



MÉTODO DE ANÁLISE PARAMÉTRICA DO DESIGN:
Modelo Fuzzy para avaliação de produtos

Marcos Kazuiti Mitsuyasu

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadores: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Ricardo Wagner

Rio de Janeiro

Outubro de 2013

MÉTODO DE ANÁLISE PARAMÉTRICA DO DESIGN:
Modelo Fuzzy para avaliação de produtos

Marcos Kazuiti Mitsuyasu

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Francisco Antonio Doria, D.Sc.

Prof. Marcello Silva e Santos, D.Sc.

Prof. Mario Cesar Rodrigues Vidal, D.Ing.

Dr. Ricardo Kubrusly, Ph.D.

Prof. Ricardo Wagner, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
OUTUBRO DE 2013

Mitsuyasu, Marcos Kazuiti

Método de Análise Paramétrica do Design: Modelo Fuzzy para avaliação de produtos / Marcos Kazuiti Mitsuyasu. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XIII, 230p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Ricardo Wagner

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 222-230.

1. Método de Design de produtos. 2. Lógica Fuzzy. 3. Desenho industrial. I. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. II. Título.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

METODO DE ANÁLISE PARAMÉTRICA DO DESIGN:
Modelo Fuzzy para avaliação de produtos

Marcos Kazuiti Mitsuyasu

Outubro/2013

Orientadores: Carlos Alberto Nunes Cosenza
Ricardo Wagner

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho desenvolve um Método de Design de produtos industriais com auxílio da Lógica Fuzzy como ferramenta de decisão na escolha das melhores alternativas de solução. A Lógica Fuzzy entra como fator inovador no processo criativo e na delimitação dos aspectos subjetivos envolvidos no desenvolvimento de novos produtos. Em associação com os métodos de análise paramétrica, esta pesquisa pretende demonstrar como a Lógica Fuzzy pode somar e complementar os métodos existentes.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

METHOD OF DESIGN PARAMETRIC ANALYSIS :
Fuzzy Model for Evaluation of Products

Marcos Kazuiti Mitsuyasu

October/2013

Advisors: Carlos Alberto Nunes Cosenza
Ricardo Wagner

Department: Production Engineering

This work develops a method for the Design of industrial products with the aid of Fuzzy logic as a tool for decision in choosing the best alternatives of solutions. Fuzzy logic enters as innovative factor in the creative process and the delineation of subjective aspects involved in the development of new industrial products. Combined with classical methods, this research aims to demonstrate how fuzzy logic has add and complement the existing one.

À minha mãe querida.
Ao meu pai, que Deus o abençoe.
À Michele, querida esposa, companheira e cúmplice.
À toda a minha família.
Aos amores da minha vida. Nina e Belly.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Ricardo Wagner por ser crítico, disciplinador e grande amigo ao longo desses 20 anos de convivência. Ricardo é amigo mesmo. Demonstrou isso novamente nessa nova empreitada que o destino me reservou. Estamos juntos nessa amigo e vamos em frente para grandes feitos.

Agradeço a Lindalva, não sei porque tantas pessoas ficam intimidadas com ela. Por trás daqueles olhos severos existe uma pessoa muito doce e eficiente.

Agradeço a Perla, amor de pessoa, uma legítima integrante dos Cosenza, a modernidade dos novos tempos não a intimidou. Relatório para imprimir? Com ela mesmo. Reuniões, e-mails? Ela resolve tudo, quando não, se desculpa como se fosse algo extremamente penoso. Obrigado.

Fábio Krykhtine, ele não sabe, mas é meu novo amigo e uma bela surpresa, jovem mas com uma seriedade leve, típica dos novos talentos, sem ele essa dissertação não teria evoluído nessa velocidade. Obrigado.

Agradeço ao INT (Instituto Nacional de Tecnologia) e ao INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), por terem cedido informações valiosas sobre os produtos analisados nessa dissertação.

Ao meu amigo e sócio Alfredo, obrigado por ser amigo de verdade.

Não posso deixar de lembrar de três pessoas que marcaram o meu início no mundo das Ciências:

Estevão Neiva de Medeiros, agradeço a oportunidade, sem dúvida, eu tive sorte de encontrar pessoas de excelente caráter. Que Deus o abençoe.

Miguel de Simoni, acho que ele foi, em grande parte, o responsável por eu continuar na vida acadêmica, sua personalidade visceral e humana, me fizeram enxergar a ciência de uma maneira impar. Que Deus o abençoe.

Mario Vidal, eu fiquei um pouco desapontado pois depois de 13 anos você não me reconheceu. Acho que estou sendo muito exigente. Confesso que ficava apreensivo em suas aulas de Engenharia Cognitiva, mas ao mesmo tempo bastante interessado pelas questões colocadas nos inúmeros artigos que líamos juntos.

Peço desculpas a todos da área de Engenharia de Produção que não mencionei.

Meu muito obrigado.

Agradecimento especial

Agradeço imensamente, ao professor Carlos Alberto Cosenza por ter me proporcionado a oportunidade de seguir meu caminho de forma graciosa e inteligente. Sempre acessível nunca deixou um questionamento sem resposta. Ativo e enérgico no cotidiano, me impressionou positivamente como um grande exemplo a seguir. Uma das coisas que nunca se vão, são os laços de amizade que durante esse período de doutoramento foram irretocáveis. O Professor Cosenza como gosta de ser chamado, é simples mas não simplista. É simpático mas bastante crítico nos seus argumentos, provavelmente pelos anos de experiência e sua grande capacidade de se renovar.

Deixo aqui um pequeno registro de quem vai levar pra sempre esse olhar jovem e indecifrável.

Obrigado Cosenza,

Para quem o tempo é apenas uma abstração Fuzzy!

Sumário

| | |
|---|-----------|
| Agradecimentos..... | VII |
| Agradecimento especial..... | VIII |
| Introdução..... | 1 |
| A escolha do tema..... | 4 |
| Problematização..... | 5 |
| Abrangência e limitações do tema..... | 6 |
| Justificativa..... | 7 |
| Objetivos..... | 10 |
| Hipóteses..... | 10 |
| | |
| Capítulo 1..... | 12 |
| Métodos de Design de produtos..... | 12 |
| Métodos de projeto de produto no mundo..... | 13 |
| Métodos de projeto de produto no Brasil..... | 15 |
| O método geral de Análise Paramétrica do Design..... | 19 |
| Tabela 1 - Fases e Etapas do Processo de Design associado com Análise Paramétrica..... | 21 |
| TABELA 2: Parâmetros Quantitativos para Avaliação de Critérios Qualitativos..... | 24 |
| TABELA 3: Configuração Básica das Propriedades Estéticas do Design, Orientações e Métodos..... | 25 |
| Desenvolvimento e aperfeiçoamento do Design..... | 27 |
| Sobre o parâmetro Estética..... | 30 |
| Definição..... | 31 |
| Desenvolvimento dos atributos estéticos..... | 33 |
| Condicionantes do estilo..... | 34 |
| Simbologia e semântica..... | 36 |
| Percepção estética..... | 38 |
| Complexidade e ordenação..... | 40 |
| Cores..... | 42 |
| Outras recomendações importantes..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Capítulo 2 | 48 |
| O que é Lógica Fuzzy? | 48 |
| Alguns antecedentes e uma sumária visão | 50 |
| Lógica Fuzzy: conceituação | 53 |
| Princípios básicos da teoria Fuzzy | 55 |
| As três principais características da teoria Fuzzy | 56 |
| Por que Fuzzy? | 56 |
| Crisp <i>versus</i> Fuzzy | 57 |
| Lógica Fuzzy: aplicações atuais e perspectivas futuras | 58 |
| Modelo Fuzzy | 60 |
| | |
| Capítulo 3 | 63 |
| Método de Design de produtos com auxílio da Lógica Fuzzy | 63 |
| Modelo computacional do método de projetos Fuzzy | 64 |
| Questionário MAP com aplicação da Lógica Fuzzy | 66 |
| Modelo Fuzzy – base teórica | 75 |
| Teoria dos conjuntos Fuzzy aplicada | 75 |
| Números Fuzzy | 76 |
| Variáveis linguísticas | 77 |
| Métodos e procedimentos | 78 |
| Parâmetros e sub-parâmetros | 78 |
| Estudo de caso – Garrafa térmica com ampola | 80 |
| Estudo sobre garrafas térmicas com ampola no Brasil – INMETRO | 84 |
| Normas e documentação de referência | 84 |
| Laboratório responsável | 84 |
| Marcas analisadas | 84 |
| Ensaio realizados | 85 |
| Resultados obtidos | 86 |
| Normas NBR sobre garrafas térmicas | 87 |
| | |
| Resultados da avaliação dos parâmetros Fuzzy | 88 |
| Modelo 1 – Garrafa térmica com ampola de vidro – Hermética (G1) | 88 |
| Avaliador 1 – Modelo 1 da garrafa hermética | 89 |
| Avaliador 2 – Modelo 1 da garrafa hermética | 92 |

| | |
|--|------------|
| Avaliador 3 – Modelo 1 da garrafa hermética..... | 95 |
| Gráfico comparativo entre os avaliadores | 115 |
| Modelo 2 – Garrafa térmica com ampola de vidro – Hermética (G2) | 116 |
| Avaliador 1 – Modelo 2 da garrafa hermética..... | 117 |
| Avaliador 2 – Modelo 1 da garrafa Hermética..... | 120 |
| Avaliador 3 – Modelo 1 da garrafa hermética..... | 123 |
| Gráfico comparativo entre os avaliadores | 143 |
| Modelo 1 – Garrafa térmica com ampola de vidro – Bomba (G1) | 144 |
| Avaliador 1 – Modelo 1 da garrafa de bomba..... | 145 |
| Avaliador 2 – Modelo 1 da garrafa de bomba..... | 148 |
| Avaliador 3 – Modelo 1 da garrafa de bomba..... | 151 |
| Gráfico comparativo entre os avaliadores | 171 |
| Modelo 2 – Garrafa térmica com ampola de vidro – Bomba (G2) | 172 |
| Avaliador 1 – Modelo 2 da garrafa de bomba..... | 173 |
| Avaliador 1 – Modelo 2 da garrafa de bomba..... | 176 |
| Avaliador 3 – Modelo 2 da garrafa de bomba..... | 179 |
| Modelo 2 – Garrafa térmica de bomba..... | 198 |
| Gráfico comparativo entre os avaliadores | 199 |
| Apresentação dos resultados | 200 |
| Número Fuzzy final para os quatro modelos de garrafas térmicas analisadas | 200 |
| Gráfico comparativo entre os quatro modelos de garrafas térmicas analisadas | 201 |
| Número Fuzzy final para as garrafas térmicas hermética e com bomba..... | 202 |
| Gráfico comparativo entre as garrafas térmicas hermética e com bomba..... | 203 |
| Tabela Comparativa – projetista X consumidor..... | 204 |
| Gráfico comparativo – projetista X consumidor | 205 |
| Tela do modelo computacional | 206 |
| comparativo – usabilidade X produção | 207 |
| Comparativo – sustentabilidade x custo X estética | 208 |
| Resumo dos resultados | 209 |

| | |
|---|-----|
| Conclusões | 211 |
| O Design brasileiro | 211 |
| Análise Paramétrica | 211 |
| A Lógica Fuzzy | 212 |
| O Modelo Fuzzy para análise de produtos | 213 |
| Aplicações futuras | 213 |
| | |
| Glossário de termos técnicos | 214 |
| | |
| Referências bibliográficas | 222 |

Introdução

Em face a crescente demanda por novos produtos e de acordo com a nova realidade do cenário mundial por produtos sustentáveis, maior interação com seus usuários e uma acirrada disputa entre mercados, o design de produtos se torna mais importante e necessário a cada dia.

Nessa conjuntura, o uso de métodos científicos para o desenvolvimento de novos produtos industriais passa a ser o ponto chave para a estruturação e sistematização das inúmeras atividades envolvidas.

Contudo há diversos fatores relacionados na produção de um artefato, desde fatores bem objetivos ou aqueles que são analisados além das expectativas. Entre os objetivos, podemos citar o custo da produção, sua manutenção etc. Ou mesmo parâmetros nebulosos, de difícil medição, como o fator estético e as inúmeras relações entre usuário e o objeto, a usabilidade.

A Lógica Fuzzy vem ganhando notoriedade no mundo acadêmico e industrial. Suas aplicações nos processos tecnológicos são infinitas. A partir do momento que novas formas de aplicação vêm aparecendo, mais campos de ações estão prontos a se desenvolverem progressivamente. A base da intervenção dos conjuntos Fuzzy ocorre em vários campos: tomada de decisões, controle, determinação locacional etc.

A tomada de decisão nos fornece uma gama enorme de aplicabilidade. Varia desde um simples problema computacional, do tipo IF/THEN (Se/Então) até mesmo no uso em inteligência artificial para controles de malhas metroviárias, como a estação de Sendai, no Japão, por exemplo.

No campo do Design de produtos, as inferências também podem ser inúmeras. A ciência sempre contemplou com desconfiança determinados parâmetros no desenvolvimento de produtos. A subjetividade e a objetividade sempre existiram no mundo projetual, e a Lógica Clássica sempre solucionou bem essas questões.

A maior parte da aplicação da Lógica Fuzzy em produtos está relacionada a automação de processos como máquinas de lavar, micro-ondas etc.

O seu uso nos métodos de projeto de produto é inédito e vem ao encontro com as novas aplicações da Lógica Fuzzy, podemos verificar trabalhos na área de arquitetura, direito, medicina, por exemplo. A década de 1980 foi o período em que a Lógica Fuzzy começou a ganhar visibilidade, tanto na indústria quanto no meio acadêmico. São inúmeras as publicações com a Lógica Fuzzy que diante dessa maior visibilidade são

mais aceitas e procuradas nas universidades. As vezes simples, em outras situações complexa, cada área trabalha um modelo Fuzzy para cada evento, mas as propriedades essenciais são mantidas. Trazendo benefícios em diferentes áreas, o campo do Design de produtos ainda é bastante explorável.

Para entendermos melhor, vamos partir do ponto onde se é possível reestruturar a própria compreensão sobre o modelo clássico, temos então, valores compreendidos entre 0 e 1, onde 0 é representado no modelo clássico por **Não** para um dado qualquer e 1 representado por **Sim** para o mesmo modelo. Essa forma binária é amplamente usada na computação. Porém, a Fuzzy admite valores intermediários, esses valores nos permitem descrever com maior precisão situações onde precisamos definir, por exemplo, a noção de calor, frio, idade, altura. Para o ser humano, essas noções são subjetivas, o que é considerado uma pessoa alta afinal? Uma pessoa de 1,80m? Então a pessoa de 1,78m seria considerada mediana? Para essas perguntas a Fuzzy não fornece apenas uma resposta, apresenta várias, o quanto for necessária para a compreensão do problema. Neste caso, 1,78m tem um grau maior para alto, porém continua também com pertinência para mediano e um pequeno grau para baixo. Com isso, baseado na classificação feita por especialistas, cria-se um modelo matemático para classificar a Altura de uma pessoa. Esse modelo pode ser livremente ajustados pelos mesmos especialistas, se assim o desejarem. Essa forma flexível, tem se mostrado na prática muito eficiente, pois ela pode ser modelada e remodelada de acordo com as respostas, que ficam cada vez mais precisas.

Por ser simples, a compreensão, muitas vezes a Lógica Fuzzy pode ser tratada com certa desconfiança, mas o grande valor nesse método, está na forma como valores linguísticos são usados para criar um modelo mais completo e menos abrupto, convertido novamente a números fuzzy, com os quais podemos enxergar os resultados muito mais instantâneos.

O uso computacional para resolver problemas relacionados a valores linguísticos torna-se interessante, quando pensamos em uma modelagem maior, onde existem muitas variáveis com nível elevado de dificuldade para sua organização sem um modelo matemático. Podemos conseguir responder individualmente quando o clima se encontra quente, úmido ou seco, mas essas palavras representam muitos fatores percebidos individualmente e particularmente se mostram dentro de um espectro bem típico. Essas constatações feitas por muitos indivíduos vão reforçando uma possível modelagem, e elas se tornam mais confiáveis a partir do momento que marcam e reforçam o modelo.

A modelagem de um método de projeto de produto somente é possível com experientes profissionais da área, pois envolve um nível alto de complexidade. Projetar um produto industrial, assim como é ensinado nas universidades requer uma forma diferente de resolver o problema. Habilitar um projetista iniciante nestes aspectos demanda um recorte natural do problema.

O projetista necessita de uma visão ampla do produto, e o que não é possível durante apenas um período. Nesse contexto, o Método de Análise Paramétrica (MAP) se mostrou bastante coerente nos resultados. A mente humana é bastante conivente com a visão de um produto, percebemos apenas o que os olhos nos mostram. Dificilmente entenderíamos a forma como um produto foi projetado apenas pela simples observação descuidada. O MAP é orientado pela conduta de desenvolvimento de produtos dos mais importantes centros de engenharia, obtidos pela reunião de inúmeros métodos já consagrados por anos de pesquisa e desenvolvimento. O MAP possibilita ao projetista inexperiente um maneira de ser crítico, organizado, estruturado e manter uma visão ampla e específica dos diversos parâmetros encontrados no processo de design de produtos. Usa a criatividade com inteligência para desmembrar e setorizar as diversas partes de um produto, criando um relação intrínseca e co-dependente entre elas.

O uso da Lógica Fuzzy com o MAP abre um novo caminho para o Design de produtos, principalmente pela enorme quantidade de informações geradas em projeto de produto que são analisadas e compiladas de forma intuitiva. Esta nova forma de equalizar e simplificar os termos do Design, traz os processos de avaliação para um campo comum da ciência, onde ele pode ser mais compreendido e difundido em todos os meios em geral.

Boa parte deste estudo, se deve a anos de experiências com o Design de produtos. Para a validação dessa proposta, foi estabelecido um minucioso estudo de caso, tal como realizado no próprio MAP, porém, tomamos como referência um grande estudo feito pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) em conjunto com o INT (Instituto Nacional de Tecnologia) com o intuito de estabelecer um comparativo entre esse estudo e o novo Método de design.

A escolha do tema

O ato de projetar de maneira alguma é uma ação unidirecional e definitiva, pelo contrário, significa ter uma grande percepção de contextos futuros e cenários imaginários, na capacidade de gerenciamento multidisciplinar e também na constante troca de informações entre objeto e seu entorno. Isto não quer dizer que se trata de algo invisível ou pouco palpável. O ato de projetar ou aperfeiçoar um produto requer um grande esforço, no sentido de respeitar diversas forças de interesse, necessidades ou aspectos como segurança e conforto, por exemplo.

A escolha do tema foi baseada nessa fascinante habilidade de PROJETAR do ser humano, de construir e solidificar um problema em forma de produto e também de como essas informações oriundas desse esforço atingem níveis cada vez mais complexos e subjetivos. Propor um método de design requer bastante conhecimento geral e específico sobre o assunto. Boa parte do conhecimento teórico e prático para o desenvolvimento desse método foi baseado pela experimentação e concretização de processos já consagrados tanto na literatura quanto na prática. O tema apesar de bem explorado e discutido no meio acadêmico, tem sido tratado com pouca clareza. A tarefa do Designer exige um aprofundamento nas bases dos princípios de solução, estabelecer um modelo prático e de fácil compreensão, sistemático ao ponto de não suprimir etapas, e completo a fim de contemplar os anseios de toda cadeia de usuários desde o usuário final até aqueles envolvidos na manipulação, no transporte, manutenção etc. Respeitando todo o ciclo de vida do produto, da sua concepção até seu descarte. Até fins da década de 1980, o mundo ainda se organizava para definir a taxonomia dos processos envolvidos na ciência de metodologias de produtos.

A Lógica Fuzzy nessa tese tem a finalidade não apenas de quantificar cientificamente os SENTIMENTOS e as EMOÇÕES, mas também buscar soluções para os problemas de todos usuários envolvidos, tanto projetistas como a gama de usuários intermediários até o usuário final. Propõe-se uma forma diferente de tratar o assunto, medindo os aspectos subjetivos e imprecisos que antes eram tratados de forma qualitativa e sem a possibilidade de se equacionar um modelo matemático mensurável, de melhor desenvolvimento dessas informações.

Portanto, o tema escolhido foi baseado nos anos de experiência como especialista na área de Design e usuário crítico de produtos industriais, observando também a carência de literatura sobre metodologias de design condizentes com a realidade brasileira.

Problematização

Vivemos sempre nos deparando com problemas complexos e nebulosos, os maiores problemas relacionados ao desenvolvimento de produtos estão relacionados às suas peculiaridades o envolvimento de todos os parâmetros a serem analisados, da imensa gama de usuários, enfim, fatores como estética, conforto, segurança, manutenção, além de importantes, precisam estar resolvidos da forma mais harmônica possível.

Os métodos para o desenvolvimento de produtos precisam ser sistemáticos e objetivos, com o intuito de serem bem entendidos pelos projetistas, sejam eles, designers ou engenheiros. É exatamente nesta situação que encontramos as maiores dificuldades, divergências e até mesmo conflitos. Os designers estão a todo instante envolvidos com os parâmetros subjetivos, com pouca clareza, onde os critérios adotados podem proporcionar distintas interpretações. Parâmetros que envolvem percepções sinestésicas são sempre difíceis de interpretar e analisar.

O entendimento de nossos valores, da nossa ética, de nossa compreensão sobre o que é certo ou errado, está ligado à resolução desses conflitos internos, é uma grande variedade de sentimentos e emoções armazenadas no inconsciente, frutos de uma sequência de situações vividas por cada cultura e cada convívio social. Se pudéssemos separá-los um a um, provavelmente eles seriam contraditórios entre si. Como os projetistas poderiam entender como cada usuário sente, entende ou usa um produto? Como esse usuário enxerga determinado produto, e será que todos têm as mesmas percepções?

A título ilustrativo, a indústria gráfica investe pesado em busca de tecnologias que sejam capazes de padronizar os insumos e a maneira como vemos as cores corretamente em impressos. Todos os esforços para calibrar monitores, buscar papéis com alcalinidade que permita um branco homogêneo. Impressoras digitais, rotativas, planas, paleta de amostra de cores, etc. E mesmo assim, é difícil dominar a padronização das

cores, garantido a mesma tonalidade em uma grande tiragem, por exemplo. Tudo isso para tentar compreender um pouco que a tarefa de desenvolver produtos, envolve não somente uma grande variedade de parâmetros, mas também a forma como cada fator é trabalhado e analisado.

Com a falta de cultura e a desenvoltura de um país desenvolvido industrialmente, o Brasil passa por uma carência muito grande no setor de desenvolvimento de produtos. Hoje a indústria se comunica pouco com as universidades, existem poucos escritórios de design e pouca qualificação dos projetistas industriais. Um país grande como o Brasil se torna míope para o Design e a importância do desenvolvimento de produtos em alto nível. Apenas as grandes organizações são capazes de desenvolver um programa eficiente e maduro em pesquisa e desenvolvimento (P&D), muitas vezes, por conta de grandes investimentos e por terem maior domínio sobre a tecnologia. Mas essa realidade poderia ser diferente, essa desfragmentação causa um ciclo de desencontros entre as diretrizes do design e a sociedade.

Abrangência e limitações do tema

Esta pesquisa busca criar uma ponte entre as universidades e a indústria, seja por validar um método voltado para os padrões de qualidade mundial no desenvolvimento de produtos, como para o respeito às limitações de um país pouco desenvolvido na questão metodológica do setor industrial. Partindo do aprimoramento dos métodos sistêmicos existentes e uma nova abordagem com a Lógica Fuzzy. Sendo esta a ferramenta fundamental para o esclarecimento dos parâmetros nebulosos e inconsistentes. O uso da matemática por meios de conjuntos e algoritmos limita-se a escolha de um modelo, mais adequado ao desdobramento da proposta dessa dissertação.

Este estudo ao se defrontar com aos problemas encontrados no Brasil, por suas diferenças e seus valores, visa concentrar-se nas universidades, acreditando ser um meio viável para estabelecer a ligação entre os projetistas e as empresas. Não pretende ser um método para resolver problemas de uma empresa específica, ou que prometa resolver os assuntos de uma única maneira. Mas dedica-se a um método aberto, flexível capaz de conter os princípios de solução dos produtos respeitando o conteúdo contido nos programas de Engenharia e Design.

Como método, não pretende ser voltado apenas para o tratamento de produtos específicos, mas para o entendimento do ato de projetar, na sua concepção ampla, formulado por diversos tipos de usuários e parâmetros a serem respeitados. Tratando a sustentabilidade e a usabilidade como fatores indispensáveis no desenvolvimento dos produtos industriais modernos.

O termo Design citado no texto, define o projeto como um todo. E o termo produto por si só fica limitado aos produtos industriais.

A Lógica Fuzzy deve ser entendida pelo o uso dos conjuntos Fuzzy e como princípio de resolução das questões subjetivas, que são os fatores escolhidos pelos especialistas projetistas, e não pelo consumidor final.

Justificativa

A sociedade moderna exige o aperfeiçoamento do Design de seus produtos e a melhoria nos sistemas de serviços. Nunca o Design foi tão importante na história do desenvolvimento industrial. Muito distante foi o tempo em que os processos artesanais supriam a demanda local. Porém, o mercado cada vez mais globalizado e interativo tem causado grandes mudanças no cenário econômico e financeiro. A tarefa de desenvolver produtos passou a ter um nível muito elevado de exigências, tanto pelas empresas quanto pela sociedade. As preocupações com o equilíbrio climático, com a reciclagem e a sustentabilidade tem tornado as empresas mais conscientes de suas responsabilidades, assim como as pessoas sobre sua participação nos problemas causados pelo consumo indiscriminado.

Ao propormos uma nova metodologia, estamos preocupados com as diretrizes do Design no Brasil. Afinal, foram décadas de domínio estrangeiro sobre a tecnologia. Veja o exemplo das compras das aeronaves pelo governo brasileiro em 2010, a polêmica gerada sobre o domínio tecnológico e a manutenção desse maquinário. Hoje, o Brasil tem mais consciência sobre as políticas estratégicas, conseguimos entender a democracia e como o mercado se comporta em todos os níveis na economia. O domínio tecnológico e industrial é fundamental para o verdadeiro desenvolvimento da economia brasileira. E o design tem o papel estratégico de maior grandeza, entre os diversos profissionais envolvidos.

Durante muito tempo o Design foi considerado algo supérfluo, de muito gasto para o governo e de muito esforço por seus organizadores. Essas visões reduzidas sobre as estratégias importantes para o desenvolvimento de um produto nos trouxeram grande atraso na corrida tecnológica. O “dever de casa” esta sendo feito atrasado, mas mesmo assim podemos ter uma visão otimista de futuro. Um método, uma nova ferramenta, novos propósitos para conceber produtos são importantíssimos para nossa realidade. Não se pode apreender de forma rápida todo conhecimento perdido durante anos de atraso. É preciso desenvolver novos atalhos, novos caminhos para o Brasil.

O mercado é exigente, tem um equilíbrio natural de demanda e oferta, e a todo instante é invadido por diversos produtos e novos serviços, sem contar a possibilidade de surgimento de novas necessidades modificações de outras ou até mesmo o seu desaparecimento. Nunca se sabe ao certo, em que momento um produto deixa de ser necessário, ou pouco requisitado. Por anos, temos desenvolvidos garrafas térmicas, luminárias, celulares, que em algum momento deixarão de ser necessários.

Então qual a diferença que um método de projeto fará a uma equipe de projeto no seu dia a dia?

Os métodos são importantes por serem mecanismos sistemáticos de aquisição e compilação de informações. Produzem novas soluções e são documentadas de forma mais organizada e, portanto, de maior facilidade de acesso, acúmulo e distribuição das informações de projeto.

Em geral, os métodos de design no Brasil, são em grande parte ou respeitando as necessidades e as culturas dos países estrangeiros, ou específicos em demasia, causando o que podemos considerar de excesso de especificidades. Com aspectos metodológicos duvidosos, e exclusão de fatores como a responsabilidade ecológica e social.

É notório, que nos dias atuais, os grandes órgãos responsáveis pela divulgação de informação sobre as condições climáticas, como o IPCC, demonstram que os grandes danos causados ao meio ambiente, são causados principalmente pelos seres humanos. E se essa industrialização desenfreada e o consumo indiscriminado continuarem, as consequências virão rapidamente, algumas já são perceptíveis.

Portanto, ao desenvolver um método de design, devemos estar preocupados com todos os parâmetros envolvidos. O ciclo de vida dos produtos precisa estar correlacionado com a preocupação de sustentabilidade. Por mais conflitante que possa parecer, os interesses dos empresários, precisam estar alinhados com a nova realidade

exigida pela sociedade, e aquele que, em curto ou médio prazo, não entrar em sintonia com essas novas exigências, serão excluídas naturalmente.

O grande problema, no entanto, é que o Brasil está distante desse processo de desenvolvimento de sua indústria. Por exemplo, países como a Coreia do Sul que tem o tamanho de Minas Gerais, tem um PIB próximo ao nosso, além de participarem ativamente em na economia mundial no desenvolvimentos de novos produtos.

Um dos índices apontados na Revista Época de agosto de 2011, a Coreia do Sul registrou cento e setenta mil novas patentes no período de um ano, enquanto o Brasil neste mesmo período apenas cinco mil. Como um país pequeno que sofria de inúmeros problemas econômicos na década de 1980 pode atualmente ser tão expressivo? Proporcionalmente este país é muito mais agressivo que países como os Estados Unidos e a China.

A resposta mais aceitável a essa pergunta se encontra na grande disposição do coreano em superar os problemas encontrados, com educação, programas governamentais específicos para o setor industrial com políticas de médio e longo prazos e assim como o Japão, a Coreia do Sul ao receber ajuda econômica dos Estados Unidos, soube utilizá-la.

Sem esse investimento em massa e um política econômica direcionada a aquisição de conhecimento tecnológico, como a contratação de técnicos estrangeiros, designer renomados e intercâmbios de alunos no exterior, o Brasil estará sempre em atraso no desenvolvimento industrial.

É comum tratarmos a cópia barata dos chineses de forma pejorativa. A MIMESE, ou a cópia de produtos industriais é um grande passo para a indústria nacional no domínio da tecnologia. O processo de cópia é encarado pelos orientais como uma maneira natural de aquisição de conhecimento. Hoje, encontramos grandes empresas como a coreana Hyundai de automobilismo, por exemplo, que possuem linhas de montagens com robôs fabricados na Alemanha, designer alemão, motor japonês e montadora brasileira.

Portanto, antes de discriminarmos os produtos orientais, devemos reconhecer seus esforços em aprender, produzir e crescer diante das dificuldades encontradas no desenvolvimento de novos produtos e serviços.

Objetivos

O objetivo principal dessa dissertação é desenvolver um novo método de design preocupado em encontrar as reais necessidades do mercado brasileiro, com as novas exigências em usabilidade e sustentabilidade e com a grande competitividade de um mercado globalizado, portanto, mais exigente em termos de qualidade.

Os objetivos secundários estão relacionados a conceitos técnicos e fundamentados em uma visão própria, daqueles que os desenvolvem internamente. Esses objetivos podem e estão relacionados na forma como as informações são obtidas, organizadas e distribuídas. Podemos relacionar como objetivos específicos a seguir:

Aquisição de conhecimento de forma sistemática e com menor dependência de tecnologias proprietárias;

Aquisição de conceitos e necessidades relacionados aos usuários brasileiros;

Formação de uma identidade específica aos parâmetros adotados para o desenvolvimento do produto;

Suprir a demanda por métodos tipicamente nacionais;

Formar um banco de dados, que possa ser acessível por qualquer projetista ou interessados no aperfeiçoamento ou criação de um novo produto;

Aproximar as empresas e as universidades que buscam conteúdos teóricos das metodologias científicas;

Fomentar linguagens simples e de fácil acesso;

Promover maior discussão sobre o tema.

Hipóteses

Espera-se com esta pesquisa, buscar respostas para o verdadeiro estado da arte dos métodos de design de produtos. Quais seriam os parâmetros exigidos para nossa realidade? Que ferramentas seriam mais úteis para compreender os fatores subjetivos envolvidos na concepção do design. Qual a importância do design na sociedade brasileira?

Por que a Lógica Fuzzy muda o paradigma da subjetividade? Como tratar a concepção de produtos de forma sistematizada e com maior acessibilidade?

As respostas para essas questões podem estar correlacionadas no decorrer dessa dissertação, podem ainda, não ser respondidas completamente, mas a busca por essas informações trarão novas perguntas e pode ser que tais perguntas nos tragam mais. Portanto, não há uma preocupação exacerbada em satisfazer plenamente o tema, muitas vezes a obsessão por respostas nos conduz a cometer erros, esperamos, como todo propósito, evidenciar as possibilidades da Lógica Fuzzy dentro do campo do Design a fim de determinar maneiras mais competitivas e responsáveis em desenvolver produtos industriais.

Capítulo 1

Métodos de Design de produtos

O desenvolvimento de métodos de design caminham paralelamente aos processos de engenharia, que sustentam a parte teórica dos métodos de desenvolvimento de produtos. Como fatores limitantes desta tese, consideraremos os métodos de design que se orientam pelos procedimentos ligados à indústria, e pelos processos de sistematização e de hierarquização de suas técnicas. Assim, os métodos de projeto de produtos demoraram a se organizar, visto que o design estruturou sua força a partir da década de 1960. Podemos considerar os modelos de engenharia como os modelos mais confiáveis por manter certa racionalidade e taxonomia. Profissionais renomados foram responsáveis para a construção de informações mais pertinentes quanto à sistematização e busca por parâmetros apropriados exigidos pela sociedade.

O MAP, WAGNER [2001], ou Método de Análise Paramétrica, segue os métodos de produtos nas questões onde o design e a sustentabilidade são ampliados para suprir as demandas por métodos de design modernos. O princípio básico deste método não explica e nem define os parâmetros como estética e parâmetros ditos subjetivos, ela procura respostas para perguntas implícitas na relação objeto e função, partindo do propósito de que a estrutura e a função de cada objeto estão contidas nessa ideia elementar. A seguir é descrita como esse método trata estas questões.

O MAP carrega alguns pontos importantes em seu conceito, esse método concentra sua estrutura nas condutas da engenharia e contém os elementos essenciais para o desenvolvimento de novos produtos e também para o aperfeiçoamento do mesmo. Com isso a mesma linguagem e formulação idealizada por seus autores, tais como PAUL e BEITZ e colaboradores. Os métodos modernos estão baseados nas experiências teóricas e no embasamento da aplicação de inúmeras indústrias americanas e europeias, berços da industrialização mundial.

Métodos de projeto de produto no mundo

Os métodos científicos no cenário mundial nos revelam a grande diferença já percebida pelos países subdesenvolvidos. Analisando a produção literária sobre o assunto, claramente há um domínio em torno dos países desenvolvidos como da Alemanha, Estados Unidos e Inglaterra e economias emergentes como a China, principalmente nas últimas décadas. Países como a Coreia do Sul impressionam pela velocidade de adaptação ao Capitalismo e a Tecnologia, com grandes parques industriais. Assim como o Japão, a Coreia do Sul passou por um grande impulso industrial pela ajuda dos Estados Unidos que é o seu aliado nas questões estratégicas militares. Em entrevista o vice-presidente da Samsung (empresa coreana) expressou sua opinião em relação aos brasileiros das habilidades e conhecimentos necessários para que o indivíduo possa trazer desenvolvimento no setor, ele foi categórico:

“Os brasileiros não sabem matemática e também não entendem de finanças, em nosso país essas disciplinas são muito incentivadas pelo estado.”

A educação neste país é tão séria, que o índice de suicídios entre jovens estudantes é altíssimo. Como a Coreia do Sul não tem tradição no desenvolvimento de produtos, a saída foi a contratação de executivos de empresas estrangeiras, essas e outras medidas estratégicas, fazem dessa nação uma das mais prodigiosas das últimas décadas.

O pioneirismo dessas nações nos fornecem um histórico sobre as vantagens das metodologias científicas e de como elas são empregadas nas indústrias.

Atualmente, os procedimentos e métodos da engenharia de sistemas tem ganhado notoriedade nos aspectos técnicos socioeconômicos. Partindo do pressuposto que cada processo pode ser um sistema, podemos resolver os problemas com análises e síntese de representações técnicas simples e complexas.

A engenharia de sistema propõe ainda a otimização do problema analisando as variantes do mesmo e comparando-as aos objetivos antes traçados.

Outro método importante na atualidade se refere a Análise de valor, essa por considerar a otimização dos custos com metas e objetivos de forma global, analisando as relações das funções e custos a serem atendidos, em seguida, com geração de ideias que reduzam os custos para as funções observadas. A análise de valor, somente é

possível com o comprometimento dos diversos profissionais, já que é uma intervenção global, que pretende a avaliação do sistema geral.

Outro processo bem utilizado atualmente, são os comumente reconhecidos como diretrizes da VDI. A diretriz VDI 2222 [192, 193] define um plano de procedimentos e métodos individuais para a concepção de produtos técnicos de forma que interessa principalmente o desenvolvimento de novos produtos. Em 1985, surge a metodologia baseada na norma alemã VDI 2222, derivada da VDI 2221 de 1977. A VDI 2222 procura determinar de forma geral o que deve ser o “ato de projetar”, e busca delimitar o campo de projeto, apresentando um fluxo comum a todos os métodos propostos para a atividade de projeto.

Métodos de projeto de produto no Brasil

Um trabalho bem interessante realizado por BRASIL [1997] sobre o panorama do desenvolvimento de produtos no Brasil, onde cerca de 38 profissionais entrevistados em mais de 30 empresas diferentes, retratam bem o cenário encontrado. Desse trabalho, podemos destacar que apesar de ter sido realizado em 1997, remonta uma premissa que ante teríamos percebido, pelo uso de Métodos Científicos. Nesse trabalho, BRASIL [1997] ressalta a importância do método científico para o desenvolvimento de produtos devida a acirrada concorrência nacional e internacional.

Sem os procedimentos metódicos e sistemáticos em todas as fases de desenvolvimento, o projetista fica a cargo da intuição, ensaios, erros e acertos ou do empirismo.

Os motivos podemos definir a seguir:

- Na prática, os métodos científicos são pouco conhecidos;
- Apresentam dificuldades ao serem aplicados;
- Resistência pelos engenheiros de projeto.

