



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

RODRIGO LUZ SANTOS

**FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO DESIGNER NO PROCESSO DE
ESCOLHA DE ELEMENTOS DE FIXAÇÃO EM PRODUTOS
TERMOPLÁSTICOS INJETADOS**

Salvador

2012

RODRIGO LUZ SANTOS

**FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO DESIGNER NO PROCESSO DE
ESCOLHA DE ELEMENTOS DE FIXAÇÃO EM PRODUTOS
TERMOPLÁSTICOS INJETADOS**

Dissertação de pós-graduação *Stricto Sensu* para
obtenção do grau de Mestre em Gestão e Tecnologia
Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI
CIMATEC.

Orientador prof. Dr. Valter Estevão Beal

Salvador

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI
CIMATEC

S231f

Santos, Rodrigo Luz.

Ferramenta de auxílio ao designer no processo de escolha de elementos
de fixação em produtos termoplásticos injetados / Rodrigo Luz Santos - 2013.

110f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Valter Estevão Beal

Dissertação (Mestrado Gestão e Tecnologia Industrial) Programa de
Pós-Graduação – Faculdade de Tecnologia Senai - CIMATEC, Salvador, 2013.

1. Matriz Decisória. 2. Elementos de Fixação. 3. Termoplásticos. I.
Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC. II. Beal, Valter Estevão. III. Título.

CDD: 668.423

RODRIGO LUZ SANTOS

**FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO DESIGNER NO PROCESSO DE
ESCOLHA DE ELEMENTOS DE FIXAÇÃO EM PRODUTOS
TERMOPLÁSTICOS INJETADOS**

Dissertação de pós-graduação Stricto Sensu para obtenção do grau de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC.

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL

Sendo aprovada em sua forma final.

Valter Estevão Beal, Dr. Eng^a Mecânica — Orientador

Suzi Maria Mariño, Dr^a Arquitetura e Urbanismo - Co-orientadora

Guilherme Oliveira de Souza, Dr Eng^a Mecânica - Membro Interno

Armando Sá Ribeiro Junior, Dr Eng^a Mecânica - Membro externo - UFBA

“A grandeza não depende das circunstâncias, mas de escolha consciente e disciplina.”

Jim Collins

AGRADECIMENTOS

Ao Deus, meus pais, minha esposa e meu filho.

Aos familiares, amigos e colegas, pelo grande apoio e incentivo;

Aos meus orientadores, Dr. Valter Beal e Dr^a Suzi Mariño, por compartilharem parte do tempo na tarefa de conduzir-me com competência, paciência e dedicação;

Aos Professores Doutores e amigos Cristiano V. Ferreira e Marcelo Ueki, pela orientação, paciência e profissionalismo;

À instituição SENAI CIMATEC por investir e acreditar no retorno que darei a Área de Desenvolvimento de Produtos Industriais.

RESUMO

Combinar conhecimentos técnicos de fabricação de produtos termoplásticos injetados aos pressupostos ergonômicos e estéticos é de importância muito forte para reduzir o retrabalho na fase conceitual do projeto. É proposta nesta dissertação, uma metodologia que auxilie o designer no processo de desenvolvimento de elementos de fixação em produtos termoplásticos injetados, tendo em vista a sua influência, na sustentabilidade, ergonomia, custo de fabricação e requisitos de estética remontando à relação semântica, simbólica e de estilo. Para tanto, foi desenvolvida uma matriz de auxílio que correlaciona critérios de projeto e parâmetros de engenharia, auxiliando na escolha de elementos de fixação condizentes ao conceito do produto desejado.

Palavras-chave: Matriz Decisória. Elementos de Fixação. Termoplásticos.

ABSTRACT

Combining technical knowledge for manufacturing thermoplastic injection molded products in ergonomic and aesthetic assumptions is of undeniable importance to reduce rework in the conceptual phase of the project. It is proposed in this work, a methodology that assists the designer in the development process for fastening elements in thermoplastic injection molded products with a view to their influence on sustainability, ergonomics, manufacturing costs and aesthetic requirements directioned to the semantic relations, symbolic and of the style. To achieve. This, it was developed a design process aid matrix that co-relate, the design criteria and engineering parameters resulting in fasteners consistent with the concept of the product.

Keywords: Decision Matrix, Fasteners, Thermoplastic.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: IMPACTO NA UTILIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE DESIGN.....	19
FIGURA 2: FLUXO EXÓGENO.....	22
FIGURA 3: COMPARAÇÃO ENGENHARIA SEQUENCIAL E SIMULTÂNEA	33
FIGURA 4: MODELO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	35
FIGURA 5: RELAÇÃO DOS PRINCIPAIS TERMOS USADOS NA FASE DE PROJETO INFORMACIONAL	37
FIGURA 6: MATRIZ QFD	38
FIGURA 7: ETAPAS DE METODOLOGIA EM DESIGN.....	39
FIGURA 8: DIAGRAMA DA FUNÇÃO TOTAL	40
FIGURA 9: DIAGRAMA DO MÉTODO ÁRVORE DE FUNÇÃO	42
FIGURA 10: TAREFAS DE SELECIONAR CONCEPÇÃO DO PRODUTO	45
FIGURA 11: MODELO DE MATRIZ DE DECISÃO.....	47
FIGURA 12: MODELO DE MATRIZ DE DECISÃO COM PESO DOS CRITÉRIOS.....	47
FIGURA 13: SIMULAÇÃO DO MOLDE E PEÇA TERMOPLÁSTICA EM CAD.....	54
FIGURA 14: ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO E CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES.	57
FIGURA 15: MODELAGEM DO MÉTODO ATUAL DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.	59
FIGURA 16: MODELAGEM CONCEITUAL DA PROPOSTA.....	60
FIGURA 17: ORGANOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	60
FIGURA 18: FLUXO DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	61
FIGURA 19: EXEMPLO DA MATRIZ CONVERSÃO.	62
FIGURA 20: ESQUEMA DA FERRAMENTA DE APURAÇÃO.	64
FIGURA 21: ESQUEMA DA MDAD.....	65
FIGURA 22: PÁGINA DE CADASTRAMENTO DA PESQUISA	68
FIGURA 23: PÁGINA DO QUESTIONÁRIO – FONTE: AUTOR.....	69
FIGURA 24: PÁGINA DE ACESSO AO CONTROLE DO CADASTRO	70
FIGURA 25: TRAVA TIPO A.....	73
FIGURA 26: TRAVA TIPO B	73
FIGURA 27: TRAVA TIPO C	74
FIGURA 28: ELEMENTO TIPO D.....	74
FIGURA 29: ELEMENTO TIPO E	75
FIGURA 30: ELEMENTO TIPO F	75
FIGURA 31: ELEMENTO TIPO G.....	76
FIGURA 32: ELEMENTO TIPO H.....	76
FIGURA 33: ELEMENTO TIPO I	77
FIGURA 34: ELEMENTO TIPO J.....	77

FIGURA 35: ELEMENTO TIPO K	78
FIGURA 36: ELEMENTO TIPO L	78
FIGURA 37: ELEMENTO TIPO M.....	79
FIGURA 38: ELEMENTO TIPO N.....	79
FIGURA 39: ELEMENTO TIPO O.....	80
FIGURA 40: ELEMENTO TIPO P	80
FIGURA 41: ELEMENTO TIPO Q	81
FIGURA 42: EXEMPLO DE MDAD PREENCHIDA	82
FIGURA 43: EXEMPLO DE APLICAÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO DA GDAD.....	83

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FASES DE DESENVOLVIMENTO	27
QUADRO 2: FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONTRAÇÃO DE UMA PEÇA MOLDADA	52
QUADRO 3: RELAÇÃO DE CADASTROS	67
QUADRO 4: TABULAÇÃO DOS RESULTADOS DA PRIMEIRA FASE	87
QUADRO 5: PERFIL DOS RESPONDENTES DO GRUPO A	90
QUADRO 6: TABULAÇÃO DA RESPOSTAS DO GRUPO A.	91
QUADRO 7: PERFIL DOS RESPONDENTES DO GRUPO B	92
QUADRO 8: TABULAÇÃO DAS RESPOSTAS DO GRUPO B.	93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	18
2.2 O PAPEL DO DESIGNER NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO	23
2.3 O CONSUMO DE TERMOPLÁSTICOS NO BRASIL E NO MUNDO.....	25
2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	26
2.4.1 Metodologias de desenvolvimento de produtos	28
2.4.1.1 Macrofases do Desenvolvimento de Produtos	35
2.4.1.1.1 Projeto Informacional.....	36
2.4.1.1.2 Projeto Conceitual	39
2.4.2 Fundamentos de Estética do Produto	43
2.4.3 Matriz de decisão	45
2.4.4 Projetos de Configuração e Detalhamento do produto.....	48
2.4.5 Ergonomia do Produto.....	48
2.4.5.1 Usabilidade.....	49
2.5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS TERMOPLÁSTICOS INJETADOS	51
2.5.1 Projeto de peças termoplásticas injetadas	52
3 MÉTODOS E ANÁLISES PARA O DESENVOLVIMENTO DA MDAD	56
3.1 COMPARAÇÃO DO MÉTODO ATUAL E O MODELO PROPOSTO	58
3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	60
3.2.1 Matriz de Conversão	62
3.2.2 Ferramenta de apuração	64
3.2.3 Matriz decisória de auxílio ao designer (MDAD)	65
3.3 PESQUISA DE CAMPO	67

3.3.1 Pesquisa de campo online	67
3.3.2 Relação de Critérios da Pesquisa de Campo.....	70
3.3.3 Critérios para Formulação das Notas.....	72
3.3.4 Análise dos elementos da Pesquisa de Campo	72
4 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DA MDAD	84
4.1 MÉTODO PARA VALIDAÇÃO	84
4.2 PROCEDIMENTOS, QUESTIONÁRIO E ESTATÍSTICA DA PRIMEIRA FASE	85
4.3 ESTATÍSTICA DA VALIDAÇÃO DA PRIMEIRA FASE	87
4.4 PROCEDIMENTOS, QUESTIONÁRIO E ESTATÍSTICA DA SEGUNDA FASE	90
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO PROPOSTO	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A - BRIEFING PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO .	101
APÊNDICE B - INSTRUÇÕES PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	104
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	108
APÊNDICE D - TERMO DE SIGILO E CONFIDENCIALIDADE.....	111

1 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento de produtos contempla etapas distintas que integram projetos intercambiáveis e multiprofissionais com visões peculiares. Dentro deste contexto, segundo Baxter (2000) e Ferreira (2002), encontram-se profissionais da área mercadológica, engenharia, design, entre outros, todos com visões estratégicas e táticas colineares às orientações da organização.

Ressalta-se que os profissionais cogitados possuem opiniões típicas de cada formação acadêmica, o que os tornam limitados individualmente, contudo complementares, justificando a integração epistêmica, social e laboral, que segundo Ferreira (2002), contribui para o desenvolvimento de soluções técnicas mais eficientes, influenciando no ciclo de vida do produto e nas fases de desenvolvimento.

O ciclo de vida do produto envolve o tempo de permanência do produto no mercado, ou seja, segundo Kotler (2000), a eficiência desse produto em resolver os problemas previamente identificados de maneira mais satisfatória que os seus concorrentes, enquanto que as fases de desenvolvimento de produtos, segundo Rozenfeld *et al* (2006), se relacionam com o tempo de desenvolvimento e lançamento do produto no mercado.

Tais fases têm origem na busca de informações pertinentes para o seu desenvolvimento através da identificação de necessidades implícitas e explícitas de determinado nicho de mercado (KOTLER, 2000), passando pelo processo de concepção morfológica, detalhamento técnico, manufatura, estoque, venda, pós-venda e descontinuidade.

A questão é que o tempo que modela o processo pode ter influência direta no custo das fases de desenvolvimento do produto, e este processo geralmente é composto por pontos de tomadas de decisão que muitas vezes envolvem retrabalhos.

Por Back (2008) e Ferreira (2002) as possibilidades de evitar retrabalhos estão ponderadas na capacidade de integração, cooperação e comprometimento

da equipe de desenvolvimento, não obstante o grau de conhecimento tácito e científico de cada profissional envolvido no processo.

A garantia de um processo equilibrado entre produção, consumo, custo e qualidade, está relacionada, também, com a aplicação de matéria-prima de baixo custo relativo e processos de manufatura que preconizam altas escalas de produção. Justificando-se então a utilização dos termoplásticos e do processo de moldagem por injeção, mesmo requerendo investimentos altos em ferramentas e processos.

A preocupação com a responsabilidade sócio-ambiental explica a grande utilização mundial de materiais termoplásticos por sua típica característica de reciclagem e as facilidades de moldagem corroboram para a escolha de tais tipos na produção de grande parte dos produtos consumidos na atualidade.

Produtos termoplásticos injetados geralmente são compostos por partes que necessitam de montagem (MALLOY, 1994). Os elementos de fixação neste contexto enquadram-se como elos que permitem a intercambiabilidade das partes, ou componentes, que constituem o produto.

Partindo dessa afirmação, tendo a consciência do mercado competitivo e a influência do tempo no custo e na qualidade da fabricação, o designer, que participa como agente principal na transformação do conceito em configuração morfológica, tem a necessidade de harmonizar as formas obtidas por processos metodológicos que estimulam a criatividade com os parâmetros técnicos de fabricação de moldes e ferramentas.

Salienta-se que a estética do produto desenvolvido deve ser coerente aos aspectos culturais de cada nicho mercadológico, ou seja, as nuances morfológicas dos produtos são que determinam alguns atributos relativos aos conceitos previamente pesquisados pelo marketing. Outro ponto a ser observado é a obsolescência programada que pragmatiza o ciclo de vida do produto atenuado pelo sucateamento num curto período de duração ou funcionamento. Esse fenômeno faz parte de estratégias mercadológicas que visam garantir o

consumo e influencia a escolha dos elementos de fixação das partes ou dos componentes.

