ao tipo de material utilizado na luminária, o metal foi o mais votado com 55%.

Neste critério foi adotado para o tipo de material da luminária o valor 4.

Figura 20 – Resposta quanto à cor no formulário

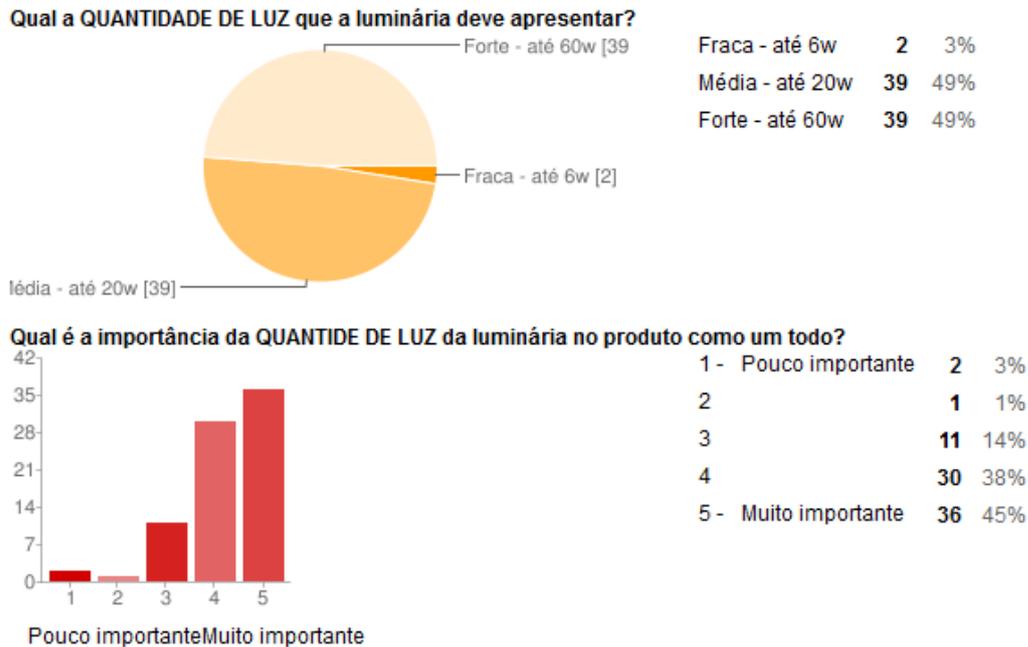


Fonte: O autor

Para as diferentes opções de cores apresentadas, as que mais sobressaíram foram as cores preto, prata e branco, porém a que teve maior número de votos foi a preta com 30%.

Neste critério foi adotado para a cor da luminária o valor 5.

Figura 21 – Pergunta e resposta quanto à quantidade de luz no formulário

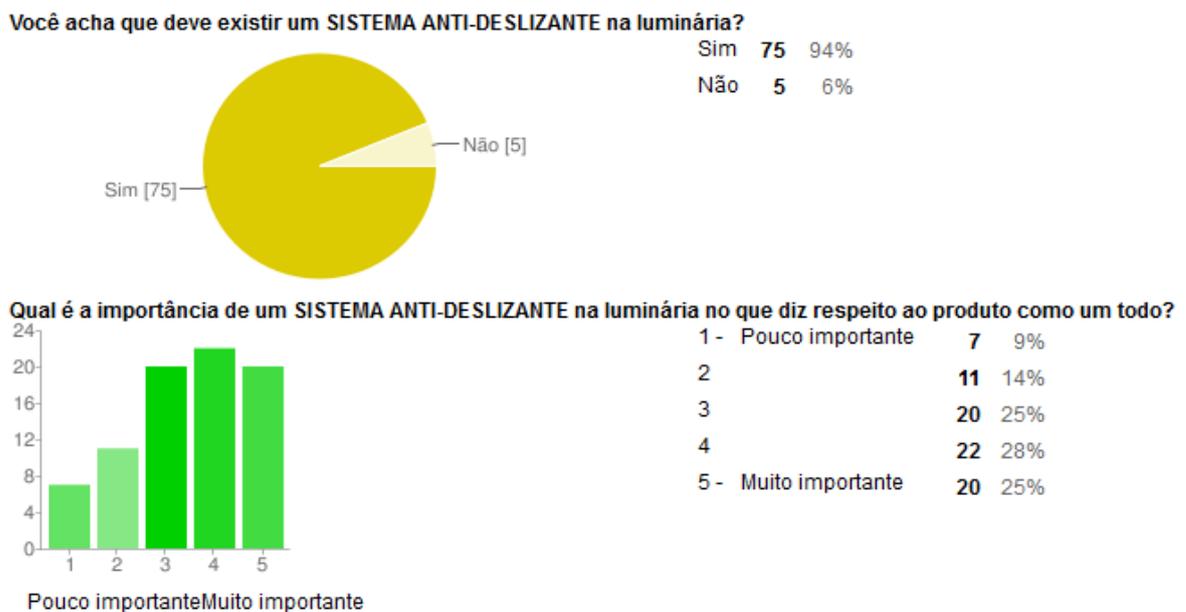


Fonte: O autor

Para o critério de quantidade de luz, os votos ficaram empatados entre média e forte, ambas com 49%.

Neste critério foi adotado para a quantidade de luz da luminária o valor 5.