Apontam ainda, as suas causas:

- O excesso de informações;
- A diferença de níveis de formação entre cientistas e práticos;
- A falta de operacionalidade das metodologias existentes;
- A falta de métodos de projeto voltados para a prática.

Sobre as formas de transmissão de conhecimento nessa área:

- Cursos de graduação;
- Cursos de pós graduação;
- Cursos promovidos por instituições não universitárias;
- Bibliografia em geral.

Esse estudo está dirigido aos profissionais que atuam nas atividades ligadas ao projeto e ao desenvolvimento de produtos, porém essa dissertação, pretende ser uma base de auxílio aos alunos dos cursos de projeto de produtos, os futuros profissionais.

B. HOLLINS, S. HURST e G. HOLLINS [1993] *apud* BRASIL [1997], destacam as razões pelas quais as teorias acadêmicas são ignoradas pela maiorias dos práticos:

- em parte porque muitas dessas teorias são irrelevantes, inutilizáveis e inviáveis;
- porque os potenciais usuários desconhecem essas novas técnicas ou não sabem como utilizá-las;
- porque a divulgação fica restrita ao mundo acadêmico;
- porque teorias necessitam ser desenvolvidas dentro e com a assistência da indústria.

Como mesmo descreve BRASIL, esse trabalho foi realizado em âmbito regional, contudo das trinta empresas pesquisadas, seis estavam entre quinhentas maiores empresas do Brasil por volume de venda, dado registrado pela Revista Exame, 1996, Ed. Abril. Isso corresponde a uma amostra de 20%, aproximadamente. Sendo dezessete empresas de grande porte e treze de médio porte.

Cerca de 83% (25 empresas) são exportadoras, tendo como predominância a América Latina.

Um dado importante para a classe dos designer:

O percentual de profissionais com nível superior ficou em torno de 40%, sendo que destes, 88% são engenheiros. Daí a razão de muitos dos setores receberem a designação de Engenharia. As formações acadêmicas citadas foram: Engenharia Mecânica, Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Química, Engenharia Operacional, Engenharia Metalúrgica, Química Industrial, Administração, Processamento de Dados, *Design* Industrial, Economia, Direito, e Comunicação Visual.

A distribuição dos profissionais por área foi estabelecida da seguinte forma:

- Engenharia Mecânica - 18 entrevistados;
- Engenharia Industrial Mecânica - 2 entrevistados;
- Engenharia Operacional - 3 entrevistados;
- Engenharia de Produção Mecânica - 2 entrevistados;
- Engenharia Química - 2 entrevistados;
- Engenharia Elétrica - 2 entrevistados;

- Administração - um entrevistado;
- *Design* - um entrevistado.

A pesquisa revelou que, das 30 empresas visitadas, apenas oito (27% da amostra) possuíam documentação, descrevendo o processo de desenvolvimento de produtos. Dessas oito, apenas uma apresentava um fluxograma de procedimentos. Em uma das perguntas feitas pelo autor sobre os métodos utilizados baseados em algum modelo disponível na literatura técnica a resposta foi unânime:

“nenhum dos entrevistados vinculou o método utilizado por sua empresa a qualquer modelo encontrado na bibliografia.”

Os métodos e técnicas auxiliares que fazem parte do vocabulário cotidiano dos entrevistados, embora pouco utilizados foram:

- a) FMEA - Análise do Modo e Efeito das Falhas;
- b) QFD - Desdobramento da Função Qualidade;
- c) Método de TAGUCHI;
- d) Análise de Valor;
- e) Análise de Pareto;
- f) *Brainstorming*;
- g) Diagrama de Ishikawa.

Merece destaque, ainda, por ter sido uma comprovação durante as entrevistas, a difusão do conceito da Engenharia Simultânea, este conceito já está intrínseco à metodologia adotada.

O emprego da Engenharia Simultânea está provocando, inclusive, mudanças na estrutura organizacional das empresas.

Deve ser citado, ainda, que 27 empresas fazem uso da ferramenta computacional do CAD – Computer Aided Design, ou Projeto Assistido por Computador, que corresponde a 90% da amostra.

Diante dos dados apresentados, podemos concluir que as empresas analisadas não usam na prática, as metodologias científicas para projetar seus produtos, a grande maioria com curso superior, com sua formação em Engenharia, onde a grande parte da documentação apresentada foi devido ao engajamento das empresas em obter a ISO

9001 (norma internacional, que estabelece requisitos de qualidade que envolvem a área de projeto) sobre a organização do processo de desenvolvimento de produtos.

Este estudo demonstra a distância que existe entre o mundo acadêmico/teórico e as empresas/práticas. As políticas de países como a Coreia do Sul, por exemplo, são muito superior no investimento em massa em Pesquisa e Desenvolvimento e também no comprometimento dos coreanos em busca de melhores resultados econômicos.

A falta de uma política de desenvolvimento a longo prazo, faz com que o Brasil não use o Design como ferramenta de competitividade de alto nível, nem estabelece uma política educacional, capaz de formar mão de obra especializada, agregadora de valor e autossustentável em termos tecnológicos.

Fica claro, que o comportamento reativo das empresas brasileiras é bastante conservador, e esse postura passiva e omissa, não nos capacita em desenvolver as nossas próprias técnicas e métodos. O uso de Métodos Científicos não só melhora a documentação dos procedimentos, como também, cria condições para que os projetistas possam conversar e passar as informações não somente no fluxo do cotidiano, mas em todas as etapas de produção do produto.

O método geral de Análise Paramétrica do Design

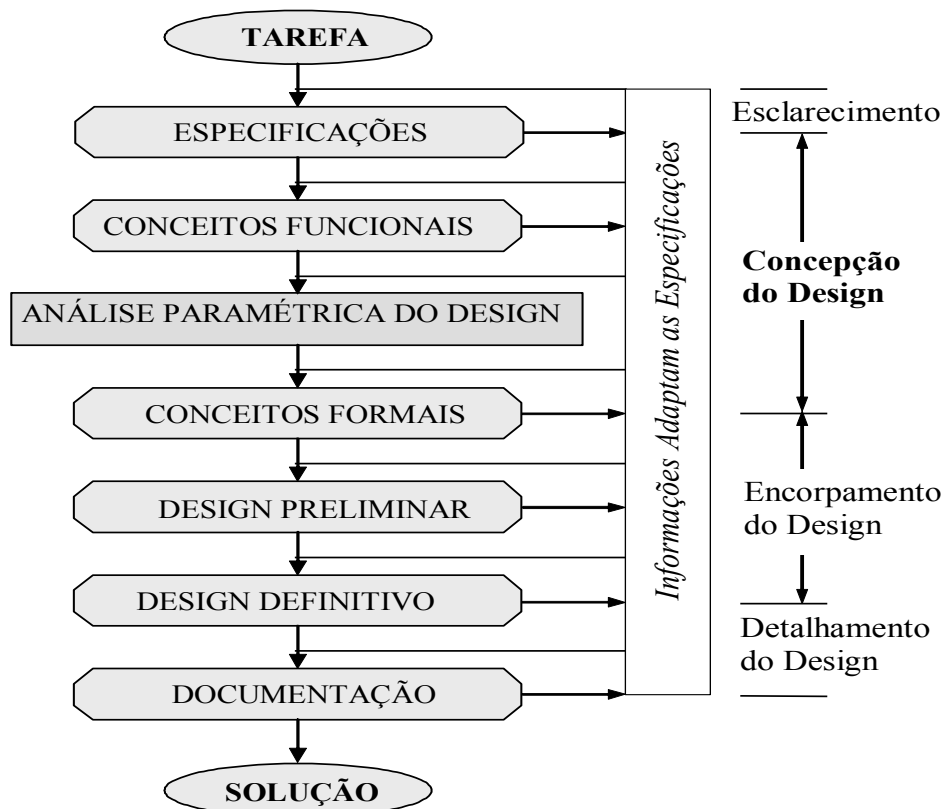
O Método de Análise Paramétrica do Design (MAP) constitui um método de desenvolvimento de projetos no campo do Design Industrial capaz de tornar possível a competição com produtos estrangeiros em igualdade de condições, através do Aperfeiçoamento do Design de produtos industriais, por meio de análise de parâmetros.

Devido a natureza complexa da moderna tecnologia, o designer tem que lidar atualmente com a crescente complexidade do Design dos novos produtos, requerendo conseqüentemente, um correspondente conhecimento técnico especializado. Em decorrência deste fato, as maiores dificuldades no processo de desenvolvimento do Design estão frequentemente relacionadas com as etapas de Concepção e de elaboração de Alternativas de Solução, às quais requerem grande conhecimento do estado atual da tecnologia e de sua relação com as mais modernas tendências do Design Industrial.

O processo de análise do MAP caracteriza-se por um modelo de conhecimento no campo do Design, que leva ao desenvolvimento sistemático de novas soluções de Concepção, e capazes de atender plenamente a cada função do produto, resultando ao final do processo de análise, em uma solução de design otimizada do ponto de vista dos parâmetros de análise utilizados, em todo o ciclo de vida do produto.

O Método de Análise Paramétrica do Design constitui um meio eficaz de realizar o Aperfeiçoamento ou o Desenvolvimento de Novos Produtos, quando a tecnologia a ser empregada é conhecida ou se encontra incorporada em algum produto concorrente, ou mesmo em qualquer sistema técnico similar existente. Para a finalidade específica de aperfeiçoamento do design de produtos existentes, o MAP está inserido harmoniosamente nas principais fases do Processo de Design (*Design Process*), conforme estabelecido por PAHL e BEITZ [1996] e apresentado na Figura 1, facilitando e oferecendo suporte ao desenvolvimento das etapas de Concepção do Design.

Figura 1. Processo de Design Associado com o Método de Análise Paramétrica do Design



Fonte: PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design** -A Systematic Approach. London: Springer-Verlag, 1996

Para a finalidade específica do Desenvolvimento do Design de Novos Produtos, o Processo de Design (*Design Process*) – associado com Análise Paramétrica – é dividido em quatro principais FASES de desenvolvimento, compondo um conjunto de doze ETAPAS sequenciais e interativas entre si, conforme apresentado na Tabela 1 a seguir.

A primeira fase do Processo de Design, chamada INFORMAÇÃO começa – a partir do estabelecimento da Ideia Geral e preliminar do produto a ser desenvolvido – com a definição geral e específica da Tarefa de Design a ser desenvolvida (etapa 1), e com a coleção de informações sobre os requisitos a serem incorporados na solução a ser desenvolvida, caracterizando a demanda para o produto. Esta etapa resulta em um conjunto de especificações relacionadas com a ideia geral do produto em fase inicial de desenvolvimento.

TABELA 1 - FASES E ETAPAS DO PROCESSO DE DESIGN ASSOCIADO COM ANÁLISE PARAMÉTRICA

| MAP - MÉTODO DE ANÁLISE PARAMÉTRICA DO DESIGN | | |
|---|---|------------------------------------|
| FASES | ETAPAS - Sequenciais e Interativas | RESULTADOS |
| INFORMAÇÃO DA TAREFA | 1. Definição geral e específica da Tarefa 1.1. Esclarecimento da Tarefa 1.2. Elaboração das Especificações | Especificações |
| | 2. Identificação dos Problemas Essenciais 3. Estabelecimento da Estrutura Funcional Multidimensional 4. Pesquisa de Princípios de Solução | Concepções Preliminares de Solução |
| ANÁLISE PARAMÉTRICA DO DESIGN | 5. Identificação e seleção de sistemas técnicos similares 6. Representação técnica dos sistemas de análise 7. Análise Paramétrica dos sistemas selecionados 8. Representação técnica de Alternativas de Soluções de Design | Concepção Básica da Solução |
| | 9. Combinação e integração da Concepção Básica da Solução 10. Análise Paramétrica de Alternativas e Variantes | Concepção Final da Solução |
| DESENVOLVIMENTO DO DESIGN | 11. Configuração do Sistema Completo 11.1 - Desenvolvimento de Layouts e detalhes preliminares 11.2 - Seleção dos melhores Layouts preliminares 11.3 - Refinamento e avaliação técnico-econômica | Layout Preliminar |
| | 11.4 - Otimização e conclusão dos detalhes 11.5 - Verificação de erros e de custo 11.6 - Preparação da lista de peças e documentos de produção | Layout Definitivo |
| DETALHAMENTO DO DESIGN | 12. Detalhamento da Solução 12.1 - Finalização de detalhes 12.2 - Desenhos técnicos e documentos de produção 12.3 - Verificação dos documentos | Documentos da Solução de Design |

O Processo do Design segue com a identificação dos problemas e restrições essenciais (etapa 2), resultando no estabelecimento das funções gerais e específicas desejadas para o produto, para as quais deverão ser buscadas as soluções de design. Em seguida, as funções globais para o produto são divididas em sub-funções de acordo com seus propósitos principais. A adequada compatibilização e combinação de sub-funções, produzem uma Estrutura Funcional Multidimensional que pode ser representada como uma estrutura sistêmica em que são consideradas as funções físicas, emocionais e mentais, McKim [2002].

Nesta Estrutura Funcional Multidimensional, o produto é visto e representado como um sistema integrado, constituído de subsistemas inter-relacionados em virtude de suas propriedades intrínsecas, bem como por suas características físicas de montagem (etapa 3).

A Estrutura Funcional Multidimensional para ser satisfeita requer — por natureza — a aplicação de determinados princípios físicos aos quais correspondem formas definidas, como decorrência direta da demanda funcional, denominadas de Princípios de Solução (etapa 4). Para a satisfação da função global do produto, os Princípios de Solução criados para cada subsistema, devem ser combinados de modo a formar esboços de Layout, denominados Concepções Preliminares de Solução, que representam por sua vez, o resultado da primeira fase de INFORMAÇÃO e o ponto de partida para a próxima.

A segunda fase do Processo de Design, chamada ANÁLISE do Design, começa com a identificação de produtos e sistemas técnicos similares às Concepções Preliminares de Solução (etapa 5), e se desenvolve através da análise das relações lógicas entre seus subsistemas, tendo em vista a identificação de correspondências em relação a alguma característica de forma ou mesmo de sua Estrutura Funcional.

O desenvolvimento desta etapa se dá com base em pesquisas literárias em publicações técnicas atualizadas, assim como através da identificação de subsistemas similares nos produtos concorrentes mais modernos produzidos por empresas nacionais e principalmente internacionais. Em seguida, é necessário realizar uma cuidadosa avaliação dos produtos e sistemas técnicos identificados, de modo que sejam selecionados apenas aqueles mais modernos, e dentre estes, os diretamente relacionados — total ou parcialmente — com as Concepções Preliminares de Solução.

Estes produtos e sistemas técnicos deverão ser representados tão acuradamente quanto possível, gerando desenhos técnicos de conjuntos montados em corte, tanto para

o sistema geral do produto quanto para cada um de seus subsistemas principais (etapa 6). Caso seja de importância para o designer, esta etapa pode alcançar até a representação técnica de cada peça isolada do produto.

Após a conclusão desta etapa, o designer pode iniciar a Análise do Design de cada produto e sistema técnico selecionado, com base em parâmetros técnicos e econômicos, porém, tendo sempre em mente, as funções, objetivos e restrições para os quais o produto ou sistema foi desenvolvido (etapa 7). Esta avaliação deve ser realizada tendo em vista a relação *Forma X Função* para com cada um dos seguintes critérios, correspondentes às várias classes de funções do produto:

Funcionalidade - Ergonomia - Operação - Segurança - Produção - Montagem - Manutenção - Reciclagem - Custos - Estética.

Estes critérios devem ser associados a parâmetros quantitativos sempre que possível, ou se não, a conceitos qualitativos associados a afirmações as mais concretas possíveis, de modo a identificar sempre, se a forma satisfaz ou não, a função para a qual foi elaborada. Conceitos qualitativos podem ser expressos em função do grau de adequação do design analisado em relação às especificações estipuladas previamente para o produto em desenvolvimento, ou em relação aos resultados esperados. No caso de análises qualitativas, o MAP classifica os critérios como tipos de funções através das quais o Design do produto será avaliado, e podem ser transformados em parâmetros quantitativos quando utilizados para avaliar – positiva ou negativamente – o grau de adequação da forma a cada tipo de função para a qual foi desenvolvida.

No estabelecimento de parâmetros quantitativos para a avaliação de critérios qualitativos, são frequentemente utilizados valores que variam de zero a dez, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir. Apesar disso, o emprego de avaliações qualitativas com base em valores muito detalhados, conforme apresentado na coluna **A** desta tabela torna difícil a identificação dos aspectos subjetivos, como por exemplo, os relacionados ao critério Estético. Neste caso, a experiência mostra que é mais produtivo o emprego de valores que permitam avaliações qualitativas mais objetivas, realizadas através do uso de uma escala menos detalhada de valores conforme apresentado na coluna **B**, ou mesmo através do recomendado emprego de uma simples escala binária, conforme mostrado na coluna **C** da Tabela 2.

TABELA 2: PARÂMETROS QUANTITATIVOS PARA AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS QUALITATIVOS

| SIGNIFICADO QUALITATIVO DOS TIPOS DE ESCALAS | | | |
|--|---------------------------------------|---|------------------------------|
| VALORES | A — Muito Detalhada (pouco eficaz) | B — Pouco Detalhada (eficácia mediana) | C — Binária (recomendada) |

| | | | |
|----|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 0 | Solução inútil | Solução insatisfatória | Solução insatisfatória (< 50%) |
| 1 | Solução muito inadequada | Solução tolerável | |
| 2 | Solução inadequada | | |
| 3 | Solução tolerável | | |
| 4 | Solução apropriada com ressalvas | | |
| 5 | Solução satisfatória | Solução regular | Solução satisfatória (≥ 50%) |
| 6 | Boa solução com pequenas ressalvas | Boa Solução | |
| 7 | Boa solução | | |
| 8 | Muito boa Solução | Muito boa solução (Ideal) | |
| 9 | Solução acima das expectativas | | |
| 10 | Solução Ideal | | |

Deste modo, a avaliação paramétrica para critérios qualitativos, como p.ex. o critério Estético, pode ser expressa em relação ao seu grau de adequação às estipuladas especificações para o design, ou para seus resultados esperados. No processo de análise do design, o designer verifica a correlação existente entre o layout do produto e as características de forma de seu design, com relação às correspondentes funções estipuladas, e as propriedades estéticas para as quais elas foram originalmente elaboradas, ou porventura requeiram ser avaliadas.

A análise das propriedades estéticas de um produto pode ser realizada com base em diversos tipos de aspectos. Apesar disso, a experiência mostra que a análise do critério Estético pode ser agrupada em três grandes conjuntos de aspectos: *Forma Geral da Estrutura do Produto – Unidade do Conjunto da Forma – Características do Estilo da Forma*. Cada um destes aspectos está relacionado com determinadas propriedades e orientações específicas, que por sua vez, estão relacionados com determinados métodos de desenvolvimento, conforme apresentado na Tabela 3 a seguir.

TABELA 3: CONFIGURAÇÃO BÁSICA DAS PROPRIEDADES ESTÉTICAS DO DESIGN, ORIENTAÇÕES E MÉTODOS

| ASPECTOS / Propriedades | ORIENTAÇÕES (Guidelines) | MÉTODOS (Procedimentos) |
|---|--|---|
| FORMA GERAL DA ESTRUTURA | | |
| Identificação da Forma | Identificação clara da configuração geral do design | Sistemática variação da estrutura (subsistemas) e da configuração geral do produto; |
| | Ordenação dos subsistemas de modo identificável | Divisão entre grupos de subsistemas ou áreas determinadas do produto, de modo claramente distinguível. |
| UNIDADE DA FORMA | | |
| Integração de Subsistemas | Unidade Formal: Minimização do número de diferentes formas | Composição clara e integrada para o layout do produto e seus subsistemas |
| | Minimização das variações na posição da forma | Orientação dos subsistemas ao longo do principal eixo do produto |
| Harmonia entre a Forma dos Subsistemas | Objetivar a composição de formas e contornos similares | Integração de cada subsistema em partes com contornos similares |
| | Objetivar a harmonia entre o Layout e os aspectos específicos da forma do design | Composição de um claro e integrado arranjo para a forma geral do produto, orientado por contornos similares para cada subsistema |
| CARACTERÍSTICAS DO ESTILO DA FORMA | | |
| Intenção da Expressão da Forma | Compacidade: Objetivar a máxima impressão de compacidade | Minimização dos requisitos para a forma externa (<i>Layout</i>) |
| | Suavidade: Objetivar um design de estilo simples, uniforme, de linhas contínuas (<i>streamlined</i>) e puras. | Substituir cantos e juntas bem definidas, de aspecto afiado, por cantos arredondados e juntas de filete, para cada subsistema e para a forma global |
| | Leveza: Objetivar a máxima impressão de leveza | Área projetada dos subsistemas superiores menores que a dos subsistemas mais próximas da base do produto |
| | Estabilidade: Objetivar a máxima impressão de estabilidade ¹ | Centro de gravidade do sistema geral localizado dentro dos limites da área projetada da base do produto |
| | Estilo desejado: Objetivar para as características específicas de estilo do mercado-alvo (ex: estilo moderno ou clássico). | Moderno: Forma geral do produto composta por linhas curvas e cantos arredondados Agressivo: Bordas bem definidas, combinada com o conjunto do produto formado por linhas contínuas Clássico: Forma geral baseada em linhas essencialmente retas, com identificação clara da forma Estilo específico: Forma geral baseada em características específicas de forma e de estilo |

O desenvolvimento do processo de análise paramétrica do design é realizada através de um duplo processo de análise:

- 1) uma análise da estrutura do sistema:
 - com o objetivo da busca de estruturas hierárquicas e de concepções lógicas, combinada com,
- 2) uma análise de pontos fracos:
 - com o objetivo de descobrir possíveis falhas ou erros do design.

A avaliação começa considerando, em primeiro lugar, a configuração geral do sistema, sendo seguida pela avaliação de cada subsistema como um todo integrado, para só então avaliar seus componentes. Neste processo — que vai do aspecto geral para o específico — o designer verifica a correlação, existente ou não, entre a configuração de cada subsistema e componente, com suas funções correspondentes para as quais foram projetadas.

O desenvolvimento destas análises é facilitado através do abandono deliberado da tendência humana natural de realização de análises sempre otimistas, em favor neste caso, da realização de análises fundamentadas em uma visão crítica e corretiva.

Estas análises, realizadas de modo sistemático através do método de perguntas persistentes, tem por objetivo a obtenção de respostas para as seguintes perguntas, todas elas efetuadas observando-se a correlação existente entre a forma do produto e cada parâmetro de análise, tanto para sistema geral como um todo integrado, quanto para cada subsistema e peça específica.

As perguntas a seguir não devem, em hipótese nenhuma, ficar sem resposta. É absolutamente necessário insistir energicamente, na busca das respostas para as perguntas formuladas.

- 1) As características de forma satisfazem a função? Sim ou não?
- 2) Qual a característica de forma diretamente responsável por isso? Por que?
- 3) Quais as características de forma ideais, requeridas para a plena satisfação da função?

A busca por respostas a estas perguntas, com base em cada um dos parâmetros de análise, caracteriza um processo de conhecimento e de aprendizagem no campo do Design. Este processo é voltado ao descobrimento da lógica inerente à concepção da

forma de cada peça, e de sua correlação com todas as demais que compõem cada subsistema do produto como um todo. A aplicação deste processo permite portanto, esclarecer as razões que motivaram a concepção da forma do sistema analisado, como também fornece ao designer em decorrência disso, um conhecimento novo, o da configuração ideal para cada um de seus subsistemas e componentes.

Estas configurações ideais, denominadas *Soluções de Design* – descobertas e elaboradas pelo designer – deverão por sua vez, serem documentadas através de esboços de Layout e se possível, por desenhos técnicos detalhados (etapa 8). A compatibilização e combinação harmônica destas Soluções de Design geram novas Variações das Concepções Preliminares, que quando combinadas com as Concepções Preliminares de Solução, estabelece o que é denominado Concepção Básica da Solução (etapa 9).

A Concepção Básica da Solução poderá ser ainda otimizada em relação a um ou mais parâmetros de análise [8], gerando novas Alternativas e Variantes para o design da Concepção Básica da Solução, denominadas agora de Alternativas Básicas da Solução. A compatibilização e combinação harmônica das Alternativas Básicas de Solução e sua consequente Análise Paramétrica (etapa 10), permite estabelecer a melhor alternativa elaborada, caracterizando assim a Concepção Final da Solução de Design, para o produto em desenvolvimento.

Este resultado representa por sua vez, a conclusão da fase de ANÁLISE do Design, e o início da **terceira fase do Processo de Design**, chamada DESENVOLVIMENTO do Design. Nesta fase final do processo de Design, a Concepção da Solução deverá ser então desenvolvida na etapa de Configuração do Sistema Completo (etapa 11), especificada na etapa de Detalhamento da Solução (etapa 12), e definida finalmente através da **quarta fase do Processo de Design, chamada de DOCUMENTAÇÃO** da Solução de Design, que constitui por sua vez, a conclusão do Processo de Design.

DESENVOLVIMENTO E APERFEIÇOAMENTO DO DESIGN

O Método de Análise Paramétrica do Design constitui um meio eficaz de realizar o *Desenvolvimento de Novos Produtos*, quando a tecnologia a ser empregada é conhecida ou se encontra incorporada em algum produto concorrente, ou mesmo em qualquer sistema técnico similar existente. Dentro deste campo de atuação, o

desenvolvimento de novos produtos pode se dar também através do *Aperfeiçoamento do Design de Produtos Existentes*.

Em ambos os casos, uma vez que a categoria do produto já é existente, assim como sua tecnologia adotada em seus *Princípios de Solução* são de modo geral similares, suas funções básicas já foram, portanto, estabelecidas originalmente. Entretanto, isto não significa que a forma dada aos produtos existentes sejam capazes de realizar plenamente, ou ao menos satisfatoriamente, as funções para as quais sua forma foi elaborada originalmente.

O que o designer deseja nestes casos, é desenvolver um novo Design capaz de proporcionar uma melhor realização das mesmas funções básicas — o que não impede que se planeje acrescentar, retirar ou modificar uma ou mais funções da Concepção do Design do produto original.

Já para a finalidade específica de *Aperfeiçoamento do Design de Produtos Existentes*, a aplicação do MAP pode se dar mais rapidamente que para o desenvolvimento de um novo produto, uma vez que o produto original de análise já possui uma forma definida. Sendo sua forma, o ponto de partida para o processo de aperfeiçoamento do novo Design a ser desenvolvido, a concepção da solução de Design do produto existente — o “*Produto Original de Análise*” — representa para o designer, apenas uma concepção de caráter preliminar, a ser modificada e aperfeiçoada ao longo da aplicação do MAP.

Assim a Concepção do Design do produto existente — ou seja, as características de Design relativas tanto ao Sistema Completo, quanto aos subsistemas e peças do produto original existente — é considerada agora, como a *Concepção Preliminar de Solução* para o novo produto a ser desenvolvido.

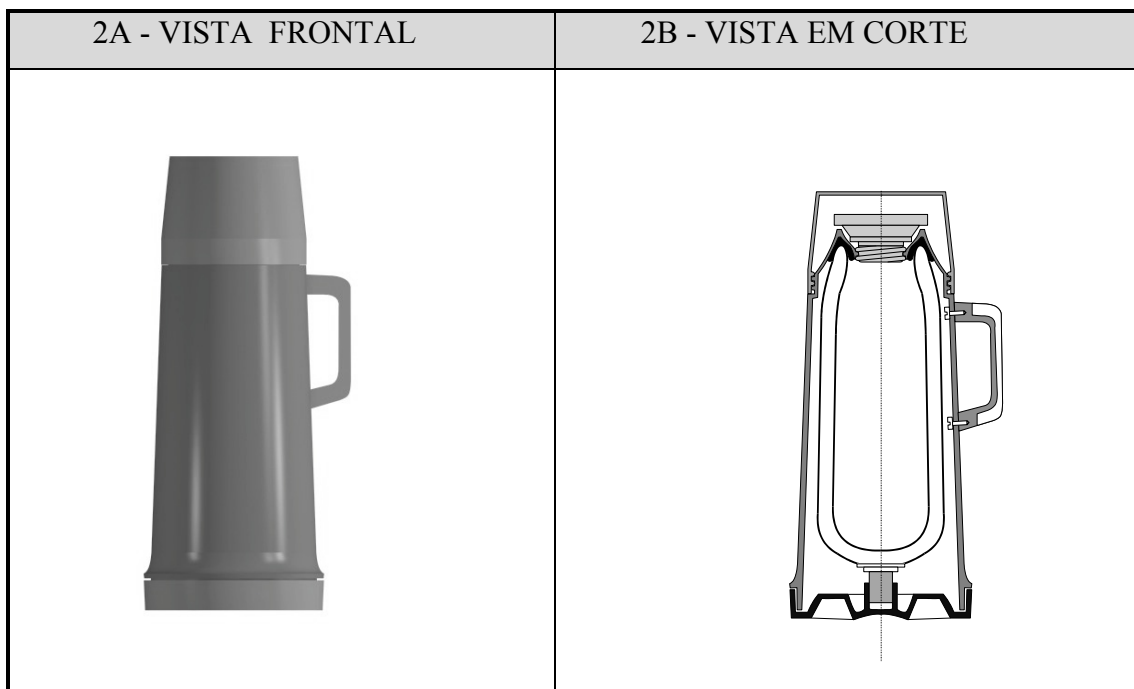
Entretanto, para desenvolvimento da fase de ANÁLISE, torna-se necessário o conhecimento detalhado da Concepção do Design dos vários subsistemas do produto em estudo.

Isto pode ser realizado através de levantamento bibliográfico junto ao seu fabricante, como também pela medição direta de suas dimensões gerais e específicas, tanto para o sistema completo quanto para cada um de seus subsistemas e peças.

Como exemplo de caso, a Figura 2 apresenta a seguir, as vistas principais de uma garrafa térmica — Modelo Popular Típico — cuja Concepção de Solução é típica dos produtos de sua classe, uma vez que é reproduzida quase sem modificações formais e funcionais por vários fabricantes independentes.

O design de seus subsistemas deverá ser explicitado através de desenhos técnicos em escala, capazes de apresentar o sistema completo montado e em corte, conforme ilustram as Figuras 2A e 2B.

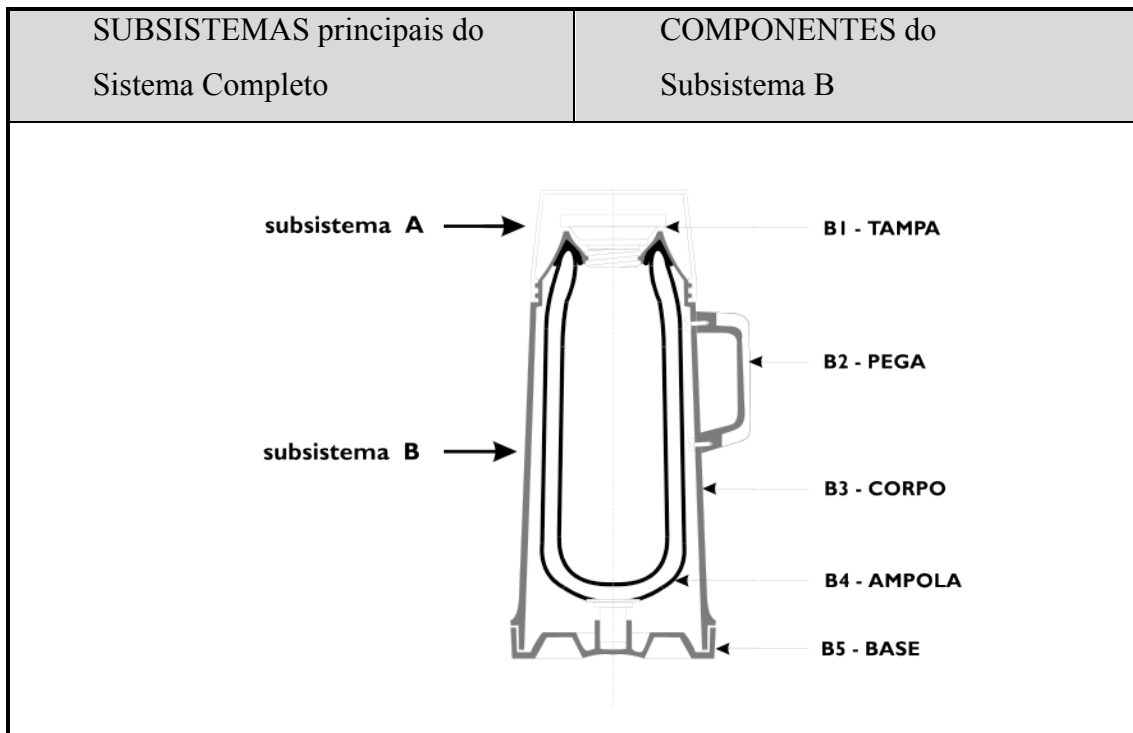
Figura 2 - Concepção do Design / Garrafa Térmica - Modelo Popular Típico



Os produtos, como no exemplo observado acima, podem ser considerados como um sistema, constituído de vários subsistemas que interagem entre si, compondo um todo integrado. Assim, uma vez estabelecidos os desenhos técnicos representativos da Concepção da Solução do produto original de análise, torna-se necessário classificar seus componentes em grupos de subsistemas, de modo a definir os componentes que compõem cada subsistema do produto.

No agrupamento dos componentes do produto em subsistemas, é recomendável ao designer obedecer, não a uma lógica baseada nas funções do produto, mas sim a uma lógica que reflita o conjunto de peças manejados em grupo – seus subsistemas - no momento de desmontagem do produto, não importando sua ordem, conforme se observa na Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Subsistemas e Componentes do Sistema Completo



Para o desenvolvimento da fase de ANÁLISE, é necessário ainda o estabelecimento da Estrutura Funcional Multidimensional do produto relacionada a seus principais subsistemas, conforme a etapa 3 do método geral e proposta por McKim [2002].

Isto pode ser realizado através de levantamento bibliográfico junto ao seu fabricante, ou pela observação direta das características funcionais gerais e específicas do produto, tanto para o sistema completo quanto para cada um de seus subsistemas e peças, conforme exemplifica a Estrutura Funcional da Garrafa Térmica Popular.

SOBRE O PARÂMETRO ESTÉTICA

O parâmetro estética é um dos mais controversos no desenvolvimento de uma metodologia, visto que existe um certo desconforto em se tratar deste tema. Esse desconforto se dá parte pelo desconhecimento e parte pela falta de estudos científicos que dão maior clareza sobre os aspectos subjetivos. A Lógica Fuzzy vem como uma interessante ferramenta para identificarmos melhor o parâmetro estética. Os designers

lidam diariamente com essa questão, mesmo que intuitivamente ou utilizando algumas técnicas ensinadas durante o curso. A estética é muito importante na concepção de um produto, já que ela faz com que o consumidor sinta certa atração por ele. A atratividade de um produto serve como fonte inicial de uma possível compra. Nosso cérebro se depara primeiro com o impacto visual que é muito forte, depois ele faz as análises racionais. É nosso cérebro que desenvolve o nosso desejo pela aquisição.

Segundo SANTOS [1998], há projetistas que cuidam mais dos aspectos funcionais do produto, como: desempenho, dimensões, eficiência etc. Já outros com formação voltada para as questões artísticas tendem dimensionar o produto pelos aspectos estéticos: como cores, formas, usabilidade etc. Essa distinção foi delimitada por ele para descrever os projetos acima da linha e abaixo da linha. Acima da linhas estariam relacionados com a aparência do produto, os aspectos visuais como o estilo, ou seja, a estética dos produtos. E aqueles abaixo da linha, seriam o motor que impulsionante, da estrutura que estabiliza, dos aspectos que dão funcionalidade ao produto. É preciso entender que esse limiar não é tão nítido quanto parece, no caso dos automóveis, por exemplo, o projetista desenvolve entradas de ar, tanto para o desenvolvimento do motor quanto para dar ao veículo um aspecto mais esportivo. Essa relação seria ideal, no modelo onde tanto os aspectos acima como os abaixo da linha fossem o mais equilibrado possível, mantendo uma elevada razão de harmonia.

DEFINIÇÃO

A percepção da estética pelo usuário está relacionada com a sua aparência, cor, as formas que fazem sua superfície etc. De certa forma está correto, mas a estética não se resume apenas a esse ponto de vista. Estética do grego *aisthesis* significa percepção sensorial, vindas do processo visual e da conscientização SANTOS [1998]. Isto quer dizer que a forma como visualizamos um produto esta relacionada com as diversas informações visuais armazenadas anteriormente. Portanto, as referências a essas imagens veem a tona pelo processo de constituição da memória do usuário. Ela é construída pelo indivíduo durante sua formação e experiências de vida. O fator sociocultural é determinante em alguns aspectos para analisar certas preferências e indicar o público alvo para cada novo produto.

Podemos analisar a estética do produto sob o ponto de vista do indivíduo inserido num contexto social, econômico, cultural e histórico, determinando o valor estético e simbólico do mesmo. Para o valor estético temos os atributos de cor, forma, texturas etc. E para o valor simbólico os atributos dentro do contexto social, religioso, econômicos etc. Que cada classe o indivíduo esta inserido. A identificação cultural proporcionada por determinados grupos sociais está diretamente ligada as suas percepções visuais e simbólicas sobre cada produto, é ela que desperta o desejo individual e que faz o indivíduo tomar decisões para aquisição de um determinado produto.

Para os valores estéticos e simbólicos temos as funções estéticas e simbólicas respectivamente. Essas funções servem para definir a influência que um produto exerce sobre o usuário. As funções estéticas são aquelas representadas pelas características formais do objeto, como cor acabamento etc. As funções simbólicas são aquelas representadas

Com a junção dos elementos que compõem a estética de um produto, podemos evidenciar o estilo. O estilo estabelece a representação das características do produto, ele incita a atratividade ou desejo de compra e está intimamente ligado ao contexto temporal, ou seja, em determinada época um produto pode ser considerado belíssimo, e em outro momento, feio ou pobre, essas qualidades são definidas pelo momento em que o cérebro interpreta suas formas, características físicas, cor etc., dependendo do período sociocultural. O estilo é considerado um elemento chave para o desenvolvimento de novos produtos, devemos, no entanto, perceber que, ele é condicionado as oportunidades iminentes e as restrições impostas por esses momentos.