Assim, o objeto desta dissertação é a redução do tempo de trabalho na fase de concepção morfológica do produto, e o sujeito é o designer em atividade de desenvolvimento de soluções de fixação das partes de produtos termoplásticos injetados, permitindo as reflexões:

- Como o designer poderá reduzir o tempo de concepção morfológica de produtos termoplásticos injetados condizentes com os parâmetros de engenharia, tendo em vista o fator produtividade?
- Será que a utilização de uma ferramenta matricial poderá facilitar a escolha dos elementos de fixação de produtos termoplásticos injetados, atendendo a estética, ergonomia e fabricação?

Em resposta às indagações, tem-se como objetivo elaborar uma ferramenta que permita engendrar parâmetros técnicos inerentes às características dos produtos termoplásticos, advindos do processo de moldagem por injeção, às necessidades ergonômicas, estéticas e funcionais priorizadas pelo designer na fase de concepção morfológica do produto.

No recorte desta dissertação, elucidar-se-á a relação metodológica dos profissionais engenheiro e designer congregados no processo de tomada de decisão na escolha de elementos de fixação no desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados a partir da correlação de duas ferramentas: QFD (*Quality Function Deployment*) e Matriz decisória.

Metodologicamente, buscou-se o desenvolvimento de uma pesquisa de campo com especialistas de desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados para formular indicadores (notas de critério) que subsidiam a ferramenta proposta.

Tais indicadores foram relacionados ao grau de complexidade no projeto, montagem, acabamento superficial e manutenção do molde, influência ao acesso interno e impacto na reciclagem do produto, custo de produção do molde, bem como na confiabilidade da união das partes do produto.

A fim de validar a ferramenta, buscou-se constituir dois grupos de designers (experientes e inexperientes) para a resolução de uma situação problema proposta pelo autor. Um grupo resolveu com a utilização e o outro sem a utilização da ferramenta proposta. A intenção foi medir com um cronômetro a produtividade em função do tempo e a eficiência de escolha dos elementos de fixação.

Finalmente, para responder ao desafio de elaborar a ferramenta e elucidar o tema proposto, essa dissertação abarcou 5 (cinco) capítulos, a saber:

Capítulo 1: envolve discussão acerca da relevância acadêmica do tema proposto, permitindo ao leitor entender o objetivo e a justificativa desta dissertação.

Capítulo 2: abarca a pesquisa documental que subsidia fundamentos para os principais tópicos abordados nesse trabalho: conceito de design, mercado competitivo, custo, tempo e qualidade de desenvolvimento de produtos, ciclo de vida, conceito de produtos plásticos, bem como o papel do designer nesse processo, metodologia de desenvolvimento de produtos termoplásticos e método de tomada de decisões, em especial o método de Pugh, que subsidiou a matriz proposta.

Capítulo 3: está relacionado à análise do método de desenvolvimento para a construção da matriz.

Capítulo 4: Aplicação da matriz no desenvolvimento de soluções de fixação na união de partes de produtos termoplástico injetados e pareceres de designers que a utilizaram.

Capítulo 5: Conclusão e considerações do método proposto, bem como sugestões de trabalhos futuros.

Portanto, espera-se que essa proposta forneça maior eficiência na redução de retrabalhos, além de permitir maior produtividade ao designer no que tange ao processo de escolha de elementos de fixação no desenvolvimento de produtos termoplásticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa documental proposta nesse tópico representa base da fundamentação para o desenvolvimento da metodologia proposta com a matriz decisória de auxílio ao designer. Tais fundamentos perpassam pela metodologia de desenvolvimento de produtos e em especial produtos termoplásticos injetados, conceitos de estética e ergonomia, bem como técnica de tomada de decisão.

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O projeto do produto e a manufatura são duas fases distintas no processo de desenvolvimento e, segundo Souza (1998), Heskett (1998) e Pevsner (2002) essa separação teve seu motivo histórico a partir do século XVIII com a ascensão da Revolução Industrial que contribuiu para o surgimento de profissionais projetistas e técnicos do processo fabril.

Nesse contexto de configuração dos profissionais projetistas no desenvolvimento de produto, insere-se o tema desta dissertação e, para um melhor entendimento da proposta, faz-se necessário compreender o período entre o final dos séculos XIX e início do século XX.

No período citado, Pevsner (2002) relata que a produção de produtos tornou-se mais complexa com o advento da manufatura e padronização que geravam produtos idênticos em grande escala. A necessidade de desenvolver produtos com aspectos menos mecânicos e mais aproximados à qualidade estética artesanal aproximou as artes da produção fabril.

Dessa maneira, intelectuais buscaram a evolução tecnológica baseada na estética da máquina, adotando premissas básicas do movimento moderno proposto no início do século XX, o qual propunha como principal axioma a dependência da civilização pela máquina, e que não seria possível a qualquer

sistema encorajar ou favorecer o ensino das artes sem deixar de reconhecer esse fato (PEVSNER 2002).

Souza (1998) e Pevsner (2002) concordam que os fundamentos da Arte Moderna foram fundamentais para o surgimento e a organização do design contemporâneo, numa ação que congrega as preocupações estéticas e o belo com o uso racional dos materiais e produção, ou seja, a aproximação da arte com a produção mecânica.

Segundo Souza (1998), o design é uma atividade que visa o projeto de produtos industriais ou produtos que utilizem processos decorrentes do desenvolvimento tecnológico pós Revolução Industrial. Dessa forma, ele se torna um diferencial no mercado a partir da valorização da estética, ergonomia e função do produto corroborando com a competitividade. Dessa maneira, o desenvolvimento de produtos com ênfase em design refere-se globalmente ao processo de identificar uma oportunidade no mercado, criar um produto esteticamente condizente, confortável, funcional, personalizado, de baixo custo de produção e de alto valor perceptível. No Brasil, o setor de design tem mostrado vigor dentro da economia (ANPROTEC, 2012).

Uma pesquisa realizada em 2010, pela Fundação Getúlio Vargas, à Associação de Designers de Produtos confirma a utilização das técnicas de design no mercado brasileiro conforme figura 1.

Figura 1: Impacto na utilização de serviços de design.



Fonte: Próprio Autor

O cenário presente no Estado da Bahia não é diferente. O site *Aratu online* anunciou que o então presidente mundial e CEO da *Ford Motor Company*, Alan Mulally planeja ampliar seus investimentos no Brasil, aumentando os recursos destinados à Ford Brasil de R\$ 4 bilhões para R\$ 4,5 bilhões no período de 2011 a 2015. O Jornal Tribuna da Bahia anunciou que a Jac Motors investirá 900 milhões de reais na implantação da fábrica de automóveis em 2014 no complexo de Camaçari e, dentre os setores, planeja-se o centro de Design.

O crescimento vertiginoso da aplicação do Design, no mercado brasileiro como diferencial competitivo, decorre uma preocupação com a gerência do tempo, do custo e da qualidade do produto obtido, sendo fatores indispensáveis no desenvolvimento do produto, desde a sua concepção.

Segundo Esteves (1997), o processo de desenvolvimento consiste geralmente em dois níveis básicos:

- Ao nível macro – divide o trabalho de desenvolvimento em grandes fases, de modo que, ao final de cada fase, a gerência conduz a uma revisão para checar o progresso do projeto e decidir se os investimentos devem ser mantidos; e
- Ao nível micro – compreende o trabalho do cotidiano detalhado em atividades, que devem ser conduzidas dentro de cada fase.

Essa avaliação ao nível macro se refere aos estudos da viabilidade econômica, técnica e mercadológica, estratégicos para o fornecimento de informações e tomada de decisão sobre o desenvolvimento do produto. E ao nível micro, a comunicação eficiente dos diversos envolvidos, fundamental para obtenção de qualidade e produção em tempo hábil.

Baxter (2000) afirma que o atraso no processo de desenvolvimento, superando o tempo previsto, poderá comprometer os lucros previstos e elevar os gastos com o processo – ele definiu como custo de oportunidade, o que implica naquilo que a empresa deixou de faturar, por ter desperdiçado a oportunidade afetando as estratégias do nível macro.

Portanto, é necessário alinhar as fases macro e micro para que haja lucro no desenvolvimento do produto, dessa maneira torna-se evidente a importância da gerência do tempo e a habilidade em desenvolver produtos coerentes com o mercado e dentro do prazo estabelecido no planejamento de fabricação.

De maneira congruente, Baxter (2000) relata acerca de custos de oportunidades afirmando que para um produto com vida curta, em um mercado competitivo e em expansão:

- Um atraso de seis meses no seu lançamento terá perda de 33% dos lucros previstos;
- A venda estando preços 10% mais baratos que o previsto, devido a problemas de qualidade, terá perdas de 15% no lucro; e
- Aumentos de custos do desenvolvimento ou produção na ordem de 10% afetam o lucro em 4%.

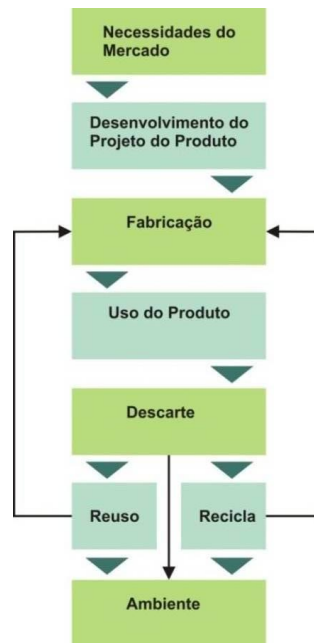
Ou seja, é válido atentar às fases de projeto para manter os prazos e os custos dentro dos limites previstos. Assim, o gerenciamento do tempo e a capacitação técnica influenciam na velocidade de introdução do produto no mercado e aumentam a competitividade. Segundo Slack *et al* (2009), com o objetivo de obter decisões mais racionais no processo de projeto de produtos, alguns setores estão experimentando a análise do ciclo de vida, tal técnica analisa todos os investimentos iniciais da produção até o seu descarte final.

O termo ciclo de vida do produto, ou em inglês, "*Life Cycle Assessment*" foi utilizado primeiramente nos Estados Unidos da América (EUA) em 1990. O conceito de ciclo de vida tem se estendido para além de um simples método de comparar produtos, sendo atualmente visto como uma parte essencial para conseguir objetivos mais abrangentes, tais como sustentabilidade ou obsolescência programada.

Rozenfeld *et al* (2006) afirma que em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, as atividades de desenvolvimento de produtos tradicionalmente se concentram em grande parte nas adaptações e melhorias de produtos existentes.

Os produtos são desenvolvidos a partir da necessidade do mercado e dos desejos identificados por ações mercadológicas (KOTLER, 2000) e, com isso, surge um fluxo exógeno. A figura 2 representa esse fluxo ao determinar que as informações para o desenvolvimento de um produto são conduzidas pelo marketing no sentido de fora para dentro da indústria.

Figura 2: Fluxo Exógeno



Fonte: Adaptado de (PAHL e BEITZ, 2003).

Moraes e Rose (2005) consideram que produtos são projetados levando em consideração o apelo comercial, o modismo, *marketing* e *status*, ratificando as argumentações do fluxo exógeno.

Por isso as propostas configurativas precisam ser coerentes com o conceito sugerido e aderente à proposta de descontinuidade ou reutilização do produto, ou parte dele, através do processo de reciclagem ou recondicionamento de partes estruturais, e o designer influencia por ser um dos agentes desse processo inicial.

2.2 O PAPEL DO DESIGNER NO CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Nesta dissertação, designer é o profissional bacharel em desenho industrial, e neste contexto, tem papel fundamental no ciclo de vida do produto, pois a concepção morfológica precisa ser coerente com os anseios estéticos e culturais desejados pelo mercado.

O fato do design contemporâneo ter começado como escola destaca-o como agente metodológico e pragmático (SOUZA, 1998), onde há uma linha de pensamento que aponta ao objetivo de alinhar os conceitos artísticos às proposições industriais no que tange à produção e ao lucro (LÖBACH, 2001), todavia com preocupação no bem-estar do homem.

Dessa maneira, o design, segundo Souza (1998), é uma área de conhecimento autônomo resultante da moderna consciência social e cultural da técnica e de um desenvolvimento próprio, fortemente influenciado pelo modo de produção capitalista e industrial.

Assim, um produto eficaz é resultado de um estudo metódico, como pondera Bomfim (1994), e direcionado à satisfação do cliente investidor e consumidor, como ressaltam Baxter (2000) e Löbach (2001), e para desenvolvê-lo de forma eficiente, o designer precisa dominar todo o processo de concepção, entender o mercado, as necessidades e desejos, analisar metodologicamente e controlar a fase conceitual do produto.

Barton (2001 *apud* BACK *et al*, 2008) comenta que a competitividade dos produtos depende, fundamentalmente, da atividade de projeto tendo em vista que de 70% a 90% do custo do ciclo de vida do produto já está comprometido com as decisões tomadas até o final do projeto do produto. Huthwaite e Schneberger (1992 *apud* BACK *et al*, 2008) salientam que o projeto conceitual de um produto deve ser bem elaborado de início, para evitar elevados custos de modificações em estágios avançados de desenvolvimento.

Ratifica-se nesse momento a necessidade do designer entender os parâmetros técnicos fabricis adequando os parâmetros estéticos aos funcionais e de ergonomia.

Portanto, é válido salientar que os esforços em reduzir erros de projeto no início do processo de desenvolvimento do produto, é fator essencial para a redução do custo final do produto. E, esses erros, estão relacionados com a integração da visão multidisciplinar da equipe de desenvolvimento, ou seja, minimizar a discrepância conceitual entre os principais sujeitos desse processo, designer e engenheiro, implica em certificar um produto adequado ao usuário.

Back *et al* (2008) define usuário como o termo para representar todas as pessoas e organizações que, de alguma forma, têm interesse ou serão afetadas pelo produto ao longo de seu ciclo de vida. Assim o conceito compreende: consumidores, operadores, pessoal da assistência técnica, compradores, empresas de reciclagem, dentre outras. No processo de produção, tem-se: a equipe técnica de projeto, fabricantes, fornecedores de matérias-primas e de componentes, colaboradores envolvidos na fabricação, manipulação e embalagem, sindicatos, empresários e acionistas. Comumente na literatura, todos esses que possuem interesse de forma direta ou indireta, são denominados *stakeholders*.