Figura 22 – Resposta quanto à sistema anti-deslizante no formulário

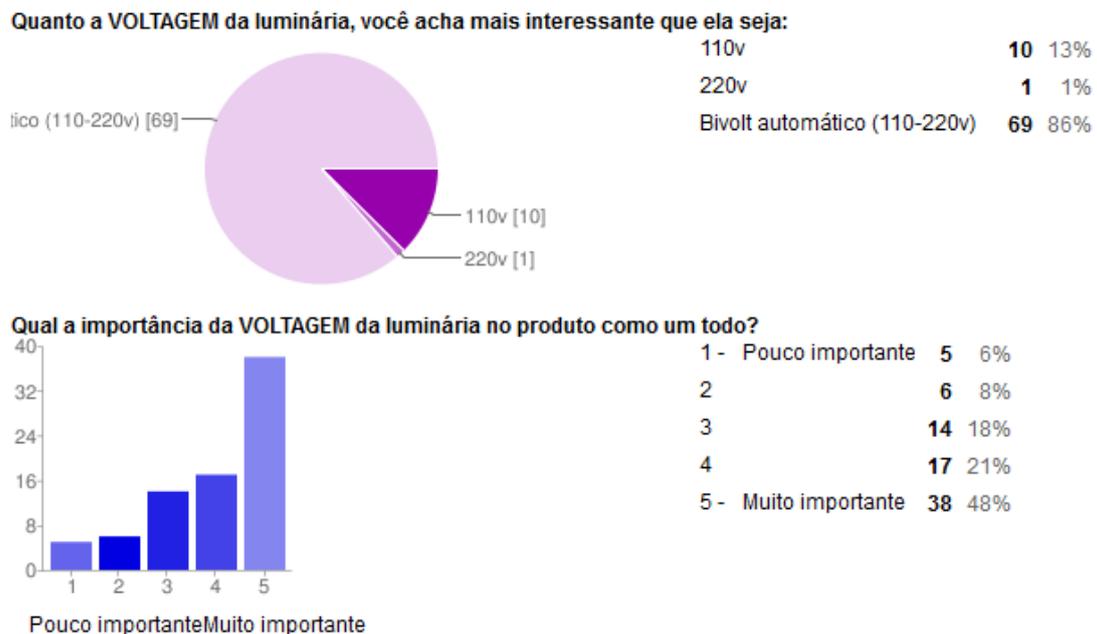


Fonte: O autor

De todos os respondentes apenas cinco achavam que não deveria existir um sistema anti-deslizante, portanto este é um atributo muito provável para fazer parte da solução final.

Neste critério foi adotado para o sistema anti-deslizante da luminária o valor 4.

Figura 23 – Resposta quanto à voltagem no formulário

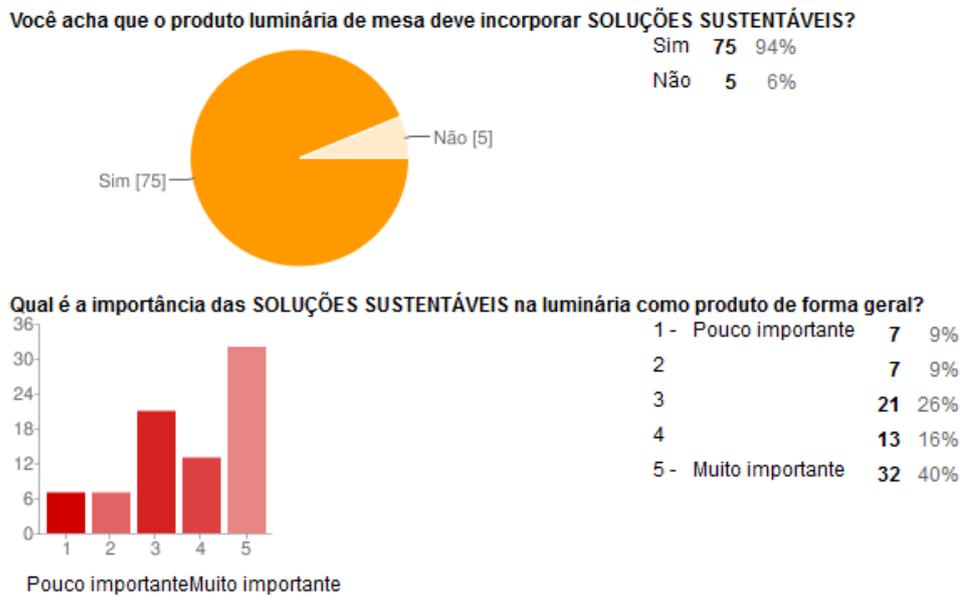


Fonte: O autor

Em relação à voltagem da luminária, já era mais do que esperado que a opção do bivolt automático fosse o mais votado 86%. É claro que essa opção dá mais flexibilidade ao usuário.

Neste critério foi adotado para a voltagem da luminária o valor 5.

Figura 24 – Resposta quanto à soluções sustentáveis no formulário

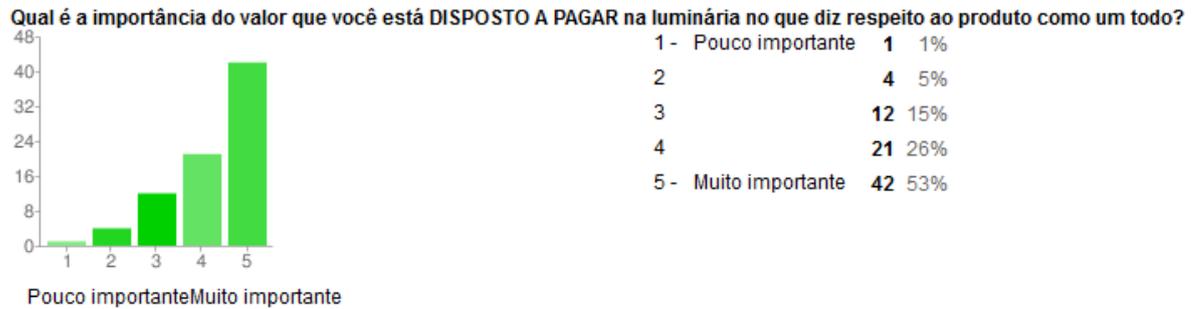


Fonte: O autor

Em tempos de conscientização ambiental era de fato esperado que a incorporação de soluções sustentáveis fosse alta 94%.

Neste critério foi adotado para adoção de soluções sustentáveis na luminária o valor 5.

Figura 25 – Resposta quanto à valor a ser pago no formulário



Fonte: O autor

Com relação ao valor disposto a ser pago pela luminária, 66% aceitam pagar cinquenta reais ou mais. Este valor é um dos maiores condutores para o desenvolvimento de um produto, seja ele uma luminária ou não, pois saber até quanto seu cliente está disposto a pagar lhe dará os limites de materiais, mão de obra, recursos e etc. a serem gastos para fabricar tal produto.

Neste critério foi adotado para o preço de venda da luminária o valor 5.

Figura 26 – Pergunta e resposta quanto a produto descartável no formulário



Fonte: O autor

A necessidade de saber se os respondentes encaravam a luminária de mesa como um produto descartável, implicaria principalmente na seleção dos materiais e processos de fabricação a serem utilizados para a produção. E com 65% dos votos observa-se que os respondentes encaram a luminária como um bem durável, portanto revela-se a importância de utilizar materiais e processos que atendam essa necessidade.

Figura 27 – Texto de agradecimento ao respondente

Obrigado! Sua ajuda no desenvolvimento do meu TCC foi essencial. Att:  
Dominique Altoé Vieira

[Ver respostas anteriores](#)

[Voltar para o formulário](#) | [Crie seu próprio formulário](#)



Fonte: O autor

## 4.2 UTILIZAÇÃO DO CAD PARA A LUMINÁRIA DE MESA

As ferramentas de Projeto Assistido por Computador (CAD) de uma forma genérica permitem que você crie, visualize, salve e compartilhe suas idéias e projetos específicos de arquitetura e engenharia de maneira eficiente, resolvendo complexos problemas e economizando tempo no processo de desenvolvimento de produtos. O Solid Edge versão 19, foi o software do tipo CAD utilizado neste trabalho para criação das peças e dos desenhos técnicos em duas dimensões para modelos tridimensionais.