A atratividade e o desejo por um produto segue em geral quatro situações:

1. O comprador geralmente compra aquilo que já conhece;
2. Aquele que parece desempenhar bem a função ao qual já foi designado;
3. Que traz alguma identidade ao próprio comprador, no caso de um atleta, produtos esportivos, evidentemente, são mais considerados;
4. Ou que apresente elementos que aumentem a atratividade visual por si só, ou seja, beleza, elegância, num contexto geral. BAXTER [1998]

Nesse momento é importante fazer uma distinção entre Estilo e Estética, apesar de a diferença entre esses dois parâmetros ser tênue, podemos classificá-la da seguinte maneira:

Estética são os atributos de um objeto, atemporal e relativos a percepção na visualização direta do expectador no primeiro contato.

O Estilo vai além da simples visualização, é a representação semântica do produto, ou seja, a combinação das formas e cores na produção de uma imagem que é percebida em algum contexto, seja histórico, cultural, social ou a combinação entre eles. Uma igreja gótica, por exemplo, tem vários atributos estéticos, como torres altas, fachadas gigantescas, formas verticais exageradas, tudo isso induz ao estilo gótico deste período arquitetônico.

Então, todo estilo tem estética, mas o contrário não necessariamente é verdadeiro ou a diferença pode ser bem sutil. Ao definir um produto, o projetista pode não conseguir delinear o estilo desejável, pode simplesmente confundir o expectador com a mistura entre vários estilos, ou mesmo criar um novo estilo.

Os estilos podem expressar diferentes interpretações sobre produtos similares e que executam a mesma função ou tarefa. O projetista pode separar o estilo do conteúdo do produto, quando utilizar elementos estéticos que causem surpresa ao consumidor CHEN & OWEN [1997].

DESENVOLVIMENTO DOS ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Para o desenvolvimento dos atributos estéticos de um produto, deve-se definir as condicionantes do estilo e a mensagem simbólica e semântica do produto CARPER JR [2004]. Além disso, é necessário compreender os mecanismos de percepção estética e o significado dos conceitos de ordenação e complexidade. Outro ponto a ser considerado é a utilização de cores, para a qual se observa a cultura e a idade dos consumidores, além de tendências e de outros aspectos que determinam a preferência dos consumidores por determinadas cores e modelos.

CONDICIONANTES DO ESTILO

O estilo de um produto a ser desenvolvido ou em desenvolvimento é condicionado pelos produtos anteriores, pela marca ou identidade da empresa, pelo estilo dos concorrentes e pelo *benchmarking* do próprio estilo. BAXTER [1998]

No caso de um novo produto caracterizado como um reprojeto de um produto já existente, é recomendável que ele preserve a identidade visual do antecessor, possibilitando o reconhecimento visual pelos compradores habituais e, conseqüentemente, a compra. Uma mudança visual brusca ou radical pode ocasionar a perda dos antigos consumidores CARPER JR [2004], porém no mercado encontramos exceções, nos setores onde a concorrência é muito acirrada, como na venda de automóveis, pode acontecer a mudança radical de estilo, a sul coreana Hyundai foi consagrada no cenário mundial pelos produtos inovadores e de bom nível, no caso, o modelo popular HB20 da empresa figura entre os modelos mais vendidos mensalmente no Brasil, isso sem o grande histórico das montadoras brasileiras. Nesse cenário, com a entrada das montadoras chinesas de forma agressiva, prometendo mais por menos, e com a crise econômica atual, as já consagradas montadoras Ford, Chevrolet, Volkswagen e Fiat, rapidamente trataram de se enquadrar nesse novo nível de qualidade, produzindo veículos diferenciados como o New Fiesta, Novo Uno, Onix, etc. Esse último, completamente diferente de seu antecessor, o Celta, que ainda continua sendo fabricado, mas rebaixado de categoria. As fatias de mercado *market share* resegmentados, criando-se novas categorias e versões inusitadas, os chamados *cross-overs* como o Soul da Kia Motors. Observamos que apesar das mudanças bruscas, estas se projetam em todas as linhas de produtos, com isso, a identidade renovada, nas grandes montadoras, continuam sólidas como no caso da Ford, que a todo ano ajusta o Design de seus veículos para garantir essa unidade formal.

As variações de situações no mercado automobilístico são bastante complexas, no caso de empresa renomada que já está bem solidificada há uma confiança muito grande dos consumidores. Todos os elementos como a marca ou identidade da empresa são importantes para a preservação de uma imagem positiva. O logotipo e o nome identificam o seu produto, combinações de cores e formas, embalagens, disposição de mostradores ou comandos, além de outras características também podem evocar ao consumidor o nome do fabricante. Por exemplo, a coluna traseira de alguns automóveis do tipo sedan da BMW, mantém-se por décadas com as mesmas características

estéticas, é o que SMYTH & WALLACE [2000] denominam uma evidência do DNA da empresa que contribui na identificação da marca através da visualização do produto. Por isso, a análise das características que determinam a identificação dos produtos já comercializados pela empresa é extremamente importante. Porém, quando se tratar de uma empresa nova e sem uma linha de produtos, pode-se lastrear a confiança dos consumidores em relação ao produto, evocando características de produtos de outras empresas renomadas que têm a confiança dos consumidores.

Hoje, existe uma convergência de estilos, a análise do estilo dos concorrentes pode orientar o projetista a desenvolver um estilo próprio. A partir dos concorrentes, pode-se compreender o estilo dos produtos similares, observando: quais são os temas predominantes do estilo dos produtos, se os estilos são mais elaborados ou mais simples, quais as mensagens semânticas (o que o produto quer transmitir) ou simbólicas (quais são os valores que ele transmite). Com isso, pode-se identificar as características atrativas ou prejudiciais à imagem do produto. Vê-se claramente que as empresas competem entre si e estabelecem padrões de beleza, essa dança de estilo pode ser comparada ao munda da moda, ora cíclico, ora nostálgico, mas sempre correlacionado com a concorrência. É possível que um estilo novo faça uma cadeia de mudanças em concorrentes, como por exemplo, dos antigos tetos-solares, que na época dos simpáticos Fuscas foram rejeitados pelos consumidores, e hoje, estão sendo cada dia mais explorados, dando origem até aos para-brisas panorâmicos dos novos carros da Peugeot e Citroën.

Também é importante realizar o *benchmarking* do estilo, observando quais são as cores, materiais, acabamentos superficiais, detalhes, formas que são utilizadas nos concorrentes e podem ser incorporadas ao produto. O uso do *benchmarking* pode mostrar e aperfeiçoar tendências no estilo do produto.

Para o desenvolvimento de um novo estilo, podemos lançar mão de elementos estéticos como pontos, linhas, superfícies, materiais, acabamentos, massas, volumes, iluminação e cores, podendo um projetista desenvolver um estilo próprio ou modificar um já existente pela inserção ou modificação da configuração destes elementos. Por exemplo, a inserção de um conjunto de pontos (como furos para ventilação ou para saída de sons, por exemplo), a modificação do acabamento de uma superfície ou a mudança na secção transversal de um determinado volume permitem modificar o estilo de um produto já existente. Assim como, a manutenção de determinada combinação de

pontos, linhas ou cores, por exemplo, podem definir um determinado estilo para os produtos, mesmo que os demais elementos sejam alterados CARPER JR [2004].

Podemos recorrer a analogias com objetos não similares ou à homologias com produtos similares. A analogia permite identificar elementos estéticos em objetos de natureza diversa, como em animais, seres humanos ou plantas e utilizá-los nos produtos. A analogia pode ser uma fonte de inspiração para o estilo do produto. Por exemplo, a aparência dos aviões é análoga a aparência dos golfinhos. A homologia permite identificar elementos estéticos em produtos similares, antecessores ou concorrentes, e utilizá-los no produto. Por exemplo, as formas dos celulares são homólogas, havendo pouca variação entre elas. CARPER JR [2004]

Para facilitar a análise dos fatores condicionantes do estilo, em geral utiliza-se a montagem de painéis, através da colagem de figuras, fotografias, palavras e expressões escritas que denotem os elementos estéticos.

SIMBOLOGIA E SEMÂNTICA

O simbolismo é tradicionalmente definido através da identificação dos valores sociais e pessoais de um indivíduo ou grupo, relacionando-os com o estilo do produto. Os valores sociais podem ser avaliados a partir de seu estilo de vida. Portanto, é importante que o projetista identifique o tipo de estilo de vida do público-alvo, listando os valores pessoais e as características que os mesmos valorizam nos produtos. Segundo QUARANTE [1984] pode-se compreender os valores dos indivíduos a partir do estudo do comportamento social através de 4 tipos básicos de estilo de vida: utilitarista, aventureiro, conservador e alternativo.

O *utilitarista* caracteriza-se por pragmatismo, economia e trabalho, derivados de valores concretos e ancorados em valores tradicionais: apego ao trabalho, à pátria, à família e valorização do esforço, do sacrifício pessoal e da economia. Aprecia produtos práticos e funcionais.

O *aventureiro* é formado por pessoas dinâmicas e empreendedoras, por isso, valorizam a inovação e a renovação. Têm uma visão ampla da vida, são modernos, valorizam o progresso, curtem a vida, competem profissionalmente, são responsáveis e preocupados com o sucesso. São adaptados à civilização de consumo, não hesitam em trocar um produto antigo por um mais novo.

O *conservador*, em geral, representa a maioria da população. São pessoas calmas, prudentes, equilibradas, conformistas, indecisas e exemplares, sendo profundamente ligadas à família. Têm preferência por objetos clássicos, confortáveis e que inspiram qualidade.

As do tipo *alternativo* são passivas e interessadas pelo imaginário e pelo exótico, sendo livres de conformidade social e sonhadoras. Têm forte tendência ao humanismo ou romantismo, dando prioridade ao desenvolvimento pessoal. Aliam mínima conformação social com passividade e se caracterizam pela ausência de sistema de valor em relação aos produtos.

Estes são somente exemplos de estilos de vida. Dependem muito da época, momento econômico, cultural etc. CARPER JR [2004].

A *semântica* de um produto pode ser realizada identificando aquilo que se quer comunicar com o produto, lembrando que as características estéticas dos produtos comunicam algo. Por exemplo: automóveis com formas estruturadas em ângulos retos, comunicam rusticidade e resistência enquanto aqueles de formas arredondadas expressam velocidade, aerodinâmica.

A definição *semântica*, assim como a simbólica, pode ser realizada fazendo-se uma lista de atributos semânticos, obtidos através de entrevistas ou de pesquisas de opinião que devem ser feitas anteriormente ou durante o desenvolvimento do produto. HOFMEESTER et all [2002] publicaram um estudo sobre o desenvolvimento de um *pager* para expressar o sentimento de sensualidade. Então, obtiveram a definição semântica entrevistando possíveis consumidores com o questionamento sobre as propriedades de um produto que evocam o sentimento de sensualidade. Obtiveram como respostas mais comuns: adaptável, confortavelmente ao tamanho da mão, quente, textura próxima a da pele, suave, formas orgânicas (arredondado), entre outras. Esta é uma lista de atributos semânticos, que pode orientar os projetistas a definir as características dos produtos. Por exemplo: quente pode ser traduzido em cores avermelhadas ou em temperatura superficial próxima ao do corpo humano, enquanto adaptável ao tamanho das mãos, dando uma ideia/estimativa do tamanho do produto.

Para avaliar se um produto atinge o nível de atributos desejados para a definição semântica e simbólica que se propõe, pode-se fazer pesquisas de opinião ou enquetes e registrar os resultados em gráficos, onde os valores positivos ou a soma deles indicam que resultados desejados foram obtidos CARPER JR [2004]. Recentemente, os pesquisadores do laboratório de Fuzzy, na Coppe, orientados pelo professor Cosenza e o

professor Dória, desenvolveram um algoritmo para ser utilizado na determinação dos atributos semânticos e simbólicos de produtos de confecção, identificando aqueles que tem a maior atratividade e desejo pelo consumidor. Essa pesquisa bem sucedida, possibilitou determinar quais modelos eram menos atrativos, portanto, que deveriam ser descartados/excluídos, evitando a produção desnecessária, e também dos modelos que mais tinham esse favoritismo, com isso a lucratividade foi bem expressiva, além de ser ecologicamente correto, pois a cada produto de moda não consumido, é necessário muita energia para posterior venda, e até mesmo a possibilidade do produto permanecer em estoque.

PERCEPÇÃO ESTÉTICA

As teorias do Gestalt ou da percepção visual, que contribuem bastante para a formação do estilo, apesar de nem sempre suficientes, ainda são enormemente difundidas no meio acadêmico e científico.

São elas:

Lei do fechamento: linhas que estão sozinhas são percebidas como unitárias, porém, quando delineiam alguma superfície são percebidas como contornos fechados sobre a superfície. Esta lei é utilizada para ressaltar uma superfície;

Lei da proximidade: a proximidade entre elementos, sejam eles pontos, figuras ou retas, forma o efeito de um conjunto. Isto pode ser utilizado para destacar, enfatizar ou indicar uma função de uso do produto ou algum outro aspecto. Estes elementos sobressaem dentro do produto;

Lei da igualdade: elementos que tenham forma ou aspecto semelhantes tendem a ser percebidos como um conjunto único;

Lei da continuidade: a percepção tende a dar continuidade, trajetória ou prolongamento aos elementos;

Lei da percepção separada de imagens: a percepção tende a distinguir uma parte da imagem da outra, destacando uma em relação à outra, fazendo com que uma imagem pareça fundo e outra destacada. Ora a percepção pode visualizar uma parte como fundo ou não, proporcionando uma ambiguidade visual. Quanto mais simétrica, relativamente pequena, contornada e orientada horizontal ou verticalmente for uma imagem, mais facilmente será identificada;

Lei da simplicidade: a simplicidade visual dos produtos ocorre quando os produtos são simétricos, têm linhas simples assemelhando-se a figuras geométricas. O resultado visual tende a ser minimalista. Muitos projetistas perseguem esse ideal: simplicidade com elegância. Observa-se que produtos mais antigos eram mais complexos visualmente e foram progressivamente modificando-se até apresentarem formas mais limpas. Resta saber qual é o limite para a simplicidade visual dos produtos. Porém, a combinação de complexidade com simplicidade pode tornar um produto mais atrativo. Um produto muito complexo deve ser apresentado visualmente como simples, o que o torna atrativo no momento da aquisição ou da primeira visualização, mas a complexidade inerente pode torná-lo interessante e capaz de manter a atenção do consumidor durante o uso, tornando familiar e simples (aos olhos do consumidor) a própria complexidade;

Lei da harmonia: A harmonia pode ser considerada uma combinação das regras de simplicidade com as de padrões visuais (fechamento, proximidade, igualdade, continuidade, precisão e percepção separada de imagens) BAXTER [1998]. Se a percepção detectar algum tipo de forma geométrica predominante e esta se repetir no produto elas parecerão relacionadas entre si e transmitirão uma sensação visual de coerência e harmonia. Por isso, a mistura de formas geométricas tende a perder a harmonia.

A harmonia também se refere às proporções do produto, estando relacionada à relação entre os tamanhos dos elementos estéticos. No século XIII, um matemático italiano chamado Fibonacci criou uma regra aplicável às proporções dos produtos, baseando-se em relações existentes em seres vivos. Segundo BAXTER [1998] esta é uma regra baseada em aspectos orgânicos, sendo percebida pelas pessoas como capaz de proporcionar uma relação harmoniosa entre tamanhos de elementos estéticos. Desenhos das plantas e dos animais seguem esta regra: a ampliação ou redução de tamanhos, quantidades ou áreas é em torno de 61,8%, seguindo a série 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13..., que consiste na soma dos dois números anteriores para resultar no posterior. A regra de Fibonacci também é conhecida como espiral logarítmica, pois muitos seres vivos, cujos desenvolvimentos respeitam esta regra, geram figuras geométricas semelhantes a uma espiral logarítmica.

COMPLEXIDADE E ORDENAÇÃO

Nas características do estilo, o expectador pode ter preferência pela complexidade ou pela ordenação de um produto, podendo, inclusive existir uma combinação de preferência entre elas.

Quando falamos em ordenação, nesse momento, priorizamos a simplicidade, a fácil percepção da forma, onde o usuário tem uma referência simples e de fácil compreensão, os objetos estão ordenados por formas geométricas comuns, regulares, fechadas, homogêneas e simétricas. A simplicidade e a regularidade significam que visualmente é possível observar no produto elementos identificáveis, como círculos, formas abauladas, quadrados, formas facetadas etc. Apresentar formas geométricas fechadas significa que o produto se apresenta como um bloco único, de contornos limitados. A homogeneidade se refere a produtos limpos sem excessos de formas, cores e materiais. A simetria está relacionada à distribuição igualitária de massa ou superfícies em relação a um eixo mediano imaginário. São características apresentadas em produtos compactos, despojados e de fácil assimilação e compreensão visual pelo consumidor.

As características visuais de um produto complexo são formas complicadas e irregulares, abertas, heterogêneas e assimétricas. A heterogeneidade se refere a grande variedade de cores, formas, materiais e texturas. A complexidade busca a fuga de padrões visuais conhecidos.

Em relação à utilização de cores, tratando-se de um produto ordenado há tendência à harmonia cromática e restrição no uso de contrastes, sendo utilizados para evidenciar, através do uso de cores complementares e não conflitantes, funções ou elementos estéticos importantes do produto. Nos produtos complexos, há excesso de contraste e abuso da utilização de cores, tornando confusas as informações, o manuseio e o uso.

Nem sempre a estabilidade deve ser favorecida, há casos em que um produto pode ter as bases largas, definindo bem sua estabilidade, em outros, podem simplesmente se apresentar de forma inversa, uma forma de provocar o usuário é a proposta de uma forma desequilibrada, desafiando as leis da gravidade, ou deixando os elementos assimétricos para a construção de um novo conceito na leitura do objeto.

Na inovação estética, os produtos ordenados estão associados a estética dos produtos anteriores, facilitando a aceitação pelo usuário, pelo fato da memória de referência positiva do produto. Enquanto produtos complexos provocam algum

desconforto, apresentam uma novidade, tentando demonstrar o inédito e a surpresa. É comum verificar em produtos complexos o uso da bissociação. A bissociação é a quebra da expectativa, ou seja, a substituição de algo normal e esperado por algo inusitado, surpreendente que dificilmente um projetista teria feito se não confrontasse algo completamente diferente dos concorrentes, associar algo como as formas dos automóveis a esquilos voadores, por exemplo.

Portanto, podemos definir os produtos ordenados como aqueles que estão inseridos nos valores sociais, culturais e tecnológicos, enquanto produtos complexos buscam a diferenciação e a mudança. Isso é comum entre produtos com acirrada concorrência no mercado, um procura se diferenciar do outro, ou pela semelhança ou para melhorar algum parâmetro apreciado.

Essa distinção aparece também nos materiais, processo de fabricação, cor, textura etc. Nos produtos ordenados há uma tendência que esses aspectos sejam mais simples e que as cores sejam mais harmoniosas. Nos produtos mais complexos há um excesso de materiais, cores etc.

Isso não significa que devemos ter preferência por determinado tipo de produto, mesmo porque os produtos ordenados, às vezes, tendem a ser monótonos, pela simplicidade e, elementos complexos proporcionam um ar de sofisticação, criando áreas interessantes, formalizando aspectos de identidade de um produto ou linha de produtos.

Neste ponto, podemos ainda definir alguns conceitos como adição, integração e integralização. Na adição, por exemplo, podemos destacar um elemento em determinado produto, como os faróis dos automóveis, eles parecem saltar da forma básica, dando a ideia de que são mais importantes, ou destacam um possível melhor funcionamento do mesmo, já o conceito de integração e integralização procuram indicar uma melhor ordenação entre as partes, sempre buscando a unidade do produto, formas e cores mais suaves. Da mesma forma com a adição, os elementos se tornam mais complexos e sobressaltados.

Para que os produtos sejam mais bem aceitos pelo consumidor ou usuário, eles devem estar de acordo com uma interface que os aproxime da comunicação, os elementos, devem se comunicar com o usuário, indicando que ação tomar para que a tarefa seja feita corretamente, como por exemplo, o uso de botões, ressaltos, cores, definindo um lugar específico para ligar, acionar o volume, trocar alguma função extra, por exemplo. Essa comunicação, a usabilidade é típica de produtos ordenados, que fazem a função mais fluída no seu uso.

CORES

O uso de determinadas cores ou associações de cores é variável em função de aspectos culturais, tendências, idade, experiência e preferências pessoais. O simbolismo das cores, conforme a cultura de uma sociedade, está relacionado a associação psicológica que os povos fazem com cada cor, cujos exemplos estão a seguir:

— Vermelho: Na China é símbolo de sorte e celebração, por isso utilizado em muitas cerimônias culturais desde casamentos até funerais. Na Índia, o vermelho é a cor da pureza e utilizada em decorações de casamento. Na cultura oriental significa diversão quando combinada com o branco. Na cultura ocidental é combinada com o verde nos enfeites de natal. No dia dos namorados significa sensualidade. Em geral é saliente, agressivo e estimulante. É a cor do fogo, do sangue, da paixão e do perigo, indicando perigo ou parada nos sinais e nas luzes de trânsito;

— Amarelo: na Ásia significa sagrado ou imperial. Nas culturas ocidentais significa diversão e alegria. Está geralmente associada ao calor, à riqueza, à energia, à claridade, ao ouro e ao sol;

— Azul: Na China está associado a imortalidade. Entre os hindus é a cor de Krishna e para os judeus significa santidade. No oriente médio é a cor associada à proteção. Lembrando que globalmente o azul é uma cor associada à segurança. Também está associada à calma e ao sono;

— Verde: na China estudos indicam que não é uma boa cor para produtos ou embalagens, pois tem o significado de traição conjugal. Para os indianos é a cor do islã. Para os católicos irlandeses tem significado religioso, estando associada ao dia de São Patrício. Na cultura ocidental indica segurança e conservação ambiental. Apresenta-se como uma cor passiva, associada ao verde da floresta, à esperança e à felicidade;

— Branco: nas culturas orientais significa luto e morte. Nas culturas ocidentais significa pureza e por isso é utilizado em casamentos, além de estar relacionado à paz e ao nascimento.

— Preto: nas culturas ocidentais significa luto e morte. Está relacionado ao frio, ao caos, ao nada, ao mal, à tristeza, à morte, ao luto, à angústia e à perda. É considerada uma cor deprimente.

Atualmente, com a globalização econômica e o grande volume atual de trocas de informações através da mídia, proporcionam igualdade nos significados das cores pelos diferentes povos.

Deve-se considerar também, que existem tendências temporais no tocante às cores. Normalmente após um período de domínio de determinadas cores, outras cores que normalmente fazem algum tipo de oposição, predominam no período seguinte. Por exemplo: se as cores vivas têm sido preferidas numa determinada estação do ano, na estação posterior há preferência por cores frias, ou seja, há uma ciclicidade na preferência por cores. Esse ciclo é determinado por tendências sociais, como a intenção de resgate de valores culturais, ou por interesses financeiros. Alguns fabricantes de tintas promovem, através de exposições de produtos ou desfiles de roupas, as cores da moda, favorecendo que os consumidores procurem por produtos com novas cores, proporcionando aumento de produção e vendas de tintas e pigmentos.

Em relação à idade, crianças e jovens preferem cores mais vivas e salientes enquanto adultos preferem cores mais discretas. Essa preferência pode também mudar para os idosos, visto que com o tempo tendem a preferir produtos que tem uma melhor comunicação, seja com as cores como teclas maiores, números maiores, tudo em relação a melhor acessibilidade das funções.

Além disso, há também as preferências pessoais, conforme cada consumidor interpreta e avalia as cores que percebe, associando-as a sentimentos e lembranças.

As cores apresentam diversas características que devem ser consideradas para gerar harmonia ou contraste, que são as seguintes:

— Luminosidade: a luminosidade está diretamente relacionada com o grau de clareza, ou seja, a quantidade de luz. Por exemplo, o branco é luminoso e o preto não tem luz. Lembrando que branco e preto não são cores, são presença ou ausência de luz. A cor mais luminosa é o amarelo e a de menor luminosidade é o violeta.

— Tom ou matiz: é a coloração da cor, corresponde ao comprimento de onda da cor dominante, que dependente do tom, pode denominar-se de azul, amarelo, vermelho, entre outros;

— Saturação: é a quantidade de cor de tom puro que uma cor apresenta. A saturação máxima de uma cor é atingida quando corresponde ao seu comprimento de onda no espectro visível, podendo denominá-lo assim de tom puro.

Conforme o aspecto a ser considerado, as cores podem ser classificadas de diversas formas, entre as quais:

— Cores quentes: são aquelas que tendem para o amarelo, apresentando matizes alaranjadas e avermelhadas. As cores quentes estimulam a circulação sanguínea do observador, causando um ligeiro aumento na temperatura do corpo. O amarelo é uma cor alegre, é a cor do verão, enquanto o vermelho é a cor do sangue e da vida.

— Cores frias: são aquelas que tendem para o azul, e as matizes entre o verde, azul e violeta. Ao contrário das cores quentes, diminuem a circulação sanguínea do observador, causando uma ligeira queda na temperatura do corpo. O azul é a calma, a harmonia, a paz, mas também a tristeza e melancolia.

— Cores complementares: são as cores “negativas” de quaisquer cores, como os negativos de fotografia. São as que formam o verdadeiro contraste. Quando uma cor é colocada lado a lado com sua complementar, elas se intensificam pelo contraste simultâneo. No círculo cromático a cor complementar é a que está diametralmente oposta, isto é, traçando um diâmetro é a que está do lado oposto. Do mesmo modo, como o positivo e o negativo, o branco e o preto também são complementares. Os opostos se complementam.

Antes de decidir quais as cores devem ser utilizadas num produto, o projetista deve considerar o desejo de gerar contraste ou harmonia cromática.

Pode-se fazer vários tipos de contrastes entre cores, visando destacar ou facilitar a visualização de algo. Entre as maneiras de gerar contraste entre cores ressalta-se:

— contraste claro-escuro entre o branco e o preto ou pela utilização de tons de cinza. Este tipo de contraste também pode ser feito entre o amarelo e o azul-violeta, pois no círculo cromático a cor mais clara é o amarelo e o mais escuro é o azul-violeta. Ou ainda pode ser feito pelo uso de partes cromadas ou douradas e cores pouco luminosas;

— contraste entre quaisquer cores fundamentais (que pode ser ressaltado através da utilização de faixas de separação brancas ou pretas);

— contraste entre cores complementares. A utilização de cores complementares (opostas no círculo cromático) gera contrastes. Esta disposição de cores evidencia informação ou um determinado aspecto. Num círculo de cores, as cores diametralmente opostas como o azul e o amarelo, são complementares e contrastantes;

— contraste na qualidade. Consiste na mudança do tom da cor pela mistura do branco ou do preto ou de ambos ou ainda de uma cor complementar;

— contraste na quantidade está relacionado com as porções de cores utilizadas. Neste caso, procura-se o contraste utilizando a combinação entre a dimensão da superfície colorida e a luminosidade da cor. Está baseado numa escala de luminosidades, sendo 6 para o verde, 4 para o azul, 3 para o violeta, 9 para o amarelo, 6 para o vermelho e 8 para o laranja. Então, para que o contraste combine luminosidade e área da superfície pintada, o amarelo (luminosidade 9) deve ser utilizado em quantidade 3 vezes menor do que o violeta (luminosidade 3).

— contraste entre cores quentes e frias ocorre devido à utilização simultânea de tons frios e tons quentes. A gama de tons frios está dentro do semicírculo do lado do azul ciano situado entre o amarelo e o azul violeta. E os tons quentes estão situados entre os tons mencionados anteriormente e incluindo o amarelo oposto aos tons frios;

— contraste cromático entre produtos concorrentes: em produtos ao consumidor, o emprego de cores quentes ou luminosas tende destacar ou chamar a atenção para a compra, sobre os concorrentes de cores mais frias ou pouco luminosas, além de quebrar a monotonia de grandes superfícies, quando utilizadas com cores frias. Porém, em produtos relativamente grandes, como máquinas industriais, o emprego de cores quentes ou luminosas tende a tornar o produto visualmente cansativo e desagradável, principalmente quando utilizadas em grandes superfícies. Neste caso, empregam-se cores pouco luminosas ou frias e utilizam-se as cores quentes ou luminosas apenas para evidenciar partes do produto como painéis de controle ou de segurança, como no caso de componentes móveis que são pintados de alaranjado.

O conhecimento dos tipos de harmonias cromáticas pode ajudar a encontrar o equilíbrio entre cores. Os tipos mais comuns de harmonias são os seguintes:

— harmonia de complementares: ocorre quando há um equilíbrio entre cores opostas no círculo cromático, que se completam. É a harmonia mais comum. Por exemplo, a conjugação de tons de verdes com diversos tons de quentes. Às vezes, a utilização de cores complementares em tons puros causa contraste excessivo e não há harmonia. Neste caso, pode-se adicionar branco ou preto numa das cores ou até nas duas, o que irá reduzir sensivelmente o contraste;

— harmonia de tons vizinhos: neste caso, procura-se a harmonia de tons próximos dentro do círculo cromático ou ainda a conjugação com cores neutras, como tons castanhos e cinzentos. Neste caso, é comum a adição de branco ou preto sobre o tom puro para facilitar a harmonia;

— harmonia monocromática: Acontece quando o conjunto de cores de uma composição varia dentro de uma cor com vários tons ou de uma cor conjugada com cores neutras. Neste caso, as cores são geradas a partir de uma única cor pela adição de branco ou preto;

— harmonia por saturação: Conseguem-se aditivando uma cor única (como vermelho, verde ou azul) às outras utilizadas na composição. Neste caso, escolhe-se uma composição de cores a qual é adicionada uma cor de saturação;

— harmonia cromática: neste tipo de harmonia das cores deve-se considerar a luminosidade e as porções de superfícies nas quais as cores são utilizadas.

OUTRAS RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES

Outras recomendações para o projeto estético PAHL & BEITZ [1996] e EDEL [1967]:

— Unidade: referente a relação harmoniosa entre os diversos elementos estéticos de um produto. Observa-se se linhas, superfícies ou volumes estão ordenados, coerentes e harmonizados de forma identificável com a função desejada. Isto também se refere à utilização de letras ou símbolos em painéis ou avisos, que devem buscar a uniformidade, facilitando a compreensão. A geração de uma unidade no produto está fortemente relacionada à aplicação das leis de simplicidade e harmonia. A unidade tende à ordenação;

— Contraste: Uso de elementos estéticos para criar uma oposição ou contraste visual, com o objetivo de ressaltar determinado aspecto do produto. Pode-se ressaltar determinadas formas ou aspectos funcionais de um produto através do uso de cores ou também pelo uso de elementos estéticos que gerem contraste de formas ou de figuras geométricas, por exemplo. Assim como no caso de contraste cromático, o contraste excessivo entre elementos estéticos faz o produto tender à complexidade;

— Ritmo: Refere-se regularmente ou alterna-se a utilização de determinados elementos estéticos. Neste caso, as variações de forma e posição são mínimas, ou seja, os elementos estéticos do produto (como círculos ou linhas) se repetem e se alinham, fazendo com que o produto tenda à ordenação;

— Dominação: refere-se a existência de um elemento estético dominante no produto, que é facilmente identificado sobressaindo-se ou atraindo a atenção sobre os demais. Por exemplo: supondo que exista a necessidade de utilizar muitas cores em determinado produto, pode-se escolher uma cor principal e as demais cores secundárias que podem ser utilizadas em pequenas porções. A presença de um elemento predominante faz o produto tender a ordenação;

— Balanço: neste caso, verifica-se a existência de equilíbrio visual dos elementos estéticos do produto que podem ser simétricos ou assimétricos, no tocante a formação de conjuntos ou grupos. Observa-se aqui, também a proporção no uso de elementos estéticos, como cores e formas geométricas. Isto inclui o uso da regra de Fibonacci. O equilíbrio visual obtido pelo uso balanceado de elementos estéticos faz o produto tender a ordenação;

— Transição: refere-se a variação entre aspectos visuais do produto que pode ser abrupta ou gradual. Em geral, transições graduais de formas e de cores fazem o produto tender à ordenação e à harmonia, enquanto transições abruptas fazem o produto tender à complexidade;

— Variedade: refere-se a diversidade de utilização de elementos visuais diferentes num projeto, que em geral deve ser reduzida, minimizando a tendência a complexidade e tornando o produto mais familiar;

— Adequação: refere-se à adequação dos elementos estéticos utilizados no produto em relação ao perfil do público alvo. Inclui não somente o uso coerente de elementos estéticos, como cores e formas, mas também o uso de elementos associados à imagem e marca da empresa, de tendências observadas e de aspectos positivos encontrados nos concorrentes;

— Explicação Funcional: evidencia visualmente que o produto executa bem a função para a qual foi projetado. Além disso, na explicação funcional observa-se que o produto dá indícios de como deve ser utilizado ou operado, pois sempre que possível a estética deve contribuir para que o usuário compreenda a funcionalidade ou o modo de operação do produto, induzindo-o a operá-lo da forma correta.

Capítulo 2

O que é Lógica Fuzzy?

A Lógica Fuzzy ou difusa trabalha a ambiguidade através da própria linguagem humana.

Quando propomos um método com o uso da Lógica Fuzzy, não pensamos em descartar as metodologias anteriores ou nos desfazer da lógica clássica. Entendemos que elas são complementares e seguindo o raciocínio natural, elas sempre ocupam lugar nos projetos, apenas foram tratadas de forma diferente, o grande avanço da Lógica Fuzzy, é a expressão da clareza, com a utilização da teoria dos conjuntos fuzzy, sua aplicabilidade no mundo real, desprovida de qualquer preconceito entre as disciplinas. O curso de Design de produtos da Escola de Belas Artes, possui dificuldades em difundir e acompanhar os conceitos de projetos de produtos, característica essa do Design de produtos pela sua própria arguição e defesa entre as demais disciplinas. O Design de produto no Brasil e no mundo, tem muito relação de quanto um país é desenvolvido e capaz de criar condições para seu aprimoramento. Design e Ergonomia, sofrem do mesmo problema no seu posicionamento histórico, ambos são disciplinas novas, são multidisciplinares e precisam estar envolvidas com o projeto de um produto ou sistema desde seu início. Considerando que analisar o produtos por todas essas vertentes não é um projeto sem impacto financeiro. O custo para desenvolver produtos inovadores é grande, também é preciso muita energia colaborativa, onde os riscos são maiores e o cronograma das atividades deve ser flexível. Quando nos deparamos com a oportunidade de desenvolver estudos de Design com a Lógica Fuzzy, descobrimos o quanto essa ferramenta se encontra madura e disseminada pelo mundo, os novos projetos de produtos chamados de inteligentes, são em grande parte beneficiados pela Lógica Fuzzy. Metrô, ar condicionado, fornos de microondas e lavadoras inteligentes, são exemplos desse feito.

Realizando um estudo aprofundado na disciplina do Professor Cosenza e alunos, logo no início, podemos notar que a matemática utilizada como ‘pano de fundo’ não era tão trivial quanto imaginávamos, porém, os mecanismos e os modelos tinham algo em comum. O tratamento das informações, o auxílio dos modelos já consagrados e

difundidos pelos inúmeros artigos publicados, nos ofereciam algumas dicas de como proceder. Infelizmente, os cursos de Design de produtos não estão tão alinhados com os cursos de engenharia, e por fim a matemática desse processo começou a ser um outro capítulo dessa dissertação. Paralelamente as aulas teóricas, também eram desenvolvidos no Laboratório de Fuzzy modelos práticos, isso nos possibilitou a perda de preconceitos e a desmistificação dos números Fuzzy. A matemática envolvida na Fuzzy, ora tendia para o trivial, como noções de conjunto, matriz e logaritmos, ora para conceitos mais complexos, como derivadas, diferenciais, e conceitos avançados em economia e matemática. O texto a seguir é parte dos escritos do professor e descrevem bem uma pequena noção do que a Fuzzy é e até onde ela pode chegar:

A maior parte da linguagem natural contém ambiguidade e multiplicidade de sentidos. Em particular, os adjetivos que utilizamos para caracterizar objetos ou situações não nos permitem clareza suficiente, sendo ambíguos em termos de amplitude de significados. Se, por exemplo, dizemos que uma pessoa é alta, não podemos claramente afirmar quem é alto ou quem não é. A ambiguidade de pessoa idosa vem do adjetivo idoso. Adjetivos são usualmente qualitativos, mas alguns como alto ou idoso são percebidos em conexão com quantidades de altura ou idade. Se omitimos ou retiramos adjetivos abstratos como ambíguo, vago, incerto, são muito utilizados adjetivos outros que envolvem quantidades. Especialmente em tecnologia, adjetivos que descrevem estados ou condições são, quase sempre, relacionados a quantidades. A maioria dos adjetivos são quantificados por meio de uma dimensão de sentidos de altura, idade ou extensão, mas valores abstratos, tais como um pequeno número ou um grande número também podem ser dimensionalmente quantificados.

Muitas de nossas ferramentas para modelagem formal, para racionar e utilizar a computação, no entanto, são crisp determinísticas, e precisas em sua natureza. Por definição crisp significa dicótomo, isto é, muito mais sim-ou-não do que mais ou menos. Na lógica dual convencional, por exemplo, uma afirmação pode ser verdadeira ou falsa e não pode assumir nenhum significado outro como aproximadamente. Na teoria dos conjuntos, um elemento pode pertencer ao conjunto ou não; em caso de otimização, uma solução é possível, viável ou não. Na modelagem matemática, a precisão supõe que os parâmetros de um modelo representam, exatamente, ou, a nossa percepção dos fenômenos modelados ou as características de um modelo real que já tenha sido construído. Geralmente, precisão também implica que o modelo seja inequívoco, isto é, que não contenha ambiguidades.

O mundo real é muito diversificado e dinâmico, sofrendo mudanças constantemente, e sempre cheio de surpresas. Em outras palavras é um mundo fuzzy. Fuzzy, não no sentido de ser confuso, mas fuzzy no sentido de um mundo real, no qual vivemos, onde um veículo pode deslocar-se vagarosamente, uma pessoa pode estar um pouco faminta ou o tempo pode estar parcialmente nublado — distinções que as pessoas usam todas às vezes que precisam tomar decisões, mas com as quais os computadores e outros meios de avançada tecnologia não são capazes de lidar.