De forma similar, Baxter (2000), Löbach (2001) e Bittencourt (2001) ponderam que a atividade do designer é um misto entre a criatividade e a busca de soluções de problemas que possam satisfazer as necessidades humanas. Essa análise pode ser dividida em quatro fases: análise do problema, geração de alternativas, avaliação das alternativas e realização da solução do problema proposto.

Evidencia-se então que o designer, ao desenvolver a configuração de um produto, está buscando solucionar um problema previamente identificado, e ao introduzir pondera os efeitos dessa concepção em todas as fases do ciclo de vida do produto.

Colinear ao proposto, Roosenburg e Eekels (1998), Löbach (2001) e Bittencourt (2001), afirmam que o processo metodológico do designer é a concepção de uma forma específica de solucionar problemas, enumerando as fases de: definição do problema, valores do sistema, síntese e análise do sistema, seleção do melhor sistema e planejamento da ação. Nessa proposta os autores supracitados se aproximam de Abramovitz e Rebello (2002) no que tange a necessidade de estabelecimentos de metas e cronograma.

O controle do tempo, como já afirmado, é fundamental para favorecer a competitividade mercadológica, então, o estabelecimento de metas e um planejamento eficiente são essenciais para o lançamento de um produto no período estrategicamente determinado. Bonsiepe *et al* (1984) sublinha que o designer deve ser o gerenciador das tomadas de decisão nesse desenvolvimento.

Percebe-se que o conhecimento prévio das características físicas dos materiais a serem processados é de suma importância para a definição morfológica do produto e inevitavelmente influenciará nas variáveis de projeto de fabricação. Com essas afirmações, evidencia-se a importância do designer no Ciclo de Vida do Produto e reafirma-se a necessidade de uma visão sistêmica do processo de desenvolvimento, priorizando a preocupação com o bem-estar do usuário, não deixando de contemplar a descontinuidade do processo através do descarte, reciclagem ou reaproveitamento.

Alguns materiais estão sendo adotados no processo de fabricação e facilitam a adequação morfológica em configurações estéticas mais complexas, é o caso dos termoplásticos.

2.3 O CONSUMO DE TERMOPLÁSTICOS NO BRASIL E NO MUNDO

O consumo de termoplásticos têm tido crescimento no Brasil e nas principais regiões de negócios do mundo. Dados da Federação das Indústrias do

Estado de São Paulo relatam que no Brasil, o setor de transformação de plástico tem apresentado um vertiginoso ritmo de crescimento. De maneira colinear, a Associação Brasileira de Indústria de Plásticos relata que em relação ao ano 2000, o consumo de resina termoplástica em 2010 teve um aumento de 152,26% e o consumo aparente dos Polietilenos foram de 39%, Polipropileno 25% e PVC 19% caracterizando-se como os principais termoplásticos consumidos no Brasil, em um universo de 5,9 milhões de toneladas ao ano.

Em um parâmetro mundial, o Jornal de Plásticos informou que a *All China Marketing Research*, uma subsidiária do *National Bureau of Statistics* da China, salienta que no ano de 2005, o país produziu 21 milhões de toneladas de material termoplástico, sendo que no mesmo ano, 230 milhões de toneladas de material plástico foram produzidos mundialmente, o que representa um aumento anual na ordem de 9,9% desde 1950, sendo que desse total, 86,96% são substâncias sintéticas.

É notória a dependência mundial nos produtos fabricados com termoplásticos, e o desenvolvimento de produtos utilizando esses materiais torna-se cada vez mais comum. Os processos que norteiam essa produção são inúmeros e são aplicados a partir das características desejadas pelos projetistas (LIMA 2006), dentre os processos para obtenção de peças em polímeros sintéticos envolvendo termoplásticos destacam-se: laminação, extrusão, termoformação, injeção, sopro e rotomoldagem.

Tais processos possuem características peculiares quanto à produção econômica, utilização de equipamentos, ferramental, aplicações e matéria-prima. Dos descritos, o processo de Injeção é o único que interessa a essa dissertação.

2.4 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

As fases de desenvolvimento, bem como as atividades funcionais e a interdisciplinaridade inerente do processo estão ilustradas no quadro 1.

Quadro 1 - Fases de Desenvolvimento

Atividades Funcionais	Fases do Desenvolvimento					
	Conceito	Planejamento	Desenvolvimento e Detalhamento		Preparação Comercial	Introdução no Mercado
			Fase I	Fase II		
<i>Marketing</i>	Prever inputs baseados no mercado;	Definir parâmetros para consumidores-alvo; Desenvolver estimativas de venda e margens; Conduzir interação inicial com clientes.	Conduzir testes de protótipos com os clientes; Participar na avaliação do protótipo.	Conduzir a segunda fase de testes com clientes; Aplicar o plano de <i>marketing</i> ; Estabelecer planos de distribuição.	Preparar para introduzir no mercado, treinar forças de vendas e pessoas de serviços.	Preencher canais de distribuição; Vender e promover; Interagir com os clientes-chave.
<i>Designer</i>	Prever inputs baseados no <i>Marketing</i> ; Propor e investigar conceitos do produto	Configuração estético-funcional.	Conduzir testes de ergonomia com protótipos; Participar na avaliação do protótipo; Interagir com o processo.	Avaliar os protótipos;	Interagir no desenvolvimento do conceito da embalagem e comunicação visual	Avaliar a experiência de campo com o produto
Engenharia	Propor novas tecnologias; Desenvolver ideias de produtos; Construir modelos; Conduzir simulações.	Escolher componentes e interagir com fornecedores; Elaborar sistemas de pré-protótipos; Definir arquitetura.	Elaborar projeto detalhado do produto e interagir com o processo; Construir protótipos em escala natural, conduzir teste.	Refinar detalhes do projeto do produto; Participar da elaboração da segunda fase de protótipos.	Avaliar e testar unidades-piloto.	Avaliar experiência de campo com o produto.
Manufatura	Processar e investigar conceitos de processo.	Desenvolver estimativas de custo; Definir arquitetura de processos; Conduzir simulação de processos; Validar fornecedores.	Realizar projeto detalhado do processo; Projetar e desenvolver ferramentas; Participar da construção de protótipos em escala natural.	Testes das ferramentas e equipamentos; Elaborar a segunda fase de protótipos; e Destacar novos procedimentos.	Construir unidade-piloto em processo comercial, refinar processo com base na experiência piloto.	Conduzir a planta ao volume pretendido e atingir alvos de qualidade, produção e custo.

Fonte: Modificado de Wheelwright e Clark (1992).

2.4.1 Metodologias de desenvolvimento de produtos

Silva e Menezes (2001) afirmam que Método é um conjunto de processos, ou operações mentais, que se devem empregar numa investigação, ou seja, a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

Machado e Toledo (2008) afirmam que o desenvolvimento de produtos corresponde a uma série de atividades organizadas com objetivo de transformar um conceito de produto em produto acabado tangível. Todavia é difícil de ser modelado porque diferentes produtos necessitam de diferentes processos. A seguir pontuam-se cinco:

- Processos de início: implica em reconhecer que o projeto deve começar e tem como base os estudos de viabilidade;
- Processos de planejamento: planejar e manter um esquema de trabalho viável para atingir os objetivos, tendo como resultado um plano formal;
- Processos de execução: coordenar pessoas e demais recursos estabelecendo a dinâmica do projeto;
- Processos de controle: assegura que os objetivos sejam atingidos, por meio de monitoração e avaliação;
- Processos de encerramento: formaliza-se a aceitação do projeto ou fase e encerra de forma organizada.

Tendo em vista esses processos, pode-se reafirmar o conceito de projeto, que segundo o PMI (2004) é um esforço temporário para criar produto, serviço ou resultado exclusivo.

Dessa maneira, deve-se planejar o tempo, os recursos e gerenciar o custo de desenvolvimento através de controles eficientes. O processo é, também, uma forma de determinar e estruturar as fases de um projeto antes da fase de contrato entre a equipe de projeto e a organização.

Muitas outras instâncias poderiam ser citadas nas quais os princípios da produção eficiente podem ser aplicadas em Desenvolvimento de Produtos, mas o ponto é que empresas tornam-se mais eficientes na medida em que conseguem transferir as habilidades e atitudes relevantes para P&D e com isso mais competitivas.

Baxter (2000) e Löbach (2001) afirmam que o designer, mesmo o habilitado em projetos de produtos, não possui capacitação para previamente identificar infortúnios de cunho técnico, ocasionando uma lacuna temporal e retrabalho, na maioria das vezes.

É importante destacar que não cabe a este trabalho acadêmico julgar ou propor uma nova grade curricular, ou mesmo, podar o profissional de sua ludicidade inerente, pelo contrário, o objetivo é sistematizar funcionalmente o lúdico associando a criatividade aos parâmetros técnicos pertinentes ao processo.

Algumas teorias relacionadas à modelagem do desenvolvimento de produtos com ênfase em design são pontuadas a seguir.

Baxter (2000) relata etapas que estão incluídas no planejamento, a saber: identificação de uma oportunidade, pesquisa de marketing, análise dos produtos concorrentes, proposta de novo produto, elaboração da especificação da oportunidade e especificação do projeto.

Bonsiepe (1984) classifica o seu modelo metodológico baseado em quatro grupos, e para cada um emprega o nome do respectivo autor, a saber:

1. Processo de Bruce Archer, o autor comenta a relação linear em sentido único entre o estabelecimento de um programa, coleção de dados, análise, síntese, desenvolvimento e por fim comunicação.
2. Outro tipo argumentado é o processo de Bernard Bürdek, na qual a relação deixa de ter apenas um caminho linear e passa a haver interação das etapas com o *feed-back* nas quais

variam da descoberta de um problema, análise da situação, definição do problema, geração de alternativa e por fim a realização.

3. O arquétipo descrito por Bob Borzak promove um método em forma de espiral no qual parte da percepção, identificação e detalhamento do problema, depois desenvolvimento de concepção e soluções através de alternativas, realização, finalização e por fim, distribuição.
4. O último modelo proposto é o processo alemão VDI (Verein Deutscher Ingenieure), no qual descreve uma integração interativa entre a geração de alternativas e redução de variedades.

Ferrão (2006) relata que mesmo com as propostas metodológicas de Gui Bonsiepe, existe crítica a uma diretriz obstinada a metodologia, enquanto esta permite identificar, caracterizar, relacionar e hierarquizar as várias faces do processo, não garante a qualidade dos resultados, por não ser constituído apenas por operações racionais. Assim, qualquer que seja o procedimento metodológico o designer precisa desenvolver um trabalho de preparação para fortalecer a sua base teórica, histórica e crítica.

Bomfim (1995) define oito métodos, e os caracteriza como procedimentos lógicos auxiliares no desenvolvimento de projetos. A saber:

- Método linear – cada etapa dependera do resultado da etapa anterior;
- Método cíclico 1 – permite a possibilidade de retorno não obrigatório entre etapas;
- Método cíclico 2 – permite retorno obrigatório entre as etapas;
- Método de ramificações – apresenta etapas independentes podendo ser realizadas paralelamente, possibilitando mais atividades em menos tempo;

- Método adaptativo – onde as etapas posteriores dependem do resultado da primeira etapa;
- Método tradicional – o designer utiliza de sua carga de experiência em projetos anteriores, sendo cada variável do problema tratada isoladamente, visa adaptar soluções existentes;
- Método aleatório – as etapas são independentes; e, por fim
- Método de controle – técnicas que avaliam a eficiência do próprio método empregado seguindo as prioridades previamente estabelecidas.

A metodologia defendida por Bomfim (1995) em resumo, busca analisar o problema, executar tarefas e propor soluções, mesmo que essas tarefas não dependam umas das outras.

Para Löback (2001) o design é um projeto ou um plano para a solução de um problema determinado e para Cross (2008), a metodologia de design é qualificada pela análise de princípios, práticas e procedimentos com o intuito de aprimorar a prática, apresentando uma orientação fortemente voltada ao processo.

Já Roozenburg e Eekels (1998), afirmam que a metodologia de design é a parte da ciência que criticamente estuda métodos e regras para projetar produtos.

Em virtude das metodologias acima pontuadas, os processos metodológicos que envolvem o design são apresentados a partir da busca pela oportunidade desencadeada pela identificação de um problema.

Buscando solucionar tais problemas de configuração no desenvolvimento dos seus produtos as empresas contam com a experiência do designer dito sênior (BAXTER 2000).

Niemeyer (2008) trata este fenômeno como design atitudinal, pontuando como sendo a interação da eficiência com a significação, com as qualidades mais hedonistas dos produtos, em que as experiências positivas e prazerosas são o próprio fim.

Todavia, a dificuldade é intensificada no momento em que o profissional se depara com um material ou processo distinto do costume. Nesse contexto o desenvolvimento da função do produto deve se relacionar com o propósito do mesmo, e o designer necessita entender o processo para sintonizar as características estéticas com os parâmetros de desenvolvimento.

Assim, Löbach (2001) sublinha as funções do produto como sendo de ordem prática, estética e simbólica. E pontua que existem funções secundárias que acompanham as funções principais, havendo nesse âmbito uma escala de valor. Heskett (1998) argumenta que o valor do contexto social é determinante para a forma.

Heskett (1998) e Löbach (2001) argumentam que fatores externos influenciam no estabelecimento de parâmetros para a função utilitária, ou prática do produto, e confirmam a importância da criatividade individual do Designer como fator predominante para determinar experiência estética, psicológica ou simbólica, através da configuração em contraponto aos limites impostos pelos parâmetros técnicos.