### 4.2.1 Adequação das exigências do mercado como entradas para o modelo 3D

Como mencionado na pesquisa de mercado, o formulário direcionado aos jovens de 16 a 25 anos, visou justamente entender as necessidades dos consumidores.

Por outro lado, realizei de forma conjunta, um levantamento das luminárias de mesas mais comuns no mercado até R\$ 50,00. A primeira luminária com maior visibilidade foi a Pelicano e a segunda a luminária Viking, ambas tidas como

referência para o comparativo no QFD sendo tratadas como modelo de concorrência direta, as duas luminárias de mesa estão ilustradas abaixo, como é mostrado na figura 28.

Figura 28 – Luminárias de referência no mercado atual



Fonte: O autor

#### 4.2.1.1 Análise das deficiências das luminárias de referência

Não há nada tão bom que não possa ser melhorado. De fato esta frase é muito significativa quando devemos fazer uma análise crítica de produto e/ou serviço que nos é ofertado. Baseado nessa frase, me coloquei na posição de um cliente extremamente rigoroso quanto ao conjunto de soluções ofertadas pelas duas luminárias. O que me ajudou nesta análise foi o fato de eu estar com ambas em mãos, ser usuário e poder realmente sentir suas deficiências.

Segue abaixo primeiro a análise da luminária do tipo Pelicano, em seguida a do tipo Viking.

Para ilustrar melhor os ângulos, eixo de rotação e facilitar a compreensão, coloquei pontos de referência na figura da luminária, como mostra a figura 29.

Figura 29 – Luminária de mesa Pelicano com pontos de referência



Fonte: O autor

O quadro 3 traz as características mais relevantes observadas na luminária de mesa do tipo Pelicano.

Quadro 3 – Deficiências da luminária do tipo Pelicano

#### Luminária de mesa tipo Pelicano

- Falta de um papel “laminado refletivo” na cúpula da lâmpada.
- Ressecamento do plástico interno que segura a lâmpada.
- Problema de contato entre a lâmpada e o bocal, local onde liga-se a lâmpada.
- Limitada rotação em torno do eixo IO em 60 graus.
- Angulação de abertura entre os pontos EÎO em 280 graus.
- Problema de estabilidade do produto dependendo da combinação da posição de abertura dos ângulos AÊI e EÎO.
- Tempo entre ligar o produto no interruptor e a lâmpada acender é de + - 3 segundos.
- Não existe rotação no eixo EI.
- Desgaste prematuro nas articulações do produto.
- Quando a posição do ângulo EÎO for mínima, a cúpula da lâmpada atrapalhará o acesso ao botão liga/desliga podendo realmente ligar ou

desligar o produto.

- Na base do produto não existe uma borra anti-deslizante para dar maior estabilidade e não prejudicar a mesa onde está apoiado.
- O tipo de botão não facilita o ato de ligar e desligar.
- Produto excessivamente grande, dificultando nos processos de estocagem, transporte e manuseio.
- Aceita somente lâmpada fluorescente de formato único de 9W.
- Vida útil média da lâmpada entre 5.000 horas
- Voltagem única de 110 V

Fonte: O autor

A figura 30 ilustra a luminária do tipo Viking e seus pontos de referência para facilitar a compreensão das suas deficiências.

Figura 30 – Luminária de mesa Viking com pontos de referência



Fonte: O autor

O quadro 4 traz as características mais relevantes observadas na luminária de mesa do tipo Viking.

Quadro 4 – Deficiências da luminária do tipo Pelicano

### **Luminária de mesa tipo Viking**

- Falta de um papel “laminado refletivo” na cúpula da lâmpada.
- Angulação de abertura entre os pontos AÊI em 210 graus.
- Problema de estabilidade do produto dependendo combinação da posição de abertura dos ângulos AÊI e EÎO.
- Quando a posição do ângulo AÊI for mínima, corre-se o risco de bater a lâmpada na base do produto e acontecer algum acidente.
- O tipo de botão não facilita o ato de ligar e desligar.
- Produto grande, dificultando nos processos de estocagem, transporte e manuseio.

Fonte: O autor

## 4.3 APLICAÇÃO DO CAD PARA A LUMINÁRIA DE MESA

Alimentado pelas deficiências das luminárias tidas como referência e de forma conjunta, analisadas as necessidades dos consumidores potenciais, iniciei alguns desenhos à mão livre para explorar algumas idéias de projeto para uma nova solução de produto.

Foram observados alguns atributos que poderiam contribuir para o desenvolvimento do novo produto, de acordo com as necessidades do mercado, como mostra o quadro 5.

Quadro 5 – Propostas de melhoria para a nova luminária

### **Proposta de melhoria**

- ✓ Adoção de um anti-deslizante para a base.
- ✓ Adoção de um sistema de iluminação por LED.
- ✓ Adoção de um botão que facilite ligar e desligar o produto.
- ✓ Adoção de materiais sustentáveis.
- ✓ Adoção de um sistema bi-volt.
- ✓ Diminuição das dimensões do produto.

Fonte: O autor

No Solid Edge, cada peça é desenvolvida individualmente no módulo *solid part*, mesmo que esta pertença a um conjunto, ou seja, cada peça da luminária foi modelada separadamente e após todas as peças estarem prontas, estas foram juntadas no módulo *assembly*.

Para esboçar o desenho técnico de cada figura, cada peça foi plotada no módulo *drawing*, desta forma é possível verificar cada cota de cada item.

Antes de mostrar a solução obtida em CAD, segue a *Bill of Materials* (BOM) ou lista dos materiais, no quadro 6, utilizados na luminária. Estes materiais foram todos encontrados no mercado, o que permite dizer que o desenvolvimento do produto é passível de ser feito.

Quadro 6 - *Bill of Materials* (BOM)

<b>Lista dos materiais</b>	
1 -	Par de fio com bitola de 2 mm <sup>2</sup>
1 -	Plug bipolar para tomada
1 -	Transformador 110/220v para 12v
6 -	Parafusos
1 -	Placa de LED com 36 lâmpadas
1 -	Haste flexível
1 -	Botão on/off
4 -	anti-deslizante
1 -	Estanho
1 -	Lingote de alumínio

Fonte: O autor

A figura 31, apresentada a seguir, é dos materiais relatados na (BOM), que foram utilizados no projeto da luminária.