Este livro é direcionado, também, a pessoas que não sejam matemáticos. Por isso, a linguagem foi simplificada para evitar palavras e expressões técnicas mas, mesmo assim, mantendo a terminologia necessária. A notação matemática foi reduzida ao básico e simplificada. Em alguns casos, por simplicidade, a notação vetorial foi utilizada. Alguns exemplos numéricos simples demonstram a aplicabilidade matemática para clarificar eventuais dificuldades.

Em resumo, a intenção deste estudo é propiciar uma introdução ao conhecimento da Lógica Fuzzy, seu objetivo e conceitos básicos, de maneira metódica e coerente; apresentar exemplos de suas aplicações por meios não matemáticos. Mas, objetiva, de modo especial, interessar os leitores no estudo desta ferramenta tão poderosa, dirigindo-os ademais para o seu aprofundamento. O pequeno link entre Lógica Fuzzy e Redes Neurais, constante no apêndice, visa permitir o conhecimento de sua utilização simultânea para uma sua maior eficácia.

ALGUNS ANTECEDENTES E UMA SUMÁRIA VISÃO

A partir de 1994, a nebulosidade (*fuzzyness*) é considerada o estado da arte, mas esta ideia não é nova. Ela tem sido tratada pelo nome fuzzy desde a década de sessenta, mas suas origens remontam a 2500 anos.

A lógica clássica ou crisp, foi desenvolvida no século IV a C. pelo filósofo grego, Aristóteles, motivo pelo qual, muitas vezes, em sua homenagem, é chamada Lógica Aristoteliana. Aristóteles tirou sua ideia do trabalho de um filósofo grego que o precedeu, Pitágoras, e seus seguidores, os quais acreditavam que esse assunto era essencialmente numérico e que o universo poderia ser definido por meio de relações numéricas. Acredita-se que seu trabalho propiciou os fundamentos da geometria e da música ocidental (através das relações entre os tons).

Aristóteles estendeu a convicção de Pitágoras ao processo que as pessoas utilizam para pensar e tomar decisões, aliando a precisão da matemática com a pesquisa da verdade. No entorno do século X, d. C. a lógica Aristoteliana serviu de base para o pensamento na Europa e no Oriente Médio. E isso aconteceu por duas razões: ela simplifica a maneira de pensar acerca de problemas e torna a certeza ou verdade mais fácil de serem comprovadas.

Saltando para o século XVIII, o filósofo e clérigo irlandês, George Berkeley e o escocês, David Hume, pensavam que todo conceito tem um elemento central concreto, para o qual são atraídos todos os outros que, de alguma maneira, lhe são semelhantes. Hume, em particular, acreditava na lógica do senso comum, cuja razão se baseava no conhecimento que as pessoas normalmente adquiriam por viverem no mesmo mundo.

Na Alemanha, Kant considerava que somente a matemática poderia proporcionar definições nítidas e que muitos princípios contraditórios não poderiam ser conciliados. Como exemplo, citava o fato de a matéria poder ser dividida infinitamente, mas ao mesmo tempo não pode ser infinitamente dividida.

No século XX foi desenvolvida uma espécie de aritmética, a chamada lógica Booleana. O resultado da lógica proposicional, lógica boleana, foi baseado muito mais na aritmética binária que nas relações da aritmética decimal. A maioria das pessoas julgou que isso não tivesse utilidade, motivo pelo qual a lógica boleana permaneceu na obscuridade por muitas décadas. Hoje, contudo, ela foi redescoberta e, juntamente com os circuitos integrados, trouxe à luz os microprocessadores e os computadores modernos.

Os computadores modernos, baseados na aritmética binária, em conjunto com sofisticados softwares têm modificado, sob muitos aspectos, os nossos estilos de vida e, até mesmo, nossa maneira de pensar.

A ideia de que a lógica crisp produzia contradições, não passíveis de serem gerenciadas, surgiu e foi popularizada no princípio do século XX pelo filósofo e matemático inglês, Bertrand Russell. Ele, também, estudou a incerteza da linguagem, bem como sua precisão, concluindo que a incerteza é objeto de gradação.

O filósofo alemão, Ludwig Wittgenstein, estudou as diversas maneiras de como a palavra pode ser utilizada para finalidades diversas que, na realidade, têm pouco em comum, por exemplo, o jogo que pode ser competitivo ou não.

A teoria dos conjuntos originais (0 ou 1) foi inventada pelo matemático alemão, George Cantor, no século XIX. Porém este conjunto crisp tem as mesmas restrições que

a lógica nele baseada. A primeira lógica de incerteza foi desenvolvida em 1920 pelo filósofo polonês. Jan Lukasiewicz. Ele criou conjuntos com valores possíveis de pertinência 0, V_i e 1, estendendo-o posteriormente, a um conjunto infinito de números entre 0 e 1.

O grande passo seguinte ocorreu em 1937, na Universidade de Cornell, EUA, quando Max Black considerou a ampliação do conceito de quais objetos poderiam pertencer a um conjunto. Ele mediu a pertinência em graus de utilização e defendeu a teoria geral de incerteza.

O trabalho desses pensadores dos séculos XIX e XX propiciou o fundamento da Lógica Fuzzy para o seu fundador, o americano, Lotfi Zadeh.

Em 1960, Lotfi Zadeh inventou a Lógica Fuzzy, que combina os conceitos da lógica crisp e os conjuntos de Lukasiewski pela definição de uma relação graduada. Uma das mais importantes percepções de Zadeh foi que a matemática pode ser utilizada para fazer uma ligação entre a linguagem e a inteligência humanas. Muitos conceitos, de fato, podem ser muito mais bem definidos por palavras que pela matemática e a Lógica Fuzzy e sua expressão nos conjuntos Fuzzy proporciona uma disciplina que melhor pode construir modelos no mundo real.

Zadeh afirma que a nebulosidade (*fuzzyness*) envolve possibilidades, por exemplo, o número 6 pode ser considerado um número grande, ao tempo em que é possível que 1 e 2 também o sejam, o conjunto de possíveis números grandes inclui 3, 4, 5 e 6.

Daniel Schwartz, pesquisador americano de Lógica Fuzzy, organizou palavras fuzzy sob diferentes títulos. Assim, termos de quantificação compreendem o todo, a maior parte, aproximadamente a metade, poucos e nenhum. Usualidade inclui sempre, frequentemente, muitas vezes, ocasionalmente, raramente e nunca. Termos de probabilidade são certo, provável, incerto, improvável e certamente não.

Utiliza-se pensamento fuzzy a respeito de uma palavra fuzzy — também denominada variável linguística — em contraste com o pensamento crisp.

Paralelamente ao aparecimento da Lógica Fuzzy, com o trabalho pioneiro de Lotfi Zadeh, começou o desenvolvimento das redes neurais artificiais. Esse fato logo chamou a atenção de muitos tecnólogos, que viam a possibilidade de complementação entre elas.

LÓGICA FUZZY: CONCEITUAÇÃO

A Lógica Fuzzy é uma teoria matemática, e o que é chamado nebulosidade leva em consideração um aspecto de incerteza. Nebulosidade (*fuzzyness*) é a ambiguidade que pode ser encontrada na definição de um conceito ou no sentido de uma palavra.

Como o seu nome implica, a teoria dos conjuntos fuzzy é, basicamente, uma teoria de conceitos graduados — uma teoria na qual tudo é objeto de gradação ou, para apresentar de modo figurativo, tudo tem elasticidade. Há pouco mais de três décadas, desde o seu início, a teoria tem amadurecido, dentro de uma vasta cadeia de conceitos inter-relacionados e técnicas, para tratar fenômenos complexos que não se prestam para tratamento através de uma análise que utilize os métodos clássicos, baseados na teoria das probabilidades ou na lógica bivalente.

No entanto, os céticos, com frequência, levantam uma questão, qual seja, se de fato há significantes áreas de problematização em que a utilização da teoria dos conjuntos fuzzy pode conduzir a resultados não passíveis de serem obtidos através dos métodos clássicos.

No seu tratado, *Fuzzy Sets Theory and its Applications*, a essa pergunta o Prof. Zimmermann responde essa questão. Sua exposição compreensível de ambas as teorias e de suas aplicações explana em termos claros os conceitos básicos que fundamentam a teoria fuzzy e como eles têm sua contrapartida nos conceitos clássicos. Além do mais, com uma abundância de exemplos, mostra os caminhos através dos quais a teoria fuzzy pode ser empregada para a solução de problemas reais, principalmente no domínio da análise de decisões, e incentiva o estudo da teoria fuzzy através de aplicações em que os conjuntos fuzzy desempenham um papel importante.

Como assinalamos, a Lógica Fuzzy é uma teoria matemática, e o que é chamado nebulosidade leva em consideração um aspecto de incerteza. Nebulosidade (*Fuzzyness*) é a ambiguidade que pode ser encontrada na definição de um conceito ou no sentido de uma palavra. Por exemplo, expressões como uma velha pessoa, alta temperatura ou pequeno número podem ser chamadas nebulosidades.

Até pouco tempo atrás, a probabilidade era a única incerteza com que os matemáticos trabalhavam. A incerteza da probabilidade, geralmente, refere-se à incerteza de fenômenos, como simbolizados pelo conceito de aleatoriedade. Assim, quando se diz choverá amanhã, jogue os dados e retire um três contém a incerteza de ocorrências fenomenológicas. Aleatoriedade (coisas que ocorrem sem um plano

definido) e nebulosidade diferem em sua natureza; isto é, eles são aspectos diferentes de incerteza.

Voltando ao exemplo, desde que a incerteza de choverá amanhã ocorre, causada por uma previsão meteorológica feita antes que amanhã se torne realidade (no tempo), ela será esclarecida com a passagem do tempo e a chegada do amanhã. A incerteza de jogar dados e retirar um três é também o resultado de tentar antes de rolar os dados, e se realmente os dados são rolados e esse resultado ocorre a proposição torna-se certa. A incerteza, contudo, de pessoa velha ou de alta temperatura não é esclarecida com a passagem do tempo ou com a ocorrência de um resultado. A ambiguidade permanece no sentido das palavras e a incerteza continuará ao longo de algum tempo, uma vez que isso é uma característica essencial dessas palavras.

Consta que a teoria da probabilidade surgiu no século XVII, tendo, pois, uma longa tradição. Desde o seu início, a engenharia tem feito uso de suas proposições e conceitos e ela tem sido largamente utilizada nas ciências naturais. Por outro lado, a Lógica Fuzzy somente começou a ser desenvolvida há cerca de uns trinta e cinco anos e seu uso, no Brasil pelo menos, ainda é restrito. Isso se deve, principalmente, ao fato de a teoria fuzzy e suas possibilidades não terem sido, ainda, suficientemente divulgadas em nosso país e só serem conhecidas dentro de um círculo relativamente pequeno.

A nebulosidade expressa uma incerteza que é uma parte do significado das palavras e as palavras são parte indivisíveis do pensamento humano. As pessoas pensam e expressam seus pensamentos e informações através de palavras. Acreditamos que o mesmo, *mutatis mutandis*, aconteceria com a probabilidade, a qual seria ainda um pouco conhecida, a menos que não fosse relativamente familiar para o público, através dos anúncios do serviço de meteorologia e para aqueles que gostam de jogar e de testar suas possibilidades de êxito antes de vestibulares; certamente ainda muito menos pessoas por ela se interessariam. Todos, porém, estamos envolvidos com nebulosidade e isso é um tipo de incerteza que qualquer um pode aprender. Se esse tipo de incerteza puder ser tratado matematicamente e a engenharia puder fazer uso disso, seus efeitos serão imensuráveis. E o são, na realidade. Só no Japão, há dois anos, havia mais de 2000 patentes baseadas em Lógica Fuzzy, registradas. Diz-se que a diferença entre computadores que somente podem utilizar processo de informações usando a matemática binária, e as pessoas é que estas últimas podem lidar com ambiguidade, e agora esta excepcional capacidade humana pode ser expressa pela teoria fuzzy, tratada independentemente dos computadores e podendo ser aplicada à engenharia e a outras

ciências. Além de definições conceituais e do significado das palavras, alguns conceitos de nebulosidade estão bastante divulgados para incluir assuntos como a incerteza dos julgamentos subjetivos das pessoas.

Os critérios gerais da teoria fuzzy que fazem uso da nebulosidade são a teoria dos conjuntos fuzzy, a Lógica Fuzzy e a teoria de medidas fuzzy. A teoria dos conjuntos fuzzy expressa a nebulosidade *stricto sensu* por meio de conceitos da teoria dos conjuntos, a teoria de medidas fuzzy trata a nebulosidade em um sentido mais abrangente. A Lógica Fuzzy é o conceito dos conjuntos fuzzy incorporado à estrutura da lógica multivalorada. Existe, pois, o que se chama de matemática Fuzzy, uma matemática padrão em que conjuntos Fuzzy e princípios de medida Fuzzy são muito bem introduzidos.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA TEORIA FUZZY

A Teoria Fuzzy baseia-se no princípio de que o pensamento humano é estruturado não em números, mas sim em classes de objetos cuja transição entre pertencer ou não a um conjunto é gradual e não abrupta; — o que nos diferencia dos atuais computadores digitais. Assim, enquanto as fronteiras dos conjuntos clássicos são bem definidas, aquelas dos conjuntos fuzzy apresentam uma nebulosidade, a qual se tenta aproximar das imprecisões do modo de raciocínio humano. A água para um banho pode estar um pouco fria para um indivíduo, mas isso não significa que ela não esteja, em certo grau, quente. O raciocínio humano não trabalha somente com dicotomias - água fria (0) ou quente (1), mas também com o intervalo entre os dois extremos (intervalo de 0 a 1). Além disso, o que significa exatamente a água estar fria? Significa estar com uma temperatura de 15°C? A Lógica Fuzzy trabalha com calor e não com 50°C. Como modelar o significado das palavras empregadas na linguagem natural? A Teoria Fuzzy se propõe a uma boa aproximação para a solução.

AS TRÊS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA TEORIA FUZZY

- a) Uso de variáveis linguísticas no lugar ou em adição a variáveis numéricas;
- b) Caracterização das relações simples entre variáveis por expressões condicionais;
- c) Caracterização das relações complexas por algoritmos Fuzzy;

POR QUE FUZZY?

Mas o que é a teoria Fuzzy? Por que utilizar o termo Fuzzy? O termo Fuzzyness, cuja melhor tradução parece ser nebulosidade, é encontrado em nossas decisões, em nossos pensamentos, na maneira como processamos informações e, particularmente, em nossa linguagem do dia a dia; proposições várias podem ser obscuras, ou não muito claras, e ser sujeitas a diferentes interpretações. Frases como mais tarde procuro você, um pouco mais, eu não me sinto muito bem são expressões Fuzzy. A nebulosidade tem origem nas diferentes interpretações ou percepções que nós atribuímos a mais tarde, um pouco mais e muito bem. Assim, para engenheiros, mais tarde pode significar nanossegundos, enquanto para paleontólogos pode estar na ordem de milhares de anos. A ordem de grandeza é relativa; portanto, se utilizamos unidades Fuzzy elas devem ser consideradas no contexto em que é empregada e devem ser encontrados o ponto de referência e a unidade medida.

Ocasionalmente, proposições Fuzzy podem indicar unidades relativas e subunidades que não indicam unidades absolutas. Quando dizemos que o corredor A é rápido, que o corredor B é mais rápido do que A, e o corredor C é mais lento do que B, nós fazemos duas observações. As proposições fuzzy podem estabelecer taxonomia (B é mais rápido do que A, e C é mais lento do que B) ou ambiguidade (não está claro se A é mais rápido do que C); além do mais, não há medida das velocidades de A, B e C.

A proposição João é muito alto é fuzzy porque não existe referência de medida. Em um time de basquete, com uma média de altura de 1,90 m, muito alto pode significar, provavelmente, mais alto do que 1,90 m; para a média das pessoas, muito alto significa, muitas vezes, maior do que 1,60 m, mas não necessariamente maior do que 1,90 m.

Importante chamar a atenção para o fato de que nebulosidade não significa o mesmo que probabilidade. Uma proposição é probabilística se ela expressa uma probabilidade ou grau de certeza ou se ela é o resultado de eventos claramente definidos, mas aleatoriamente. Quando se diz, por exemplo, que há uma chance de 50% de que José chegue a tempo, está-se diante de uma proposição puramente probabilística. Observe-se que a própria probabilidade pode ter algum grau de nebulosidade. Na proposição muito provavelmente eu estarei aqui, todas as probabilidades foram mentalmente pesadas e algum grau de certeza ou probabilidade foi expresso. Mas, por outro lado, se eu afirmo eu posso estar aqui, esta proposição expressa uma completa incerteza, uma indecisão, e, portanto, uma nebulosidade.

CRISP *VERSUS* FUZZY

Certamente são a todos familiares os níveis de decisão bem definidos ou limites de transição (binários, multivalorados). A lógica booleana ou binária baseia-se em dois valores extremos bem definidos (crisp) — sim ou não; ou J_ou_0 . Sim ou não é uma resposta além da dúvida. A lógica ternária é uma lógica com três respostas definidas, tal como — vazio — meio cheio — cheio. Os números binários 1 ou 0, ou 1, 0, 5 e 0, na lógica ternária, representam limites de transição normalizados. De maneira semelhante, a lógica multivalorada tem muitos níveis bem definidos de limites de transição. A Lógica Fuzzy, porém, tem limites de transição, indefinidos, não claros. Se, por exemplo, tomarmos a lógica ternária e a fuzzificarmos (isto é, mudarmos os limites de transição para valores obscuros), então os valores dos limites de transição podem ser formalmente dispostos dentro de uma mesma sequência. A clareza (crispness) dos números 0, 0, 5 e 1 pode ser substituída por de 0 a aproximadamente 0,4; de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 0,8 e de aproximadamente 0,6 a 1. Assim, se olharmos para três pontos distintos através de uma lente de câmara bem focalizada, veremos os pontos com contornos claros; se a imagem está fora de foco, contudo, os pontos tornam-se confusos ou Fuzzy, possivelmente sobrepondo-se uns aos outros. Essa operação é denominada fuzzificação e é rotineiramente realizada nos sistemas do controle Fuzzy.

As últimas décadas têm presenciado um grande interesse em tecnologias que possuem sua motivação em alguns aspectos de funções humanas. Algumas destas, como a inteligência artificial, podem ser consideradas como tendo suas raízes no domínio

psicológico. Outras, como redes neurais, algoritmos genéticos e programação evolucionária, são inspiradas por reconsiderações de processos biológicos. A necessidade de representar conhecimentos de maneira tal que sejam facilmente aplicáveis, simultaneamente ao estilo humano de processar informações, bem como passíveis de aceitação pela utilização de computadores, é comum a todas essas tecnologias assim chamadas inteligentes. Os conjuntos fuzzy foram originariamente introduzidos em 1965; a Lógica Fuzzy, a disciplina que relaciona esses dois aspectos acima citados, tem se mostrado como o meio mais apropriado a desempenhar esse papel. Em um determinado nível, a Lógica Fuzzy pode ser vista como uma linguagem que permite traduzir sofisticadas situações da linguagem natural em uma formalização matemática. A partir do momento em que obtivermos essa formalização matemática do conhecimento, seremos capazes de utilizar esse conhecimento no desenvolvimento da tecnologia.

LÓGICA FUZZY: APLICAÇÕES ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Desenvolvendo conceitos acima enunciados, a teoria dos conjuntos fuzzy foi expandida para utilização em diversas áreas, tais como teoria dos sistemas, ainda mesmo enquanto essa teoria estava sendo desenvolvida, foi, além disso, também desenvolvida para incluir aplicações outras como modelagem, avaliação, otimização, tomada de decisão, controle, diagnose, e informação. Além disso, ela tem sido testada em vários problemas reais como controle, inteligência artificial e gerenciamento. De fato, a teoria Fuzzy está, realmente, sendo utilizada em várias áreas, e as aplicações da teoria dos sistemas não estão restritas ao emprego de sua concepção inicial; existem estudos, alguns deles já concluídos — para um mais abrangente desenvolvimento dos seus conceitos básicos. Além disso, os efeitos da ambiguidade estão sendo reconhecidos a partir do ponto de vista da engenharia Fuzzy e este campo está avançando rapidamente na incorporação desses conceitos. De maneira geral, é o ponto de partida para o desenvolvimento de modelos que envolvam pensamento ambíguo e processos de julgamento. Assim, os seguintes campos de aplicação podem ser imagináveis:

- a) a concepção de modelos humanos que possam ser usados para o gerenciamento;
- b) imitação de habilidades humanas de alto nível, utilizável em automação e sistemas de informação;

c) desenvolvimento de interfaces entre pessoas e máquinas;

d) outras aplicações de inteligência artificial (análise de risco e prognóstico), desenvolvimento de dispositivos funcionais.

Os sistemas Fuzzy podem ser utilizados para estimativas, tomadas de decisões, sistemas de controle mecânico, tais como condicionadores de ar, controles de automóveis, e mesmo edifícios inteligentes, controles de projetos industriais e um número grande de outras aplicações. Certamente, o mais espetacular sistema Fuzzy, funcionando hoje em dia, seja o controle do "metrô" da cidade japonesa de Sendai, um sistema de controle que mantém os trens rolando rapidamente ao longo do percurso, freando e acelerando suavemente, deslizando na estações, parando nos locais precisos, sem perder um segundo ou irritando os passageiros.

A Lógica Fuzzy tem tido grande e diversificado emprego, tais como em máquinas militares inteligentes, controle de estoques, máquinas de lavar, controle de tráfego, etc.

Nas comunicações, tem sido utilizada, também no nível de sistemas de processamento de sinais. Tem tido, pois, uma variada gama de aplicações.

Modelo Fuzzy

Após muitas tentativas em adotar um modelo que fosse viável ao desenvolvimento de produtos, um modelo simples, porém completo foi escolhido. A escolha pelo modelo triangular proposto por WANG & IANG [1991], foi empregado por ser um modelo clássico da Fuzzy, simples e que preenche plenamente a nossa percepção sobre como a Lógica Fuzzy pode mudar a forma como vemos as tomadas de decisão nas metodologias existentes. Para tanto, tivemos a ajuda do LAB FUZZY (Laboratório da Lógica Fuzzy/Coppe/UFRJ) que foi fundamental para a desmistificação da matemática Fuzzy. Devemos compreender que a Engenharia de Produção da UFRJ comporta um grande número de profissionais de diversas áreas, com isso, existe um desnivelamento previsível. Não podemos esperar que alunos de áreas distantes como os de BELAS ARTES, tenham o mesmo conhecimento dos alunos de Engenharia ou mesmo sejam tratados como desconformes pela área. O que acontece com o Design de produtos na UFRJ e em outras universidades é que essa distância entre os cursos não corresponde com a demanda da sociedade por profissionais capacitados em projetar produtos com os embasamentos técnicos exigidos pela Engenharia.

Com essa limitação em mente, procuramos conhecer os modelos Fuzzy que conteriam os princípios básicos e que fossem simples em sua adequação. Poderíamos desenvolver equações complexas e que aproveitam melhor os valores linguísticos empregados. Mas nossa missão foi a de desenvolver um método simples, mas capaz de preencher totalmente a relação entre os modelos CRISP (metodologia antiga) e um novo modelo FUZZY.

Todas as dificuldades encontradas durante a busca do modelo ideal foram respondidas pelo LAB FUZZY, que gentilmente nos cedeu duas pessoas importantes no setor para trabalharmos em parceria.

A partir desse momento, a dissertação evoluiu, inclusive as arestas que não estavam totalmente compreendidas foram esclarecidas.

Em nossa concepção a ideia de um “Modelo matemático” seria algo muito complexo. Acreditávamos que seria possível desenvolver um modelo eficiente apenas com a ajuda de um especialista definindo parâmetros e refinando a equação. Todavia, o modelo triangular simples se mostrou bastante eficiente, pois ele abrange uma gama de possibilidades. A Fuzzy em geral, não é tão complicada como parece ser, em grande

parte os matemáticos conseguem refinar e desenvolver modelos complexos que podem ser usados para novas aplicações.

Então, o grande desafio seria usar a nossa própria *expertise* para definirmos os parâmetros que seriam avaliados pelos especialistas, no caso, os designers, definir os valores linguísticos e por fim o modelo que suportaria essa ideia inicial.

Definido o modelo triangular, passamos a desenhar o que seria a divisão dos valores linguísticos. Estes valores linguísticos também foram motivos de dúvidas durante o curso de Fuzzy. Como se faz a quantificação dos valores linguísticos? A princípio, acreditávamos que a escolha desses valores passariam por um processo criativo e que a definição se dava de acordo com cada projeto. Para definirmos se teríamos 3, 5 ou 7 valores linguísticos e quais seriam esses valores, partimos do pressuposto que os especialistas deveriam se reunir e equalizar esse problema. Evidentemente, não poderíamos admitir valores próximos a 1, pois então, estaríamos desenvolvendo uma proposta CRISP. E nem valores superiores a 11, pois a retenção desses valores estaria relacionada a capacidade cognitiva humana de distinguir claramente um valor linguístico do outro.

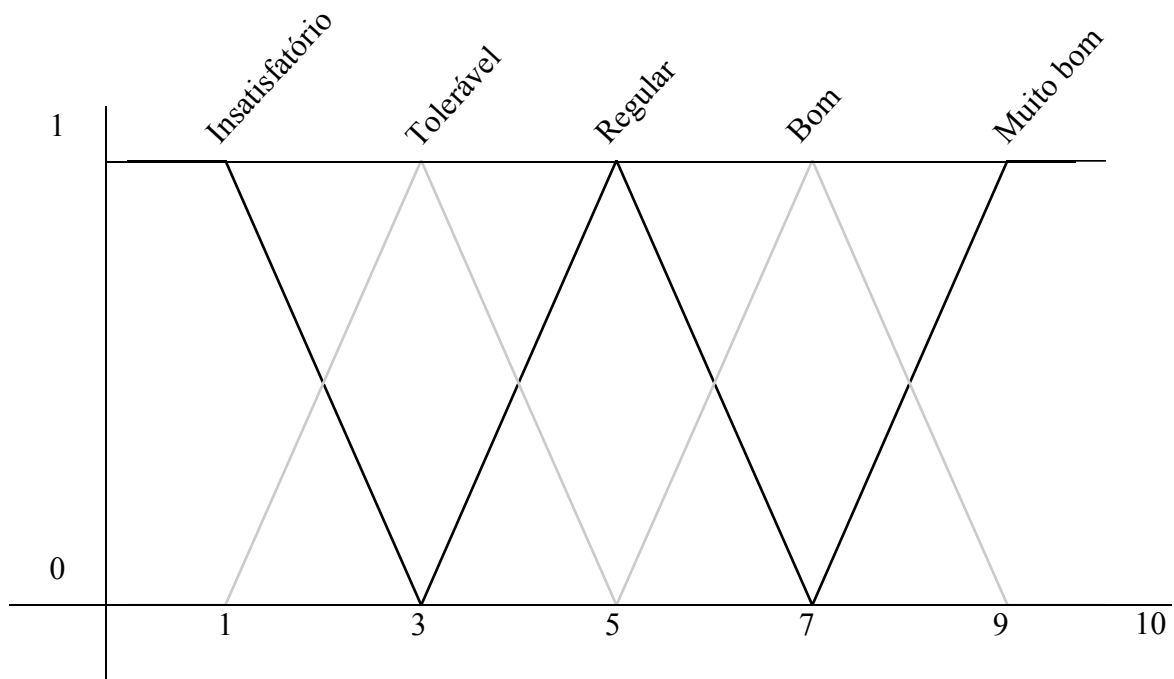
Em se tratando de especialistas, o sistema não é fechado, nem limitado. Podem ocorrer casos em que o especialista em conformidade com o grupo, deseje criar mais valores ou também intensificar um valor qualquer. Isso depende muito do modelo alvo, de acordo com os critérios adotados pelos especialistas. Os chamados *Modifier* ou Modificadores, podem ser utilizados para essa função. Também como modificadores, podemos usar a combinação de valores linguísticos, do tipo *muito bom*, *bom* e *regular*, com *muito condicionante*, *condicionante* ou *pouco condicionante*, por exemplo.

Os valores linguísticos adotados foram:

| <i>GRAU DE ADEQUAÇÃO DA FORMA</i> | <i>d</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Insatisfatório | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Tolerável | 1 | 3 | 3 | 5 |
| Regular | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Bom | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Muito bom | 7 | 9 | 10 | 10 |

Os valores linguísticos utilizados foram: *Insatisfatório*, *Tolerável*, *Regular*, *Bom* e *Muito bom*. Aqui, esses valores foram considerados como *Grau de adequação da*

forma, onde o especialista teria uma compreensão melhor sobre esses valores. As palavras *Insatisfatório* e *Tolerável* foram usadas para substituir *Muito Ruim* e *Ruim*, respectivamente, pois assim, *Insatisfatório* seria uma forma mais definitiva e restritiva que *Muito ruim*. E *Tolerável* permitiria que o valor fosse mais suave do que *Ruim*. Usamos 5 valores distribuídos numa escala de 10, com isso, como podemos ver no gráfico abaixo, podemos intercalar os valores de pertinência entre os valores linguísticos:



Neste gráfico, para um conjunto $A = \{c, a, b, d\}$ temos *Insatisfatório* $\{0, 0, 1, 3\}$; *Tolerável* $\{1, 3, 3, 5\}$; *Regular* $\{3, 5, 5, 7\}$; *Bom* $\{5, 7, 7, 9\}$; *Muito bom* $\{7, 9, 10, 10\}$;

Note que os valores dos conjuntos Fuzzy, tem grau de pertinência com valores intermediários entre *Insatisfatório* e *Tolerável*, e assim por diante. Como se trata de números triangulares, os valores intermediários (a, b), os cumes do triângulo são iguais como em $\{1,3,3,5\}$, isso acontece para tolerável, regular e bom. Para os valores extremos, o número que se repete é o 0 (c, a) e o 10 (b, d). A característica desses valores triangulares nos fornece uma interpretação retilínea no gráfico, os valores são homogêneos e se encontram no intervalo exatamente a 0,5 do eixo que vai de 0 a 1.

Capítulo 3

Método de Design de produtos com auxílio da Lógica Fuzzy

A Lógica Fuzzy tem sido usada em inúmeras aplicações, muitas delas como parte de programação em display de LCD de utensílios domésticos, sistemas de transporte coletivo como o controle da malha metroviária. Já algum tempo que essas aplicações se tornaram comuns no dia a dia de milhares de pessoas. Recentemente, outras áreas do saber estão se interessando por essa ferramenta. Como se trata de um método com implicações linguísticas, áreas como o Direito, Medicina e a Computação, estão ampliando o leque de possibilidades.

Na área de projeto de produto, encontramos diversos produtos chamados “inteligentes” como ar condicionado, geladeiras etc. Todos esse produtos se aproveitam da Lógica Fuzzy para memorizar diversas funções programadas para agilizar determinada tarefa. No campo da concepção ou aprimoramento de novos produtos encontramos alguns ensaios, mas ainda há muito pouco estudo sobre esse enfoque. Quando se trata especificamente de Metodologia de projeto de produto, ainda não há nenhuma registro na literatura. Foi essa a nossa motivação, como a Lógica Fuzzy percorreu o caminho contrário ao curso normal, partindo primeiro nas aplicações práticas e depois ganhando importância no meio acadêmico, há muito ainda a se explorar. Para desenvolvermos a Metodologia de Projeto de produto com a Lógica Fuzzy foram necessários as seguintes fases:

- Determinação da Metodologia de Projeto de Produto;
- Definição dos parâmetros para a construção do modelo Fuzzy;
- Definição do modelo Fuzzy a ser adotado;
- Definição dos valores linguísticos;
- Criação do Modelo computacional da Metodologia de projeto de produto com a Lógica Fuzzy;
- Determinação do grupo de avaliadores;
- Definição de um produto para ensaio dos problemas;
- Questionário de avaliação dos produtos;
- Aplicação dos resultados da pesquisa no modelo desenvolvido;

Automatização do modelo criado;
Geração de gráficos demonstrativos;
Geração de gráficos comparativos;
Alterações do modelo para avaliar o comportamento dos valores Fuzzy;
Resultados definitivos.

MODELO COMPUTACIONAL DO MÉTODO DE PROJETOS FUZZY

Inicialmente, foi proposto o uso do programa MATLAB, reconhecido programa de matemática bem completo, capaz de desenvolver programação e receber *plug-ins* (programas de terceiros ou elementos que auxiliam a modelagem), por trabalhar na plataforma Windows tivemos alguns problemas iniciais, pois trabalhamos na plataforma MAC OS (Sistema Operacional da APPLE) por muitos anos, dessa forma, foi necessário emular o Windows nos computadores com MAC OS.

Essa emulação, nos trouxe alguns problemas de compatibilidade, mas depois de alguns acertos, conseguimos abrir o programa. O MATLAB é um programa bastante amplo, com diversas possibilidades para trabalharmos os modelos matemático propostos pela Fuzzy. A falta de domínio do programa aliado à dificuldade de entender os números Fuzzy inicialmente, nos fez crer que o modelo seria criado num ambiente instável e então resolvemos não utilizar o MATLAB.

Este programa é bem amigável, permite praticamente desenvolver qualquer problema com os números Fuzzy. Desde a geração de expressões complexas a construção de gráficos e simulações.

Com a ajuda do LAB FUZZY os procedimentos ficaram mais simples. Decidimos criar o modelo triangular no EXCEL que apesar de o MATLAB ser mais completo, o EXCEL se mostrou mais amigável e menos complexo.

O primeiro modelo foi se formando e quando o finalizamos, uma enorme planilha com riqueza de dados estava desenvolvida. Apesar de interessante e funcional a planilha ainda era estática e pouco legível, principalmente quanto ao fluxo e ordem dos cálculos.

Em um segundo estágio, dividimos a planilha em várias folhas, com isso, uma sequência lógica e mais agradável foi criada. Esse modelo com os campos mais organizados passaram a conter 18 seções divididos da seguinte forma:

- 3 lâminas para os avaliadores, denominados A1, A2 e A3;
- 14 lâminas para os parâmetros de avaliação, sendo 11 para parâmetros de projeto e 3 para os parâmetros da Norma ABNT NBR 13282;
- 1 lâmina para os Resultados Fuzzy e um gráfico demonstrativo dos resultados obtidos nas avaliações de cada especialista.

Nas lâminas dos avaliadores, decidimos criar uma interface mais confortável, pois necessariamente, os projetistas não precisariam entender a fundo os números Fuzzy, ficando com a obrigação de preencherem os campos com sua avaliação para cada parâmetro e assim sucessivamente.

A construção do modelo Fuzzy computacional propiciou uma constatação evidente. A Fuzzy e seus conjuntos matemáticos sempre foram orientados para uma linguagem computacional, o próprio ZADEH [1965] em muitos de seus trabalhos como em *The computational theory of perceptions* torna visível essa afirmação. A computação tradicional sempre foi arquitetada por números binários, o que nos remete a uma comparação com a Lógica clássica.

A Lógica Fuzzy no entanto, não pode ser comparada a inteligência artificial que ficou bastante popular nos anos 1980. Um experimento realizados há três décadas, um grupo de cientistas estavam tentando desenvolver um veículo motorizado para trafegar sobre uma rodovia. Naquela época, eles acreditavam que a computação binária poderia dar conta das inúmeras tomadas de decisão durante o trajeto estipulado. Em uma das situações em que se envolveu, o veículo levou mais de um minuto para se prontificar a ultrapassar ou não o veículo que estava a sua frente. Naquele momento, os cientistas puderam entender qual era a complexidade daquelas decisões. Com a Lógica Fuzzy isso não acontece, pois as decisões já foram tomadas, ou um grupo delas seguirá o curso lógico das decisões preestabelecidas pelos tomadores de decisão.

O nível de acurácia é tão grande que uma estação metroviária inteira pode ser controlada com conjuntos Fuzzy, ou melhorar a precisão na localização ou diagnósticos de doenças entre os profissionais da área médica.

Essa nitidez nos sistemas avaliados são resultados da reunião dessas informações fornecidas pelos especialistas. Portanto, a modelagem é reflexo da estrutura do modelo desenhado, alimentado com as respostas dos avaliadores em suas *expertises*.

Para a coleta das informações do produto analisado nesta dissertação (*ver Estudo de caso: Garrafa térmica com ampola*) geramos um questionário contendo os

parâmetros e sub-parâmetros onde o avaliador assinalasse o melhor valor linguístico para cada item.

O modelo impresso deste questionário segue abaixo:

QUESTIONÁRIO MAP COM APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador: _____

Produto: _____

Assinale com X o grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Funcionalidade: Facilidade de uso

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Funcionalidade: Eficiência

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Ergonomia (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Ergonomia: Dimensões ergonômicas

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Ergonomia: Conforto

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Ergonomia: Higiêne

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Operação (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Operação: Estabilidade

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Operação: Visualização das peças

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Segurança (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Segurança: Riscos estruturais

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Segurança: Impressões visuais de segurança

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Segurança: Impressões estruturais de segurança

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Produção (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Produção: Facilidade de produção

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Produção: Facilidade de montagem

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Manutenção (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Manutenção: Resistência dos materiais

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Manutenção: Facilidade de limpeza

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Montagem (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Montagem: Facilidade de montagem

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Montagem: Números de peças

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Montagem: Facilidade de troca de peças

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Reciclagem (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Reciclagem: Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Reciclagem: Materiais recicláveis

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Reciclagem: Obsolescência programada

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Custo (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Estética (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Estética: Identificação da forma (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Identificação da forma: Clareza

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Identificação da forma: Ordenação

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Integração das peças (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Integração das peças: Unidade formal

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Integração das peças: Variações formais

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Harmonia (Sistema Geral)

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Harmonia: Integração entre as peças

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Harmonia: Integração geral do sistema

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Harmonia: Intenção da forma

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Intenção da forma: Estabilidade

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Intenção da forma: Compacidade

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Intenção da forma: Suavidade

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Intenção da forma: Leveza

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Intenção da forma: Estilo desejado

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Problemas típicos do produto

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Gotejamento do líquido remanescente após uso

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Acabamento externo da rosca inferior da base

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

Informação sobre uso do produto de forma direta

| | | | | |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|
| Insatisfatório | Tolerável | Regular | Bom | Muito bom |
|----------------|-----------|---------|-----|-----------|

INMETRO - Análise de rotulagem

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Identificação e instrução de uso

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

INMETRO - Ensaio de Desempenho

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Capacidade volumétrica real

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Eficiência térmica

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Volume bombeado

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Gotejamento

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Auto bombeamento

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

INMETRO - Ensaio de segurança

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Resistência ao impacto

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Resistência a choques térmicos

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Estabilidade

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Estanqueidade

| | |
|--------------|----------|
| Não satisfaz | Satisfaz |
|--------------|----------|

Este questionário distingue parcialmente do modelo automatizado desenvolvido no Excel, pois ocorreu um intenso questionamento sobre os parâmetros e sub-parâmetros ao longo do trabalho. Devemos ressaltar a importância de definirmos claramente todos os itens deste questionário, pois será um instrumento revisto por diferentes profissionais envolvidos no processo de concepção do produto.