Entende-se valor social como a representatividade do produto como um artefato de desejo, ou seja, o estabelecimento de pressupostos relacionados à estética são fatores essenciais. Sendo assim, Löbach (2001, p.54) argumenta acerca das dimensões estéticas como forma, cor, texturas e superfície como sendo fatores decisivos na escolha de um produto em detrimento ao seu concorrente.

Facca (2008) admite a ausência de métodos e técnicas mais específicos que auxiliem o designer a buscar informações e a gerar um conhecimento que seja fundamental para as etapas posteriores de desenvolvimento.

Para Rozenfeld (2006), o processo de desenvolvimento do produto estabelece um elo entre as propostas conceituais e as possíveis adaptações para a eficiência do ciclo de vida do produto, no que tange a: manufatura, manutenção, embalagem, transporte, descarte ou

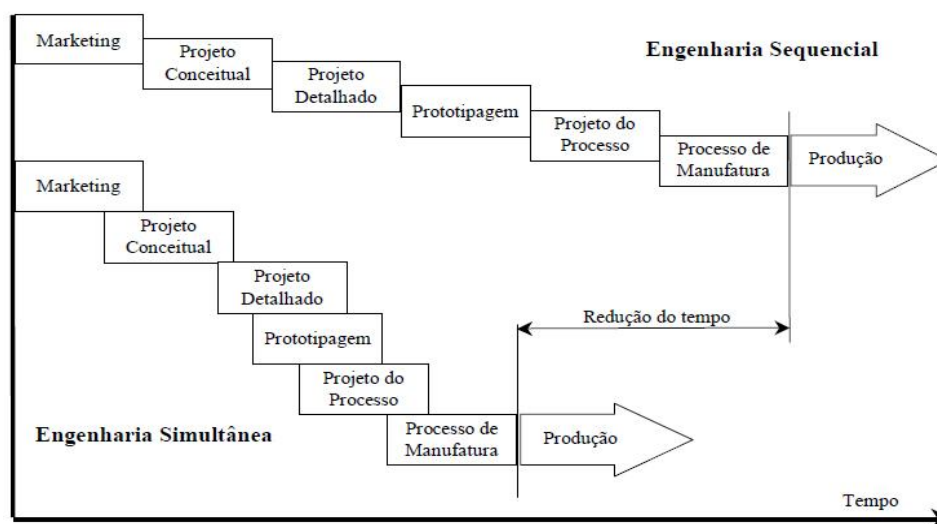
reaproveitamento de parte ou total dos materiais utilizados no processo de desenvolvimento.

A metodologia compreendida nesta dissertação tem como foco a engenharia simultânea, que contrapõe com os modelos clássicos, cujas críticas Ogliari e Back (2001) argumentaram os seguintes pontos:

- Modelos tradicionais propõem atividades sequenciais;
- O processo é controlado por revisões formais ao final de cada fase;
- Os modelos não contemplam as características do contexto industrial;
- Os modelos não prescrevem claramente a integração entre os conhecimentos necessários para o desenvolvimento do produto;
- Frequentemente não prescrevem meios formais de transferência de informações entre as fases de desenvolvimento;
- As alterações necessárias no produto são identificadas e realizadas muito tarde no processo de desenvolvimento do produto.

Essa crítica levantada pelo autor comprova que o método tradicional de desenvolvimento de produtos não é eficiente, pois a integração entre os profissionais é deficiente, o que permite atrasos nas adaptações das especificações do produto, caso necessário, aumentando os riscos de fracasso e o tempo de processo, como pode ser verificado na figura 3.

Figura 3: Comparação engenharia sequencial e simultânea



Fnte: adaptado de Ogliari e Back,(2000).

Como se percebe na figura 3, existe redução do tempo de processo no método de engenharia simultânea e as fases são sobrepostas de modo que as revisões não precisam esperar pelo término de cada fase para serem formalmente realizadas.

Sprague *et al* (1991 *apud* OGLIARI e BACK, 2001) conceitua a engenharia simultânea como uma abordagem sistemática para projeto simultâneo e integrado de produtos.

O fato dessa metodologia priorizar o simultâneo, aumenta as possibilidades de integração multidisciplinar permitindo a participação de cada especialidade envolvida no processo.

Ogliari e Back (2001) afirmam que esta metodologia de projeto configura os métodos necessários e adequados à condução de determinadas fases, ou subfases do projeto, que podem ser empregadas de forma manual ou computacional.

Já Hoffmeister (2003) afirma que a equipe de desenvolvimento deve primar pela multidisciplinaridade dos seus integrantes com objetivo de obter visão mais ampla de um processo e, conseqüentemente, melhores resultados em termos de produto, em menos tempo e com menor custo.

Apesar de Hoffmeister (2003) utilizar em seu trabalho o termo sequenciamento como base para a sua pesquisa, aborda na perspectiva de passos lógicos de um projeto e os graus de dependência entre eles:

Ciente dos tipos de dependência existentes entre atividades de projeto e da maneira de representá-las, basta estabelecer a ordem de sucessão destas e enumerá-las na forma de uma cadeia de atividades de projeto para encerrar o processo de seqüenciamento. Entretanto, executar estes passos não é uma das tarefas mais simples, uma vez que não foram encontradas informações na bibliografia referente a este processo sobre como identificar dependências mandatárias, discricionárias ou externas dentre as atividades de projeto. (HOFFMEISTER, 2003, p.69).

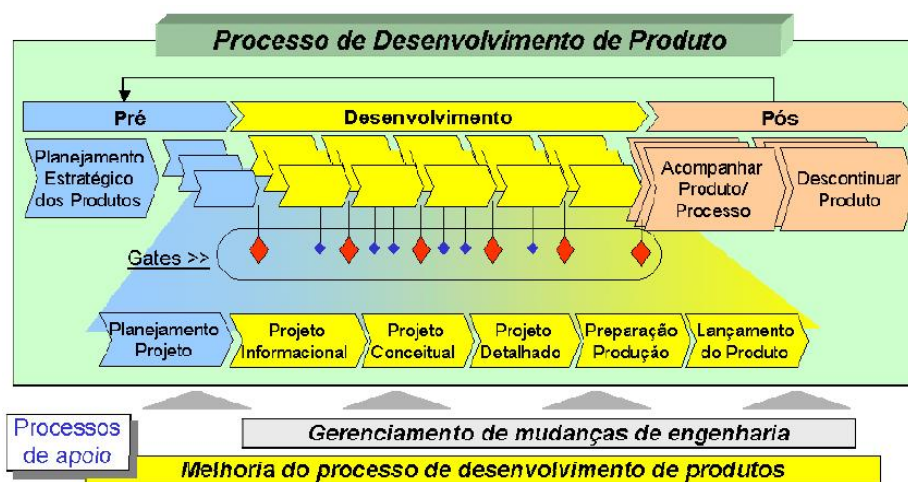
Como destacado, as atividades mesmo que sequenciadas numa lógica de projeto, não possuem dependências mandatárias, ou seja, elas podem ser executadas de forma simultânea, o que permite maior fluidez das informações.

2.4.1.1 Macrofases do Desenvolvimento de Produtos

Rozenfeld *et al* (2006) apresenta um modelo de fases de desenvolvimento de produtos que contempla conceitos apreciados a partir da década de 90, onde o processo agrega as estratégias organizacionais como base do ciclo de vida do produto.

No modelo proposto o autor apresenta três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Conforme figura 4, onde no pré-desenvolvimento o planejamento estratégico do produto é responsável pela pesquisa mercadológica, correlacionando-a com o processo de planejamento estratégico e o plano estratégico do produto ao passo que busca a diferenciação entre o produto e a tecnologia.

Figura 4: Modelo de Processo de desenvolvimento de Produto



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al (2006)

Na etapa de desenvolvimento presenciam-se etapas de desenvolvimento do produto variando da fase informacional ao lançamento do produto, buscando-se avaliar necessidades do mercado de modo a convertê-la em desejos (KOTLER, 2000).

Tal etapa de desenvolvimento envolve a fase de projeto conceitual conduzindo a equipe de projeto a transformar as informações mercadológicas em estudos de forma, função (BAXTER,2000) e usabilidade

(IIDA, 2005). A fase de projeto detalhado dispõe a obtenção da especificação do produto a partir da sua concepção, aquisição de itens e otimização do produto, gerenciamento de parâmetros críticos e relaciona tais questões com a gestão de custos (ROZENFELD, 2006).

Ainda no desenvolvimento, a fase de preparação do produto perpassa variáveis pertinentes às condições de produção, e dentre outras, a qualificação das pessoas envolvidas no processo buscando a otimização da produção na fase inicial da vida do produto (ROZENFELD, 2006) e, por fim, lançamento, que culmina no usuário (KOTLER, 2000).

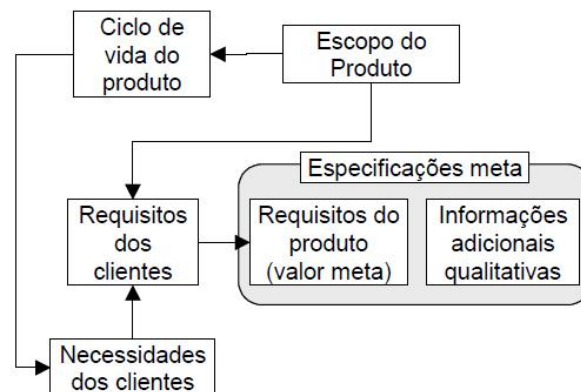
Na etapa definida como pós, observa-se o acompanhamento do produto ou processo, fase esta que pertence à gerência mercadológica, de modo a identificar possíveis infortúnios na utilização e disponibilidade de assistências técnicas (KOTLER, 2000), descontinuação do produto, permeia aspectos relacionados aos impactos ao meio ambiente, bem como os principais aspectos considerados na avaliação geral que determina o encerramento do produto (ROZENFELD, 2006).

Rozenfeld *et al* (2006) considera a definição de requisitos do produto como parte do projeto informacional e a seleção e determinação de concepções alternativas como parte do projeto conceitual, cabendo ao projeto detalhado desenvolver e finalizar todas as especificações do produto. Já Baxter (2000) denomina planejamento do produto ao invés de projeto informacional e acrescenta o projeto de configuração entre as fases de projeto conceitual e detalhado.

2.4.1.1.1 Projeto Informacional

O projeto informacional busca associar o escopo do produto aos estudos de problemas que deram origem à necessidade do projeto. A figura 5 apresenta as relações entre os principais termos abordados na fase informacional e contempladas nesta dissertação.

Figura 5: Relação dos principais termos usados na fase de projeto informacional



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al (2006)

Segundo Rozenfeld *et al* (2006), o escopo do produto, ou características e funções que o descrevem, tem influência direta no ciclo de vida, que por sua vez se relaciona com as necessidades e com os requisitos dos clientes, ou seja, necessidades categorizadas e estruturadas. Essa categorização dará base ao conjunto de objetivos ou metas que o produto deve atender, que deverá refletir na configuração do produto.

Uma eficiente ferramenta para relacionar as necessidades dos clientes com os requisitos do produto é a utilização da Matriz *Quality Function Deployment*, ou Desdobramento da Função Qualidade (QFD). Desenvolvida no Japão na década de 70, essa ferramenta auxilia o consenso na equipe de projetos, possibilitando o estabelecimento de relações entre necessidades e requisitos de projeto.

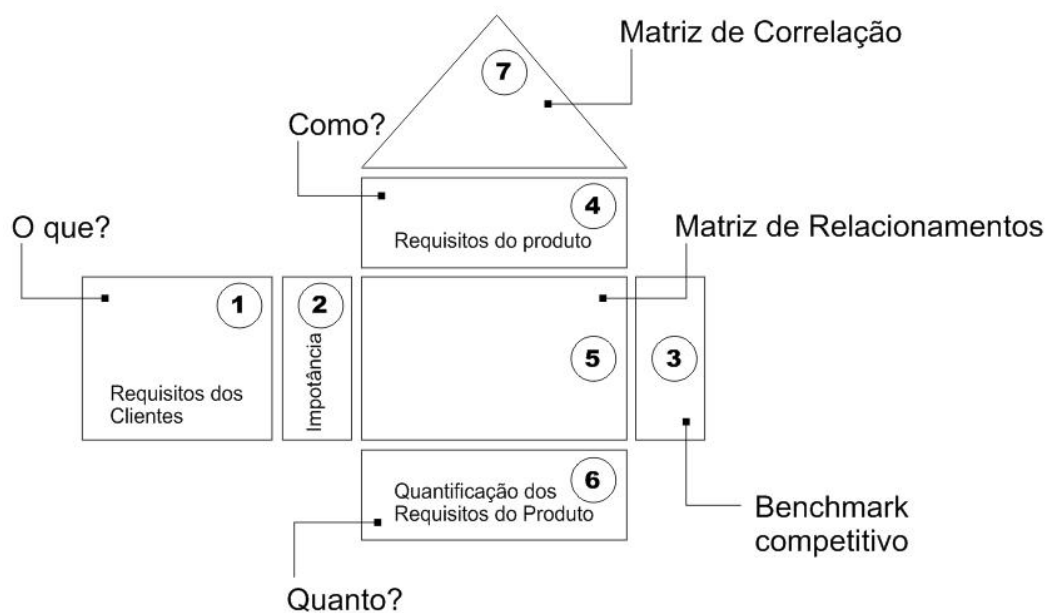
Akao (1990) complementa o conceito de QFD, afirmando que é o desdobramento sistemático das relações entre os requisitos dos clientes e as características do produto, que influenciam nas características de qualidade do produto e no desenvolvimento da qualidade de projeto para o produto acabado.

Rozenfeld *et al* (2006) afirma que os principais benefícios do QFD são: redução do número de mudanças de projeto, diminuição do ciclo de projeto, redução dos custos de início de operação, redução de reclamações

de garantia, planejamento de garantia de qualidade mais estável, favorece a comunicação entre os agentes (principalmente projeto e manufatura), traduz as vontades dos clientes, identifica as características que mais contribuem para os atributos de qualidade e ordena a prioridade das características do produto.