Figura 31 – Itens da *Bill of Materials* (BOM)



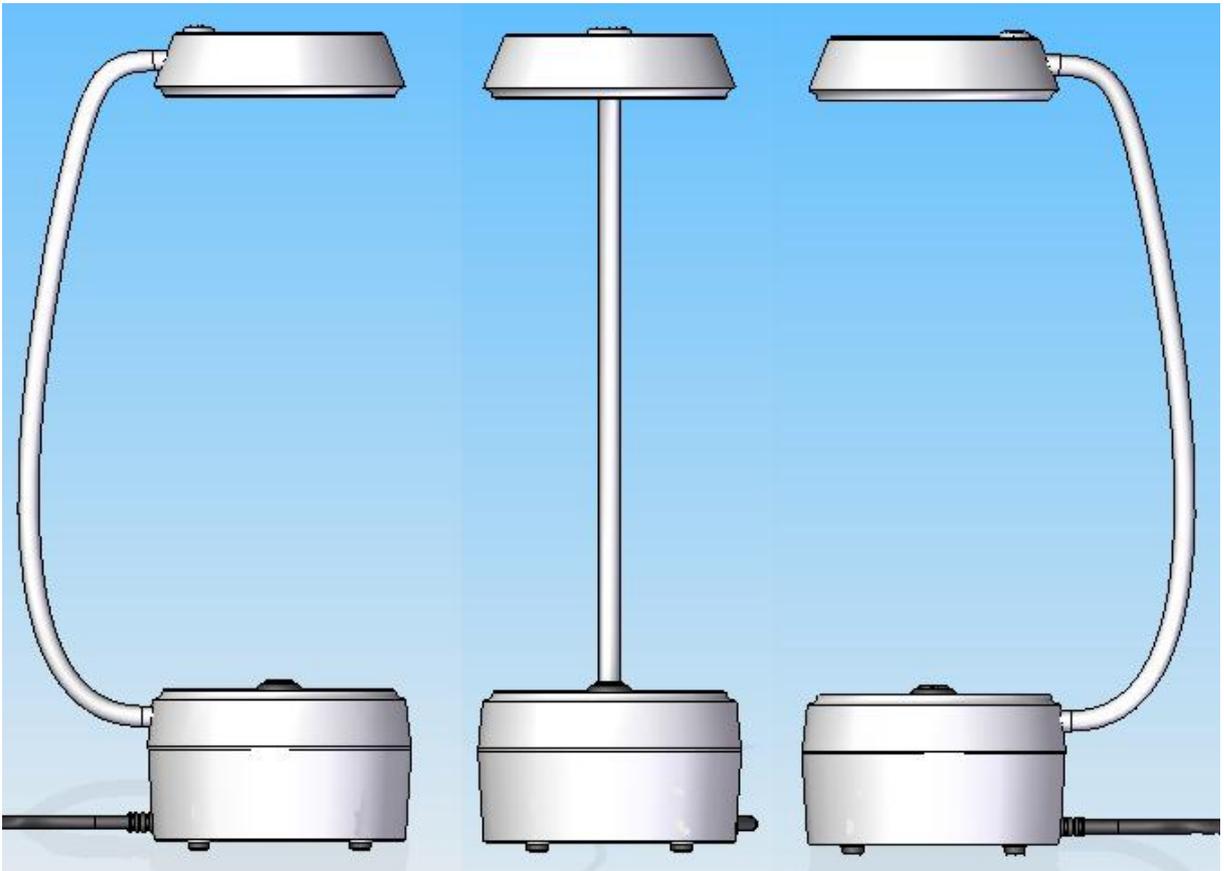
Fonte: O autor

#### 4.3.1 Vistas da solução do produto Luminária de mesa

As vistas da nova concepção da luminária de mesa podem ser feitas tanto em duas dimensões ou em três dimensões. Diferentes pontos de vista como superior, frontal e lateral, em duas dimensões, são normalmente utilizados para a representação do produto na sua ficha técnica, já que neste é necessário a apresentação de suas cotas. Diferente da visualização em duas dimensões, a visualização em três dimensões permite ter uma idéia mais consistente do produto, porém, tecnicamente inviável para representação de cotas.

Para expor o novo design da luminária, dei preferência para as figuras em três dimensões justamente para que houvesse uma idéia mais consistente do produto. A figura 32 traz o modelo concebido no software Solid Edge com as duas vistas laterais e a vista frontal.

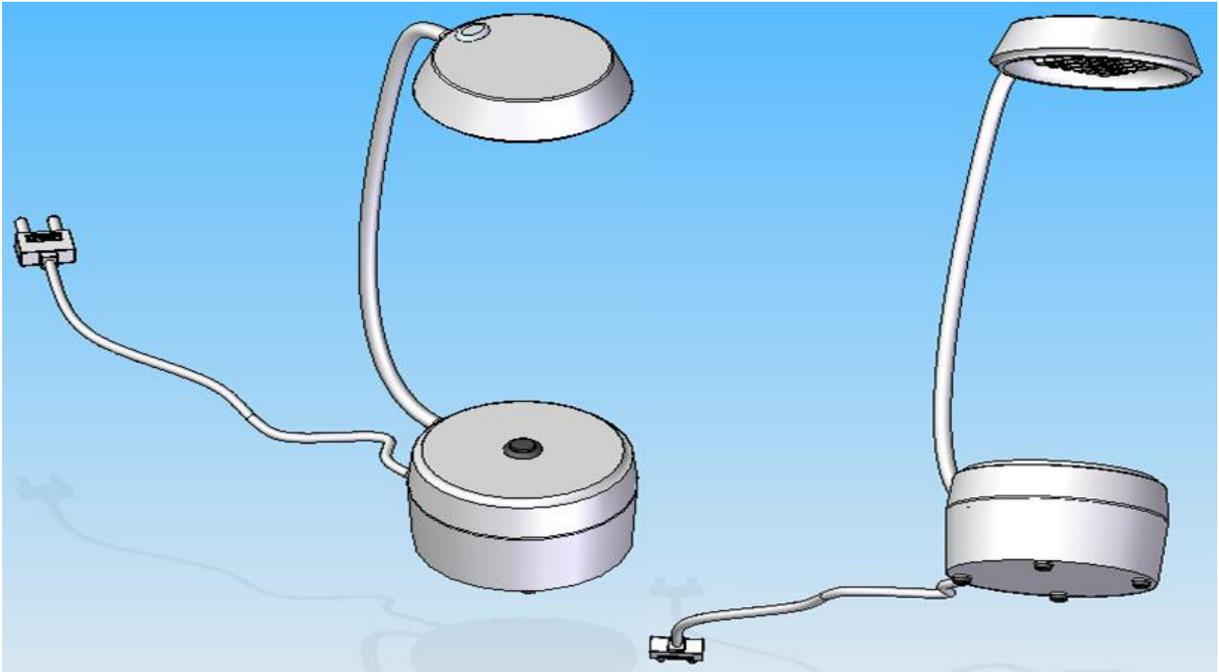
Figura 32 – Vistas laterais e frontal da Luminária de mesa