Assim como na produção de um programa computacional, a eficiência do modelo, reflete na forma como ele é programado.

Na próxima página seguem os Parâmetros e sub-parâmetros que foram definidos:

Funcionalidade

- Facilidade de uso
 - Eficiência da função principal
 - Eficiência das funções secundárias
-

Ergonomia

- Dimensões ergonômicas
 - Clareza das sinalizações
 - Arranjos claros das peças
 - Procedimentos operacionais racionais e lógicos
 - Conforto
-

Operação

- Execução clara da tarefa
 - Estabilidade do sistema ao executar a tarefa
 - Visualização clara das partes operantes
-

Segurança

- Segurança ao executar a tarefa
 - Elementos que auxiliam a segurança da tarefa
 - Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa
 - Impressões visuais de segurança
 - Impressões estruturais de segurança
 - Confiabilidade do sistema
 - Segurança ambiental
-

Produção

- Controle de qualidade
 - Facilidade de produção
 - Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção
-

Manutenção

- Resistência dos materiais
 - Facilidade de limpeza
 - Simplicidade no processo de manutenção
-

- Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anomalias ou falhas

Montagem

- Fácil identificação das peças
 - Poucos passos para ajuste de cada procedimento
 - Facilidade de montagem
 - Facilidade de desmontagem
 - Números de peças
 - Facilidade de troca de peças
-

Reciclagem

- Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes
 - Materiais recicláveis
 - Ciclo de vida longo
-

Custo

- Custo de produção
 - Custo do produto no mercado
-

Estética

- Identificação da forma
 - *Identificação clara da forma*
 - *Identificação da ordenação*
 - Integração das peças
 - *Unidade formal*
 - *Número de variações formais*
 - Harmonia
 - *Integração entre as peças*
 - *Integração geral do sistema*
 - Intenção da forma
 - *Estabilidade*
 - *Compacidade*
 - *Suavidade*
 - *Leveza*
 - *Estilo desejado*
-

Problemas típicos do produto

- Gotejamento do líquido remanescente após uso
- Acabamento externo da rosca inferior da base
- Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola
- Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes
- Informação sobre uso do produto de forma direta

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

- Identificação e instrução de uso

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

- Capacidade volumétrica real
- Eficiência térmica
- Volume bombeado
- Gotejamento
- Auto bombeamento

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

- Resistência ao impacto
- Resistência a choques térmicos
- Estabilidade
- Estanqueidade

Os valores linguísticos definidos seguem abaixo:

| Val. Ling. Fuzzy | c | a | b | d |
|-----------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Insatisfatório | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Tolerável | 1 | 3 | 3 | 5 |
| Regular | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Bom | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Muito bom | 7 | 9 | 10 | 10 |

Esses valores foram distribuídos dessa forma para serem utilizados na automação do processo, as linhas e colunas alimentaram os campos seguintes.

| | |
|--------------|----------|
| Val. Crisp | a |
| | |
| Não Satisfaz | 0 |
| Satisfaz | 1 |

Para os dados da Norma ABNT NBR 13282, criamos essas células acima para inserirmos valores CRISP, já que os parâmetros da norma são requisitos que não permitem valores FUZZY, uma vez que são resultado obtidos de ensaios físicos como segurança e funcionamento dos mecanismos já concebidos. Os campos dessa análise também foram computados, se a avaliação de algum especialista não satisfizesse algum parâmetro o atributo 0 (zero) invalidaria o produto.

Ao delinear o modelo computacional, alguns fatores foram corroborando para o que havíamos entendido antes, a formação de uma linguagem de programação.

O Excel permite fazer uma ligação entre as células, inserindo cálculos ou vínculos entre cada campo. Com esses campos mapeados e interligados, podemos criar uma interface mais simples e intuitiva.

As vantagens de se criar um modelo computacional são inúmeras. O princípio básico da Lógica Fuzzy não só permite uma passagem mais suave nas avaliações, como também ela é bastante flexível. Os especialistas após definirem o seu modelo final podem ainda adicionar, retirar ou modificar algum parâmetro cuja percepção tenha destoadado. Assim como nosso cérebro, reorganizamos a todo instante as informações que nos fazem tomar decisões.

Muitas pessoas tem dificuldade em tomar algumas decisões. Essa dificuldade está relacionada a um grande número de parâmetros analisados ao mesmo tempo. Se internamente não conseguimos criar uma hierarquia e uma nitidez nesses parâmetros, podemos ficar horas, dias até meses para que a decisão seja tomada. Com a Fuzzy é o mesmo processo. Esses são uns dos motivos de o modelo deva ser confeccionado por especialistas, eles tem a capacidade de reforçar esses ramos de decisões com mais eficiência.

Com os campos interligados os especialistas podem refazer uma opinião a qualquer instante que desejar e todos os campos serão atualizados instantaneamente. No momento que um avaliador faça a alteração de *regular* para *bom*, por exemplo, os valores linguísticos estão associados aos números triangulares (tabelas dos valores linguísticos apresentadas acima) que estão ligados a respectiva seção de um dos

parâmetros, como o parâmetro Estética. Desta maneira, os valores alterados serão inseridos nos resultados parciais do parâmetro em questão, modificando o seu número Fuzzy. Este número parcial Fuzzy é realocado para o resultado final que também altera o resultado do número Fuzzy final. , com essa alteração para um dos avaliadores, ocorre a interação e atualização do gráfico comparativo entre os avaliadores.

Ao término dessa sequência e finalizado o julgamento de todos avaliadores, podemos fazer a reunião de todos os produtos para análises futuras.

Modelo Fuzzy – base teórica

Para a avaliação das alternativas de solução de design de produtos o modelo Fuzzy a ser utilizado é o modelo WANG & IANG [1991]. Este modelo foi escolhido por permitir a determinação de vários critérios para responder uma questão/hipótese, o método é conhecido como Método Multi-criterial Fuzzy para Tomada de Decisões. Nele é proposto um algoritmo baseado na concepção da teoria dos conjuntos Fuzzy e das análises das estruturas hierárquicas para agregar valores as avaliações linguísticas na tomada de decisão sobre a ponderação de critérios e índices de adequação. Feito isso podemos classificá-los para determinar a melhor alternativa da solução.

Muitos dos problemas e divergências no desenvolvimento de um novo produto são parâmetros que podem ser divididos basicamente em dois grupos:

Parâmetros objetivos: São aqueles que não nos remetem dúvidas no processo, como o custo do projeto, que já tinha sido descrito nas especificações, ou também;

Parâmetros subjetivos: São aqueles que precisamos efetuar uma grande pesquisa prévia com muitas incertezas sobre sua eficácia, como exemplo temos o parâmetro estética.

A intervenção da Lógica Fuzzy na tese a nível didático, poderia ser aplicada em qualquer fase de desenvolvimento de um produto, vamos escolher a fase de escolha de alternativas de solução, esta fase fica bem avançada no processo de desenvolvimento de produtos, envolve custos altos, caso o modelo escolhido seja o que menos expresse as necessidades dos consumidores. Porém ao mesmo tempo, é a fase em que menos se investe em esforços para a coleta de informações e a formação de especificações.

Teoria dos conjuntos Fuzzy aplicada

Tradicionalmente, os conjuntos Fuzzy foram introduzidos por ZADEH (1965). Para lidar com problemas quando a ausência de critérios bem definidos está envolvida.

Tem sido considerado como uma linguagem de modelagem para aproximar as situações onde há fenômenos e critérios difusos. Em um universo de linguagem no

conjunto X, um subconjunto A de X é definido como função membro $f_A(x)$ com o mapeamento de cada elementos x em no conjunto X, para um número real no intervalo [0, 1] O valor funcional $f_A(x)$ representa a classe do membro x em A. Um exemplo simples dos conjuntos fuzzy em R (linha real) é $A=\{x/x \text{ são números reais perto de } 5\}$. A função membro pra tal conjunto deve ser definido por: $f_A(x)=(1+(x-5)^2)^{-1}$.

NÚMEROS FUZZY

Um número fuzzy B é um subconjunto especial fuzzy de números reais (R). Sua função membro f_B é um mapeamento contínuo de R, em um intervalo [0, 1], com as seguintes características:

- (1) $f_B(x) = 0$, para todo $x \in [-\infty, \alpha] \cup [\delta, \infty]$;
- (2) f_B é estritamente aumentado em $[\alpha, \beta]$ e estritamente diminuídos em $[\gamma, \delta]$;
- (3) $f_B(x) = 1$, para todo $x \in [\beta, \gamma]$;

Eventualmente, pode ocorrer, $\alpha=-\infty$ ou $\alpha=\beta$ ou $\beta=\gamma$ ou $\gamma=\delta$ ou $\delta=\infty$. Neste artigo o segmento de reta para $f_B(x)$ em $[\alpha, \beta]$ e $[\gamma, \delta]$ são empregados, esse tipo de número Fuzzy são chamados de números Fuzzy trapezoidal. Um número Fuzzy A em R é um número Fuzzy trapezoidal se sua função membro $f_A: R \rightarrow [0,1]$ for:

$$f_A(x) = \begin{cases} (x-c/a-c) & c \leq x \leq a \\ 1 & a \leq x \leq b \\ (x-d/b-d) & b \leq x \leq d \\ 0 & \text{senão} \end{cases} \quad \therefore$$

com $c \leq a \leq b \leq d$.

O número Fuzzy trapezoidal, é dado pela equação acima, e pode ser demonstrada pela fig. 1. As extensões das operações algébricas podem ser expressadas como:

Mudando o sinal

$$-(c, a, b, d) = (-d, -b, -a, -c)$$

Adição \oplus

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \oplus (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1+c_2, a_1+a_2, b_1+b_2, d_1+d_2)$$

Subtração \ominus

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \ominus (c_2, a_2, b_2, d_2) = (c_1-d_2, a_1-b_2, b_1-a_2, d_1-c_2)$$

Multiplicação \otimes

$$k \otimes (c, a, b, d) = (k c, k a, k b, k d)$$

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \otimes (c_2, a_2, b_2, d_2) \cong (c_1 c_2, a_1 a_2, b_1 b_2, d_1 d_2)$$

se $c_1 \geq 0, c_2 \geq 0$

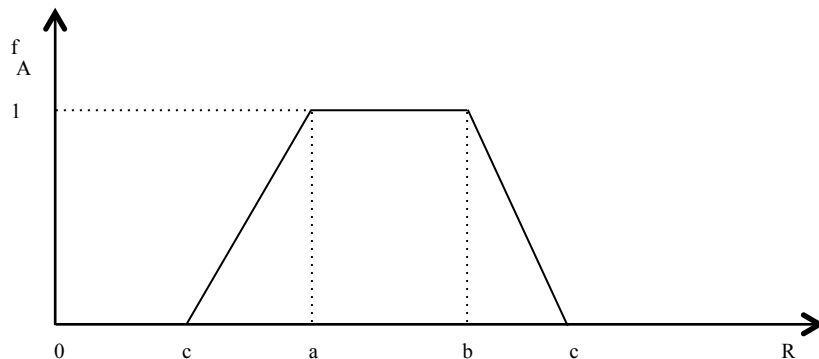
Divisão \oslash

$$(c_1, a_1, b_1, d_1) \oslash (c_2, a_2, b_2, d_2) \cong (c_1 / d_2, a_1 / b_2, b_1 / a_2, d_1 / c_2)$$

se $c_1 \geq 0, c_2 > 0$

Os números Fuzzy trapezoidal são fáceis de utilizar e apresentam interpretação simples e clara. Por exemplo, aproximadamente igual a trezentos reais podem ser representados como $\{295, 300, 300, 305\}$, aproximadamente entre 360 e 400 reais podem ser representados como $\{355, 360, 400, 405\}$ e os números não-Fuzzy por $\{500, 500, 500, 500\}$.

Visualmente representados podemos considerar os valores de $a, b, c,$ e $d,$ da seguinte forma: $A = \{c, a, b, d\}$ no gráfico a seguir:



VARIÁVEIS LINGUÍSTICAS

A concepção de variável linguística é muito útil para lidar com situações muito complexas ou mal definidas para serem razoavelmente descritas em uma expressão convencional quantitativa. Uma variável linguística é uma variável quando valores são palavras ou frases em uma linguagem natural ou artificial. Por exemplo, “Peso” é uma

variável linguística, seus valores são muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto etc. Valores linguísticos podem também ser representados por raciocínio aproximado da teoria dos conjuntos difusos.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Neste estudo é proposto uma abordagem sistemática para problemas relacionados com os métodos de análise de design usando a teoria dos conjuntos Fuzzy e análise das estruturas hierárquicas. Este método é muito útil para tomar decisões no contexto de ambientes difusos ou imprecisos.

Parâmetros e sub-parâmetros

Consideraremos como critérios subjetivos todos aqueles que não estão ligados diretamente com o custo:

FUNCIONALIDADE

ESTÉTICA

MANUTENÇÃO

MONTAGEM

OPERAÇÃO

RECICLAGEM

ERGONOMIA

SEGURANÇA

PRODUÇÃO

Para os critérios objetivos:

CUSTO de produção

CUSTO do produto

A análise desses parâmetros deve ser realizada por especialistas, por definição especialistas no desenvolvimento de produtos novos ou no aperfeiçoamento dos existentes, projetistas experientes como engenheiros, designers, arquitetos etc. Evidentemente, cada item requer muita pesquisa e experiência, parâmetros como MANUTENÇÃO, por exemplo, requerem do projetista um *feedback* sobre a tecnologia envolvida. O Método de Análise Paramétrica do Design como modelo sistemático de acumulação de informação, é um grande aliado na formação de um banco de informações gerais e específicas de um produto. Trataremos também o termo MCDM (Multi-Criteria-Decision-Making) corriqueiro, e este se remete ao método formalizado por WANG e LIANG (1991). Utilizaremos o algoritmo deste método para os cálculos dos números Fuzzy. Limitaremos o Parâmetro CUSTO como o único fator objetivo, apesar de termos custo de manutenção, custo de operação etc., os mesmos são tratados apenas como parâmetros de análise. Queremos demonstrar o processo analítico da metodologia associada a aplicação dos números Fuzzy. No que concerne ao projetar e desenvolver um produto, é considerado a familiaridade dos projetistas nas resoluções das proposições visto a grande complexidade envolvida.

Estudo de caso – Garrafa térmica com ampola

Foram escolhidos quatro modelos de garrafas térmicas com ampola de vidro. Estes modelos seguem o padrão das análises das garrafas típicas encontradas no Brasil e elas se referem aos modelos de um litro, portanto o público alvo é uma família de pelo menos três integrantes. Existem no mercado inúmeras garrafas térmicas, como as que possuem apenas plástico em sua composição, como por exemplo as garrafas de porte grande para *camping*. Há também garrafas onde as ampolas de vidro são substituídas por inox, essas por sua vez, para diversas aplicações, como o condicionamento temporário de líquidos quentes e frios. Mas a proposta desse estudo está dirigida as garrafas com ampola de vidro por se mostrarem mais eficientes quanto a sua função principal que é a de manter líquidos a certa temperatura, seja quente ou fria.

As garrafas térmicas são recipientes destinados a impedir a troca de calor entre seu conteúdo e o meio ambiente. Foi originalmente desenvolvida por volta de 1890 por James Dewar para armazenar gases liquefeitos mantidos em temperaturas muito baixas.

Em virtude da simplicidade com que são construídas e facilidade de manejo que oferecem, passaram a ter um amplo emprego; as mais conhecidas são as de uso doméstico, que servem para manter os líquidos quentes ou frios por longos períodos de tempo.

Existem apenas três maneiras pelas quais o calor pode ser transferido de um meio a outro: a condução, a convecção e a radiação. A transferência por condução ocorre de modo mais acentuado nos sólidos; decorre da transmissão do movimento molecular por colisões entre as moléculas.

Na convecção, transferência de calor que se observa nos líquidos e gases, as moléculas aquecidas e, portanto, menos densas, tomam as partes superiores do recipiente que contém o fluido, enquanto as partículas frias vão para o fundo do recipiente. Funcionam dessa forma os sistemas de aquecimento por serpentina.

A transferência por radiação decorre da propriedade que todo corpo tem de emitir radiação eletromagnética (na faixa do infravermelho) que, ao atingir um material, é absorvida por este e sua energia é transformada em calor.

As garrafas térmicas são constituídas basicamente de um vaso de vidro com paredes duplas, distanciadas entre si cerca de um cm. No processo de fabricação, o ar é retirado (parcialmente, pois é impossível obter o vácuo perfeito) do espaço entre as

paredes através de um orifício que a seguir é selado. Com isso reduz-se consideravelmente a transferência de calor tanto por condução como por convecção.

Para que seja mínima a transferência por radiação, as superfícies das paredes são revestidas de prata, o que as torna altamente espelhadas.

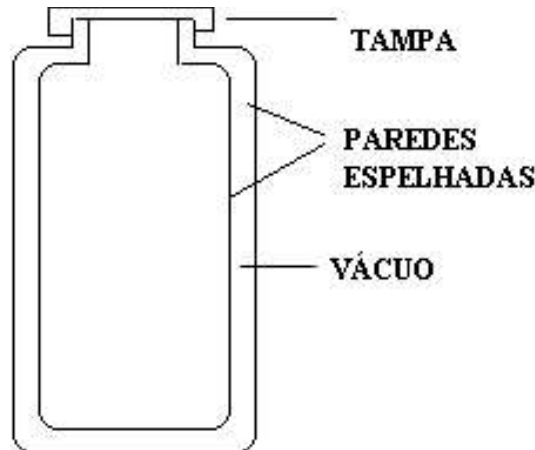
Assim as radiações são refletidas internamente sem que haja transmissão para o exterior. Como o vidro é muito frágil, o vaso é acondicionado em um recipiente de metal ou plástico.

A rolha para fechamento da garrafa é geralmente oca e feita de borracha ou plástico, que oferecem bom isolamento térmico.

Não existem isolantes perfeitos, há sempre alguma perda de calor através da tampa, por melhor que seja o isolante térmico utilizado. Assim, se colocarmos líquido quente no interior da garrafa, o líquido vai se esfriando, embora muito lentamente.

Fonte: br.geocities.com

A função de uma garrafa térmica com ampola de vidro é impedir as trocas de calor de seu conteúdo com o ambiente externo.



Dessa forma é construída de modo a evitar, tanto quanto possível, a condução, a convecção e a radiação. Isto é feito da seguinte maneira:

I. A condução e a convecção são evitadas através de uma região de ar rarefeito (o ideal seria vácuo) entre as paredes duplas internas.

II. A radiação é evitada através do espelhamento de suas paredes, tanto internamente quanto externamente. Assim, tenta-se evitar que a energia térmica transite do interior da mesma para o meio externo e vice-versa.

Fonte: <http://penta3.ufrgs.br>

Os modelos escolhidos foram representantes do universo que contempla uma ampla variedade de aplicações, como para quem as usam transportando, como também para o uso fixo e sem a necessidade de se inclinar para retirar o líquido, como as garradas com bomba.

Neste momento, faz-se necessário uma observação, os modelos não pertencem a uma família definida, pois o intuito do estudo é configurar a estrutura básica da garrafa em si, isto é, independentemente do modelo, eles forneceram o princípio de solução contida em cada uma delas. Previamente, analisamos amplamente diversos modelos, e baseado no modelo com ampola, existe uma restrição quanto a estrutura formal pelo processo de fabricação, o que definiu bem as análises para os modelos escolhidos.

Basicamente podemos classificar as garrafas térmicas em três tipos:

- **Herméticas** – São aquelas cujo objetivo principal é a vedação completa da garrafa, permitindo que elas sejam transportadas tanto na vertical, como em qualquer angulação, até mesmo na posição vertical e invertida, com essa característica, elas ainda permitem condicionar a temperatura dos líquidos por um tempo mais longo.
- **Bomba** – São aquelas que se utilizam de mecanismo de bombeamento do líquido para sua retirada, sendo portando, necessário o acionamento de dispositivo próprio e suficiente para retirada de um montante X de líquidos, conforme norma preestabelecida.
- **Doméstica** – São aquelas destinadas ao uso exclusivo em residências, cuja funcionalidade as vezes questionada, visto que os mecanismos de vedação podem alterar a temperatura durante o uso, no dia a dia. Essa classificação, embora contraditória, vem classificar os tipos de garrafas de diversos formatos e aplicações, e que não se classificam como as de bombas ou as herméticas. Portanto, as normas e o estudo das garrafas não contemplam esse modelo.

Todos os modelos são modelos nacionais, o que vem reforçar os estudos anteriores sobre a qualidade das mesmas. No próximo capítulo descreveremos em detalhes o estudo que o INMETRO realizou em 1999.

As garrafas escolhidas são duas herméticas e duas com o mecanismo de bomba, que a chamaremos garrafas com bomba.

Para o estudo, foram analisadas por 3 especialistas, cada um gerando um valor Fuzzy para cada parâmetro e sub-parâmetros e por fim para cada modelo das 4 garrafas.

Também foram feitos experimentos sobre a análise das 4 garrafas sob o ponto de vista da Funcionalidade e da estética, visando determinar como é o comportamento dos modelos sob ângulos diferentes de análise.

Gerado os números Fuzzy, podemos notar a descrição de uma gênese típico da garrafa térmica, ressaltando pontos positivos e negativos do produto, inerente ao seu estilo, mas sob o ponto de vista criterioso de seus parâmetros.

A princípio, foi questionada a necessidade de um estudo de caso, visto que o modelo Fuzzy seria suficiente e autoexplicativo em si, porém as questões levantadas no fervor das análises se mostrou importante para definir os parâmetros, testar a metodologia e ampliar itens não observados como os problemas típicos encontrados.

Ainda, o estudo de caso foi fundamental para que os especialistas se defrontassem com o novo modelo, usando os valores linguísticos e treinando o reconhecimento mais preciso dessa nova linguagem. Ao se definirem cinco valores linguísticos, a interpretação por cada especialista pode conter certa distorção, isso é normal, e ela tende a se diluir ao passo de estendermos a pesquisa com um número maior de especialistas.

As garrafas foram avaliadas por todos os especialistas, com a liberdade de manuseio e desmontagem das suas partes, inclusive a própria metodologia incentiva esse tipo de análise. Devemos esclarecer, que houve uma pequena modificação no Método de Análise Paramétrica, que propõe a divisão do produto, de forma criativa e didática as partes dos produtos em Sistema Geral e subsistemas, porém para simplificar a intervenção, mas não reduzir o tipo de aplicação, foi dada a liberdade aos especialistas para apenas descrever o Sistema Geral, mesmo que fossem analisadas as partes em separado.

Estudo sobre garrafas térmicas com ampola no Brasil – INMETRO

Os estudos sobre garrafas térmicas com ampola de vidro no Brasil, vem acompanhando a Norma ABNT NBR 13282 de 1996. Em 1999, o INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia desenvolveu um relatório sobre as Garrafas térmicas encontradas no Brasil.

O objetivo do relatório como parte integrante dos trabalhos do Programa de Análise de Produtos desenvolvidos pelo INMETRO forma:

- a) Prover mecanismos para manter o consumidor informado e fundamentado aos Regulamentos e Normas Técnicas;
- b) Fornecer subsídios para o melhoramento contínuo da indústria nacional;
- c) Informar o consumidor sobre as diferenças entre as qualidades dos produtos;
- d) Tornar o consumidor parte integrante na melhoria da qualidade dos produtos.

A justificativa direta foi devido a desconformidade nos testes realizados em maio de 1996 pelo INMETRO com a Norma 13282. Em segunda instância, o relatório serviu para a verificação do grau de contribuição do Programa após 3 anos da pesquisa.

NORMAS E DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Os ensaios verificaram a conformidade com a norma NBR 13282/98.

LABORATÓRIO RESPONSÁVEL

O responsável foi o Laboratório de Corrosão do INT.

MARCAS ANALISADAS

As marcas analisadas não foram autorizadas para a divulgação por esta dissertação por questões de procedimentos internos.

ENSAIOS REALIZADOS

Análise de Rotulagem

São todas as informações necessárias tanto no momento da compra quanto durante o seu uso.

Ensaio de desempenho

Avalia o desempenho da garrafa térmica frente as suas funções principais:

- **Capacidade volumétrica real** – No teste em questão o volume real não pode ser menor que 90% da capacidade nominal, para garrafa de 1 litro, não pode ser inferior a 900 ml;
- **Eficiência térmica** – Com a garrafa cheia à 90° após 3 horas ela deve estar a 10% menor que a inicial em uma garrafa de 1 litro;
- **Volume bombeado** – Este item está relacionada as garrafas com acionamento por bomba. Bombeando o curso completo o volume não deve ser menor que 70 ml.
- **Gotejamento** – Também para garrafas com acionamento por bomba. Com o bombeamento completo de forma ininterrupta, não devem apresentar gotejamento maior que 3 gotas após 3 minutos em repouso;
- **Auto bombeamento** – Não devem apresentar vazamento pela bomba quando em repouso durante 10 minutos.

Ensaio de segurança

Verifica os possíveis riscos à segurança durante o uso normal da garrafa.

- **Resistência ao impacto** – Com a garrafa cheia na vertical (em pé) deve resistir o impacto de uma queda de 100 mm sem danificar a ampola;
- **Resistência a choques térmicos** – A ampola de vidro não deve danificar-se a uma variação brusca entre 23° e 90°.
- **Estabilidade** – A garrafa não deve sofrer tombamento quando cheia à uma inclinação de 10° em todas as direções.

- **Estanqueidade** – As garrafas herméticas não devem sofrer vazamentos maiores que 2g entre a ampola e a parede da garrafa e 1g na parte externa quando transportadas na horizontal (deitada);

RESULTADOS OBTIDOS

Para as garrafas térmicas automáticas 3 modelos importados não foram conformes, as 3 nacionais foram aprovadas e apenas 1 importada passou no teste.

Para as garrafas térmicas com bomba os quatro modelos, sendo 3 nacionais, não foram aprovados. Alguns modelos estavam desconformes na eficiência térmica, resistência a impactos e um modelo pela capacidade do volume real.

Os fabricantes se posicionaram e um segundo ensaio foi realizado com a presença dos fabricantes. Neste ensaio, 2 modelos das 4 testadas não passaram pois a garrafa desmontou com deslocamento da ampola de vidro e vazamento da água.

As três marcas nacionais de garrafa térmica automática foram consideradas conformes em todos os ensaios de desempenho e segurança realizados, evidenciando uma significativa evolução da qualidade dos produtos produzidos no Brasil.

NORMAS NBR SOBRE GARRAFAS TÉRMICAS

Para obter mais informações sobre a norma ABNT NBR 13282 devemos consultar o documento original, em seguida apresentaremos um pequeno resumo sobre a norma.

No estudo do INMETRO boa parte dos parâmetros adotados foram descritos anteriormente.

A NBR 13282 estabelece os requisitos e métodos de ensaio que devem ser atendidos pelas garrafas térmicas com ampola de vidro.

Nesta norma vem descrita todo glossário referente aos termos usados sobre as Garrafas térmicas com ampola de vidro.

Além dos parâmetros adotados pelo INMETRO a norma define uma série de requisitos citados abaixo:

- Aderência da pintura ou decoração;
- Resistência da alça;
- Ensaio de estanqueidade interna;
- Ensaio de resistência mecânica das garrafas térmicas com vidro exposto;
- Resistência a torção;

Uma consulta pode ser feita por:

Origem: Projeto NBR 13282:1997

CEET-00:001.22 – Comissão de Estudo Especial Temporário de Garrafas Térmicas.

NBR 13282 – Thermal flask with glass ampoule – Requirements and test methods.

Descriptor: Thermal flask.

Esta norma substitui a NBR 13282:1995.

Válida a partir de 01.06.1998.

Resultados da avaliação dos parâmetros Fuzzy

MODELO 1 – GARRAFA TÉRMICA COM AMPOLA DE VIDRO – HERMÉTICA (G1)



AVALIADOR 1 – MODELO 1 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|-----------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Regular | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Tolerável | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|-----|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Bom | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Tolerável | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Regular | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|---------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|---|----------------|---|
| • Resistência dos materiais | Bom | ◆ |
| • Facilidade de limpeza | Insatisfatório | ◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Bom | ◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias o | Bom | ◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----|---|
| • Fácil identificação das peças | Bom | ◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Bom | ◆ |
| • Facilidade de montagem | Bom | ◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Bom | ◆ |
| • Números de peças | Bom | ◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Bom | ◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|---|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆ |
| • Ciclo de vida longo | Regular | ◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|-----------|---|
| • Custo de produção | Tolerável | ◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|---|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Bom | ◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Leveza</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Bom | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Tolerável | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Insatisfatório | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Tolerável | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 2 – MODELO 1 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 2 • Modelo de Garrafa 1 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| • Facilidade de uso | Muito bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Muito bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Muito bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Bom | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Tolerável | ◆ |

Operação

| | | |
|--|-----------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Muito bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Regular | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Muito bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Regular | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Muito bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|---------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Regular | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Bom | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Regular | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Fácil identificação das peças | Bom | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Regular | ◆◆ |
| • Números de peças | Muito bom | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Muito bom | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Muito bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Bom | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Bom | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|-----------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Bom | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Bom | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Bom | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Muito bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Muito bom | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Regular | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Insatisfatório | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Tolerável | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 3 – MODELO 1 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 3 • Modelo de Garrafa 1 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Regular | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Bom | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|---------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Regular | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Regular | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Muito bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Resistência dos materiais | Tolerável | ◆ |
| • Facilidade de limpeza | Tolerável | ◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Bom | ◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Bom | ◆ |

Montagem

| | | |
|--|---------|---|
| • Fácil identificação das peças | Bom | ◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Regular | ◆ |
| • Facilidade de montagem | Regular | ◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Regular | ◆ |
| • Números de peças | Bom | ◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Bom | ◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|-----|---|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆ |
| • Materiais recicláveis | Bom | ◆ |
| • Ciclo de vida longo | | 3 |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|---|
| • Custo de produção | Regular | ◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|---|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Leveza</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Regular | ◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Bom | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Regular | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Insatisfatório | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Regular | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

FUNCIONALIDADE

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| FACILIDADE DE USO | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| EFICIENCIA DA FUNÇÃO PRINCIPAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| EFICIENCIA DAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 21 | 27 | 30 | 30 | 108 | 1 |
| Avaliador 3 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| | | | | | | 0,85185185 |

1101/09/13

Funcionaliade

ERGONOMIA

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| DIMENSÕES ERGONÔMICAS | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| CLAREZA DAS SINALIZAÇÕES | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| ARRANJOS CLAROS DAS PEÇAS | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS RACIONAIS E LÓGICOS | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| CONFORTO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 15 | 25 | 25 | 35 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 16 | 24 | 25 | 35 | | 100 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 16 | 24 | 25 | 35 | | 100 | 0,55555556 |
| | | | | | | | 0,55555556 |

1101/09/13

Ergonomia

OPERAÇÃO

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| EXECUÇÃO CLARA DA TAREFA | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ESTABILIDADE DO SISTEMA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| VISUALIZAÇÃO CLARA DAS PARTES OPERANTES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 15 | 21 | 22 | 26 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| | | | | | | 0,75308642 |

1101/09/13

Operação

SEGURANCA

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| SEGURANÇA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
|---|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ELEMENTOS QUE AUXILIAM A SEGURANÇA DA TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SINALIZAÇÃO PREVENTIVA CONTRA RISCOS AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| IMPRESSÕES VISUAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| IMPRESSÕES ESTRUTURAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CONFIABILIDADE DO SISTEMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SEGURANÇA AMBIENTAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | |
| Avaliador 1 | 12 | 20 | 21 | | 53 | 0,29444444 |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 24 | 32 | 92 | 0,51111111 |
| Avaliador 3 | 12 | 20 | 21 | 31 | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | | 0,42407407 |

1101/09/13

Segurança

PRODUÇÃO

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| CONTROLE DE QUALIDADE | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| BAIXO NÚMERO, TEMPO E CONFIGURAÇÃO DOS PROC. DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 2 | 15 | 21 | 22 | 26 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 15 | 21 | 22 | 26 | 84 | 0,77777778 |
| | | | | | | 0,75308642 |

1101/09/13

Produção

MANUTENÇÃO

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| RESISTENCIA DOS MATERIAIS | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| FACILIDADE DE LIMPEZA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SIMPLICIDADE NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CLAREZA NOS PROC. P/ FÁCIL RECONHEC. DE ANORM. OU FALHAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 22 | 30 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 22 | 30 | 88 | 0,61111111 |
| Avaliador 3 | 12 | 20 | 20 | 28 | 80 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,59259259 |

1101/09/13

Manutenção

MONTAGEM

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| FACILIDADE DE MONTAGEM | | | | | | |
|------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| NUMEROS DE PECAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE TROCA DE PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,72839506 |

1101/09/13

Montagem

RECICLAGEM

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| FACILIDADE DE RECICLAGEM ENTRE MATEIAIS DIFERENTES | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| MATERIAIS RECICLAVEIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CICLO DE VIDA LONGO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 2 | 17 | 23 | 24 | 28 | 92 | 0,85185185 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,7037037 |

1101/09/13

Reciclagem

CUSTO

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| CUSTO DE PRODUÇÃO | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CUSTO DO PRODUTO NO MERCADO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 4 | 8 | 8 | 12 | 32 | 0,44444444 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,51851852 |

1101/09/13

Custo

ESTETICA

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| IDENTIFICACAO DA FORMA | | | | | | |
|------------------------------|----|----|----|----|----|------------|
| IDENTIFICACAO CLARA DA FORMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| IDENTIFICACAO DA ORDENACAO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| | | | | | | 0,74074074 |

| INTEGRACAO DAS PEÇAS | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|----|------------|
| UNIDADE FORMAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| NUMERO DE VARIACOES FORMAIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,59259259 |

1301/09/13

Estética

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|--|----|------------|
| HAMONIA | | | | | | | |
| INTEGRACAO ENTRE AS PEÇAS | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| INTEGRACAO GERAL DO PRODUTO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 8 | 12 | 12 | 16 | | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | | 0,62962963 |

| | | | | |
|-------------------|---|---|----|----|
| INTENCAO DA FORMA | | | | |
| ESTABILIDADE | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| COMPACIDADE | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

2301/09/13

Estética

| SUAVIDADE | | | | | ix | | |
|-----------------|----|----|----|-----|----|-----|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| LEVEZA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| ESTILO DESEJADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 21 | 31 | 31 | 41 | | 124 | 0,68888889 |
| Avaliador 2 | 25 | 35 | 36 | 44 | | 140 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 17 | 27 | 27 | 37 | | 108 | 0,6 |
| | | | | | | | 0,68888889 |
| SOMA GERAL | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 56 | 40 | 48 | 124 | | 268 | 0,67676768 |
| Avaliador 2 | 56 | 48 | 48 | 140 | | 292 | 0,73737374 |
| Avaliador 3 | 48 | 40 | 40 | 108 | | 236 | 0,5959596 |
| | | | | | | | 0,67003367 |

3301/09/13

Estética

Parâmetros específicos do Design

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| GOTEJAMENTO DO LÍQUIDO REMANESCENTE APÓS USO | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ACABAMENTO EXTERNO DA ROSCA INFERIOR DA BASE | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO DE IMPACTOS VERTICAIS SOBRE A AMPOLA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| ACABAMENTO DE REBARBAS PROVENIENTES DOS MOLDES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| INFORMAÇÃO SOBRE USO DO PRODUTO DE FORMA DIRETA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| SOMA | | | | | | |
| | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 7 | 13 | 15 | 25 | 60 | 0,33333333 |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 20 | 28 | 76 | 0,42222222 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 19 | 29 | 76 | 0,42222222 |
| | | | | | | 0,39259259 |

1101/09/13

Problemas típicos do produto

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| IDENTIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO DE USO | |
|----------------------------------|---|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| | 1 |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| CAPACIDADE VOLUMÉTRICA REAL | |
|-----------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| EFICIENCIA TERMICA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| VOLUME BOMBEADO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| GOTEJAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| AUTOBOMBEAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | |
| Avaliador 1 | 5 |
| Avaliador 2 | 5 |
| Avaliador 3 | 5 |
| | NORM |
| | 1 |
| | 1 |
| | 1 |
| | 1 |

1101/09/13

ABNT - Ensaio de desempenho

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança Produto1 - Hermetico - FinalX.xlsx

| RESISTÊNCIA AO IMPACTO | |
|--------------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| RESISTÊNCIA A CHOQUES TÉRMICOS | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| ESTABILIDADE | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| ESTANQUEIDADE | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | NORM |
| Avaliador 1 | 4 |
| Avaliador 2 | 4 |
| Avaliador 3 | 4 |
| | 1 |