Baxter (2000) utiliza dos conceitos da QFD para investigar aspectos omitidos, ou desprezados, na análise das especificações do projeto. Assim ele recomenda ao designer a utilização desta ferramenta de desdobramento da função qualidade de maneira que converta as necessidades dos consumidores em parâmetros técnicos. Na figura 6 pode-se observar a relação entre os quadros que compõem a Matriz QFD.

Figura 6: Matriz QFD



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al (2006)

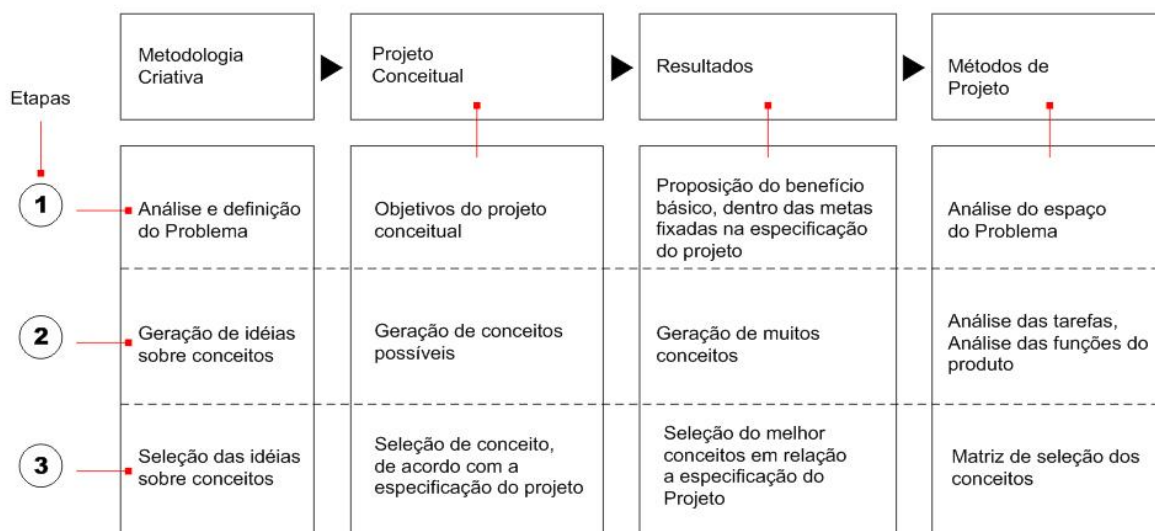
Segundo Rozenfeld *et al* (2006), todos os quadros têm relações com o produto a ser desenvolvido, organizados de modo que os quadros 1, 2 e 3 referem-se às atividades de identificação dos requisitos dos clientes, os quadros 4 e 5 referem-se à definição dos requisitos e os quadros 6 e 7 referem-se à definição de especificações-meta.

Definidos os parâmetros técnicos, ou especificações do produto condizentes aos interesses dos clientes, é necessário definir o conceito primordial do produto a ser concebido.

2.4.1.1.2 Projeto Conceitual

No que se refere ao projeto conceitual, Baxter (2000, p.174) afirma que tem o objetivo de produzir princípios de projeto, ou seja, deve mostrar como o novo produto será feito para atingir os benefícios básicos. De maneira pragmática, Baxter (2000) divide esse processo em etapas, conforme a figura 7, verificando-se a análise e definição do problema, o princípio da metodologia criativa que, de acordo com Bonsiepe (1984), é a base do processo.

Figura 7: Etapas de metodologia em Design



Fonte: Adaptado de Baxter (2000)

Baxter (2000) ainda argumenta três métodos importantes no projeto conceitual, que permitem reduzir o problema aos seus elementos básicos,

analisar diferentes aspectos do projeto conceitual e gerar grande número de alternativas possíveis para a solução do problema, a saber:

- Análise da tarefa: técnica descritiva que permite o exame detalhado da interface homem-produto com objetivo de explorar as interações entre o produto e o usuário através de observações e análises;
- Análise das funções do produto: técnica orientada para o consumidor, de forma que haja sequenciamento e ordenamento das funções primordiais e secundárias do produto; e
- Análise do ciclo de vida: com objetivo de reduzir o impacto ambiental do produto desenvolvido, através da proposta de elaboração do fluxo de ciclo de vida desde a entrada da matéria-prima na fábrica, passando pela produção, distribuição e uso, até o descarte final do produto.

Rozenfeld *et al* (2006, p. 236) determina que o projeto conceitual é a fase de busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema do projeto, onde o produto é modelado funcionalmente e descrito de forma abstrata, independente de princípios físicos, o que o autor denomina modelagem funcional conforme figura 8.

Figura 8: Diagrama da função total



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al* (2006, p. 240)

Desta maneira, tem-se uma notação que relaciona o sistema técnico com a física do problema por meio de fluxos básicos de energia, materiais e sinais. As entradas e saídas, Rozenfeld *et al* (2006), denominam estados do

sistema, e a transformação como função total, facilitando a determinação das especificações do produto.

Essa função total ajuda a equipe de desenvolvimento a sintetizar o que se espera do produto projetado, podendo servir como ponto de partida para o processo de elaboração de uma estrutura funcional para o produto, como a determinação dos requisitos básicos para a fixação das interfaces do produto.

Ullman (2002) determina que o conceito, é uma ideia desenvolvida direcionada à avaliação do princípio físico coordenando o comportamento e determinando os princípios de solução, ou seja, é fundamental estabelecer detalhes suficientes para que a funcionalidade do produto seja assegurada. Portanto, é necessário entender o problema do projeto transcrevendo as necessidades fornecidas pelo cliente em especificações técnicas (requisitos do projeto) como determina a ferramenta QFD.

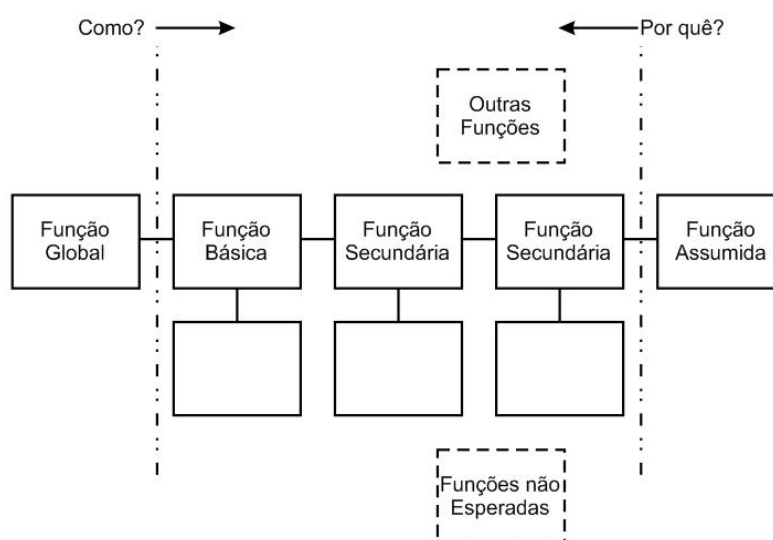
Ullman (2002), também sugere que a avaliação do produto seja amparada por medições numéricas e precisas o suficiente para comparar com os parâmetros de qualidade. Assim, ele indica que a avaliação deverá indicar índices de mudanças para atingir os parâmetros de qualidade, e os procedimentos de avaliação precisam considerar as incógnitas do processo. Dessa maneira, ele pontua 8 etapas para estabelecer os requisitos para medição, a saber:

- Identificar o que precisa ser medido;
- Identificar a precisão do que necessita ser medido;
- Identificar os dados de entrada, os parâmetros de controle e seus limites e os ruídos;
- Entender a capacidade da modelagem analítica;
- Entender a capacidade da modelagem física;
- Selecionar o método de modelagem mais apropriado para as necessidades;
- Executar a análise ou experimento; e

- Verificar os resultados e documentar se os objetivos foram atingidos ou se o modelo forneceu uma clara indicação do que precisa ser mudado.

Rozenfeld *et al* (2006, p. 244), sugere a obtenção de árvores de função com o objetivo de definir, analisar e entender as funções e suas relações no produto, permitindo indagações que sistematizarão a elaboração do conceito, conforme apresentado na figura 9.

Figura 9: Diagrama do Método árvore de função



Fonte: Adaptado de Rozenfeld et al (2006, p. 244)

Após a aplicação desses métodos, a equipe de projeto está apta para definir um conceito funcional e estabelecer um maior grau de detalhamento do produto. Todavia estes métodos não prevêm conceitos estéticos concernentes ao produto. Essa preocupação é intrínseca do designer, motivo pelo qual Baxter (2000) acrescenta nas fases de desenvolvimento, o projeto de configuração do produto antes do projeto detalhado.

2.4.2 Fundamentos de Estética do Produto

Contribuindo para a formação do conceito, e sendo o limiar para o projeto de configuração, os parâmetros estéticos estão relacionados comumente com a estreita afinidade entre o produto e a relação sócio-cultural de quem irá utilizá-lo. Para tanto, Gomes Filho (2006) relaciona esse conceito aos aspectos psicológicos de percepção sensorial do objeto, sobretudo, durante a utilização.

O designer é responsável pela carga de mensagem impregnada ao produto, explicitamente ou implicitamente, conforme argumenta Gomes Filho (2006). Na fase conceitual, o designer preocupa-se em projetar propostas de produtos sem a preocupação restritiva, é uma etapa de abstração.

Baxter (2000) propõe o estabelecimento de princípios de estilo através de aspectos semânticos (requisitos da função do produto) e simbólicos (requisitos do simbolismo do produto – valores pessoais e sociais do consumidor/visão do estilo do produto). Dessa maneira, o autor define estilo como a parte “artística” do produto, sendo esta direcionada às oportunidades e considerações quanto ao contexto do mercado onde o produto será inserido.

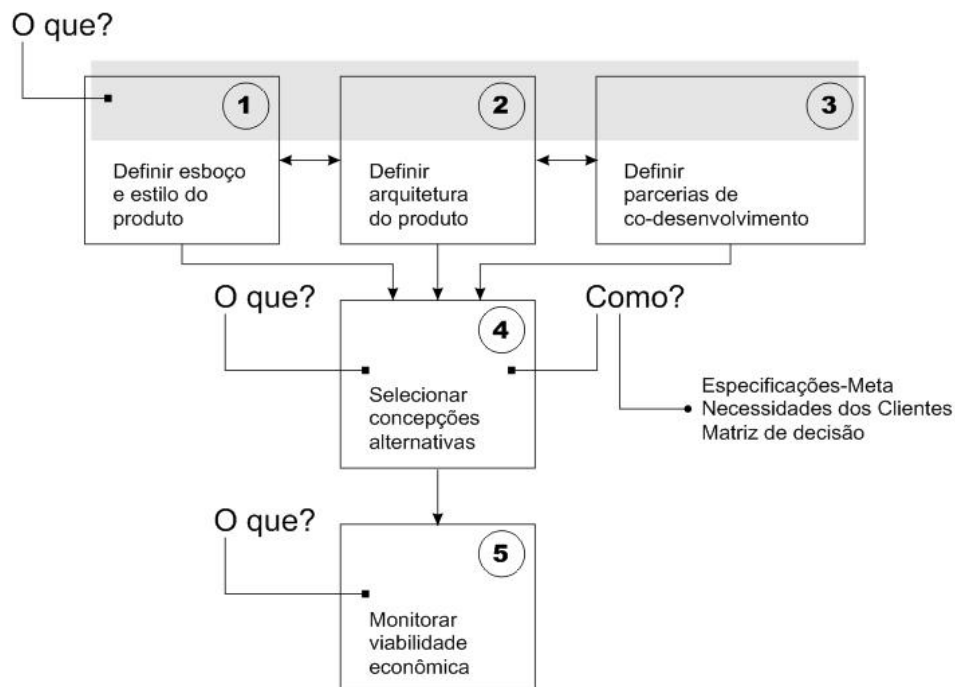
Não obstante, Gomes Filho (2006) define estilo como sendo a qualidade intrínseca do produto que agrega valores de ordem sensível ou emocional, em um parecer semântico que pode denotar ou conotar mensagens e significados, sobretudo por meio da função simbólica. Contudo, o autor pontua algumas considerações estéticas, a saber:

- Estética ao objeto: implica no resultado final da aparência do objeto concernente aos sinais e características formais, ou seja, na adoção de característica estético-formal, subordinada ao estilo e atributos inerentes a organização visual do produto;

- Valor estético: refere-se aos sistemas de normas sócio culturais de pessoas ou grupos sociais que influenciam o designer na elaboração da aparência do produto;
- Estética generativa: corresponde ao emprego de teoria estética no processo do design do produto;
- Estética da informação: relaciona-se com o processo de percepção e consumo visual pelo usuário do produto, sobretudo em relação aos parâmetros estéticos e gestálticos, Gomes (2000 *apud* GOMES FILHO, 2006) relata que aspectos gestálticos estão associados às categorias conceituais fundamentais de harmonia, equilíbrio, contraste, pregnância visual, bem como categorias conceituais relativas às técnicas visuais aplicadas. Esta prática está relacionada com o estudo morfológico do produto; e
- Estética empírica: corresponde às pesquisas realizadas junto aos grupos de usuários do produto com objetivo de colher ideias sobre valores estéticos. Esta prática está relacionada com as necessidades dos clientes do QFD.

Ainda nesta fase de projeto conceitual, Rozenfeld (2006) sugere a etapa de seleção de concepção do produto, cujo objetivo é o de escolher dentre as concepções geradas, a alternativa mais condizente aos pressupostos estabelecidos, conforme a figura 10.

Figura 10: Tarefas de selecionar concepção do produto



Fonte: Autor, baseado em Rozenfeld (2006, p. 236)

Rozenfeld (2006) salienta que o termo seleção, ou escolha, implica em ações de valoração, comparação e tomada de decisão salientando a existência de dois tipos de comparação:

- Comparação absoluta: cada conceito é diretamente comparado com algum tipo de informação, conhecimento, experiência ou requisitos.
- Comparação relativa: cada conceito é comparado entre si.