Fonte: O autor

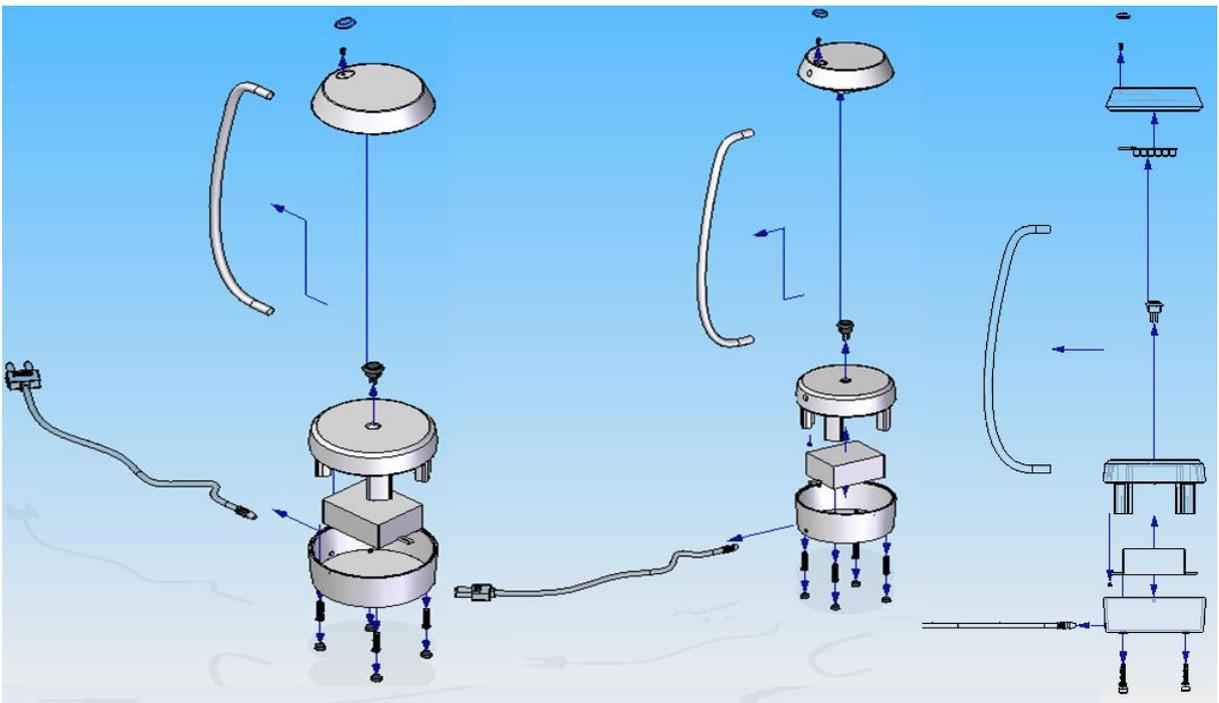
A figura 33 mostra a luminária em perspectiva e a figura 34, mostra a luminária por uma visão explodida.

Figura 33 – Vistas de perspectiva da Luminária de mesa



Fonte: O autor

Figura 34 – Vistas explodida da Luminária de mesa



Fonte: O autor

#### 4.4 APLICAÇÃO DO QFD PARA A LUMINÁRIA DE MESA

A matriz da qualidade apresentado na Figura 35 representa a sistematização do planejamento de produção da luminária de mesa utilizando o método QFD para estabelecimento das características a serem obtidas. A matriz foi decomposta em seis etapas, como mostra o quadro 7, para análise detalhada, seguindo a metodologia de Govers (1996).

Quadro 7 - Etapas e partes constituintes da matriz da qualidade

<b>Etapa</b>	<b>Parte Constituinte</b>
1	Qualidade Exigida
2	Qualidade Planejada
3	Características da Qualidade
4	Matriz de relação
5	Qualidade Projetada
6	Matriz de correlação

Fonte: O autor

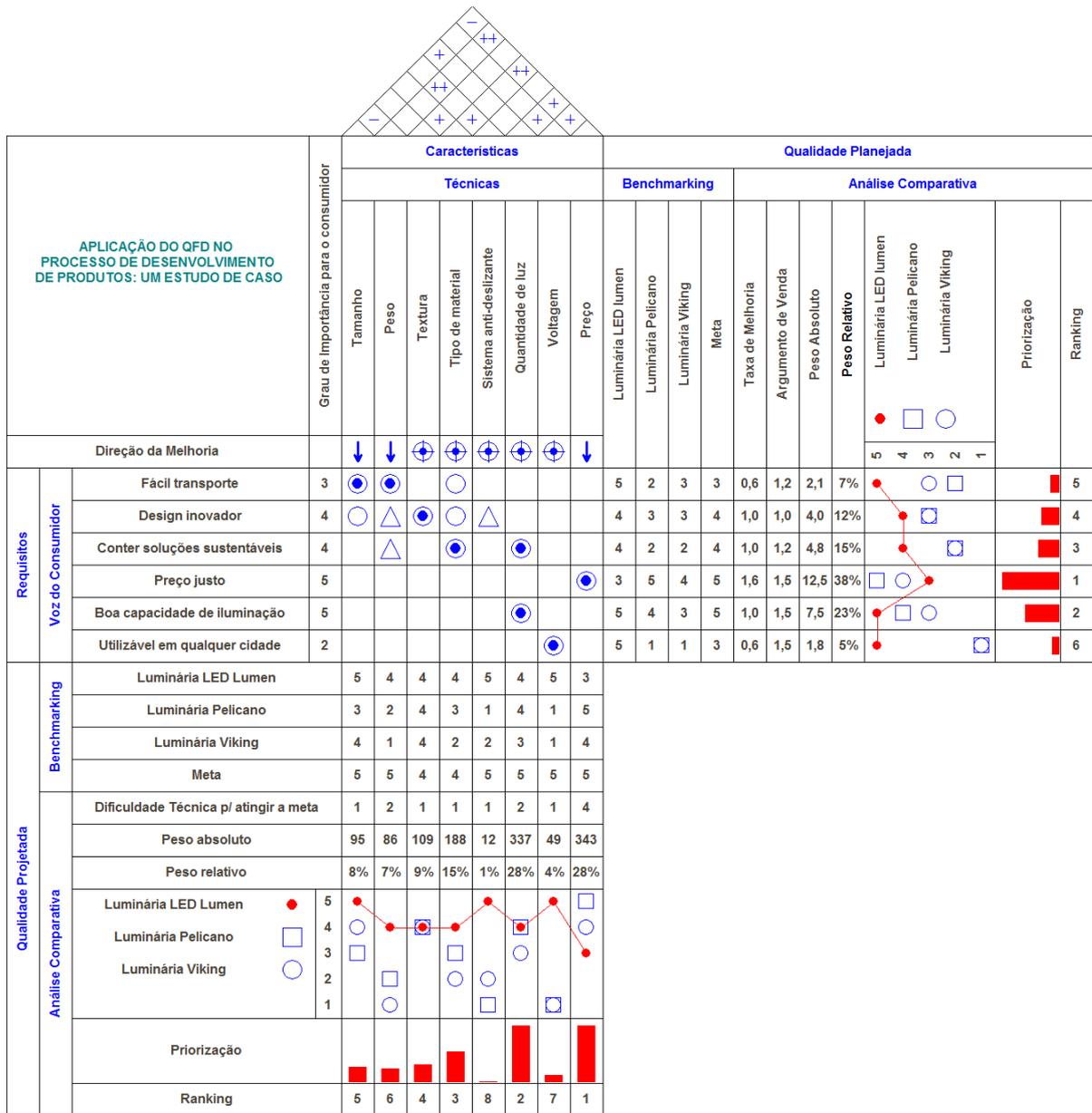
##### 4.4.1 Qualidade exigida e Grau de importância (Etapa 1)