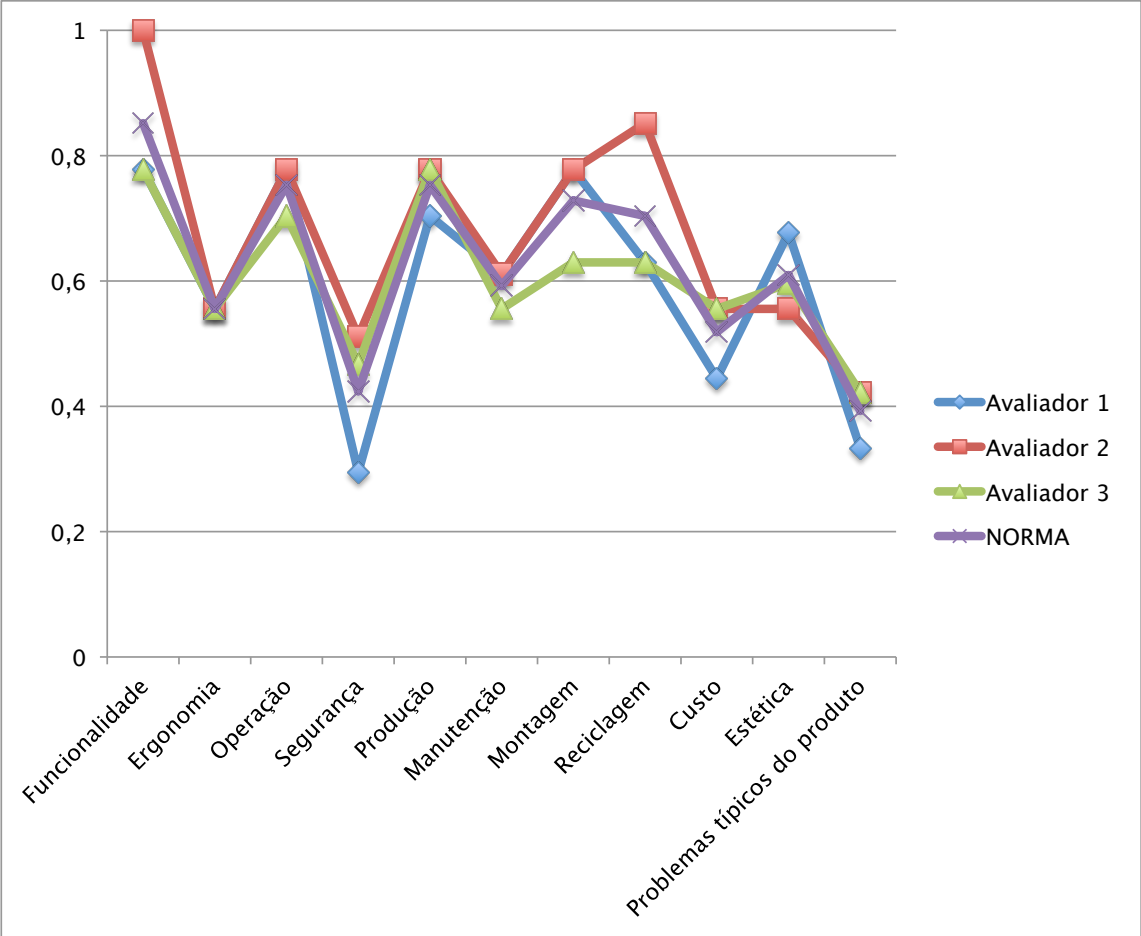
1101/09/13

ABNT - Ensaio de segurança

Gráficos comparativos - Garrafa 1

| | 0,60 | 0,67 | 0,61 | |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | NORMA |
| Funcionalidade | 0,77777778 | 1 | 0,77777778 | 0,85185185 |
| Ergonomia | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 |
| Operação | 0,77777778 | 0,77777778 | 0,7037037 | 0,75308642 |
| Segurança | 0,29444444 | 0,51111111 | 0,46666667 | 0,42407407 |
| Produção | 0,7037037 | 0,77777778 | 0,77777778 | 0,75308642 |
| Manutenção | 0,61111111 | 0,61111111 | 0,55555556 | 0,59259259 |
| Montagem | 0,77777778 | 0,77777778 | 0,62962963 | 0,72839506 |
| Reciclagem | 0,62962963 | 0,85185185 | 0,62962963 | 0,7037037 |
| Custo | 0,44444444 | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,51851852 |
| Estética | 0,67676768 | 0,55555556 | 0,5959596 | 0,60942761 |
| Problemas típicos do produto | 0,33333333 | 0,42222222 | 0,42222222 | 0,39259259 |
| METRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 | 1 | 1 |
| OMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número Fuzzy Final | | | | 0,63 |

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS AVALIADORES



**MODELO 2 – GARRAFA TÉRMICA COM AMPOLA DE VIDRO –
HERMÉTICA (G2)**



AVALIADOR 1 – MODELO 2 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 2 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Tolerável | ◆ |

Operação

| | | |
|--|---------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Bom | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Muito bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Tolerável | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Regular | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|---------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|----------------|---|
| • Resistência dos materiais | Bom | ◆ |
| • Facilidade de limpeza | Insatisfatório | ◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Bom | ◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Bom | ◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|---|
| • Fácil identificação das peças | Regular | ◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Regular | ◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Regular | ◆ |
| • Números de peças | Bom | ◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Tolerável | ◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|---|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆ |
| • Ciclo de vida longo | | 3 |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|---|
| • Custo de produção | Regular | ◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|----------------|---|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Tolerável | ◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Tolerável | ◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Tolerável | ◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Tolerável | ◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Insatisfatório | ◆ |
| - <i>Leveza</i> | Insatisfatório | ◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Bom | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Regular | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Insatisfatório | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 2 – MODELO 1 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 2 • Modelo de Garrafa 2 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|---------|---|
| • Facilidade de uso | Regular | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Regular | ◆ |
| • Conforto | Insatisfatório | ◆ |
| | Bom | ◆ |

Operação

| | | |
|--|---------|---|
| • Execução clara da tarefa | Regular | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Bom | ◆ |
| | Regular | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Bom | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|---------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Regular | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|---------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Regular | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Bom | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Regular | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Fácil identificação das peças | Regular | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Regular | ◆◆ |
| • Números de peças | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Regular | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | | 3 |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|----------------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Tolerável | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Tolerável | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Insatisfatório | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Tolerável | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Tolerável | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Tolerável | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Bom | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Regular | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Tolerável | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 3 – MODELO 1 DA GARRAFA HERMÉTICA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 3 • Modelo de Garrafa 2 - Hermético

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Bom | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |
| | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|---------|---|
| • Execução clara da tarefa | Regular | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Regular | ◆ |
| | Regular | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Regular | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Tolerável | ◆ |
| • Facilidade de produção | Bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Bom | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|---------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Regular | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Regular | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Regular | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Fácil identificação das peças | Regular | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Regular | ◆◆ |
| • Números de peças | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Bom | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|-----|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Bom | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | | ◆◆ |

4

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|-----------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Tolerável | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Tolerável | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Muito bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Regular | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Bom | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Bom | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Insatisfatório | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

FUNCIONALIDADE

| FACILIDADE DE USO | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| EFICIENCIA DA FUNÇÃO PRINCIPAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| EFICIENCIA DAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 3 | 15 | 21 | 21 | 27 | 84 | 0,77777778 |
| | | | | | | 0,75308642 |

ERGONOMIA

| DIMENSÕES ERGONÔMICAS | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|-------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CLAREZA DAS SINALIZAÇÕES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| ARRANJOS CLAROS DAS PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS RACIONAIS E LÓGICOS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CONFORTO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 14 | 22 | 23 | 33 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 19 | 29 | 92 | 0,511111111 |
| Avaliador 3 | 16 | 24 | 25 | 35 | 76 | 0,422222222 |
| | | | | | 100 | 0,555555556 |
| | | | | | | 0,4962963 |

OPERAÇÃO

| EXECUÇÃO CLARA DA TAREFA | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| ESTABILIDADE DO SISTEMA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| VISUALIZAÇÃO CLARA DAS PARTES OPERANTES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 3 | 9 | 15 | 15 | 21 | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,62962963 |

SEGURANCA

| SEGURANÇA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
|---|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| ELEMENTOS QUE AUXILIAM A SEGURANÇA DA TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SINALIZAÇÃO PREVENTIVA CONTRA RISCOS AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| IMPRESSÕES VISUAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| IMPRESSÕES ESTRUTURAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CONFIABILIDADE DO SISTEMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SEGURANÇA AMBIENTAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 14 | 22 | 24 | 32 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 23 | 33 | 92 | 0,51111111 |
| Avaliador 3 | 12 | 20 | 21 | 31 | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | | 0,4962963 |

PRODUÇÃO

| CONTROLE DE QUALIDADE | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| FACILIDADE DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| BAIXO NÚMERO, TEMPO E CONFIGURAÇÃO DOS PROC. DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,65432099 |

MANUTENÇÃO

| RESISTENCIA DOS MATERIAIS | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE LIMPEZA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SIMPLICIDADE NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CLAREZA NOS PROC. P/ FÁCIL RECONHEC. DE ANORM. OU FALHAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 22 | 30 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 22 | 30 | 88 | 0,61111111 |
| Avaliador 3 | 12 | 20 | 20 | 28 | 80 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,59259259 |

MONTAGEM

| FACILIDADE DE MONTAGEM | | | | | | |
|------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| NUMEROS DE PECAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE TROCA DE PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 7 | 13 | 13 | 19 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 9 | 15 | 15 | 21 | 52 | 0,48148148 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,55555556 |

RECICLAGEM

| FACILIDADE DE RECICLAGEM ENTRE MATEIAIS DIFERENTES | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| MATERIAIS RECICLAVEIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CICLO DE VIDA LONGO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 9 | 15 | 15 | 21 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 9 | 15 | 15 | 21 | 60 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| | | | | | | 0,60493827 |

CUSTO

| CUSTO DE PRODUÇÃO | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|--------|------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| CUSTO DO PRODUTO NO MERCADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM | |
| Avaliador 1 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | | 0,55555556 |

ESTETICA

| IDENTIFICACAO DA FORMA | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|----|------------|
| IDENTIFICACAO CLARA DA FORMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| IDENTIFICACAO DA ORDENACAO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 2 | 6 | 6 | 10 | 24 | 0,33333333 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | |
| 0,48148148 | | | | | | |

| INTEGRACAO DAS PEÇAS | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|----|------------|
| UNIDADE FORMAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| NUMERO DE VARIACOES FORMAIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 4 | 8 | 8 | 12 | 32 | 0,44444444 |
| Avaliador 2 | 2 | 6 | 6 | 10 | 24 | 0,33333333 |
| Avaliador 3 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| | | | | | | |
| 0,48148148 | | | | | | |

| | | | | |
|---------|--|--|--|--|
| HAMONIA | | | | |
|---------|--|--|--|--|

INTEGRACAO ENTRE AS PEÇAS

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 |

INTEGRACAO GERAL DO PRODUTO

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

SOMA

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|----|--|----|------------|
| Avaliador 1 | 4 | 8 | 8 | 12 | | 32 | 0,44444444 |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 4 | 8 | | 16 | 0,22222222 |
| Avaliador 3 | 4 | 8 | 8 | 12 | | 32 | 0,44444444 |

0,37037037

| | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|
| INTENCAO DA FORMA | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|

ESTABILIDADE

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 |

COMPACIDADE

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 |

| SUAVIDADE | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|-----|--|-----|------------|
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| LEVEZA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| ESTILO DESEJADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 7 | 9 | 10 | 10 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 13 | 19 | 21 | 31 | | 84 | 0,46666667 |
| Avaliador 2 | 13 | 23 | 23 | 33 | | 92 | 0,51111111 |
| Avaliador 3 | 21 | 31 | 32 | 40 | | 124 | 0,68888889 |
| | | | | | | | 0,55555556 |
| SOMA GERAL | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 24 | 32 | 32 | 84 | | 172 | 0,43434343 |
| Avaliador 2 | 40 | 24 | 16 | 92 | | 172 | 0,43434343 |
| Avaliador 3 | 40 | 48 | 32 | 124 | | 244 | 0,61616162 |
| | | | | | | | 0,49494949 |

Parâmetros específicos do Design

| GOTEJAMENTO DO LÍQUIDO REMANESCENTE APÓS USO | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| ACABAMENTO EXTERNO DA ROSCA INFERIOR DA BASE | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO DE IMPACTOS VERTICAIS SOBRE A AMPOLA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| ACABAMENTO DE REBARBAS PROVENIENTES DOS MOLDES | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| INFORMAÇÃO SOBRE USO DO PRODUTO DE FORMA DIRETA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 9 | 15 | 17 | 27 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 10 | 18 | 19 | 29 | | 68 | 0,37777778 |
| Avaliador 3 | 13 | 19 | 21 | 31 | | 76 | 0,42222222 |
| | | | | | | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | | | 0,42222222 |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| IDENTIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO DE USO | |
|----------------------------------|---|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| | 1 |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| CAPACIDADE VOLUMÉTRICA REAL | |
|-----------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| EFICIENCIA TERMICA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| VOLUME BOMBEADO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| GOTEJAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| AUTOBOMBEAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | NORM |
| Avaliador 1 | 5 |
| Avaliador 2 | 5 |
| Avaliador 3 | 5 |
| | 1 |

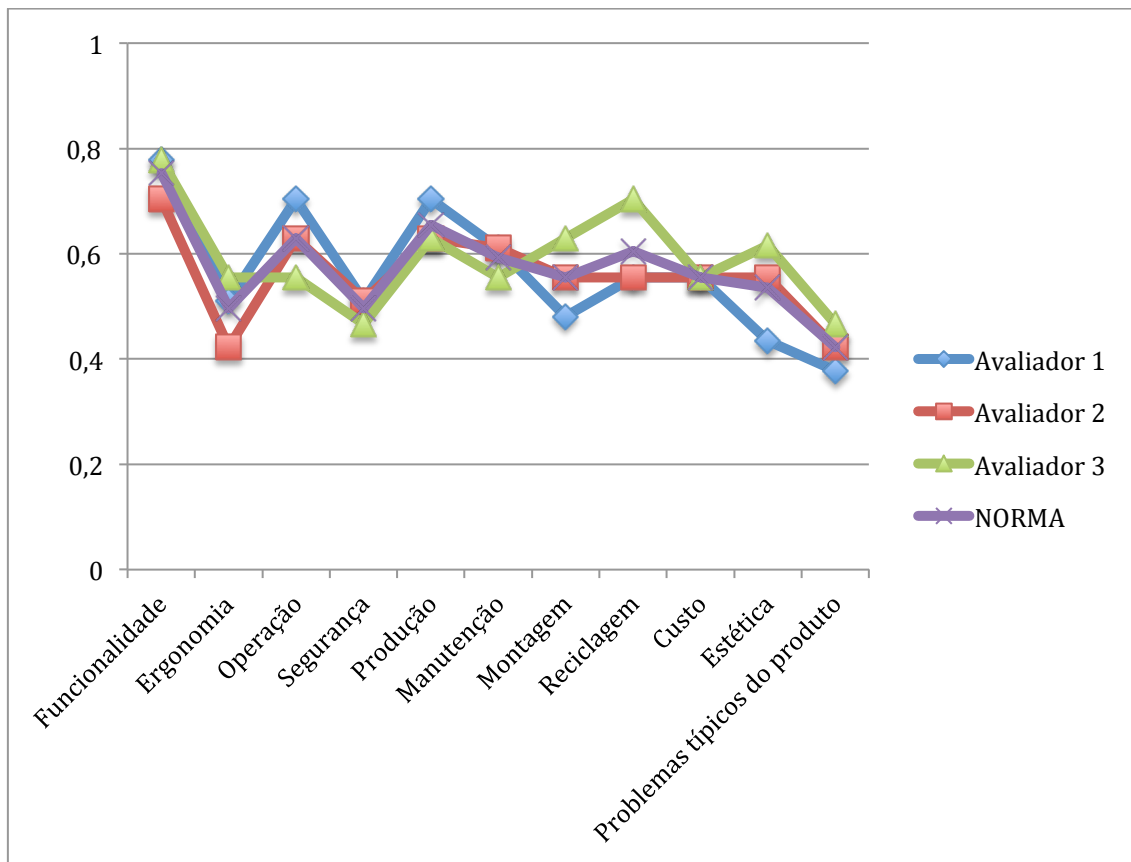
ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| RESISTÊNCIA AO IMPACTO | | |
|--------------------------------|------|---|
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| RESISTÊNCIA A CHOQUES TÉRMICOS | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| ESTABILIDADE | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| ESTANQUEIDADE | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| SOMA | NORM | |
| Avaliador 1 | 4 | 1 |
| Avaliador 2 | 4 | 1 |
| Avaliador 3 | 4 | 1 |
| | | 1 |

Gráficos comparativos - Garrafa 1

| | 0,57 | 0,56 | 0,59 | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | NORMA |
| Funcionalidade | 0,77777778 | 0,7037037 | 0,77777778 | 0,75308642 |
| Ergonomia | 0,51111111 | 0,42222222 | 0,55555556 | 0,4962963 |
| Operação | 0,7037037 | 0,62962963 | 0,55555556 | 0,62962963 |
| Segurança | 0,51111111 | 0,51111111 | 0,46666667 | 0,4962963 |
| Produção | 0,7037037 | 0,62962963 | 0,62962963 | 0,65432099 |
| Manutenção | 0,61111111 | 0,61111111 | 0,55555556 | 0,59259259 |
| Montagem | 0,48148148 | 0,55555556 | 0,62962963 | 0,55555556 |
| Reciclagem | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,7037037 | 0,60493827 |
| Custo | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 |
| Estética | 0,43434343 | 0,55555556 | 0,61616162 | 0,53535354 |
| Problemas típicos do produto | 0,37777778 | 0,42222222 | 0,46666667 | 0,42222222 |
| INMETRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número Fuzzy Final | | | | 0,57 |

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS AVALIADORES



**MODELO 1 – GARRAFA TÉRMICA COM AMPOLA DE VIDRO – BOMBA
(G1)**



AVALIADOR 1 – MODELO 1 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| • Facilidade de uso | Muito bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Regular | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Bom | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|-----------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Tolerável | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Bom | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Bom | ◆ |
| • Facilidade de produção | Bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|----------------|----|
| • Resistência dos materiais | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Tolerável | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|----------------|----|
| • Fácil identificação das peças | Regular | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Números de peças | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Tolerável | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Bom | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|-----------|----|
| • Custo de produção | Tolerável | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Tolerável | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Bom | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Bom | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Bom | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Tolerável | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Regular | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | | 3 |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 2 – MODELO 1 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|---------|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Regular | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Regular | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Regular | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Bom | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|---------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Regular | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Bom | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Bom | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Resistência dos materiais | Tolerável | ◆ |
| • Facilidade de limpeza | Tolerável | ◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Tolerável | ◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Regular | ◆ |

Montagem

| | | |
|--|----------------|---|
| • Fácil identificação das peças | Insatisfatório | ◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Insatisfatório | ◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆ |
| • Números de peças | Regular | ◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Regular | ◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|---|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆ |
| • Ciclo de vida longo | Regular | ◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|-----------|---|
| • Custo de produção | Regular | ◆ |
| • Custo do produto no mercado | Tolerável | ◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|---|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Leveza</i> | Bom | ◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Regular | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Tolerável | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Insatisfatório | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Tolerável | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | | 3 |

AVALIADOR 3 – MODELO 1 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|---------|---|
| • Facilidade de uso | Regular | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Regular | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Regular | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Regular | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Bom | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Regular | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|-----------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Tolerável | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|-----------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Regular | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Regular | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|-----------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Tolerável | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Tolerável | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Regular | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Fácil identificação das peças | Tolerável | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Números de peças | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Regular | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Bom | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Tolerável | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Bom | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Bom | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Regular | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Regular | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Tolerável | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Regular | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Regular | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

FUNCIONALIDADE

| FACILIDADE DE USO | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| EFICIENCIA DA FUNÇÃO PRINCIPAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| EFICIENCIA DAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 22 | 26 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 3 | 9 | 15 | 15 | 21 | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,65432099 |

ERGONOMIA

| DIMENSÕES ERGONÔMICAS | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CLAREZA DAS SINALIZAÇÕES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| ARRANJOS CLAROS DAS PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS RACIONAIS E LÓGICOS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CONFORTO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 18 | 26 | 27 | 37 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 23 | 33 | 108 | 0,6 |
| Avaliador 3 | 14 | 22 | 23 | 33 | 92 | 0,51111111 |
| | | | | | 92 | 0,51111111 |
| | | | | | | 0,54074074 |

OPERAÇÃO

| EXECUÇÃO CLARA DA TAREFA | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ESTABILIDADE DO SISTEMA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| VISUALIZAÇÃO CLARA DAS PARTES OPERANTES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 2 | 13 | 19 | 19 | 25 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,65432099 |

SEGURANCA

| SEGURANÇA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
|---|----|----|----|----|------------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ELEMENTOS QUE AUXILIAM A SEGURANÇA DA TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SINALIZAÇÃO PREVENTIVA CONTRA RISCOS AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| IMPRESSÕES VISUAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| IMPRESSÕES ESTRUTURAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CONFIABILIDADE DO SISTEMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SEGURANÇA AMBIENTAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 14 | 22 | 23 | 33 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 12 | 20 | 21 | 31 | 92 | 0,51111111 |
| Avaliador 3 | 11 | 21 | 21 | 31 | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | 0,48148148 | |

PRODUÇÃO

| CONTROLE DE QUALIDADE | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| BAIXO NÚMERO, TEMPO E CONFIGURAÇÃO DOS PROC. DE PRODUÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 11 | 17 | 17 | 23 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 9 | 15 | 15 | 21 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 3 | 7 | 13 | 13 | 19 | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | 52 | 0,48148148 |
| | | | | | | 0,55555556 |

MANUTENÇÃO

| RESISTENCIA DOS MATERIAIS | | | | | | |
|--|---|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| FACILIDADE DE LIMPEZA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SIMPLICIDADE NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| CLAREZA NOS PROC. P/ FÁCIL RECONHEC. DE ANORM. OU FALHAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 6 | 10 | 12 | 20 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 6 | 14 | 14 | 22 | 48 | 0,33333333 |
| Avaliador 3 | 8 | 16 | 16 | 24 | 56 | 0,38888889 |
| | | | | | 64 | 0,44444444 |
| | | | | | | 0,38888889 |

MONTAGEM

| FACILIDADE DE MONTAGEM | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| NUMEROS DE PECAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| FACILIDADE DE TROCA DE PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 6 | 10 | 11 | 17 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 5 | 11 | 44 | 0,40740741 |
| Avaliador 3 | 3 | 9 | 9 | 15 | 20 | 0,18518519 |
| | | | | | 36 | 0,33333333 |
| | | | | | | 0,30864198 |

RECICLAGEM

| FACILIDADE DE RECICLAGEM ENTRE MATEIAIS DIFERENTES | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| MATERIAIS RECICLAVEIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| CICLO DE VIDA LONGO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 13 | 19 | 19 | 25 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 17 | 23 | 76 | 0,7037037 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | 68 | 0,62962963 |
| | | | | | | 0,65432099 |

CUSTO

| CUSTO DE PRODUÇÃO | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|--------|------|------------|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| CUSTO DO PRODUTO NO MERCADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM | |
| Avaliador 1 | 2 | 6 | 6 | 10 | | 24 | 0,33333333 |
| Avaliador 2 | 4 | 8 | 8 | 12 | | 32 | 0,44444444 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | | 0,44444444 |

ESTETICA

| IDENTIFICACAO DA FORMA | | | | | | |
|------------------------------|----|----|----|----|----|------------|
| IDENTIFICACAO CLARA DA FORMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| IDENTIFICACAO DA ORDENACAO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| | | | | | | 0,74074074 |

| INTEGRACAO DAS PEÇAS | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|------------|
| UNIDADE FORMAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| NUMERO DE VARIACOES FORMAIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| | | | | | | 0,66666667 |

| | | | | |
|---------|--|--|--|--|
| HAMONIA | | | | |
|---------|--|--|--|--|

INTEGRACAO ENTRE AS PEÇAS

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

INTEGRACAO GERAL DO PRODUTO

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

SOMA

| | | | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|--|----|------------|
| Avaliador 1 | 10 | 14 | 14 | 18 | | 56 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | | 40 | 0,55555556 |

0,62962963

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| INTENCAO DA FORMA | | | |
|-------------------|--|--|--|

ESTABILIDADE

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

COMPACIDADE

| | | | | |
|-------------|---|---|---|---|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

| SUAVIDADE | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|-----|--|-----|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| LEVEZA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| ESTILO DESEJADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 23 | 33 | 33 | 43 | | 132 | 0,73333333 |
| Avaliador 2 | 23 | 33 | 33 | 43 | | 132 | 0,73333333 |
| Avaliador 3 | 21 | 31 | 31 | 41 | | 124 | 0,68888889 |
| | | | | | | | 0,71851852 |
| SOMA GERAL | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 56 | 48 | 56 | 132 | | 292 | 0,73737374 |
| Avaliador 2 | 48 | 40 | 40 | 132 | | 260 | 0,65656566 |
| Avaliador 3 | 56 | 56 | 40 | 124 | | 276 | 0,6969697 |
| | | | | | | | 0,6969697 |

Parâmetros específicos do Design

| GOTEJAMENTO DO LÍQUIDO REMANESCENTE APÓS USO | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| ACABAMENTO EXTERNO DA ROSCA INFERIOR DA BASE | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO DE IMPACTOS VERTICAIS SOBRE A AMPOLA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| ACABAMENTO DE REBARBAS PROVENIENTES DOS MOLDES | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| INFORMAÇÃO SOBRE USO DO PRODUTO DE FORMA DIRETA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 10 | 18 | 19 | 29 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 5 | 11 | 13 | 23 | | 76 | 0,42222222 |
| Avaliador 3 | 10 | 18 | 19 | 29 | | 52 | 0,28888889 |
| | | | | | | 76 | 0,42222222 |
| | | | | | | | 0,37777778 |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| IDENTIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO DE USO | |
|----------------------------------|---|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| | 1 |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| CAPACIDADE VOLUMÉTRICA REAL | |
|-----------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| EFICIENCIA TERMICA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| VOLUME BOMBEADO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| GOTEJAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| AUTOBOMBEAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | NORM |
| Avaliador 1 | 5 |
| Avaliador 2 | 5 |
| Avaliador 3 | 5 |
| | 1 |

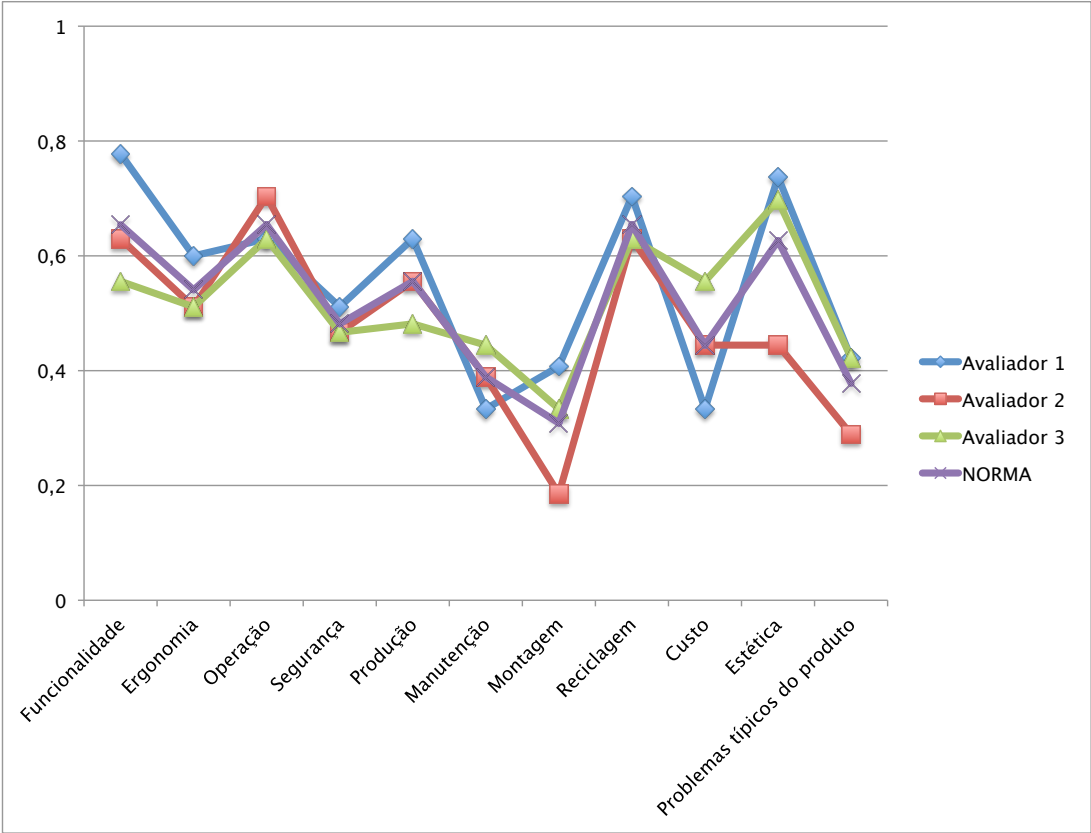
ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| RESISTÊNCIA AO IMPACTO | | |
|--------------------------------|------|---|
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| RESISTÊNCIA A CHOQUES TÉRMICOS | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| ESTABILIDADE | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| ESTANQUEIDADE | | |
| Avaliador 1 | 1 | |
| Avaliador 2 | 1 | |
| Avaliador 3 | 1 | |
| SOMA | NORM | |
| Avaliador 1 | 4 | 1 |
| Avaliador 2 | 4 | 1 |
| Avaliador 3 | 4 | 1 |
| | | 1 |

Gráficos comparativos - Garrafa 1

| | 0,55 | 0,48 | 0,52 | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | NORMA |
| Funcionalidade | 0,77777778 | 0,62962963 | 0,55555556 | 0,65432099 |
| Ergonomia | 0,6 | 0,51111111 | 0,51111111 | 0,54074074 |
| Operação | 0,62962963 | 0,7037037 | 0,62962963 | 0,65432099 |
| Segurança | 0,51111111 | 0,46666667 | 0,46666667 | 0,48148148 |
| Produção | 0,62962963 | 0,55555556 | 0,48148148 | 0,55555556 |
| Manutenção | 0,33333333 | 0,38888889 | 0,44444444 | 0,38888889 |
| Montagem | 0,40740741 | 0,18518519 | 0,33333333 | 0,30864198 |
| Reciclagem | 0,7037037 | 0,62962963 | 0,62962963 | 0,65432099 |
| Custo | 0,33333333 | 0,44444444 | 0,55555556 | 0,44444444 |
| Estética | 0,73737374 | 0,44444444 | 0,6969697 | 0,62626263 |
| Problemas típicos do produto | 0,42222222 | 0,28888889 | 0,42222222 | 0,37777778 |
| INMETRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número Fuzzy Final | | | | 0,52 |

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS AVALIADORES



**MODELO 2 – GARRAFA TÉRMICA COM AMPOLA DE VIDRO – BOMBA
(G2)**



AVALIADOR 1 – MODELO 2 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Regular | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Muito bom | ◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Regular | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Regular | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|-----------|---|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Tolerável | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Bom | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆ |
| • Segurança ambiental | Insatisfatório | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Regular | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|-----------|----|
| • Resistência dos materiais | Bom | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Tolerável | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Tolerável | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Tolerável | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Fácil identificação das peças | Bom | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Números de peças | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Regular | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|-----|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Bom | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Bom | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|-----------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Tolerável | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Bom | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Regular | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Bom | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Regular | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 1 – MODELO 2 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador2 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----------|----|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆◆ |
| • Eficiência da função principal | Tolerável | ◆◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | Regular | ◆◆ |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|----|
| • Dimensões ergonômicas | Bom | ◆◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Arranjos claros das peças | 4 | |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Regular | ◆◆ |
| • Conforto | Regular | ◆◆ |

Operação

| | | |
|--|-----------|----|
| • Execução clara da tarefa | Bom | ◆◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Regular | ◆◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Tolerável | ◆◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|----|
| • Segurança ao executar a tarefa | Regular | ◆◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Bom | ◆◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Regular | ◆◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆◆ |
| • Segurança ambiental | Regular | ◆◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|----|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de produção | Regular | ◆◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆◆ |

Manutenção

| | | |
|--|-----------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Tolerável | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Tolerável | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Tolerável | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Fácil identificação das peças | Tolerável | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Números de peças | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Tolerável | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Regular | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Bom | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|---------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Regular | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Bom | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Regular | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Regular | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Regular | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

AVALIADOR 3 – MODELO 2 DA GARRAFA DE BOMBA

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzv

Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro

Avaliador 3 • Modelo de Garrafa 1 - Bomba

Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

Funcionalidade

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| • Facilidade de uso | Bom | ◆ |
| • Eficiência da função principal | Tolerável | ◆ |
| • Eficiência das funções secundárias | | 4 |

Ergonomia

| | | |
|--|----------------|---|
| • Dimensões ergonômicas | Tolerável | ◆ |
| • Clareza das sinalizações | Insatisfatório | ◆ |
| • Arranjos claros das peças | Tolerável | ◆ |
| • Procedimentos operacionais racionais e lógicos | Regular | ◆ |
| • Conforto | Regular | ◆ |

Operação

| | | |
|--|----------------|---|
| • Execução clara da tarefa | Regular | ◆ |
| • Estabilidade do sistema ao executar a tarefa | Bom | ◆ |
| • Visualização clara das partes operantes | Insatisfatório | ◆ |

Segurança

| | | |
|---|----------------|---|
| • Segurança ao executar a tarefa | Tolerável | ◆ |
| • Elementos que auxiliam a segurança da tarefa | Regular | ◆ |
| • Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa | Insatisfatório | ◆ |
| • Impressões visuais de segurança | Regular | ◆ |
| • Impressões estruturais de segurança | Tolerável | ◆ |
| • Confiabilidade do sistema | Tolerável | ◆ |
| • Segurança ambiental | Tolerável | ◆ |

Produção

| | | |
|--|-----------|---|
| • Controle de qualidade | Regular | ◆ |
| • Facilidade de produção | Tolerável | ◆ |
| • Baixo número, tempo e configuração dos proc. de produção | Tolerável | ◆ |

Manutenção

| | | |
|--|----------------|----|
| • Resistência dos materiais | Regular | ◆◆ |
| • Facilidade de limpeza | Insatisfatório | ◆◆ |
| • Simplicidade no processo de manutenção | Tolerável | ◆◆ |
| • Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalias ou | Tolerável | ◆◆ |

Montagem

| | | |
|--|-----------|----|
| • Fácil identificação das peças | Tolerável | ◆◆ |
| • Poucos passos para ajuste de cada procedimento | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de montagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de desmontagem | Tolerável | ◆◆ |
| • Números de peças | Tolerável | ◆◆ |
| • Facilidade de troca de peças | Tolerável | ◆◆ |

Reciclagem

| | | |
|--|---------|----|
| • Facilidade de desmontagem entre materiais diferentes | Bom | ◆◆ |
| • Materiais recicláveis | Regular | ◆◆ |
| • Ciclo de vida longo | Regular | ◆◆ |

Custo

| | | |
|-------------------------------|---------|----|
| • Custo de produção | Regular | ◆◆ |
| • Custo do produto no mercado | Regular | ◆◆ |

Estética

| | | |
|---------------------------------------|-----------|----|
| • Identificação da forma | | |
| - <i>Identificação clara da forma</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Identificação da ordenação</i> | Bom | ◆◆ |
| • Integração das peças | | |
| - <i>Unidade formal</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Número de variações formais</i> | Regular | ◆◆ |
| • Harmonia | | |
| - <i>Integração entre as peças</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Integração geral do sistema</i> | Tolerável | ◆◆ |
| • Intenção da forma | | |
| - <i>Estabilidade</i> | Bom | ◆◆ |
| - <i>Compacidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Suavidade</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Leveza</i> | Regular | ◆◆ |
| - <i>Estilo desejado</i> | Bom | ◆◆ |

Problemas típicos do produto

| | | |
|--|----------------|---|
| • Gotejamento do líquido remanescente após uso | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento externo da rosca inferior da base | Tolerável | ◆ |
| • Sistema de proteção de impactos verticais sobre a ampola | Tolerável | ◆ |
| • Acabamento de rebarbas provenientes dos moldes | Tolerável | ◆ |
| • Informação sobre uso do produto de forma direta | Insatisfatório | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| | | |
|------------------------------------|----------|---|
| • Identificação e instrução de uso | Satisfaz | ◆ |
|------------------------------------|----------|---|

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| | | |
|-------------------------------|----------|---|
| • Capacidade volumétrica real | Satisfaz | ◆ |
| • Eficiência térmica | Satisfaz | ◆ |
| • Volume bombeado | Satisfaz | ◆ |
| • Gotejamento | Satisfaz | ◆ |
| • Autobombeamento | Satisfaz | ◆ |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

| | | |
|----------------------------------|----------|---|
| • Resistência ao impacto | Satisfaz | ◆ |
| • Resistência a choques térmicos | Satisfaz | ◆ |
| • Estabilidade | Satisfaz | ◆ |
| • Estanqueidade | Satisfaz | ◆ |

FUNCIONALIDADE

| FACILIDADE DE USO | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| EFICIENCIA DA FUNÇÃO PRINCIPAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| EFICIENCIA DAS FUNÇÕES SECUNDÁRIAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 7 | 9 | 10 | 10 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 22 | 26 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 9 | 15 | 15 | 21 | 84 | 0,77777778 |
| Avaliador 3 | 9 | 15 | 15 | 21 | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | 60 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,62962963 |

ERGONOMIA

| DIMENSÕES ERGONÔMICAS | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|-------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| CLAREZA DAS SINALIZAÇÕES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| ARRANJOS CLAROS DAS PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS RACIONAIS E LÓGICOS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CONFORTO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 14 | 22 | 23 | 33 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 14 | 22 | 23 | 33 | 92 | 0,511111111 |
| Avaliador 3 | 8 | 16 | 17 | 27 | 68 | 0,377777778 |
| | | | | | | 0,46666667 |

OPERAÇÃO

| EXECUÇÃO CLARA DA TAREFA | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| ESTABILIDADE DO SISTEMA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| VISUALIZAÇÃO CLARA DAS PARTES OPERANTES | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 11 | 17 | 17 | 23 | 68 | 0,62962963 |
| Avaliador 2 | 9 | 15 | 15 | 21 | 60 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 8 | 12 | 13 | 19 | 52 | 0,48148148 |
| | | | | | | 0,55555556 |

SEGURANCA

| SEGURANÇA AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
|---|----|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| ELEMENTOS QUE AUXILIAM A SEGURANÇA DA TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SINALIZAÇÃO PREVENTIVA CONTRA RISCOS AO EXECUTAR A TAREFA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| IMPRESSÕES VISUAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | |
| IMPRESSÕES ESTRUTURAIS DE SEGURANÇA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CONFIABILIDADE DO SISTEMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SEGURANÇA AMBIENTAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 14 | 22 | 23 | 33 | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 12 | 20 | 21 | 31 | 92 | 0,51111111 |
| Avaliador 3 | 8 | 16 | 17 | 27 | 84 | 0,46666667 |
| | | | | | 68 | 0,37777778 |
| | | | | | | 0,45185185 |