2.4.3 Matriz de decisão

lida (2005) afirma que decisão é a escolha de uma entre diversas alternativas, cursos de ação ou opções possíveis e que as consequências de uma decisão são chamadas de resultados, que é associado a um valor subjetivo de utilidade.

No projeto conceitual, o designer buscará dentre as diversas alternativas que desenvolveu, escolher a que melhor se adequa aos requisitos do cliente. Baxter (2000) relata, que nesta fase, os detalhes técnicos podem não ser considerados, mas existem tomadas de decisões. Segundo Lida (2005) os modelos mais recentes de processo decisório consideram três etapas na tomada de decisão:

- Coleta de informações: sugere-se diversificar as fontes de informações.
- Avaliação: sugere-se a construção de um modelo cognitivo, pontuando que a qualidade da decisão depende do grau de fidelidade do modelo em representar a situação atual. Como o processo é dinâmico, torna-se necessário adaptá-lo traçando trajetórias: pessimista, otimista ou aquela mais provável.
- Seleção da opção: uma vez escolhida, é necessário descrevê-la detalhadamente e providenciar os instrumentos para acioná-las, quando há oposição entre as alternativas possíveis, chama-se de objetivos conflitantes.

Rozenfeld (2006) afirma que uma das maneiras mais usuais para avaliação das alternativas é a utilização do Método de Pugh ou Método da Matriz de Decisão, na qual as alternativas são colocadas na primeira linha e os critérios de avaliação são colocados na primeira coluna. Os critérios são as especificações-meta (ROZENFELD, 2006) e as alternativas são as diversas concepções geradas. Nesse método, escolhe-se uma alternativa referência, na qual as células são preenchidas por zero, e as alternativas consequentes serão julgadas com sinal de positivo “+” caso seja “melhor que”, sinal de negativo “-” caso seja “pior que” e caso seja “igual a” atribui-se o “S”, conforme a figura 11.

Figura 11: Modelo de Matriz de Decisão

		Concepções				
		Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3	...	Concepção m
Critérios	Critério 1		0			
	Critério 2		0			
	Critério 3		0			

	Critério n		0			
	Total +		0			
	Total -		0			
	Total Global		0			

Fonte: Autor, modificada de Rozenfeld (2006, p. 282)

Completando o processo decisório, Rozenfeld (2006) argumenta informando que existe situações onde os critérios de avaliação não são igualmente importantes, neste momento, existe a necessidade de utilizar peso de importância para cada necessidade, conforme figura 12, dessa maneira, a soma das ponderações fornece um resultado para análise na tomada de decisão.

Figura 12: Modelo de Matriz de Decisão com peso dos critérios

		Concepções					
		Peso	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3	...	Concepção m
Critérios	Critério 1	P1		0			
	Critério 2	P1		0			
	Critério 3	P1		0			

	Critério n	Pn		0			
	Peso Total			0			

Fonte: Autor, modificado de Rozenfeld (2006 , p. 283)

2.4.4 Projetos de Configuração e Detalhamento do produto

Projeto de Configuração (BAXTER, 2000) é a etapa primordial para finalizar as especificações do produto através do detalhamento do conceito escolhido e direcionado a manufatura e outras fases do desenvolvimento. Silva (2006) relata que a palavra configuração é originada do latim *com* (com, junto) e *figurare* (forma) levando ao significado arranjo relativo dos componentes ou elementos de um produto.

Nesta fase o designer está apto a relacionar o conceito definido e atestado pelos princípios estéticos às restrições de projetos impostas pelos parâmetros de engenharia. Nesse processo configurativo, encontram-se preocupações inerentes à ergonomia e a segurança.

Samara e Czerwinski (1971 *apud* SILVA, 2006) definem configuração do produto como descrição completa do conjunto de características físicas do produto (peso, forma, tamanho, materiais, processos, etc) e seu desempenho (série de medições, precisão, estabilidade, confiabilidade, etc.). Dessa maneira, a configuração do produto assume características do projeto detalhado (ROZENFELD, 2006), pois são realizados desdobramentos sucessivos dos sistemas em subsistemas, depois em componentes, os quais são associados aos processos de fabricação.

2.4.5 Ergonomia do Produto

Adequar o produto a sua função, valorizando as performances humanas, de maneira a facilitar a utilização do mesmo com satisfação, é uma das funções do designer no contexto de desenvolvimento de produtos.

Por vezes as alternativas desenvolvidas no projeto conceitual devem seguir uma hierarquia no processo de concepção, valorizar a funcionalidade, a usabilidade ou os aspectos estéticos e de estilo.

Moraes e Rose (2005) afirmam que é possível desenvolver produtos que equilibrem a usabilidade, a ergonomia e os fatores emocionais do produto.

Lida (2005) define ergonomia como o estudo da adaptação do trabalho ao homem, e é subdividida em ergonomia física (ocupa-se com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica), ergonomia cognitiva (ocupa-se dos processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora, dentre outros) e ergonomia organizacional (ocupa-se da otimização dos sistemas sócio-técnicos abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos).

Para esta dissertação, considera-se a ergonomia física como o principal conceito para o desenvolvimento da metodologia proposta.

Lida (2005) defende que, do ponto de vista ergonômico, os produtos são considerados como meios para que o homem possa executar determinadas funções. Ao desenvolver produtos termoplásticos injetados, algumas preocupações referentes à montagem, ao manuseamento do produto, bem como a sua manutenção acarretam em fatores com princípios ergonômicos, tais quais: usabilidade e segurança.

2.4.5.1 Usabilidade

Segundo Baxter (2000) e Kotler (2000), a usabilidade é um dos fatores que diferenciam a experiência entre utilização de produtos concorrentes, assim, utilizar um produto de maneira agradável, e satisfatória marca uma relação de fidelidade, e aprimora a relação com os aspectos simbólicos do produto.

Lida (2005) relata que usabilidade é um neologismo, traduzido do inglês *usability*, que significa facilidade e comodidade no uso dos produtos, tanto no ambiente doméstico como no profissional. Relaciona-se com o conforto, mas, sobretudo, com a eficiência do produto.

Usabilidade significa que as pessoas que usam o produto o usam rapidamente e facilmente para realizar as suas próprias tarefas. Isso significa que a usabilidade compreende quatro fatores: Usabilidade significa focar no usuário; pessoas usam produtos para serem mais produtivas; usuários são pessoas atarefadas tentando realizar tarefas; usuários decidem quando o produto é fácil de usar. (MORAES e ROSE, 2005).

Desenvolver produtos para que todos os envolvidos no manuseio possam executar suas tarefas de forma satisfatória é um desafio no projeto detalhado do produto, mas o estabelecimento de elementos de fixação móveis que permitem a usabilidade na montagem e na manutenção do produto é um desafio no projeto conceitual, partindo do princípio que a escolha do elemento influenciará no aspecto visual do produto.

A tarefa de troca de baterias de um compartimento eletrônico pode ser realizada de maneira satisfatória ou não, a depender do projeto desse elemento de fixação da tampa e do compartimento.

Todavia, se for priorizada a segurança, ao dificultar a sua abertura por pessoas não autorizadas, justificará a aplicação de um elemento de fixação condizente aos objetivos do produto, mas essa relação poderá afetar, caso não planejado pelo designer, a semântica, o simbolismo e principalmente os aspectos visuais.

lida (2005) afirma que a usabilidade pode ser melhorada com a alteração de determinadas características físicas do produto, como dimensões, pesos, formas, resistências e outras, devendo visar sempre à adaptação do produto às características do usuário ou grupos de usuários. Por isso, cabe salientar a utilização de ferramentas como o QFD, que permitem analisar e qualificar os requisitos de cada cliente do ciclo de vida do produto.

2.5 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS TERMOPLÁSTICOS INJETADOS

Ao existir a necessidade de associar parâmetros estéticos aos funcionais, o estudo morfológico precisa ser condizente com os parâmetros técnicos, que por instantes limitam a geometria, a superfície, a textura e por vezes os sistemas mecânicos do produto em questão (MALLOY, 1994). Sors *et al* (199-?) afirmam que alguns conceitos básicos devem ser atendidos, e compreendidos, para uma maior eficiência do processo de desenvolvimento de produtos plásticos.

Partindo do pressuposto, segundo Baxter (2000), que o designer, em empresas que visam inovação tecnológica e investem em pesquisa e desenvolvimento, contribui para o cumprimento da estratégia organizacional, e as decisões tomadas no início do desenvolvimento influenciam todo o processo, o profissional de design precisa contornar a morfologia do produto termoplástico enxergando o seu desenvolvimento de maneira integrada, fazendo com que a sua proposta configurativa esteja condizente com as limitações de ferramentas, máquinas-ferramentas e capacitação humana.

Bonsiepe *et al* (1984) sublinha que o designer deve ser o gerenciador das tomadas de decisão nesse desenvolvimento. Já Baxter (2000) salienta que o designer ideal é aquele que possui habilidades tanto para a elaboração de um *rendering* eficaz, elaboração de pesquisa mercadológica concisa e conhecimento para debate de soluções técnicas. Porter (2007) e Ferreira (1997) salientam que por se tratar de um processo integrado, existe a colaboração de especialistas de áreas distintas de modo a solucionar problemas peculiares, pois a demanda em minimizar tempo é uma das chaves favoráveis à competitividade. Assim, conhecimentos prévios do processo de injeção, bem como características de projeto de molde, são fundamentais para que o projeto de produto seja eficiente e atenda os parâmetros mercadológicos.

Portanto, é necessário que o designer estabeleça parâmetros técnicos condizentes na elaboração de projetos de peças termoplásticas, e por isso, é imprescindível que ele atente aos impactos que as restrições de projeto podem fornecer aos pressupostos estéticos e ergonômicos.

2.5.1 Projeto de peças termoplásticas injetadas

Segundo Lima (2006), o processo de moldagem por injeção é um dos processos mais utilizados no campo de produtos termoplásticos devido à precisão e qualidade das peças, bem como produção em larga escala. Por Harada (2004), tem-se que a peculiar característica desse processo é a obtenção de peças termoplásticas através da aplicação de parâmetros tais como: pressão, temperatura e velocidade do termoplástico amolecido que é direcionado para um molde, que é o negativo da peça concebida no projeto.

Preocupações no projeto de peças termoplásticas são comuns no que tange às características do projeto do molde e ferramentas. É importante notar que o material termoplástico quente na cavidade do molde, quando resfriado, contrai, assim, Glanvill e Denton (1989, p. 111) recomendam que seja adicionada uma tolerância de contração para calcular a dimensão correspondente da ferramenta, os fatores que provocam esta contração são descritos no quadro 2. Tais fatores influenciam no projeto de produtos termoplásticos.

Quadro 2: Fatores que influenciam na contração de uma peça moldada

Molde
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Área de entrada ou ponto de injeção (maior área, menor contração) ▪ Espessura da parede do produto (maior espessura, menor contração) ▪ Temperatura do molde (maior temperatura, maior contração)
Máquina Injetora / Parâmetro de Injeção

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciclo de Moldagem (ciclo maior, menor contração) ▪ Pressão de Injeção (maior pressão, menor contração) ▪ Velocidade e Temperatura do Moldado
Material Plástico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cristalinidade (maior densidade, maior contração) ▪ Temperatura (maior temperatura, maior contração)

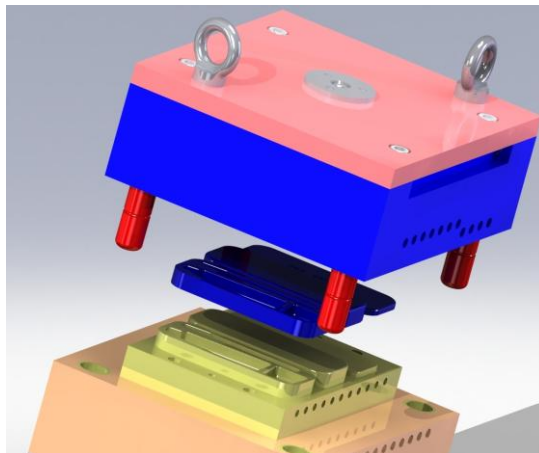
Fonte: Adaptado de Harada (2004).

Glanvill e Denton (1989, p. 113) afirmam que as tolerâncias mostradas nos desenhos da peça devem cobrir além do desempenho funcional e contemplar variações de contração, ângulo de saída do molde e tolerâncias necessárias para a confecção da ferramenta.

Harada (2004) afirma que ao projetar um molde de injeção, as primeiras considerações se referem ao peso, tamanho e desenho da peça, para depois decidir a localização e a quantidade de cavidades do molde, bem como os locais dos elementos de extração, necessidades de inserções metálicas, roscas e outras particularidades, assim os principais dados considerados pelo projetista da máquina injetora devem ser: a capacidade de injeção, força de fechamento e sua capacidade de plastificação.

Pelo fato de moldar a peça projetada, Griskey (1995) relata que as cavidades do molde por si só, representam uma mistura de engenharia e arte, ou seja, a formulação funcional do produto necessita estar coerente com a concepção estética. A figura 13 destaca de maneira simulada um molde e uma peça moldada. Segundo Menges *et al* (2000), em um projeto de molde, mesmo que todas as partes possuam aspectos importantes para a boa funcionalidade e produtividade do molde, as regiões de moldagem, cavidades e machos, requerem atenção especial, uma vez que as mesmas interagem diretamente com o termoplástico e com o fluido utilizado no controle de temperatura do molde.

Figura 13: Simulação do molde e peça termoplástica em CAD



Fonte: http://simeros.com/?page_id=206

Dentre as considerações de Harada (2008, p. 94), o tamanho e forma da peça, e principalmente, a superfície de abertura do molde requerem atenção especial para este trabalho. Desta maneira ele argumenta:

A contração desigual em um produto moldado por injeção causa distorção dimensional ou rechupe [...] o pior tipo de rechupe é aquele causado pelo projeto deficiente da peça. Assim a peça deve ser projetada de forma a prevenir sua indesejável ocorrência [...] a contração é diretamente proporcional à espessura de parede, que deve, portanto ser uniforme. Espessuras de paredes diferentes numa mesma peça podem ocasionar algum tipo de rechupe, tanto devido ao alívio de tensão, como concentração de tensões no moldado. (HARADA, 2008, p. 300).