A partir do formulário aplicado aos clientes potenciais da luminária, obtive a lista das qualidades exigidas. Os itens sugeridos e avaliados no formulário foram compostos por: Facilidade de transporte, design inovador, soluções sustentáveis, preço justo, capacidade de iluminação e utilizável em qualquer cidade.

O grau de importância determinado pelos clientes demonstraram que os itens preço justo e boa capacidade de iluminação tiveram como exigências “muito importante” para caracterização da luminária, avaliação 5.

A representação do QFD aplicado à luminária de mesa segue na figura 35.

Figura 35 - Matriz do QFD para luminária de mesa



Fonte: O autor, através do software QFD Versão 1.1 free

#### 4.4.2 Qualidade planejada (Etapa 2)

A qualidade planejada é uma análise crítica das características da luminária oferecida aos seus clientes. Os três itens que obtiveram maior peso relativo nessa etapa foram preço justo com 38%, boa capacidade de iluminação com 23% e conter soluções sustentáveis com 15%.

O comparativo com a concorrência foi realizado procurando determinar a avaliação para cada qualidade exigida pelo cliente. A luminária de mesa para o estudo de caso, intitulada na matriz como “LED Lumen” obteve resultados gerais superiores à concorrência, porém no item preço justo os concorrentes obtiveram avaliação superior em relação à “LED Lumen”.

#### **4.4.3 Requisitos técnicos (Etapa 3)**

A partir do desdobramento da qualidade exigida, foram definidos oito indicadores de qualidade que preencheriam as necessidades dos clientes sendo eles: tamanho, peso, textura, tipo do material, sistema anti-deslizante, quantidade de luz, voltagem e preço. Todas as características da qualidade alocadas nessa etapa foram baseadas em fatores mensuráveis.

#### **4.4.4 Relação entre qualidade exigida e requisitos técnicos (Etapa 4)**

A matriz de relação identifica o nível de relação ou dependência entre uma qualidade exigida e o requisito técnico.

Dentre as qualidades exigidas pelos potenciais clientes: facilidade de transporte, design inovador e conter soluções sustentáveis foram os itens que obtiveram as maiores correlações nos requisitos técnicos.

Para as características da qualidade, o peso e o tipo de material foram os indicadores que possuíram o maior número de correlações com a qualidade exigida pelos clientes.

#### **4.4.5 Qualidade projetada (Etapa 5)**

Os indicadores de qualidade nessa etapa foram classificados segundo o peso relativo obtido para cada característica da qualidade. A classificação, em ordem crescente, apresentou os seguintes indicadores de qualidade:

- a) Preço;
- b) Quantidade de luz;
- c) Tipo de material;

- d) Textura;
- e) Tamanho;
- f) Peso;
- g) Voltagem;
- h) Sistema anti-deslizante.

#### **4.4.6 Matriz de correlação (Etapa 6)**

A matriz de correlação ou telhado da casa da qualidade apresentou a relação existente entre os indicadores de qualidade. O indicador tamanho obteve uma ligação “negativa” com o peso e o preço, e uma ligação “positiva” com a quantidade de luz. O peso obteve duas ligações “muito positiva” com o sistema anti-deslizante e o preço.

O destaque vai para o indicador preço que obteve uma relação “positiva” com voltagem e quantidade de luz, “muito positiva” com tipo de material e peso e uma ligação “negativa” com o tamanho.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta análise dos resultados foi dividida em duas partes, a primeira parte faz um comparativo das duas soluções encontradas no mercado de hoje com a solução obtida em CAD e suas implicações na logística e a segunda parte da análise foi realizada em função dos indicadores do QFD.

### 5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SOLUÇÃO EM CAD E SUAS IMPLICAÇÕES LOGÍSTICAS

O quadro 8 que segue abaixo faz uma comparação entre os atributos técnicos das três luminárias seguindo o que a pesquisa de mercado trouxe como resposta. A primeira coluna diz respeito às características do produto. A segunda coluna considera o atributo que obteve a maior quantidade de votos na pesquisa de mercado. A terceira coluna é a importância que os entrevistados consideraram na escala de um a cinco na pesquisa de mercado e finalmente as últimas três colunas são as luminárias de mesa.

Quadro 8 – Comparativo entre as luminárias

<b>Característica</b>	<b>Ideal</b>	<b>Importância</b>	<b>LED Lumen</b>	<b>Viking</b>	<b>Pelicano</b>
Tamanho	25-32cm	3	sim	não	sim
Peso	301-400g	2	sim*	sim	sim
Textura	Lisa	3	sim	sim	sim
Tipo de material	metal	4	sim	sim	não
Cor	preto	5	sim	sim	sim
Luz	20-60w	5	sim	sim	não
Sist. Anti-deslizante	sim	4	sim	não	não
Voltagem	bi-volt	5	sim	não	não
Preço	até R\$ 50	5	sim*	sim	sim
Total			36	24	18

Fonte: O autor

O (\*) Significa um cumprimento hipotético da característica, pois não foi possível averiguar a veracidade.

O total do quadro foi calculado como a soma das importâncias quando a referida luminária estivesse dentro do ideal, ou seja, quando a luminária atendesse o requisito do mercado, por exemplo: Para a luminária pelicano a soma feita foi  $3+2+3+5+5=18$ .