PRODUÇÃO

| CONTROLE DE QUALIDADE | | | | | | | |
|--|---|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| FACILIDADE DE PRODUÇÃO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| BAIXO NÚMERO, TEMPO E CONFIGURAÇÃO DOS PROC. DE PRODUÇÃO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 7 | 13 | 13 | 19 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 7 | 13 | 13 | 19 | | 52 | 0,48148148 |
| Avaliador 3 | 5 | 11 | 11 | 17 | | 44 | 0,40740741 |
| | | | | | | | 0,45679012 |

MANUTENÇÃO

| RESISTENCIA DOS MATERIAIS | | | | | | | |
|--|---|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| FACILIDADE DE LIMPEZA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| SIMPLICIDADE NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| CLAREZA NOS PROC. P/ FÁCIL RECONHEC. DE ANORM. OU FALHAS | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 8 | 16 | 16 | 24 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 6 | 14 | 14 | 22 | | 64 | 0,44444444 |
| Avaliador 3 | 5 | 11 | 12 | 20 | | 56 | 0,38888889 |
| | | | | | | 48 | 0,33333333 |
| | | | | | | | 0,38888889 |

MONTAGEM

| FACILIDADE DE MONTAGEM | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| NUMEROS DE PECAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| FACILIDADE DE TROCA DE PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 7 | 13 | 13 | 19 | 52 | 0,48148148 |
| Avaliador 2 | 3 | 9 | 9 | 15 | 36 | 0,33333333 |
| Avaliador 3 | 3 | 9 | 9 | 15 | 36 | 0,33333333 |
| | | | | | | 0,38271605 |

RECICLAGEM

| FACILIDADE DE RECICLAGEM ENTRE MATEIAIS DIFERENTES | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--------|----|------|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| MATERIAIS RECICLAVEIS | | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | | |
| CICLO DE VIDA LONGO | | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | | |
| SOMA | | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 15 | 21 | 21 | 27 | RESULT | 84 | NORM | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 11 | 17 | 17 | 23 | | 68 | | 0,62962963 |
| Avaliador 3 | 11 | 17 | 17 | 23 | | 68 | | 0,62962963 |
| | | | | | | | | 0,67901235 |

CUSTO

| CUSTO DE PRODUÇÃO | | | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|----|--------|------------|
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| CUSTO DO PRODUTO NO MERCADO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | RESULT | NORM |
| Avaliador 1 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 2 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| Avaliador 3 | 6 | 10 | 10 | 14 | 40 | 0,55555556 |
| | | | | | | 0,55555556 |

ESTETICA

| IDENTIFICACAO DA FORMA | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|----|------------|
| IDENTIFICACAO CLARA DA FORMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| IDENTIFICACAO DA ORDENACAO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| | | | | | | 0,66666667 |
| INTEGRACAO DAS PEÇAS | | | | | | |
| UNIDADE FORMAL | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| NUMERO DE VARIACOES FORMAIS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 4 | 8 | 8 | 12 | 32 | 0,44444444 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| | | | | | | 0,59259259 |

| | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|------------|
| HAMONIA | | | | | | |
| INTEGRACAO ENTRE AS PEÇAS | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | |
| INTEGRACAO GERAL DO PRODUTO | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | |
| SOMA | | | | | | |
| Avaliador 1 | 10 | 14 | 14 | 18 | 56 | 0,77777778 |
| Avaliador 2 | 8 | 12 | 12 | 16 | 48 | 0,66666667 |
| Avaliador 3 | 4 | 8 | 8 | 12 | 32 | 0,44444444 |
| | | | | | | 0,62962963 |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|
| INTENCAO DA FORMA | | | | |
| ESTABILIDADE | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 |
| COMPACIDADE | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 |

| SUAVIDADE | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|-----|--|-----|------------|
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| LEVEZA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 3 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| ESTILO DESEJADO | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 23 | 33 | 33 | 43 | | 132 | 0,73333333 |
| Avaliador 2 | 21 | 31 | 31 | 41 | | 124 | 0,68888889 |
| Avaliador 3 | 19 | 29 | 29 | 39 | | 116 | 0,64444444 |
| | | | | | | | 0,68888889 |
| SOMA GERAL | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 48 | 32 | 47 | 132 | | 259 | 0,6540404 |
| Avaliador 2 | 48 | 48 | 48 | 124 | | 268 | 0,67676768 |
| Avaliador 3 | 48 | 48 | 32 | 116 | | 244 | 0,61616162 |
| | | | | | | | 0,6489899 |

Parâmetros específicos do Design

| GOTEJAMENTO DO LÍQUIDO REMANESCENTE APÓS USO | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|--|--------|------------|
| Avaliador 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| ACABAMENTO EXTERNO DA ROSCA INFERIOR DA BASE | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO DE IMPACTOS VERTICAIS SOBRE A AMPOLA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 5 | 7 | 7 | 9 | | | |
| Avaliador 2 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| ACABAMENTO DE REBARBAS PROVENIENTES DOS MOLDES | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 2 | 3 | 5 | 5 | 7 | | | |
| Avaliador 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | | | |
| INFORMAÇÃO SOBRE USO DO PRODUTO DE FORMA DIRETA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| Avaliador 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | | | |
| SOMA | | | | | | | |
| Avaliador 1 | 12 | 20 | 21 | 31 | | RESULT | NORM |
| Avaliador 2 | 8 | 16 | 17 | 27 | | 84 | 0,46666667 |
| Avaliador 3 | 4 | 12 | 13 | 23 | | 68 | 0,37777778 |
| | | | | | | 52 | 0,28888889 |
| | | | | | | | 0,37777778 |

ABNT NBR 13282 - Análise de rotulagem

| IDENTIFICAÇÃO E INSTRUÇÃO DE USO | |
|----------------------------------|---|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| | 1 |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de Desempenho

| CAPACIDADE VOLUMÉTRICA REAL | |
|-----------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| EFICIENCIA TERMICA | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| VOLUME BOMBEADO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| GOTEJAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| AUTOBOMBEAMENTO | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | NORM |
| Avaliador 1 | 5 |
| Avaliador 2 | 5 |
| Avaliador 3 | 5 |
| | 1 |

ABNT NBR 13282 - Ensaio de segurança

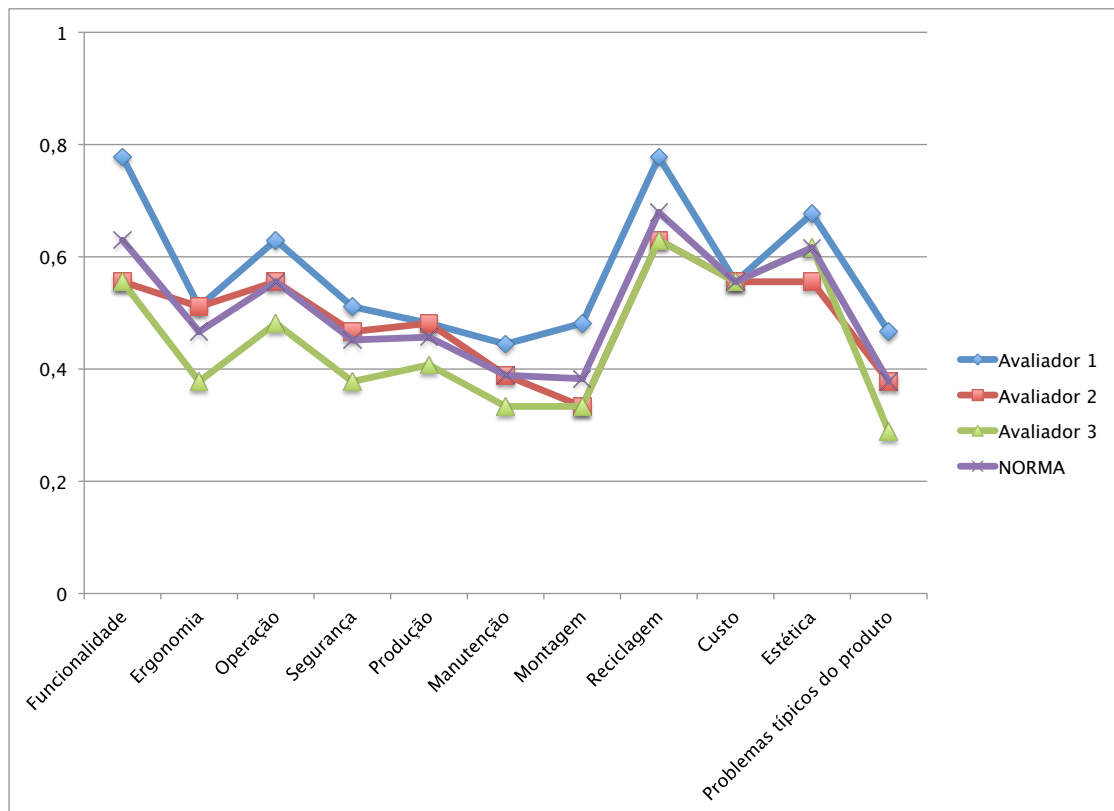
| RESISTÊNCIA AO IMPACTO | |
|--------------------------------|------|
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| RESISTÊNCIA A CHOQUES TÉRMICOS | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| ESTABILIDADE | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| ESTANQUEIDADE | |
| Avaliador 1 | 1 |
| Avaliador 2 | 1 |
| Avaliador 3 | 1 |
| SOMA | NORM |
| Avaliador 1 | 4 |
| Avaliador 2 | 4 |
| Avaliador 3 | 4 |
| | 1 |

MODELO 2 – GARRAFA TÉRMICA DE BOMBA

Gráficos comparativos - Garrafa 1

| | 0,57 | 0,49 | 0,45 | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Avaliador 1 | Avaliador 2 | Avaliador 3 | NORMA |
| Funcionalidade | 0,77777778 | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,62962963 |
| Ergonomia | 0,51111111 | 0,51111111 | 0,37777778 | 0,46666667 |
| Operação | 0,62962963 | 0,55555556 | 0,48148148 | 0,55555556 |
| Segurança | 0,51111111 | 0,46666667 | 0,37777778 | 0,45185185 |
| Produção | 0,48148148 | 0,48148148 | 0,40740741 | 0,45679012 |
| Manutenção | 0,44444444 | 0,38888889 | 0,33333333 | 0,38888889 |
| Montagem | 0,48148148 | 0,33333333 | 0,33333333 | 0,38271605 |
| Reciclagem | 0,77777778 | 0,62962963 | 0,62962963 | 0,67901235 |
| Custo | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 | 0,55555556 |
| Estética | 0,67676768 | 0,55555556 | 0,61616162 | 0,61616162 |
| Problemas típicos do produto | 0,46666667 | 0,37777778 | 0,28888889 | 0,37777778 |
| INMETRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número Fuzzy Final | | | | 0,51 |

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS AVALIADORES



Apresentação dos resultados

NÚMERO FUZZY FINAL PARA OS QUATRO MODELOS DE GARRAFAS TÉRMICAS ANALISADAS

| | G1-MB | G1-MH | G2-MH | G2-MB |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Funcionalidade | 0,65432099 | 0,85185185 | 0,75308642 | 0,62962963 |
| Ergonomia | 0,54074074 | 0,55555556 | 0,4962963 | 0,46666667 |
| Operação | 0,65432099 | 0,75308642 | 0,62962963 | 0,55555556 |
| Segurança | 0,48148148 | 0,42407407 | 0,4962963 | 0,45185185 |
| Produção | 0,55555556 | 0,75308642 | 0,65432099 | 0,45679012 |
| Manutenção | 0,38888889 | 0,59259259 | 0,59259259 | 0,38888889 |
| Montagem | 0,30864198 | 0,72839506 | 0,55555556 | 0,38271605 |
| Reciclagem | 0,65432099 | 0,7037037 | 0,60493827 | 0,67901235 |
| Custo | 0,44444444 | 0,51851852 | 0,55555556 | 0,55555556 |
| Estética | 0,62626263 | 0,60942761 | 0,53535354 | 0,61616162 |
| Problemas típicos do produto | 0,37777778 | 0,39259259 | 0,42222222 | 0,37777778 |
| INMETRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número Fuzzy Final | 0,52 | 0,63 | 0,57 | 0,51 |

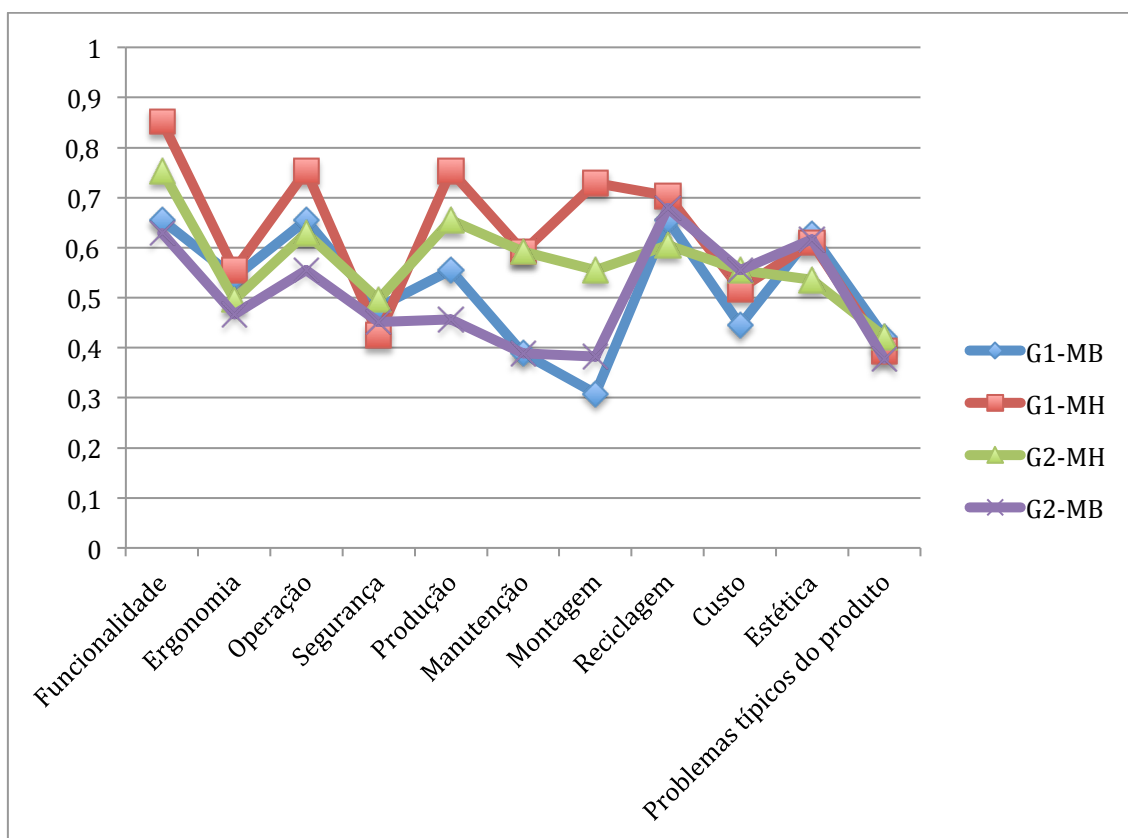
G1-MH – Garrafa 1 – Modelo Hermético

G2-MH – Garrafa 2 – Modelo Hermético

G1-MB – Garrafa 1 – Modelo Bomba

G2-MB – Garrafa 2 – Modelo Bomba

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE OS QUATRO MODELOS DE GARRAFAS TÉRMICAS ANALISADAS



G1-MH – Garrafa 1 – Modelo Hermético

G2-MH – Garrafa 2 – Modelo Hermético

G1-MB – Garrafa 1 – Modelo Bomba

G2-MB – Garrafa 2 – Modelo Bomba

NÚMERO FUZZY FINAL PARA AS GARRAFAS TÉRMICAS HERMÉTICA E COM BOMBA

| | Herméticas | Bomba |
|------------------------------|------------|------------|
| Funcionalidade | 0,80246914 | 0,64197531 |
| Ergonomia | 0,52592593 | 0,5037037 |
| Operação | 0,69135802 | 0,60493827 |
| Segurança | 0,46018519 | 0,46666667 |
| Produção | 0,7037037 | 0,50617284 |
| Manutenção | 0,59259259 | 0,38888889 |
| Montagem | 0,64197531 | 0,34567901 |
| Reciclagem | 0,65432099 | 0,66666667 |
| Custo | 0,53703704 | 0,5 |
| Estética | 0,57239057 | 0,62121212 |
| Problemas típicos do produto | 0,40740741 | 0,37777778 |
| | 0,59259259 | 0,5037037 |

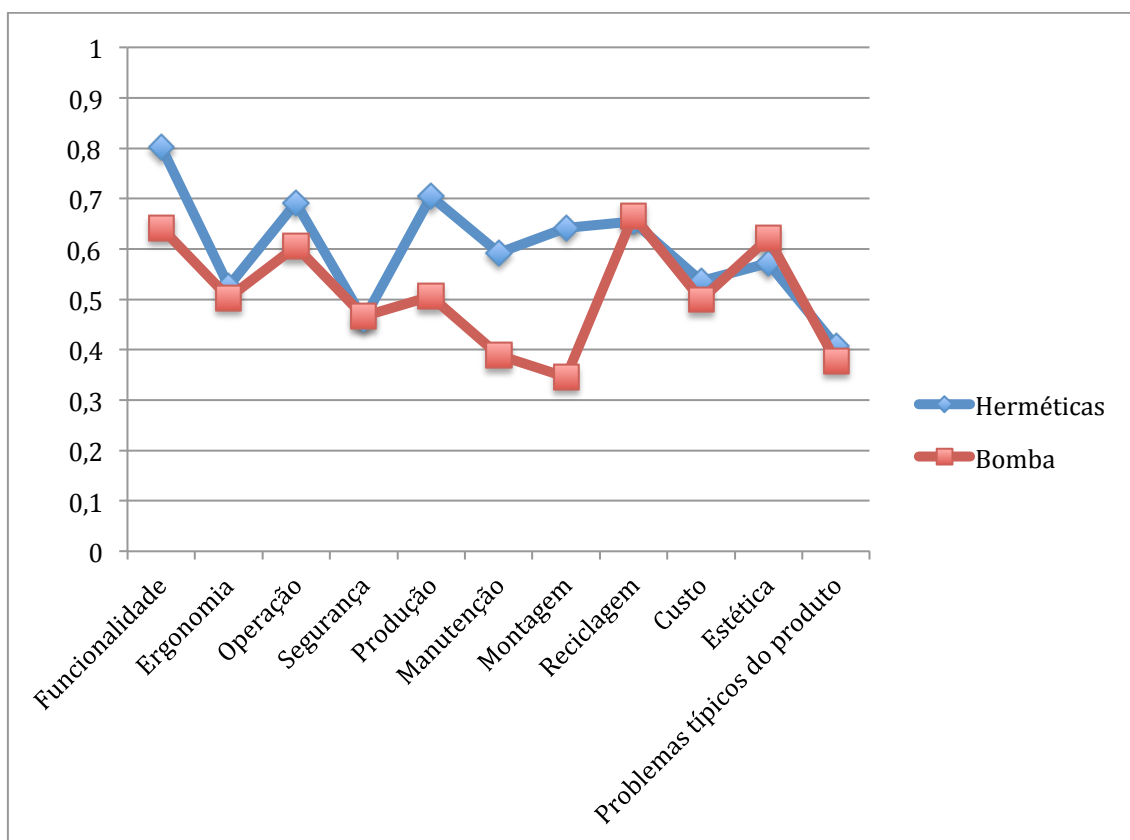
G1-MH – Garrafa 1 – Modelo Hermético

G2-MH – Garrafa 2 – Modelo Hermético

G1-MB – Garrafa 1 – Modelo Bomba

G2-MB – Garrafa 2 – Modelo Bomba

GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE AS GARRAFAS TÉRMICAS HERMÉTICA E COM BOMBA



Neste gráfico, podemos ver as similaridades entre os dois modelos, porém podemos descrever algumas diferenças importantes:

1. As garrafas Herméticas são mais funcionais e eficientes que as garrafas com Bomba;
2. A confecção das garrafas com Bomba é mais complexa pela quantidade de peças envolvidas no processo. No gráfico, os parâmetros Produção, Montagem e Manutenção são inferiores aos modelos de garrafas Herméticas, cuja construção é mais simples;
3. As garrafas com bomba são ligeiramente mais bonitas que as herméticas.

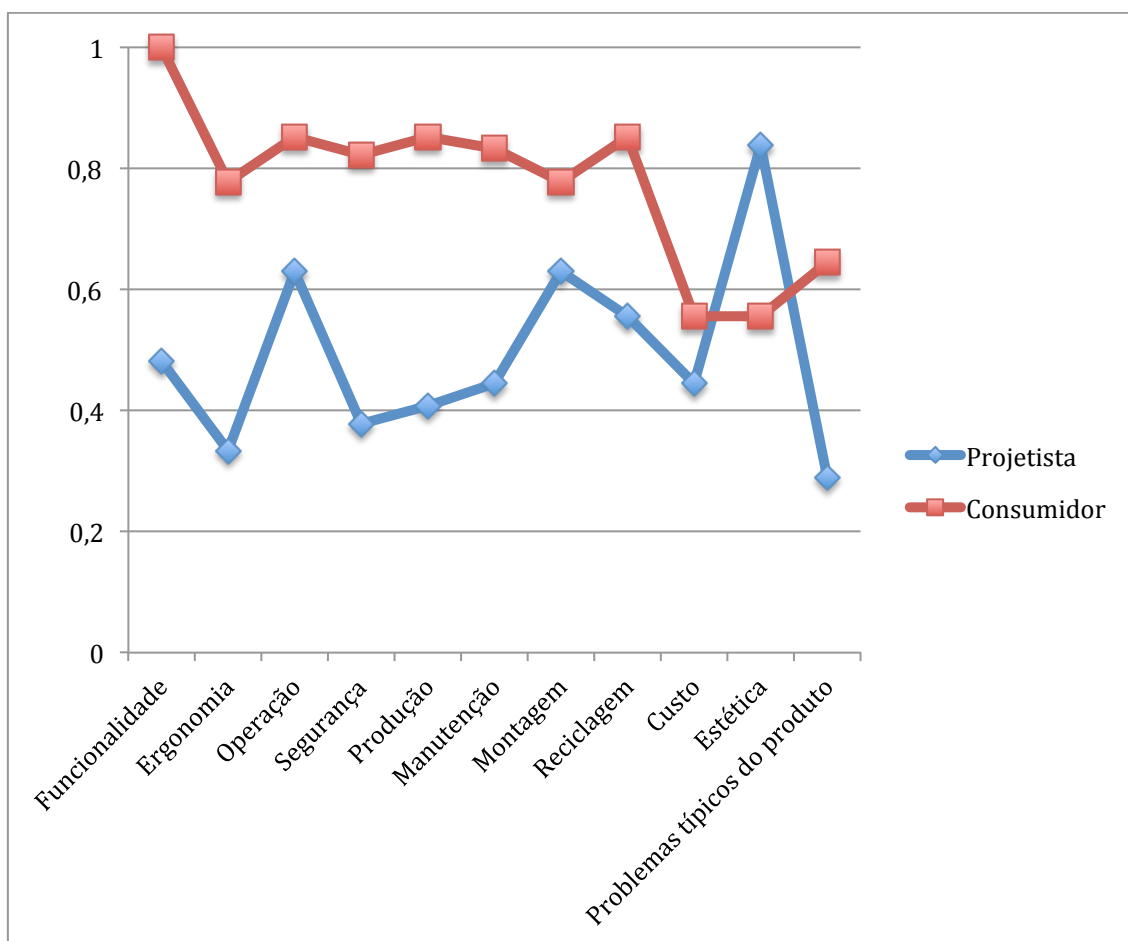
TABELA COMPARATIVA – PROJETISTA X CONSUMIDOR

| | 0,49 | 0,77 |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| | Projetista | Consumidor |
| Funcionalidade | 0,481481481 | 1 |
| Ergonomia | 0,333333333 | 0,777777778 |
| Operação | 0,62962963 | 0,851851852 |
| Segurança | 0,377777778 | 0,822222222 |
| Produção | 0,407407407 | 0,851851852 |
| Manutenção | 0,444444444 | 0,833333333 |
| Montagem | 0,62962963 | 0,777777778 |
| Reciclagem | 0,555555556 | 0,851851852 |
| Custo | 0,444444444 | 0,555555556 |
| Estética | 0,838383838 | 0,555555556 |
| Problemas típicos do produto | 0,288888889 | 0,644444444 |
| INMETRO - Análise de rotulagem | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de desempenho | 1 | 1 |
| INMETRO - Ensaio de segurança | 1 | 1 |

As análises referente as Normas ABNT, dos campos do INMETRO foram ignoradas pelo ponto de vista do consumidor e assumidas como verdadeiras. Este procedimento foi necessário para realizar esse ensaio.

GRÁFICO COMPARATIVO – PROJETISTA X CONSUMIDOR

Garrafa Hermética – Modelo 1



Neste gráfico, podemos observar uma pequena demonstração após gerarmos o modelo computacional. As avaliações feitas nos fornecem dados inesperados, um projetista experiente tende a ser muito mais crítico em alguns parâmetros que o consumidor leigo, enquanto o consumidor tende a ser otimista nos parâmetros que desconhece e mais crítico que o projetista em relação a estética, por exemplo. Essa pequena amostragem serviu apenas como um ensaio das inúmeras análises geradas a partir de um sistema Fuzzy com capacidade de gerar gráficos e tabelas comparativas. A avaliação dos projetistas com número Fuzzy **0,49**, deixa evidente a importância da construção desses números por especialistas criteriosos, em contrapartida ao consumidor com um número Fuzzy **0,77**. Se a amostragem fosse maior, provavelmente o consumidor teria dificuldades em decidir qual modelo apresentaria o melhor custo/benefício.

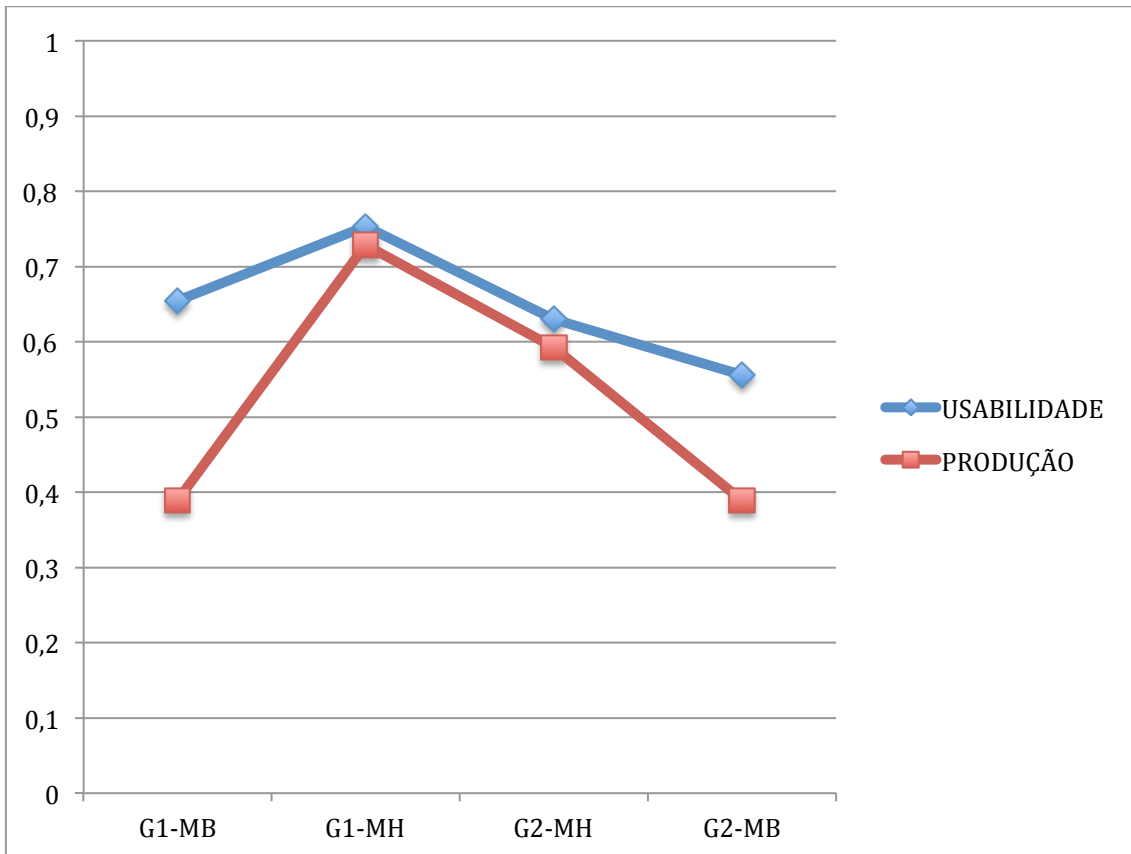
TELA DO MODELO COMPUTACIONAL

Programa MAP com aplicação da Lógica Fuzzy
 Sistema Geral: Garrafa térmica com ampola de vidro
 Avaliador 1 • Modelo de Garrafa 1 - Hermético
 Assinale o melhor grau de adequação da forma em relação a sua função:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|---|---|---|---|---|------------------|---|---|----|----|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | Val. Ling. Fuzzy | c | a | b | d |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | Insatisfatório | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 5 | | | | | | Tolerável | 1 | 3 | 3 | 5 |
| 6 | | | | | | Regular | 3 | 5 | 5 | 7 |
| 7 | | | | | | Bom | 5 | 7 | 7 | 9 |
| 8 | | | | | | Muito bom | 7 | 9 | 10 | 10 |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | Val. Crisp | a | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | Não Satisfaz | 0 | | | |
| 14 | | | | | | Satisfaz | 1 | | | |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | |

COMPARATIVO – USABILIDADE X PRODUÇÃO

| | G1-MB | G1-MH | G2-MH | G2-MB |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| USABILIDADE | 0,65432099 | 0,75308642 | 0,62962963 | 0,55555556 |
| PRODUÇÃO | 0,38888889 | 0,72839506 | 0,59259259 | 0,38888889 |



G1-MH – Garrafa 1 – Modelo Hermético

G2-MH – Garrafa 2 – Modelo Hermético

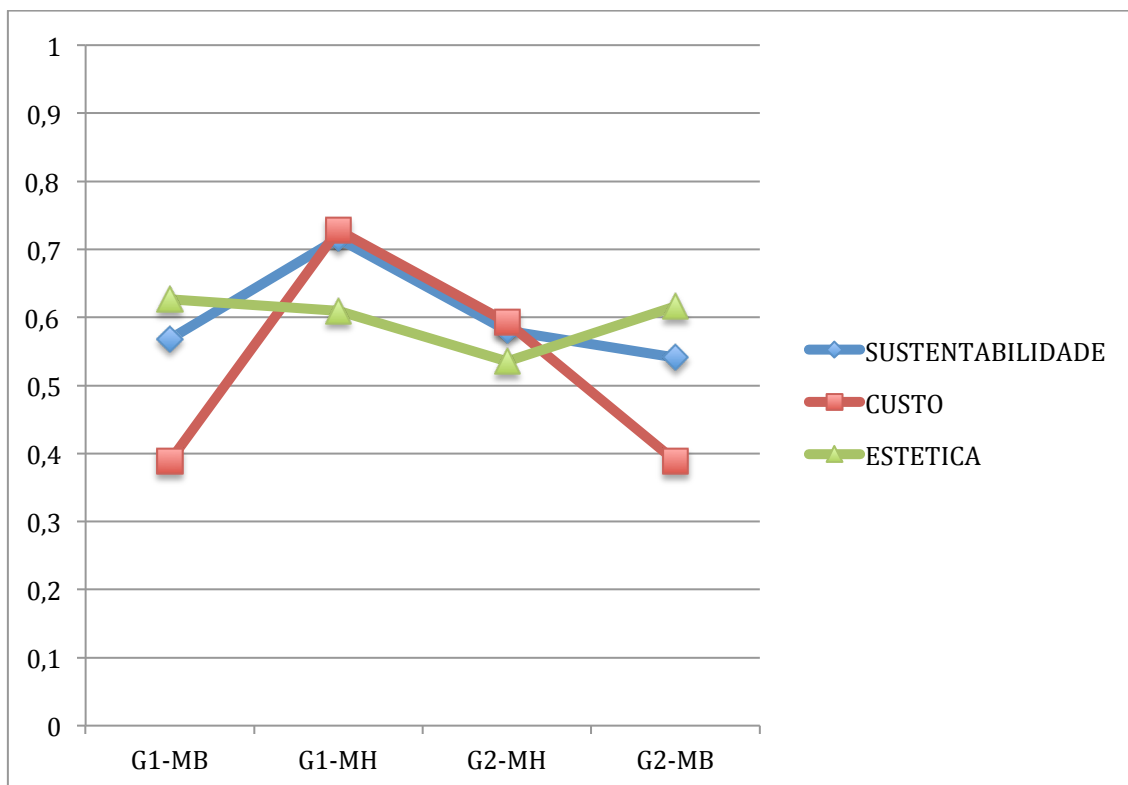
G1-MB – Garrafa 1 – Modelo Bomba

G2-MB – Garrafa 2 – Modelo Bomba

Usabilidade é formada pela média dos números Fuzzy dos parâmetros: Funcionalidade, Ergonomia e Operação.

COMPARATIVO – SUSTENTABILIDADE X CUSTO X ESTÉTICA

| | G1-MB | G1-MH | G2-MH | G2-MB |
|------------------|------------|------------|------------|------------|
| SUSTENTABILIDADE | 0,56790123 | 0,71604938 | 0,58024691 | 0,54074074 |
| CUSTO | 0,38888889 | 0,72839506 | 0,59259259 | 0,38888889 |
| ESTETICA | 0,62626263 | 0,60942761 | 0,53535354 | 0,61616162 |



G1-MH – Garrafa 1 – Modelo Hermético

G2-MH – Garrafa 2 – Modelo Hermético

G1-MB – Garrafa 1 – Modelo Bomba

G2-MB – Garrafa 2 – Modelo Bomba

Sustentabilidade é formada pela média dos números Fuzzy dos parâmetros: Funcionalidade, Segurança, Montagem e Reciclagem.

Resumo dos resultados

Como já citado anteriormente, o uso da Lógica Fuzzy no desenvolvimento de novos produtos tem sido restrito. Podemos encontrar vários artigos que auxiliam a escolha de algumas alternativas de solução, mas nada relacionado a Metodologia de projeto de produto.

Com o auxílio da Lógica Fuzzy obtivemos os seguintes resultados:

- Metodologias de projeto de produto com instrumentos científicos são mais confiáveis, disponibilizam índices que podem ser distribuídos, discutidos e provados mais facilmente;
- Melhorias na definição dos Parâmetros e sub-parâmetros de projeto, nos obrigando a rever toda a literatura sobre o assunto para refinar e deixar claros todos verbetes empregados;
- Melhorias na avaliação dos parâmetros. Anteriormente as avaliações (tipicamente clássicas), eram feitas perguntas se uma forma se adequava (sim) ou (não) a sua função. Depois disso, as perguntas passaram a ser respondidas com valores linguísticos, ampliando os níveis de decisão, de forma precisa, graduada e intuitiva;
- Um modelo computacional flexível e aberto, onde o projetista tem a liberdade de modificar, acrescentar e retirar sub-parâmetros e assim melhorar o modelo continuamente;
- No modelo Fuzzy automatizado, os resultados aparecem no instante que o especialista se decide pela avaliação que será fornecida, agilizando o processo e permitindo a visualização das mudanças nos valores Fuzzy.
- Com a modelagem dos números Fuzzy, os gráficos resultantes, são excelentes instrumentos de tomada de decisão, além de desenharem a configuração de um determinado produto de forma muito precisa, construindo assim seu mapeamento genético. Esse mapeamento pode ser usado como um DNA de cada produto, respeitando e entendendo os seus limites;

- Com base nos números Fuzzy resultantes, podemos configurar os pontos fortes e pontos fracos de um produto industrial, ajudando assim na análise mais fina de seus concorrentes. Podemos também perceber alguns pontos fracos a serem melhorados, definir a família em que o produto pertence etc.;
- Os valores obtidos, são instrumentos científicos que podem fazer parte do cotidiano dos projetistas, principalmente designer, essas informações, são índices importantes na tomada de decisão e podem ser acessados a qualquer instante.;
- Construção de um modelo computacional claro, simples e de fácil compreensão, permitindo que os especialistas avaliem os produtos sem a preocupação de estarem computando números fuzzy;
- Ainda por ser flexível, uma vez que o modelo seja alimentado pelas experiências dos especialistas, essa massa de informação pode ser manipulada de diferentes maneiras, fornecendo informações implícitas como por exemplo, a colocação de um produto no mercado ou se um produto tende a ser sustentável ou não;
- Os resultados dos números Fuzzy para o estudo de caso com Garrafas térmicas, foram bem conclusivos. Além de demonstrar a funcionalidade do sistema, as análises comparativas e as representações gráficas foram bem elucidativas;

Conclusões

O DESIGN BRASILEIRO

O Design de produtos no Brasil é proporcional ao desenvolvimento industrial no nível de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Essa linha de pesquisa precisa ser alimentada com uma política estratégica em amplitude nacional. Fica claro que o Brasil é referência quanto ao controle da inflação e estabilização de sua moeda, mas somente isso não faz um país ser capaz de adquirir conhecimento técnico e científico no processo de inovação nesse setor.

As universidades precisam suprir essa carência de instrumentos e métodos científicos para a criação e o melhoramento de nossos produtos. Necessitam ainda formar seus alunos para que eles se utilizem dessas ferramentas em suas experiências fora do meio acadêmico. E para que isso ocorra, esse conhecimento deve ser adequado a nossa realidade sem essa diferença tão grande entre teoria e prática.

Como já mencionado, países como a Coreia do Sul, não podem ser superiores ao Brasil quanto ao número de novas patentes industriais. Segundo dados de 2012, essa diferença chega a ser 34 vezes maior no país asiático. Esse dado constrangedor também se reflete na qualidade do ensino nas escolas coreanas, na estrutura de difusão do espírito empreendedor e na atitude voraz para o crescimento tecnológico e científico.

ANÁLISE PARAMÉTRICA

Precisamos compreender que COPIAR no pensamento oriental está mais relacionada a APRENDER PARA DESENVOLVER. O Método de Análise Paramétrica do Design com a Lógica Fuzzy é uma ferramenta útil para entendermos como funciona esse comportamento na aquisição de conhecimento. A China, por exemplo, é mais conhecida por suas “cópias baratas” que o seu gigantesco processo de industrialização. Mas esse país há décadas se utiliza de Engenharia Reversa e Análise Paramétrica para descobrir, aprender e desenvolver novos produtos.