Segundo Harada (2008), a superfície de abertura do molde, ou seja, a linha de separação entre as duas metades de um molde, deixa marcas, podendo afetar a estética do produto, por isso ele recomenda que a linha de separação seja programada em uma parte onde a abertura da peça seja funcional e aceitável. Outros fatores tais como: geometria da peça a ser moldada, sua aplicação ou uso, acabamentos superficiais referentes aos valores estéticos, considerações econômicas, bem como propriedades específicas: condutividade térmica, resistência mecânica, ductilidade, dureza e tratamentos térmicos que podem ser empregados, influenciam no projeto do molde.

Rosato (1993), Rees (1995) e Menges *et al* (2000) argumentam que características do produto, quanto ao tipo de polímero a ser injetado,

contração, dentre outras, devem ser fornecidas previamente, pois são de grande importância para o projeto do molde.

Essas características são determinantes ao projeto e influenciam, na aparência estética do produto, dimensões geométricas, definição das cavidades mínimas e na previsão de desgaste do molde ocasionado pela produção, com isso, o designer deve ter conhecimentos para sobrepujar tais restrições no projeto de produto.

Como foi abordado neste capítulo, o processo de desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados, apesar de ser constituído por um processo dinâmico e integrado, com participações de áreas de conhecimentos distintas, a abordagem epistemológica da metodologia é compreendida de forma específica para cada área.

Enquanto o designer percebe a constituição do produto de maneira a harmonizar parâmetros estéticos, ergonômicos e funcionais, os engenheiros percebem este processo através da modelagem da função, a fim de perceber as interações físicas do produto estabelecendo medições numéricas e precisas no estabelecimento da qualidade e eficiência da manufatura e produção.

Para que este processo seja desenvolvido com eficiência e eficácia, é necessário que o designer configure o produto engendrando modelagem funcional proposta pela engenharia e os parâmetros técnicos de fabricação dos moldes.

3 MÉTODOS E ANÁLISES PARA O DESENVOLVIMENTO DA MDAQ

Neste capítulo são apresentados os procedimentos utilizados para o desenvolvimento desta dissertação. Assim, apresentar-se-ão as definições dos tipos de pesquisa, instrumentos e técnicas utilizadas.

De acordo com Rudio (2004), o método é o que distingue a pesquisa científica de outra modalidade qualquer, pelo direcionamento à realidade empírica e pela forma de comunicar o conhecimento obtido.

Com o propósito de compreender os fenômenos envolvidos, adotou-se a técnica de observação científica, que segundo Rudio (2004, p.41), surge para valer-se das possibilidades que dão maior validade, fidedignidade e eficiência à pesquisa.

Desta maneira, foi adotada a observação científica sistemática, cuja técnica envolve o campo de projetos de produtos termoplásticos injetados, e nele os engenheiros, designers e técnicos envolvidos no processo.

O ambiente virtual da internet colaborou para a aplicação, coleta de dados e tabulação dos questionários aplicados para fundamentar os índices propostos aos elementos de fixação em contraponto aos requisitos de desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados adotados.

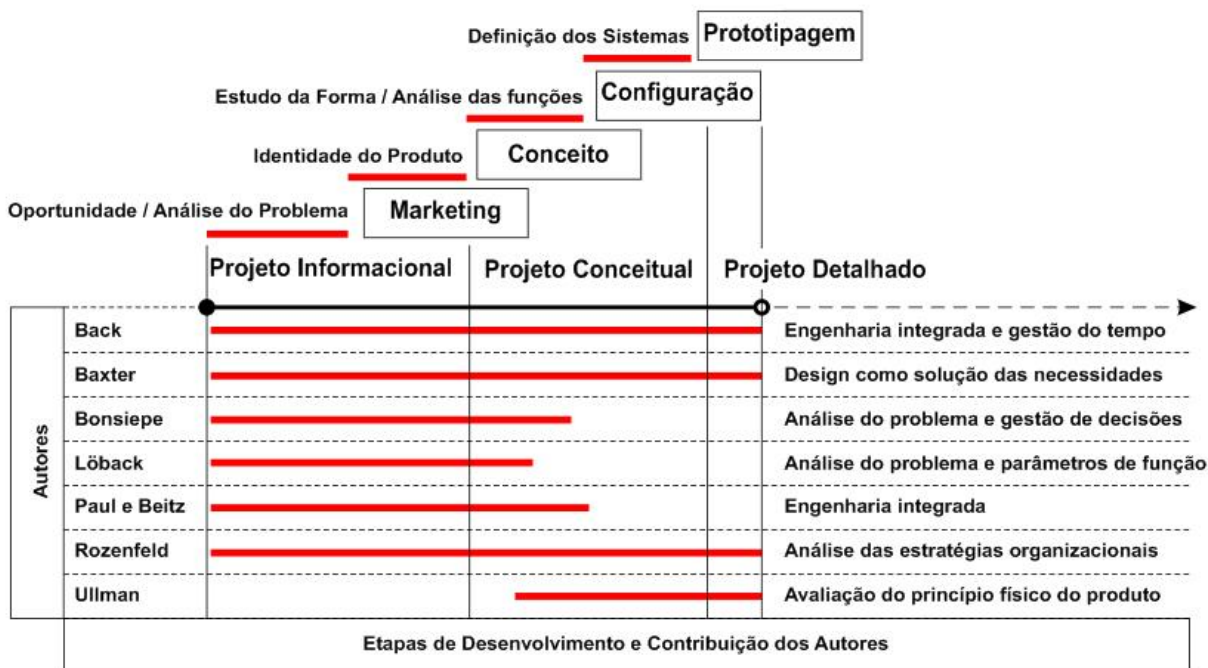
Para obtenção da matriz proposta como meio para a tomada de decisão dentre elementos de fixação aplicáveis, em termos de metodologia, apoiou-se em métodos qualitativos e quantitativos, através da pesquisa teórica que teve por base, fundamentar o modelo teórico e ampliar generalizações, promovendo condições para a proposta de intervenção. Assim como a pesquisa empírica, através de respostas de especialistas, subsidiou a seleção dos aspectos essenciais que compuseram a matriz. Esses dados empíricos facilitaram concatenar a prática e a teoria.

A proposta de metodologia para auxiliar o designer na escolha de elementos de fixação que irão compor o produto surge como um desafio para adequar requisitos de engenharia de fabricação de peças

termoplásticas injetadas aos pressupostos de estética e ergonomia inerentes aos projetos de design, permitindo a redução do tempo do projeto detalhado do produto, já que esta etapa permite ao designer, ainda no projeto conceitual, desenvolver uma configuração morfológica tecnicamente, mais elaborada.

A figura 14 ilustra as etapas de desenvolvimento de produtos relevantes na elaboração da metodologia proposta nesta dissertação, bem como um resumo da colaboração de alguns autores nela representados. A barra horizontal que parte de cada autor sugere a sua contribuição teórica no processo. Vale ressaltar que a proposta metodológica, apesar de influenciar todo o processo de desenvolvimento do produto, está focada na definição dos sistemas, etapa que varia do projeto conceitual e configuração.

Figura 14: Etapas de desenvolvimento e contribuição dos autores.



Fonte: Próprio Autor

A metodologia proposta está baseada nas diferentes contribuições metodológicas listadas a seguir:

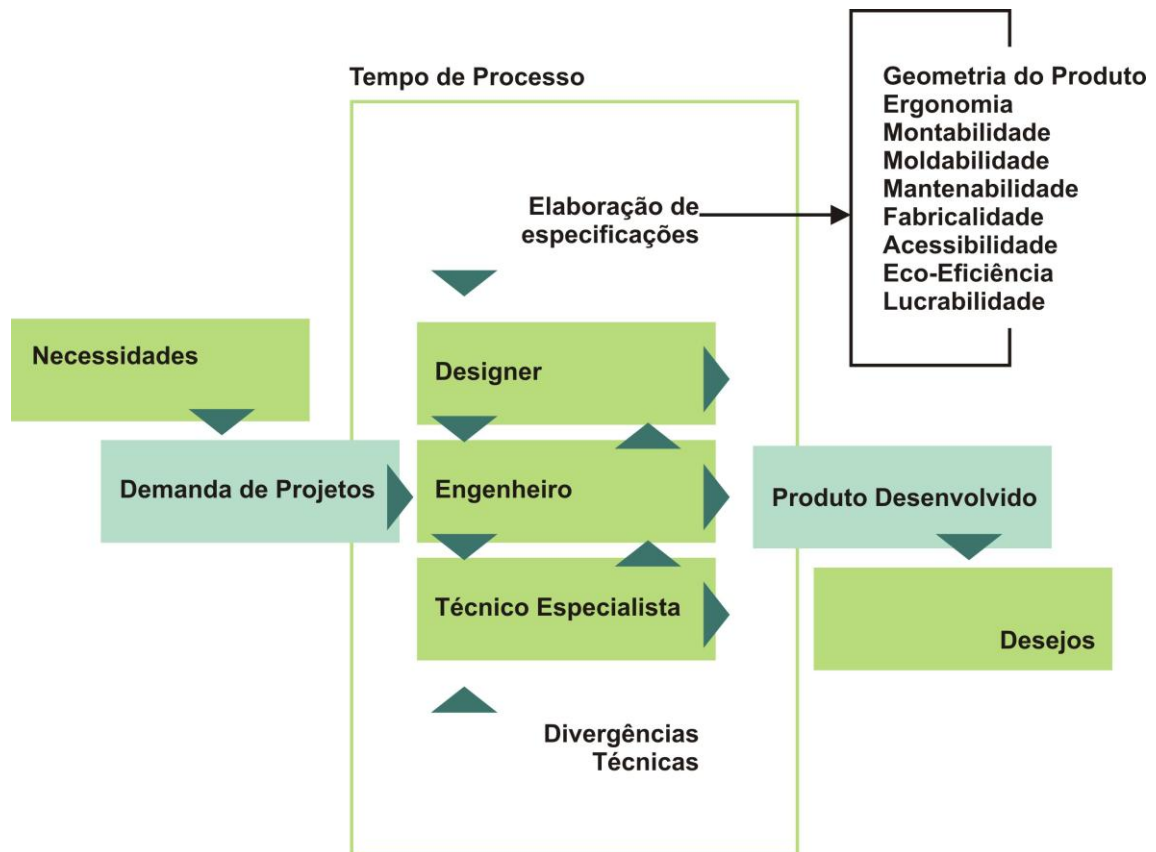
- Back (2008) – integração do processo de desenvolvimento do produto;
- Baxter (2000) – métodos de investigação das oportunidades mercadológicas, estudo de produtos concorrentes e análise de QFD como uma das ferramentas para o desenvolvimento de produtos com foco na satisfação das necessidades humanas e eficiência do processo;
- Bonsiepe (1998) – métodos de gestão na tomada de decisões através de metodologias que priorizam a identificação e o estudo do problema a ser solucionado;
- Löback (2001) – métodos com foco na influência de fatores externos para a definição de parâmetros para a função unitária, e de ordem prática, estética e simbólica do produto;
- Rozenfeld et al (2006) – análise do processo integrado de desenvolvimento de produtos, estudo de árvore de função e análise do QFD com foco nos processos agregados às estratégias organizacionais com base no ciclo de vida do produto; e
- Ullman (2000) – determinação de princípios de solução através da avaliação do princípio físico do produto, além da avaliação amparada por medições numéricas e precisas para comparar parâmetros de qualidade.

3.1 COMPARAÇÃO DO MÉTODO ATUAL E O MODELO PROPOSTO

De maneira genérica o método atual é composto pela utilização de ferramentas para relacionar necessidades dos clientes com parâmetros técnicos, elaboração de especificações-meta, modelagem funcional e aplicação de matrizes (decisória, morfológica ou triz) que definirão a

configuração do produto. As divergências técnicas estão presentes, pois cada profissional que compõe a equipe técnica se preocupa com responsabilidades inerentes ao próprio conhecimento tácito e científico, conforme figura 15.

Figura 15: Modelagem do método atual de desenvolvimento de produtos.

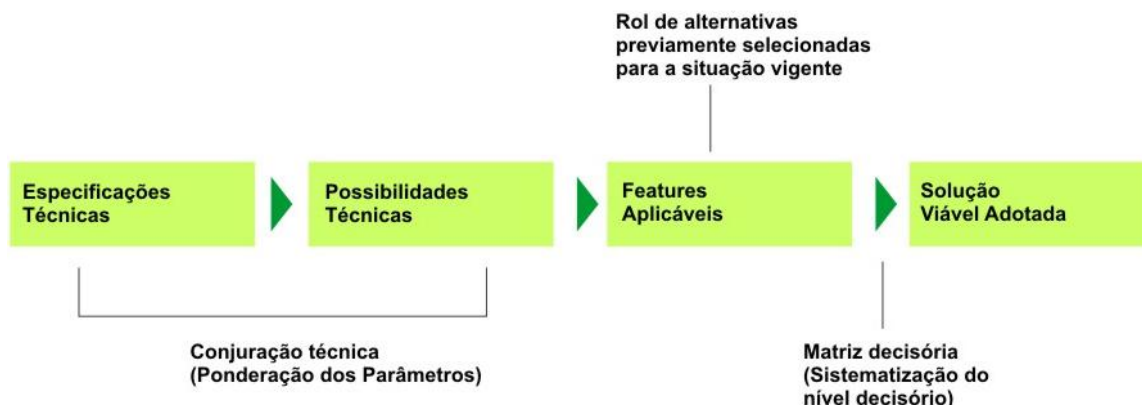


Fonte: Próprio Autor

Nesse método, geralmente o designer desenvolve alternativas morfológicas sem ter preocupações com soluções mecânicas de fixação, gerando em muitas ocasiões retrabalho.