O quadro 8 mostra que a nova solução em CAD atendeu todas as exigências do mercado somando a quantidade máxima dos 36 pontos. Em seguida a luminária do tipo Viking com 24 pontos e com 18 pontos a pelicano.

Outros resultados obtidos na solução de CAD foram:

- a) a haste flexível eliminou as restrições de direcionamento da luz.
- b) a tampa do produto onde os LEDs são conectados é teoricamente tão leve que não desequilibra a base, não importando a posição da tampa.
- c) devido à substituição da lâmpada fluorescente para o LED e da haste rígida pela flexível, pode reduzir o tamanho do produto a níveis baixíssimos se comparado com os produtos base.
- d) baseado nos dados do fornecedor, as lâmpadas de LED tem uma vida útil de aproximadamente 11 anos.
- e) baseado nos dados do fornecedor, a economia no consumo de energia é em torno de 60% em relação às lâmpadas fluorescentes.
- f) economia em embalagem 73% e redução do volume ocupado do produto embalado em 58%, o que facilita e reduz os custos de paletização, do armazenamento, do transporte e custos totais para a cadeia.
- g) com a troca da lâmpada fluorescente pelo LED, a capacidade luminosa tornou-se aproximadamente três vezes maior.
- h) com o botão de acionamento perpendicular e a adoção do sistema anti-deslizante o produto não se desloca ao acioná-lo.
- i) dentro das soluções sustentáveis pode-se citar a substituição do tipo de lâmpada e a utilização do alumínio que é um metal sempre passível de reutilização.
- j) a altura da luminária (CAD) fechada em relação a Pelicano representa 21% e da Viking 17%.
- k) a altura da luminária (CAD) aberta em relação a Pelicano representa 83% e da Viking 66%.

## 5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO QFD

QFD é uma ferramenta baseada nas necessidades do cliente. Estes clientes mostraram na pesquisa de mercado que tanto o preço justo quanto a boa capacidade de iluminação são características muito importantes, ou seja, peso 5 para o produto em estudo.

Para a qualidade planejada, os três itens que obtiveram maior peso relativo nessa etapa foram preço justo com 38%, boa capacidade de iluminação com 23% e conter soluções sustentáveis com 15%. Mostra também que a solução em CAD só perde em preço para as luminárias concorrentes, hipotético.

Os requisitos técnicos foram elencados para satisfazer a qualidade exigida pelo cliente. Os mesmos requisitos foram utilizados para o formulário como forma de saber qual a real importância de cada um deles.

Dentre as qualidades exigidas pelos potenciais clientes: facilidade de transporte, design inovador e conter soluções sustentáveis foram os itens que obtiveram as maiores correlações nos requisitos técnicos.

Para as características da qualidade, o peso e o tipo de material foram os indicadores que possuíram o maior número de correlações com a qualidade exigida pelos clientes.

A qualidade projetada auxiliou na classificação dos requisitos técnicos, sendo que o preço, a quantidade de luz e o tipo de material foram os três primeiros nesta ordem.

Na matriz de correlação, o destaque foi o preço que obteve uma relação “positiva” com voltagem e quantidade de luz, “muito positiva” com tipo de material e peso e uma ligação “negativa” com o tamanho.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo de caso envolvendo a aplicação de um software de CAD e do QFD para uma nova solução de uma luminária de mesa em relação a suas principais concorrentes evidenciando os ganhos logísticos.

A aplicação do QFD mostrou que ele é um método plausível para auxiliar a gerência no planejamento e garantia da qualidade. À medida que as matrizes são desdobradas, alinhadas com as demandas do cliente, o plano de melhoria surge naturalmente, basta observar a coluna de ranking ou a coluna de priorização.

Na medida em que as ações são dirigidas pelo QFD, onde critérios de priorização são utilizados, obtém-se um plano de ação que possui um foco bem definido. A metodologia torna claros quais os aspectos mais importantes e isso assegura o maior retorno possível aos esforços da equipe técnica no desenvolvimento de novos produtos.

Com o desenvolvimento do produto em CAD foi possível transformar as necessidades dos consumidores em um novo produto mesmo que de forma virtual. As únicas duas características do produto que não foram possíveis de assegurar foram o peso e o valor do produto, para tanto seria necessário outros estudos que não vinham ao caso nesse trabalho.

Mesmo com o valor do produto, supostamente superior ao valor das luminárias tidas como referência, pela quantidade de inovação no âmbito da sustentabilidade e características inovadoras para a redução do consumo de energia elétrica, a luminária idealizada apresenta-se com uma ótima relação custo benefício.

Portanto, é possível concluir que as ferramentas de QFD e CAD, realmente dão um suporte substancial para o projeto no processo de desenvolvimento de novos produtos, pois, a partir delas, foi explorado o mercado e suas necessidades, avaliado os principais concorrentes e suas fraquezas, levantados os materiais necessários para sua confecção e desenvolvido um modelo virtual do produto ideal.

De fato como este é um trabalho acadêmico não foi possível mensurar todos os ganhos logísticos através do modelo em CAD, porém ficaram evidentes os ganhos logísticos possibilitados pelo novo produto, principalmente pelas suas novas dimensões, o que hipoteticamente dizendo, possibilitou ganhos de escala para o transporte e redução global dos preços do produto no mercado.

## REFERÊNCIAS

- AKAO, Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Série Manual de Aplicação do Desdobramento da Função Qualidade. v. 1. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo. Ed. Atlas. 1993
- CARNEVALLI, J. A.; SASSI, A.C.; MIGUEL, P. A. C. Aplicação do QFD no desenvolvimento de produtos: levantamento sobre seu uso e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão e Produção**, v.11, n.1, p.33-49, jan./abr, 2004.
- CARVALHO, José Meixa Crespo de - **Logística**. 3ª ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.
- CLARK. K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance**: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston, Mss.: Harvard Business Press, 1991.
- CHENG, L. C., SCAPIN, C. A., OLIVEIRA, C. A. De, KRAFETUSKI, E., DRUMOND, F.B., BOAN, F. S., PRATES, L. R., VILELA, R. M. **QFD**: Planejamento da Qualidade. Belo Horizonte: UFMG; Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- CHIH CHENG, LIN; DEL REY M. F., LEONEL. **QFD**: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. São Paulo: Edgard Blucher. 2007.
- DELLARETTI FILHO, O. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: UFMG, Fundação Christiano Ottoni, 1996. 183p.
- FLEURY, Paulo F. WANKE, Peter. FIGUEIREDO, Kleber F. (Org). **Logística Empresarial**: a perspectiva brasileira. São Paulo. Ed. Atlas. 2000.
- GOVERS, C.P.M.; What and how about quality function deployment (QFD). **International jornal of production economics**. v.46/47, p.575-585, 1996.
- GUINTA, L.R.; PRAIZLER, N.C. **Manual de QFD**. Rio de Janeiro: LTC, 1993.
- HAKES, C., **Total quality management**: The key to business improvement, New York: 1991.
- LÖFGREN, M.; WITELL, L. Kano's theory of attractive quality and packaging. **The Quality Management Journal**, v.12, n.3, 2005.
- MIGUEL, P. A. C.; TELFSER, M.; MARUCA, A.; GALLONETTI, A.; SARACURA, A., MARTINS, L.; HORI, M., RIBEIRO, P.; CAMPOS, R. DE; MARCONATO, T.; MORA, V. Desdobramento da qualidade no desenvolvimento de filmes flexíveis para embalagens. **Polímeros**, v.13, n.2, p.87-94. abr./jun. 2003.