Diversos fatores são importantes para que esse ambiente seja favorável ao processo inovador. Além dos já citados, a política para o desenvolvimento industrial precisa se ater a um pequeno detalhe: o conhecimento técnico subjetivo adquirido durante anos de experiência pelos especialistas práticos. Quando não conseguimos apreender um recurso técnico, ou não chegamos a um resultado satisfatório, sejam esses

motivos culturais, sociais ou mesmo pela simples falta de experiência. Devemos importá-los. Foi assim com o Japão, China, Coreia do Sul e vários outros países que tiveram um crescimento econômico sem precedentes nos últimos anos.

A LÓGICA FUZZY

As vantagens do uso da Lógica Fuzzy em relação aos métodos tradicionais são inúmeras:

A construção de um modelo específico para a soluções de problemas. Ao definirmos um objetivo, utilizamos a Fuzzy para configurar um sistema capaz de gerar números fuzzy, baseados sempre nos próprios parâmetros e valores linguísticos para cada área. Com isso, a orientação sempre é direcionada conforme definimos o problema. Sendo assim a solução de um problema é coletada pela opinião de vários especialistas, fazendo com que a solução seja gerada por tomadas de decisões coletivas, dentro de um sistema já desenhado previamente. Esse modelo agiliza o fluxo das tomadas de decisão ou os caminhos que o levarão a chegar a solução final.

Praticamente as soluções por Lógica Fuzzy são aplicáveis em qualquer modelo de tomada de decisão, localização de demanda, configuração ou controle de um sistema. E com o MAP, a Lógica Fuzzy foi fundamental para definirmos os pontos forte e fracos de uma família de produtos, delinear as tendências, descobrirmos qualidades, definidos pela configuração do sistema e dos números Fuzzy.

A Lógica Fuzzy sob todos os pontos de vista na “Era da informação” define a construção de um Modelo Computacional. As semelhanças com sistemas de banco de dados, linguagem de programação, hierarquia de parâmetros e a utilização de modelos matemáticos complexos são inegáveis. Isso torna a Lógica Fuzzy, um instrumento moderno capaz de gerar soluções interessantes para diversas aplicações.

Alimentando um sistema Fuzzy, podemos criar um banco de dados contendo informações importantes para o desenvolvimento de novos produtos. Ao definirmos os parâmetros e sub-parâmetros podemos organizar essas informações, classificando o produto em análise de acordo com sua gênese.

A matemática por trás da Lógica Fuzzy não pode ser uma barreira para a expansão do seu ensino no Brasil. Também não deve ser propriedade intelectual destinada a um pequeno grupo de estudiosos. Lembramos que a Fuzzy se popularizou por suas aplicações práticas. O LABFUZZY, assim como os laboratórios de engenharia, foi um componente importante nessa missão. A Engenharia de Produção recebe profissionais

de praticamente todas as áreas do saber, sem essa integração interdisciplinar fica difícil aos profissionais de outras áreas assegurarem o bom andamento do processo.

O MODELO FUZZY PARA ANÁLISE DE PRODUTOS

O Design de produtos no Brasil ainda não ganhou a notoriedade que merece. Os diversos Métodos de Desenvolvimento de Produtos foram criados pelos países desenvolvidos que se industrializaram primeiro. Esse pioneirismo favoreceu a esses países gozar por décadas o acúmulo de suas riquezas.

A estratégia proposta nessa dissertação refere-se as mesmas adotadas pelas nações que se destacaram pela forte Industrialização e desenvolvimento das áreas de Tecnologias e Ciências nas últimas décadas.

O MAP-fuzzy ou Método de Análise Paramétrica do Design com a Lógica Fuzzy reforça essa estratégia. As bases desse método estão relacionadas na parametrização dos produtos industriais com o uso dos parâmetros essenciais de Engenharia e Design.

A Lógica Fuzzy transformou o método, aprimorando e organizando as experiências dos projetistas. Definindo os valores linguísticos e retendo as informações dos avaliadores. Isso propiciou a construção de um banco de dados capaz de gerar índices, comparativos e gráficos que ajudarão ao projetista tomar decisão ou consultar uma tendência implícita na gênese de um produto. O que torna a Fuzzy um componente inovador no aprimoramento e desenvolvimento do Design de produtos.

Favoreceu a criação de um novo instrumento de medição para o setor industrial possibilitando aos órgãos responsáveis a utilização de ferramentas científicas no monitoramento da qualidade de produtos.

APLICAÇÕES FUTURAS

Pretende-se com o MAP-fuzzy a continuidade e o aprimoramento do sistema. A formação de um banco de dados a partir desse modelo pode ser usada como um mapeamento dos produtos industriais.

Para melhorar o interface entre os especialistas, propomos a criação de um aplicativo mais amigável capaz de capturar as avaliações de especialistas de modo direto pelo programa ou mesmo remotamente através de conexões com a internet.

A enorme contribuição serviu de inspiração para um possível intercâmbio entre o curso de Design de Produtos da Escola de Belas Artes na UFRJ e o LABFUZZY da Engenharia de Produção/COPPE.

Glossário de termos técnicos

Funcionalidade – É tudo aquilo que um produto pode fazer. Provar a funcionalidade significa assegurar que o produto funciona tal como foi especificado. A funcionalidade está diretamente ligada a eficiência. Em produtos, um produto pouco eficiente, é um produto pouco funcional. Portanto, a funcionalidade está ligada em um contexto geral, em todos os processos envolvidos no bom andamento pelo qual um mecanismo ou objeto foi designado. Podemos associar funcionalidade, que é a habilidade da função, numa visão moderna do Funcionalismo, onde se estabelece que a forma segue a sua função, reafirmando o uso do espaço e forma como fenômeno estreito entre a estética de um produto e sua beleza. Estruturado na função e economia de materiais. Essa composição se torna mais evidente pelo próprio problema do Consumismo e a Sustentabilidade dos dias atuais.

- *Função principal do produto* – Expressão clara entre causa e efeito. Função pelo qual o produto foi concebido.
- *Facilidade de uso* – Determina o quanto fácil e simples é a execução da tarefa principal. No exemplo da garrafa térmica, está relacionada em servir o café, apesar que secundariamente, há diversas outras funções, como fazer o café, limpar etc.
- *Eficiência da função principal* – Como descrito anteriormente, refere-se o quão eficaz é o desempenho de um determinado produto. No caso da Garrafa térmica, sua função principal é acondicionar líquidos quentes ou frios por um determinado tempo.
- Eficiência das funções secundárias – São todas as funções pelo qual o produto foi projetado a exceção da função principal

Ergonomia – é um termo que deriva do grego “*ergon*”, que significa “**trabalho**” e “*nomos*”, que significa “**leis ou normas**”. Está diretamente ligada a tarefa contida em cada função do produto pelo qual foi fabricado. É comum associar as dimensões de um

produto a problemas de ergonomia, visto a quantidade de estudos sobre a interface entre homem e máquina. Mas as tarefas estão intimamente ligada as questões psicológicas, na percepção que o usuário tem em relação ao objeto ou estação de trabalho em questão. Então além das dimensões que devem satisfazer a amplitude de seus usuários, a ergonomia preza pelo bom entendimento entre as interfaces cognitivas entre homem e máquina.

- *Dimensões ergonômicas* – Correspondem as medidas estabelecidas pelos padrões ergonômicos, elas determinam as tolerâncias mínimas para cada produto, as formas relacionadas as dimensões ergonômicas são as que propõem as interfaces entre as tarefas e o produto.
- *Clareza das sinalizações* – São as informações responsáveis por confirmar alguma tarefa ou problema que um produto por si não seja capaz de descrever.
- *Arranjos claros das peças* – *A ergonomia está relacionada ao bom arranjo das partes, visto que o entendimento racional das tarefas favorecem a compreensão das ações necessárias para desempenhar a função.*
- *Procedimentos operacionais racionais e lógicos* – Cognições entre forma e função
- *Conforto* – Está relacionado a todos aspectos de conforto entre usuário e produto, mesmo que ela não seja direto. Conforto é um conceito abstrato e que depende de como o usuário se relaciona com o produto.
- *Higiene* – São todos os aspectos ligados a facilidade de limpeza de um produto. Produtos com acesso difícil, ou matérias inapropriados podem impedir a manutenção correta.

Operação – Este parâmetro está relacionado ao manuseio do produto, e a relação entre usuário e objeto. Em termos gerais, a operação quer indicar a execução de cada tarefa ou função implícita pelo produto.

- *Execução clara da tarefa* – A parte operacional, está ligada a usabilidade do usuário final e também entre todos usuários do ciclo de vida do produto, se o manuseio e o entendimento não for claro, o usuário pode não conseguir realizar todas as tarefas ou comandos para o qual o produto fora designado.
- *Estabilidade do sistema ao executar a tarefa* – A confiabilidade de um produto, também está relacionada a forma como ele se comunica com o usuário. Um produto instável, provoca insegurança e dificuldade na operação das tarefas.
- *Visualização clara das partes operantes* – A boa visualização das partes e sua ordenação lógica, favorece o bom uso de um produto.

Segurança – Os riscos implícitos na má concepção ou os riscos controlados por cada produto, deve ser analisado do ponto de vista de suas tolerâncias. Nem sempre é possível evitar acidentes, mas se deve estruturar o processo para que eles sejam controlados e previsíveis.

- Riscos estruturais ao executar a tarefa – Risco iminente;
- Elementos estruturais que auxiliam a segurança da tarefa – Elementos preventivos;
- Sinalização preventiva contra riscos ao executar a tarefa – Elementos visuais;
- Impressões visuais de segurança – sensação visual de segurança;
- Impressões estruturais de segurança – sensação física de segurança;
- Risco-limite – Maior risco do produto;

- Confiabilidade do sistema – Materiais confiáveis, mecanismos confiáveis etc.

- Riscos ambientais – impactos ao meio ambiente

Produção – Os aspectos ligados a produção devem ser analisados no processo de concepção do produto, com isso, visamos eliminar o excesso de material, tempo, sempre prezando pela qualidade final do produto.

- *Controle de qualidade* – facilitado por formas claras e materiais de boa qualidade
- *Facilidade de produção* – É a capacidade que o projetista tem em definir as formas e o processo de produção, a simplicidade e ordenação, facilitam esse quesito.
- *Baixo número, tempo e configuração dos processos de produção* – Está relacionado a otimização do processo de produção em si.
- *Facilidade de montagem* – A produção pode ser melhorada se as partes de um produto forem mais fáceis de se montar numa linha de montagem.

Manutenção – Um produto deve estar sempre acessível e bem claro quanto aos acertos e limpezas de suas peças, desenvolver um produto apenas para o consumo funcional ou estético, estreita seu ciclo de vida e em casos extremos o seu descarte prematuro.

- *Resistência dos materiais* – a resistência favorece a conservação, riscos, impactos etc.
- *Facilidade de limpeza* – o acesso aos componentes, o respeito as medidas ergonômicas, favorecem a manipulação e limpeza de suas partes.
- *Simplicidade no processo de manutenção* – A simplicidade favorece o entendimento dos procedimentos para a manutenção, a estrutura lógica das partes e a confecção de peças mais simples facilitam a cognição entre

homem/máquina.

- *Clareza nos processos para fácil reconhecimento de anormalidades ou falhas* – As falhas num sistema ou produto, podem ser melhores resolvidas, se as partes estiverem bem definidas, menos escondidas, as anormalidades podem ser contornadas mais facilmente.

Montagem – Conceber para a montagem, exige do projetista um domínio muito grande sobre todo o processo, é um estágio amadurecido. A montagem é um parâmetro que deve ser seguido pelo projetista desde a ideia principal, princípios de soluções e finalização do projeto. É um quesito bastante importante na Engenharia de produção, pois a linha de montagem pode ser otimizada e agilizada da forma como a ordenação e a criatividade formalizam cada produto.

- *Fácil identificação das peças* – o bom entendimento funcional das peças, facilita a montagem das mesmas, o uso racional e ordenado na concepção é o ponto crítico de cada produto.
- *Poucos passos para ajuste de cada procedimento* – A simplicidade e ordenação dos processos devem ser priorizados, a montagem de um produto deve ser percorrida pelo menor passo possível.
- *Facilidade de montagem* – rápida montagem de forma compreensível
- *Facilidade de desmontagem* – agrupamento inteligente das partes
- *Números de peças* – Quanto menor numero de peças para uma mesma tarefa, melhor é a sua concepção. Mas o contrário também é verdadeiro, caso o número de peças seja insuficiente para a tarefa, o produto pode não desempenhar bem suas funções. O menor número de peças também facilita muito a montagem, pois a construções de monoblocos complexos e em uma única peça, evitam gastos e energias no sistema geral, além de favorecer a reciclagem e o custo.

- Facilidade de troca de peças – Este parâmetro está conjuntamente relacionado a facilidade de desmontagem do sistema, o fácil acesso e troca das partes, devem ser pensados pelos fabricantes e projetistas.

Reciclagem – A importância que esse fator tem recebido nos tempos atuais, deve-se aos estudos sobre o ciclo de vida dos produtos e a sua própria sustentabilidade. O reaproveitamento dos materiais tornou-se imprescindível no ciclo de vida do produto. A grande quantidade de produtos não-recicláveis gerados todos os dias, tem gerado um enorme problema no equilíbrio do ecossistema.

- *Facilidade de reciclagem entre materiais diferentes* – Neste quesito, um produto preocupado com a sustentabilidade do sistema, requer que as partes entre si, sejam fáceis de desmontar e separar para o reaproveitamento da matéria prima.
- *Materiais recicláveis* – O uso de materiais recicláveis ou reaproveitáveis, está de acordo com as novas diretrizes mundiais de sustentabilidade, é importante o maior uso possível deste parâmetro, materiais como alumínio e o vidro, que foram trocados pelos plásticos não-recicláveis, voltam a ter importância no cenário atual.
- *Obsolescência programada* – Ciclo de vida pode ser alongado, ou seja, um produto pode circular por muito mais tempo e ser útil a sociedade num período muito maior que os produtos descartáveis, ou pouco duráveis, quanto maior for a sua resistência, uso de materiais de maior qualidade, melhores estruturados, favorecem a esse objetivo.

Custo – O controle do custo de um produto, está relacionado ao mercado, fornecedores, disponibilidade de matéria-prima, equipamentos e no processo de fabricação. O objetivo principal do controle de custos está na maximização dos lucros, porém devemos ressaltar que nem sempre um produto barato reflete nas necessidades dos consumidores. É importante estar atento a esse dado, o produto deve estar de acordo com a sua colocação no mercado e não refletir na baixa qualidade de seus componentes.

- *Custo de produção* – O custo de um produto é proporcional ao número de processos, quantidade da demanda, sua boa colocação e utilidade a sociedade. O custo de produção pode ser bastante melhorado, no processo de concepção e avaliação do produto em questão, prezar pela simplicidade e pela qualidade devem ser prioridades, em detrimento do alcance de produtos de baixa qualidade em grande escala.
- *Custo do produto no mercado* – Existem muitas variáveis que definem o preço de um produto no mercado. Estão relacionados a família de produtos, aos processos utilizados e a qualidade do mesmo, essa avaliação em particular, deve levar em consideração ao valor de mercado, qualidade e o processo de fabricação. Caso, o produto em questão não esteja representado proporcionalmente nesses quesitos, podemos considera-lo inadequado a família ou grupo a que foi concebido.

Estética – Devemos entender estética como forma e expressão de um produto, já fizemos uma distinção entre estética e estilo. A beleza deve estar compreendida em relação ao estilo almejado que compreende a família em que um produto é destinada. Um produto é esteticamente belo, se seguir um conceito mais pragmático e criterioso para produtos industriais, portanto, é relativo ao processo geral de aquisição da forma através da harmonia e integração entre as partes. Não devemos confundir a busca da beleza somente pela intuição, que é bastante útil no desenvolvimento de um projeto, mas devemos utilizar essa intuição e experiência do projetista orientada de forma sistemática e ordenada.

IDENTIFICACAO DA FORMA

Identificação clara – Estabelece a clareza com que uma forma ou um conjunto de formas traduzem as funções e informações do produto.

Identificação da ordenação – Reflete o fluxo ordenado que uma forma conduz sobre as funções ou informações que um produto quer emitir.

INTEGRACAO DOS SUBSISTEMAS

- *Unidade formal* – Refere-se a integração geral das partes em relação ao todo.
- *Número de variações formais* – Minimizar ao máximo o número de variações formais.

HARMONIA ENTRE AS PARTES

- *Integração entre as partes* – Refere-se a formação de um conjunto bem definido entre as partes.
- *Integração geral do produto* – Refere-se a formação geral de um estilo bem definido.

INTENÇÃO DA FORMA

- *Estabilidade* – refere-se ao eixo visual do produto, um produto em desequilíbrio com essa mediatriz faz com que o produto fique em desarmonia com a base.
- *Compacidade* – está ligado a capacidade em um produto demonstrar sua forma compacta ou proporcional ao que foi designada.
- *Suavidade* – As formas devem ser conduzidas para serem suáveis com relação a passagem entre elas, um produto que necessite robustez, por exemplo, não precisa ter formas grosseiras.
- *Leveza* – Assim como suavidade, a leveza está ligada a capacidade da forma estar em acordo com seus componentes, de forma ordenada, composta e leve.
- *Estilo desejado* – está ligado a família, ou grupo a que um produto está conectada, se o produto não estiver em harmonia com seu estilo, o reconhecimento e a informação podem não ser bem interpretadas.

Referências bibliográficas

- ABDO, S. N. Beleza e contemplação pura - sua ressonância histórica para além da definição de uma esfera estética autônoma. **Quid**, Centro de Ética e Ontologia/ UNL, Cotovia, Lisboa, nº 1, p. 163-172, 1998.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas da qualidade - Modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados, NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 1994.
- AYNSLEY, J. **Nationalism and Internationalism: Design in the Twentieth Century**. Londres: Victoria and Albert Museum, 1993.
- BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BAUMGARTEN, A. G. **Estética: a lógica da arte e do poema**. Petrópolis: Editora Vozes, 1993.
- BAYER, R. **História da Estética**. Lisboa: Editorial Estampa, 1979.
- BELO, F. Kant e Aristóteles: Filosofias Vizinhas em Civilizações Contrastadas. **Quid**, Centro de Ética e Ontologia/ UNL, Cotovia, Lisboa, nº 1, p. 99-110, 2000.
- BELO, F. Novas Publicações de Fontes para o Estudo de Kant, **Quid**, Centro de Ética e Ontologia/ UNL, Cotovia, Lisboa, nº 1, p. 481-497, 2000.
- BENSE, M. **Pequena Estética**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1975.
- BEITZ, W., Designing for Ease of Recycling - General Approach and Industrial Application, ICED'93, The Hague.
- BOMFIM, G. A.; ROSSI, L. M. Moderno e pós-moderno, a controvérsia. **Design & Interiores**. Ano 3. NO 19. S Paulo: Editores Associados Ltda., 1990.
- BOMFIM, G. A. Morfologia dos Objetos de Uso: uma contribuição para o desenvolvimento de uma Teoria do Design. **Estudos em Design**, v.1, n.1, p.9-181, 1996.
- BOMFIM, G. A. **Idéias e Formas na História do Design: uma investigação estética**. João Pessoa: Editora da UFPB, 1998.
- BOMFIM, G. A. **Fundamentos de uma Teoria Transdisciplinar do Design: Morfologia dos Objetos de Uso e Sistemas de Comunicação**". **Estudos em Design**, v.5, n.2, p.27-41, 1997.
- BOMFIM, G. A. **Design e Estética**. Notas de Aula. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2001.

- BONSIEPE, G. **Teoría y Práctica del Diseño Industrial**. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.
- BRASIL, A. D. **Conhecimento e uso de Metodologias de Desenvolvimento de Produtos**: Uma pesquisa envolvendo 30 Empresas dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (tese de Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1997.
- BUCHANAN, R.A. **The Power of the Machine**: the Impact of Technology from 1700 to the Present Day. Londres: Viking, 1992.
- BUCHANAN, R.A.; MARGOLIN, V. **Discovering Design**: Explorations in Design Studies. Chicago: University of Chicago Press, 1995.
- CAMPBELL, C. **The Romantic Ethic and the Spirit of Modern Consumerism**. Oxford: Blackwell, 1987.
- CHEN, S. H. (1985). Ranking Fuzzy Numbers with Maximizing Sets and Minimizing Sets. *Fuzzy Sets and Systemas*, 17, 113-129.
- COSENZA, C. A. N. (2005). Notas de Aula do Curso “Introdução à Lógica Fuzzy”. *Programa de Engenharia de Produção. COPPE/UFRJ*
- COSENZA, C. A. N. ; BARTHOLO, R. ; DORIA, F. A. ; DORIA, M. . Allocation Problems, Economics, Fuzzy Sets, Information. 1. ed. Rio de Janeiro RJ: Grupo de Altos Estudos/PEP/COPPE/UFRJ, 2011. v. 1. 72p .
- CROZIER, R. **Manufactured Pleasures**: Psychological Responses to Design. Manchester: Manchester University Press, 1974.
- DA SILVA, J. S. WINSAPPI: A evolução de uma metodologia computacional para o projeto conceitual de produtos industriais. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, dezembro de 1995.
- DENIS, R. C. **Uma Introdução à História do Design**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- DIANI, M. (Org.) **The Immaterial Society**: Design, Culture and Technology in the Postmodern World. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1992.
- DORIA, F. A. ; COSENZA, C. A. N. . Crise na Economia. 1. ed. Rio: Revan, 2009. v. 1. 192p .
- DORIA, F. A. ; DORIA, P. . Comunicação: dos fundamentos à internet. 1. ed. Rio RJ: Editora Revan, 1999. v. 1. 313p .
- DORIA, F. A. . A crise da universidade. 1. ed. Rio RJ: Editora Revan, 1998. v. 1. 128p .

- DORIA, F. A. (Org.) ; BEZIAU, J. (Org.) . Contemporary Brazilian Research in Logic. 1. ed. Bruxelas: Logique et Analyse, 1996. v. 1. 204p .
- DORIA, F. A. ; EQUIPE, . Os Herdeiros do Poder. 2. ed. Rio RJ: Editora Revan, 1994. v. 1. 272p .
- DORIA, F. A. . No tempo de Vargas: memórias, reflexões e documentos. 1. ed. Rio RJ: Editora Revan, 1994. v. 1. 172p .
- DORIA, F. A. . O Corpo e a Existência. 1. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1972. v. 1. 176p .
- DORIA, F. A. . Marcuse Vida e Obra. 3. ed. Rio RJ: José Alvaro Editor/Paz e Terra, 1968. v. 1. 288p.
- DORST, Kees, Design research: a revolution-waiting-to-happen, **Design Studies** Vol. 29 No. 1 January 2008
- DORMER, P. **Design Since 1945**. Londres: Thames and Hudson, 1993.
- DORMER, P. **The Meanings of Modern Design**: Towards the Twenty-First Century. London: Thames and Hudson, 1980.
- ELSTER'S, J. States That Are Essentially By-Products. In: **Studies in the Subversion of Rationality**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983
- EPPINGHAUS, R. Design Moderno: limitações terminológicas. **Estudos em Design**, N.2, v. 7. Rio de Janeiro, 1999.
- FERRY, L. **Homo Aestheticus**. São Paulo: Editora Ensaio, 1994.
- FABRIS, A. (Org.) **Modernidade e Modernismo no Brasil**. Campinas: Mercado de Letras, 1994.
- FONSECA, C. S. **História do Ensino Industrial no Brasil**. Rio de Janeiro: Escola Técnica Nacional, 1961-1962.
- FORTY, A. **Objects of Desire: Design and Society since 1750**. Londres: Thames and Hudson, 1986.
- FRASER, W. H. **The Coming of the Mass Market**. 1850-1914. Londres: Macmillan, 1981.
- FRICKE, C. Esquematizar sem conceitos: a teoria kantiana da reflexão estética. **Cadernos de Filosofia Alemã**, n. 7, São Paulo, p. 5-14, 2001.
- FROES, D. C. A. **Burke, Kant e a estética contemporânea**. (Dissertação de Mestrado) Lisboa, UNL, 107 p., 1993.
- GREENHALGH, P. (Org.) **Modernism in Design**. Londres: Reaktion, 1990.

- GROPIUS, W. Die Entwicklung moderner Industriebaukunst. In: *Jahrbuch des Deutschen Werkbunds*, p.20, 1913.
- GROPIUS, W., Aus dem Programm des Staatlichen Bauhaus in Weimar. In: WINGLER, H.M. **Das Bauhaus**. Colônia, DuMonto, p. 63, 1975.
- HABERMAS, J. Modernity versus Post-Modernity. In: **New German Critique**, n. 22, 1981.
- HARVEY, D. **The Condition of Postmodernity**: an Enquiry into the Origins of Cultural Change. Oxford: Basil Blackwell, 1989.
- HEGEL, G. W. F. **Vorlesungen über die Ästhetik**. Stuttgart: Reclam, 1971.
- HESKETT, J. **Industrial Design**. Londres: Thames and Hudson, 1980.
- HOBBSAWM, E.J. **The Age of Extremes**: the Short Twentieth Century 1914-1991. Londres: Michael Joseph, 1994.
- HONZIK, K. Tr. P; SHAND, M. A Note on Biotechnics. In: **Concrete Way**, v. 9, no. 1, 1936.
- HONZÍK, K.. **A Note on Biotechnics**. Circle: International Survey of Constructive Art. London: Faber and Faber, 1937.
- HOUNSHELL, D. A. **From the American System to Mass Production, 1800-1932**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.
- JIMENEZ, M. **O que é estética?** São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1999.
- JOBLING, P.; CROWLEY, D. **Graphic Design**: Reproduction and Representation since 1800. Manchester: Manchester University Press, 1996.
- KANT, I. **Crítica da faculdade do juízo**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1993
- Kuuva, M., Airila, M., Design for Recycling - Proceedings of ICED'93, WDK 22, Vol. 2, Den Haag, 1993.
- LANDES, D. S. **Revolution in Time**: Clocks and the Making of the Modern World. Cambridge: Harvard University Press, 1983.
- LAUDAN, L. **Science and Values**. Berkeley: University of California Press, 1984.
- LANDES, D. S. **The Unbound Prometheus**: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present. Cambridge: Cambridge University Press, 1969.
- LAMBERT, S.; MURDOCH, J. From to-day 'modernism' is dead! Functionalism as style?. **The V Album**, vol. 5, London: The Associates of the V, 1986
- LIANG, , G-S. ET AL. (1991). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Method for Facility Site Location. *Int'l. Journal of Production Research*, Vol. 29, N° 11, 2313-2330.

- LINDINGER, H. (Org.) **The Morality of Objects**: Ulm Design. Cambridge: MIT Press, 1991.
- LIMA, G. C. **O Gráfico Amador**: as Origens da Moderna Tipografia Brasileira. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1997.
- KUBRUSLY, R. S. ; ALLAN, Virgínia ; VIEIRA, Pedro Paulo . CORES. 1. ed. Rio de Janeiro: Publit Soluções Editoriais, 2012. v. 1. 182p .
- MAO TSE-TUNG. Reden bei der Aussprache. In: **Yenan über Literatur und Kunst**. Berlin, 1976.
- MARGOLIN, V. (Org.) **Design Discourse**: History, Theory, Criticism. Chicago: University of Chicago Press, 1989.
- MARGOLIN, V.; BUCHANAN, R. (Orgs.) **The Idea of Design**: a Design Issues Reader. University of Chicago Press, 1995.
- MCKIM, R.H. **Aesthetics and Engineering Design**. Design Division - Department of Mechanical Engineering, Stanford University, 2002.
- MEDINA, A., Note to Mukarovský's Introduction of Karel Honzík's Towards the Creation of a Vital Order. In: Post-Modernism Conference, **Annals**, Georgia State University, Atlanta, 1997.
- MEGGS, P. B. **A History of Graphic Design**. Nova York: Van N. Reinhold, 1993.
- MICHL, J. On forms following functions and Post- Modernism. In: **Pro Forma**, v. 1, 1989.
- MILLER, D. **Material Culture and Mass Consumption**. Oxford: Blackwell, 1987.
- MOLDER, M. F. A questão estética – a função metonímica na Condição humana de Magritte (supostos kantianos para uma leitura). *Filosofia e Epistemologia*, Lisboa, 1, p. 277-289, 1978.
- MONDRIAN, P. De reliseering van het neoplasticisme in verre toekomst in die heutige architectuur. In: **De Stijl**, 5 edição, n. 3, p.43, 1922.
- MORRIS, W. **Arte y Sociedad Industrial**. Havana: Editorial Arte y Literatura, 1985.
- MORUJÃO, A. F. Sobre a interpretação kantiana do belo e da arte. **Revista Portuguesa de Filosofia**, UCP/ FF, Braga, t. XXIII/ 2, p. 113-134, 1967.
- MUKAROVSKÝ, J. **Escritos sobre Estética e Semiótica da Arte**. Lisboa, Editorial Estampa, 1981.
- MUSEU DE ARTE DE SÃO PAULO. **História da Tipografia no Brasil**. São Paulo, 1979.

- MUTHESIUS, H., Fundamentos. In: **Anfänge des Funkionalismus - von Arts and Crafts zum Deutschen Werkbund**. POSENER, .1.. Francoforte, p.205, 1964.
- NASCIMENTO, M.; MUNIZ, V. Pequenos Grandes Objetos. **Design Belas Artes**, n.7, pp.32-34, 2000.
- NEEDELL, J. D. **A Tropical Belle Epoque**: Elite Culture and Society in Turn-of-the-Century Rio de Janeiro. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- OLIVEIRA, N. F. Between Aesthetics and Ethics. **International Studies in Philosophy**, XXXI/4, p. 83-100, 1999.
- OLIVEIRA, N. F. Ética e Estética na Terceira Crítica de Kant. **Veritas**, 45/4, p. 312-321, 2001.
- PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design -A Systematic Approach**. London: Springer-Verlag, 1996.
- PAPANEK, V. **Design for Real World**. New Cork: Random House, 1971.
- PEVSNER, N. **Pioneros del Diseño Moderno**. Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1977.
- PIGNATARI, D. **Informação. Linguagem. Comunicação**. São Paulo. Editora Perspectiva, 1970.
- PYE, D. **The Nature and Aesthetics of Design**. London: Thames and Hudson, 1980.
- ROHDEN, V. **Aparências estéticas não enganam** - sobre a relação entre juízo de gosto e conhecimento em Kant. Editora UFMG, p. 54-88, 1998.
- ROOZENBURG, N.F.M.; EEKELS, J., **Product Design: Fundamentals and Methods**, Wiley, 1996
- ROSE, M. **The Post-Modern and the Post-Industrial: a Critical Analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- RUSKIN, J., **The Seven Lamps of Architecture**. In: Output N° 1, março de 1961, Londres, 1880.
- SÁNCHEZ VÁSQUEZ, A. **As Idéias Estéticas de Marx**. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1978.
- SANTOS, M. S. ; RHEINGATZ, P. A. ; VIDAL, M. C. R. . Ergonomia da Concepção: Ambientes Construídos para o Trabalho. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2010. v. 1. 1p .
- SANTOS, M. C. L. **Móvel Moderno no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel/Edusp, 1995.
- SANTOS, MARCELO S ; Vidal, Mario Cesar R. ; RHEINGANTZ, P. A. . Ergonomia de Concepção - Ambientes Construídos para o Trabalho. 1. ed. Rio de Janeiro: EVC, 2012.

- SANTOS, MARCELO S . Arquitetura de Locais de Trabalho. In: Francisco Soares Másculo; Mario Cesar Rodriguez Vidal. (Org.). Ergonomia - Trabalho Adequado e Eficiente. 1ed.Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, v. 1, p. 445-458.
- SANTOS, MARCELO S . Ergonomia Hospitalar. In: Francisco Soares Masculo; Mario Cesar R Vidal. (Org.). Ergonomia - Trabalho Adequado e Eficiente. 1ed.Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, v. 1, p. 517-524.
- SANTOS, L. R. dos. **A Razão Sensível** - Estudos Kantianos, Lisboa, Colibri, 1994.
- SCHUMACHER, F. **Discurso Inaugural do Deutsche Werkbund**, 1907. Citação de J. Posener. Berlin auf dem Wege zu einer neuen Architektur. Munique, p.14, 1979.
- SENNETT, R. **The Fall of Public Man: On the Social Psychology of Capitalism**. Nova York: Vintage, 1974.
- SERRÃO, A. V. **A Razão Estética**: o conceito de alargamento do pensar na “Crítica da faculdade de julgar” de Immanuel Kant. (Tese de Mestrado) Lisboa, UNL, 301 p.,1985.
- SMITH, T. **Making the Modern: Industry, Art and Design in America**. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- SOARES, C.C.P. Informática e Educação. **CA Design**, ano 4, n. 39, Rio de Janeiro, 1998.
- SULLIVAN, L. The Tall Office Building Artistically Considered (1896). In: **Kindergarten Chats (revised 1918) and Other Writings**, ed. Isabella Athey. New York: George Wittenborn, 1947
- SUZIGAN, W. **Indústria Brasileira: Origem e Desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense, 1986.
- TAUT, B. **Modern Architecture**. London: The Studio Limited, 1929.
- TERRA. R. R. (Org.) **Dois introduções à crítica do juízo**. São Paulo : Iluminuras, 1995.
- TERRA, R. R. Kant. Juízo estético e reflexão. In: NOVAES, A. **Artepensamento**, São Paulo, Companhia das Letras, p. 113-126, 1994.
- VAN DE VELDE, H., “Contra-Fundamentos”. In: **Anfange des Funkionalismus - von Arts and Crafts zum Deutschen Werkbund**. POSENER, J., p.20t5, 1964.
- VELLOSO, M. P. **Modernismo no Rio de Janeiro: Turunas e Quixotes**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996.
- VERGAMOTA, A. M. I. G. **Caos, natureza e génio**: na “Crítica da Faculdade de Julgar” de Immanuel Kant. (Tese de Mestrado), Lisboa, UNL, 139 p., 1994.

VERGEEST, J.S.M.; EGMOND, R.; DUMITRESCU, R. Correlating Shape Parameters to Customer Preference. In: TMCE 2002 – International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering. **Proceedings**, Whuhan, 2002.

VDI 2222. Konstruktionsmethodik: konzipieren technischer Produkte Dußseldorf: VDI Verlag, 1977.

VDI 2221 Richtlinie. Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte (Entwurf). Dußseldorf: VDI Verlag, 1985.

VIDAL, M. C. R. ; [CARVALHO, P. V. R.](#) . Ergonomia Cognitiva: Raciocínio e decisão no trabalho. 1. ed. Rio de Janeiro: Vistual Científica, 2008. v. 1. 192p .

VIDAL, M. C. R. (Org.) ; WISNER, A. (Org.) . Antropotecnologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2004.

VIDAL, M. C. R. . Guia para análise Ergonomica do Trabalho (AET) na empresa. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2003. v. 1. 332p .

VIDAL, M. C. R. . Ergonomia útil, pratica e aplicada. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2001. v. 01. 236p .

WERTHEIMER, M. **Pequena História da Psicologia**. São Paulo. Companhia Editora Nacional, 1978.

WAGNER, Ricardo - Parametric Design Analysis - Proceedings of ICED'93 - International Conference on Engineering Design, WDK 22, vol.1, Den Haag, 1993.

WAGNER, R. Parametric Design Analysis for Recycling. In: ICED'95 – International Conference on Engineering Design, **Annals**, Praha, 1995.

WAGNER, R. Method for Design Improvement - Parametric Design Analysis. In: ICED'97 -International Conference on Engineering Design, **Annals**, Tampere, 1997.

WAGNER, R. Novas Diretrizes para o Design Industrial. In: Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design, **Anais**, Rio de Janeiro, 1998.

WAGNER, R.; MEDEIROS, E.N. Design Approaches In Product Design. In: ICED'99 - International Conference on Engineering Design, **Proceedings**, Munich, Vol.2, p.1295-1298, 1999.

WAGNER, R; MEDEIROS, E.N. Design Approaches in Product Design - Research Strategies and Methods in Post-Graduation Course of COPPE / UFRJ – BRAZIL. In: ICED'99 - International Conference on Engineering Design, **Annals**, Munich, 1999.

WAGNER, R.; MEDEIROS, E.N. Research Strategies on Engineering Design. ICED'01 - International Conference on Engineering Design, **Annals**, Glasgow, Scotland, 2001.

- WAGNER, R. Aesthetics Design Improvement. ICED'01 - International Conference on Engineering Design, **Annals**, Glasgow, Scotland, 2001.
- WAGNER, R. ; MEDEIROS, Estevão Neiva de . DESIGN DE PRODUTOS- Métodos para Desenvolvimento de Novos Produtos. 1. ed. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2002. v. 01. 130p .
- WAGNER, R.; MORAES, R.O.; CASTRO, R.S.M. Method for Aesthetics Design Improvement. ICED'03 – International Conference on Engineering Design. **Annals**, Stockholm, 2003.
- WAGNER, R., Elucidação de Princípios do Novo Funcionalismo. In: Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design, **Anais**, Curitiba, 2006.
- WESTHEIM, P. Anotações sobre a “Quadratura” da Bauhaus. In: WINGLER, H.M. **Das Bauhaus**. Colônia, DuMont, p.82, 1975.
- WHITELEY, N. **Design For Society**. Londres: Reaktion, 1993.
- WILLIAMS, R. **Dream Worlds: Mass Consumption in Late Nineteenth-Century France**. Berkeley: University of California Press, 1982.
- WINGLER, H. M. **Das Bauhaus**. Colônia: DuMont, 1984.
- WOODHAM, J. M. **Twentieth Century Design**. Oxford University Press, 1997.
- ZADEH, L. A. (1965), Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- ZADEH, L. A. (1975-1976), The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. *Part 1, 2 and 3, Information Science*, 8, 199-249, 301-357; 9, 43-58. *Information and Control*, 8, 338-353.
- ZURKO, E.R. **Origins of Functional Theory**. Nova Iorque, 1957.
- ZWEERS, A., van der HORST, T.J.J., Environmentally Oriented Product Development, Various Approaches to Success - Proceedings of ICED'93, WDK 22, Vol.2, Den Haag, 1993.