MIGUEL, P. C., WEIDMANN, A. Construção da casa da qualidade: exemplo didático para o ensino do desdobramento da função qualidade (QFD). **Revista de Ensino de Engenharia**, v.18, n.1, p.41-50, 1999.

MIRSHAWKA, V.; MIRSHAWKA JR. **QFD**, A vez do Brasil: Saiba o que se quer e o que ocorre. São Paulo: Makron Books, 1994.

PUGH, S. **Total desing**: integrated methods for successful product engineering. Reading, HA: Addison Wesley, 1991.

PRIEST, JOHN W. *et al*; **Product Development And Design For Manufacturing: A Collaborative Approach To Producibility And Reli.** Marcel Dekker, 2001.

RODRIGUES P. F., RODOLFO; **Análise do valor**: Processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 1994.

ROZENFELD, HENRIQUE *et al.*. **Gestão de desenvolvimento de produtos uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SIQUEIRA, L. G. P. **Controle estatístico do processo.** São Paulo: Pioneira, 1997.

STAHL, M.J., **Management**: Total quality in a global environment. Tennessee: University of Tennessee, Blackwell Business, 1995.

VIEIRA, DARLI RODRIGUES; MARTEL, ALAN. **Análise e projetos de Redes Logísticas – 2 edição.** São Paulo: Saraiva, 2011.

## Apêndice A – Formulário sobre Desenvolvimento de Produtos



Ficarei muito grato com a sua colaboração para o desenvolvimento do meu TCC.

Responder o questionário é muito simples, fácil e rápido. Não é necessário se identificar.

Basta você responder em cada pergunta, qual o seu ponto de vista para uma LUMINÁRIA DE MESA.

O questionário é composto por pares de perguntas, A PRIMEIRA é sobre um atributo da luminária e A SEGUNDA é a importância que esse atributo tem para o produto como um todo, ou seja, esse atributo é realmente importante na escolha/compra de uma luminária de mesa ou nem tanto?

**\*Obrigatório**

**Qual é o seu sexo? \***

- Masculino
- Feminino

**Qual é sua faixa etária? \***

- 10 - 15 Anos
- 16 - 20 Anos
- 21 - 25 Anos
- 26 - 30 Anos
- 31 - 35 Anos
- 36 - 40 Anos
- 41 - 45 Anos
- 46 - 50 Anos
- 51 - 55 Anos
- 56 - 60 Anos
- 61 - 65 Anos
- 66 - 70 Anos
- Maior que 71 Anos

**Qual é o seu grau de formação de ensino? \***

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino médio (Completo)
- Ensino Superior
- Ensino Superior (Completo)
- Mestre
- Mestre (Completo)
- Doutor
- Doutor (Completo)

**Qual o TAMANHO ideal de uma luminária de mesa? \***

Altura correspondente à posição da lâmpada.

- Extremamente pequena - menor que 16,9 cm de altura
- Pequena - 17 à 24,9 cm de altura
- Média - 25 à 32,9 cm de altura
- Grande - 33 à 40,9 cm de altura
- Extremamente grande - maior que 41 cm de altura

**Qual é a importância que você dá para o TAMANHO da luminária no produto como um todo? \***

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

**Qual o PESO que você julga ideal para uma luminária de mesa? \***

- Extremamente leve - menor que 300g
- Leve - 301 à 400g
- Média - 401 à 500g
- Pesada - 501 à 600g
- Extremamente Pesada - maior que 601g

**Qual a importância que você dá para o PESO da luminária no produto como um todo? \***

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

**Qual o tipo de TEXTURA DO MATERIAL da luminária lhe agrada mais? \***

- Liso
- Poroso

**Qual é a importância da TEXTURA DO MATERIAL da luminária no produto como um todo? \***

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

Que TIPO DE MATERIAL você gostaria que fosse predominante na sua luminária de mesa? \*

Metal ▾

Qual é a importância do TIPO DE MATERIAL da luminária no produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar Continuar »

Qual a COR que você acha mais interessante para uma luminária de mesa? \*

Preto ▾

Qual é a importância da COR da luminária no produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar Continuar »

Qual a QUANTIDADE DE LUZ que a luminária deve apresentar? \*

Força da Lâmpada, essa escolha impactará na quantidade de luz que ela irá fornecer.

- Fraca - até 6w
- Média - até 20w
- Forte - até 60w

Qual é a importância da QUANTIDADE DE LUZ da luminária no produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar Continuar »

Você acha que deve existir um SISTEMA ANTI-DESLIZANTE na luminária? \*

Esse sistema ajuda a luminária não escorregar em diferentes tipos de superfícies.

Sim ▾

Qual é a importância de um SISTEMA ANTI-DESLIZANTE na luminária no que diz respeito ao produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar Continuar »

Quanto a **VOLTAGEM** da luminária, você acha mais interessante que ela seja: \*

- 110v
- 220v
- Bivolt automático (110-220v)

Qual a importância da **VOLTAGEM** da luminária no produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

Você acha que o produto luminária de mesa deve incorporar **SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS**? \*

- Sim
- Não

Qual é a importância das **SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS** na luminária como produto de forma geral? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

Idealizado a luminária de mesa do seu dia-a-dia, até quanto você estaria **DISPOSTO A PAGAR** por ela? \*

R\$ 20,00 ▼

Qual é a importância do valor que você está **DISPOSTO A PAGAR** na luminária no que diz respeito ao produto como um todo? \*

1 2 3 4 5

Pouco importante      Muito importante

« Voltar

Continuar »

Você julga o produto luminária de mesa como um **PRODUTO DESCARTÁVEL**? \*

Ou seja, quando ele parar de funcionar você prefere jogar fora e comprar outro do que tentar arrumar.

Sim ▼