No modelo proposto, o designer, terá como suporte, indicadores que facilitam escolher o elemento de fixação mais adequado à solução, o que permite elaborar, de maneira prática e objetiva, as concepções estéticas condizentes aos parâmetros técnicos de fabricação. A figura 16 representa a modelagem conceitual da proposta sugerida.

Figura 16: Modelagem conceitual da proposta.

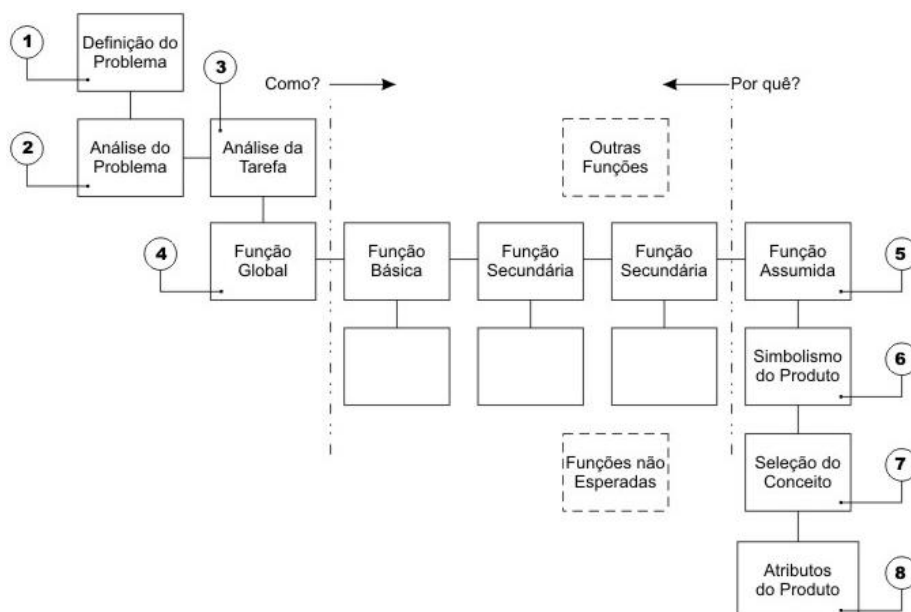


Fonte: Próprio Autor

3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O método proposto contempla a utilização de ferramentas matriciais que facilitam escolher elementos de fixação condizentes às necessidades previamente identificadas. A figura 17 apresenta um diagrama de localização metodológica da proposta.

Figura 17: Organograma de desenvolvimento de produtos

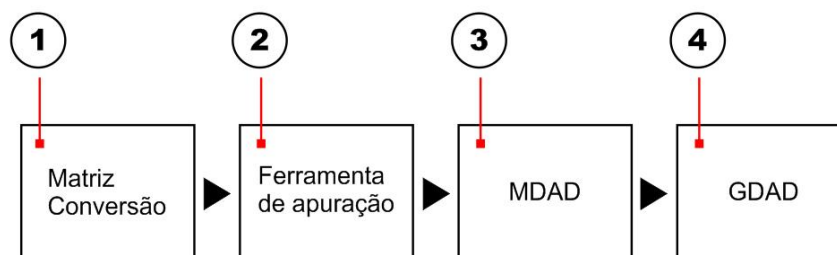


Fonte: Próprio Autor

As matrizes propostas são desenvolvidas de maneira antológica, e sua definição depende dos requisitos que se referem aos critérios estabelecidos pelos clientes e aos parâmetros técnicos estabelecidos pela equipe técnica. Esta possibilidade permite que o designer estabeleça sincronia entre sugestões estéticas, ergonômicas e funcionais com parâmetros técnicos, concretizando as soluções mecânicas de fixação das partes intercambiáveis do produto termoplástico planejado.

Para um melhor entendimento, a figura 18 detalha o fluxo de informações presentes nessa metodologia, onde a ordem representa entradas e saídas. E, para facilitar, existe uma ordem numérica e a devida explicação.

Figura 18: Fluxo do Procedimento Metodológico.



Fonte: Próprio Autor

- 1- Matriz Conversão: Baseada no QFD é responsável pela aquisição dos graus de importância de cada requisito de fabricação;
- 2- Ferramenta de apuração: Baseada nas notas de critério e nos percentuais destas, obtidas através de pesquisa de campo é responsável pela base de dados da MDAD (Matriz Decisória de Auxílio ao Designer);
- 3- MDAD: Relaciona os elementos de fixação com os critérios de engenharia. Está baseada na Ponderação entre as Notas de Critério (obtidas na Ferramenta de apuração) e os Graus de importância (obtidos na Matriz Conversão). O resultado desta matriz indica o mais adequado elemento de fixação para

determinada situação e é a base para alimentar o GDAD (Gráfico Decisório de Auxílio ao Designer);

- 4- GDAD: Responsável pela visualização gráfica do elemento mais adequado a aplicação.

A seguir uma descrição mais detalhada das etapas desse processo metodológico.

3.2.1 Matriz de Conversão

A matriz de conversão é parte do QDF, e nela existe a relação entre os critérios (requisitos dos clientes) e os parâmetros de engenharia (requisitos técnicos). A análise desta matriz fornece como resultado o grau de importância. A figura 19 demonstra um exemplo desta matriz.

Figura 19: Exemplo da Matriz Conversão.

		Grau de Importância							
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Grau de Desejo							
		Parâmetros de Engenharia							
		Fabricabilidade	Montabilidade	Ergonomia	Mantenebilidade	Eco-eficiência	Custo	Estética	Classificação
Critérios	Não Deve conter Peças Pequenas	0	0	0	0	0	0	0	0
	Não Deve conter Peças Pontagudas	0	0	0	0	0	0	0	0
	A Ergonomia Deve Respeitar as Dimensões da Criança	0	0	0	0	0	0	0	0
	As Partes não Deverão soltar com Facilidade	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aparência Condizente ao Público-Alvo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deve Facilitar a Limpeza	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deve Ser Impermeável	0	0	0	0	0	0	0	0
	Não Conter Fio	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deve Ser Leve	0	0	0	0	0	0	0	0
	Deve Funcionar com Pilhas Alcalinas "AAA"	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fácil Acesso a Manutenção das Pilhas	0	0	0	0	0	0	0	0
	Difícil Acesso das Crianças ao Compartimento de Pilhas	0	0	0	0	0	0	0	0

Legenda Grau de Desejo		
Símbolo	Número	Conceito
"+"	1	Facultativo
"++"	2	Básico
"+++"	3	Essencial
"++++"	4	Diferencial

Legenda Relação		
Símbolo	Número	Conceito
"+"	1	Fraco
"++"	2	Médio
"+++"	3	Forte
0	0	Nulo

Fonte: Próprio Autor

- Critérios: Correspondem aos desejos de cada cliente do processo, o usuário final, engenheiros, técnicos, designers e principalmente os profissionais de mercado.

- Parâmetros de Engenharia: Correspondem à adequação dos desejos dos clientes aos requisitos de projeto do produto, esses requisitos são dispostos em classes, tais quais:
 - a. Fabricabilidade (requisitos que determinam facilidade na fabricação do molde, ferramentas, produtos e processos);
 - b. Montabilidade (requisitos que determinam facilidade no processo de montagem das partes cambiáveis do produto termoplástico injetado);
 - c. Manutenibilidade (requisitos que determinam facilidade na manutenção do produto, ou implica na obsolescência do produto termoplástico injetado);
 - d. Ergonomia (requisitos que determinam adequação da forma a função, ou usabilidade e segurança no acesso interno ao produto);
 - e. Ecoeficiência (requisitos que determinam a influência do elemento de fixação no meio-ambiente, como capacidade de reciclagem ou reaproveitamento; e
 - f. Custo (requisitos que determinam o grau de influência no custo de produção do molde e ferramentas);
- Corpo da Matriz de conversão: corresponde à zona de relacionamento entre os requisito dos clientes (linhas) e os requisitos de fabricação (colunas), sendo assim, cada cliente colocará sinal positivo “+” para relação fraca com valor nominal de 1 ponto, duplo positivo “++” para relação média com valor nominal 2 e triplo positivo “+++” para relação forte com valor nominal 3, caso haja necessidade, aplicará o valor nominal zero, para deixar como nula a relação dos requisitos;
- Grau de Desejo: corresponde ao grau de prioridade de cada parâmetro de Engenharia em relação ao projeto, onde: grau 1 corresponde a um desejo facultativo, grau 2 a um desejo básico, grau 3 a um desejo essencial e grau 4 a um desejo diferencial;
- Grau de Importância: corresponde ao produto da média aritmética das relações dos requisitos e o grau de desejo;

- Classificação: corresponde à ordem de prioridade no desenvolvimento da configuração.

3.2.2 Ferramenta de apuração

A ferramenta de apuração é determinada a partir da análise da pesquisa de campo, onde se verificou com especialistas o nível de complexidade, influência e confiabilidade de 17 elementos de fixação móvel no projeto de produtos termoplásticos injetados. A figura 20 demonstra o esquema dessa ferramenta e os resultados que balizam a MDAD, sendo assim:

Figura 20: Esquema da Ferramenta de Apuração.

Critérios	Mín					Max	NC	%		
	1	2	3	4	5					
Complexidade no Projeto do Molde	1	2	3	4	5					
Complexidade no Acabamento Superficial do Molde	1	2	3	4	5					
Complexidade da Montagem das Partes do Produto	1	2	3	4	5					
Complexidade da Manutenção do Produto	1	2	3	4	5					
Influência ao Acesso Interno do Produto	1	2	3	4	5					
Impacto na Reciclagem do Produto	1	2	3	4	5					
Impacto no Custo de Produção do Molde	1	2	3	4	5					
Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	1	2	3	4	5					
	Nota	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Confiabilidade da União das Partes	▲	1	2	3	4	5				
	Nota	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5

Fonte: Próprio Autor

- 1- Imagem do elemento de fixação móvel;
- 2- Legenda do elemento de fixação com objetivo de simplificar a MDAD;
- 3- Classe dos Critérios: nos critérios de classe CI, quanto menor o nível de complexidade ou impacto, melhor para o projeto e

consequentemente maior será a nota, a classe CII se comporta de maneira adversa;

- 4- Indicadores de Importância: responde graficamente aos desejos dos critérios;
- 5- Apuração da Nota do Critério analisado: o resultado é a média aritmética do grau de maior percentual votado;
- 6- Apuração do percentual de especialistas que votaram no grau vencedor correspondente;
- 7- Legenda das notas de critério de classe CI;
- 8- Legenda das notas de critério de classe CII.

3.2.3 Matriz decisória de auxílio ao designer (MDAD)

A Matriz decisória de auxílio ao designer é uma ferramenta de decisão que direcionará o designer ao elemento mais indicado para determinada situação avaliada, dessa maneira, ele poderá planejar os princípios estéticos, de estilo e ergonômicos adequados aos limitantes do elemento escolhido. A figura 21 demonstra uma aplicação da ferramenta.

Figura 21: Esquema da MDAD.

		Grau de Importancia (PESO)																		Total
		1		1		1		1		1		1		1		3				
		FB	ET	MO	MA	ER	EC	CT	CT	SG										
Elementos de Fixação Móveis	Critérios	Complexidade no projeto do Molde		Complexidade no acabamento superficial do Molde		Complexidade da montagem das partes do Produto		Complexidade da Manutenção do Produto		Influência ao Acesso Interno do Produto		Impacto na Reciclagem do Produto		Impacto no Custo de Produção do Molde		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta		Contabilidade da União das Partes		
		NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	
	A	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	2,0	2	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	9	36
	B	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	3,0	3	2,0	6	32
	C	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	4,0	4	4,0	4	3,0	3	3,0	3	3,0	9	36
	D	3,0	3	4,0	4	3,0	3	3,0	3	5,0	5	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,5	11	39,5
	E	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	5,0	5	5,0	5	2,0	2	4,0	4	3,0	9	38
	F	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	4,0	4	2,0	2	2,0	2	3,0	9	33
	G	3,0	3	3,0	3	2,0	2	3,0	3	4,0	4	4,0	4	2,5	2,5	2,0	2	4,0	12	35,5
	H	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	2,0	2	4,0	12	35,5
	I	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	2,0	2	3,5	3,5	5,0	5	2,5	2,5	3,0	3	1,5	4,5	29
	J	1,0	1	3,5	3,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	4,0	4	4,0	12	37,5
	K	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	9	34,5
	L	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	9	33
	M	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	5,0	5	3,0	3	3,5	3,5	3,0	9	36,5
	N	3,0	3	1,0	1	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	9	31
	O	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,5	3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,0	3	5,0	15	40,5
P	2,0	2	3,0	3	3,5	3,5	3,0	3	4,0	4	2,0	2	3,0	3	3,5	3,5	5,0	15	39	
Q	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	4,0	4	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	9	37	

Legenda	
FB	Fabricidade
ET	Estética
MO	Montabilidade
MA	Mantenabilidade
ER	Ergonomia
EC	Eco-Eficiência
CT	Custo
SG	Segurança
NC	Nota do Critério
NP	Nota Ponderada

Fonte: Próprio Autor

- 1- Elementos de fixação: são indicados pela legenda que corresponde a letras maiúsculas do alfabeto. Cada letra corresponde a um elemento de fixação móvel presente em imagem na ferramenta de apuração;
- 2- Critérios: determinam os critérios presentes na pesquisa de campo e conseqüentemente na ferramenta de apuração;
- 3- Classe dos Critérios: determinam os requisitos de fabricação destacados na Matriz de Conversão;
- 4- Grau de Importância: corresponde ao resultado obtido na Matriz de Conversão em relação a cada requisito de fabricação ou classe de critérios;
- 5- Corpo da Matriz: corresponde à ponderação entre as Notas de Critério (obtidas na ferramenta de apuração) e o grau de importância (obtido na Matriz de Conversão);
- 6- Total ou Resultado da Matriz: cada linha corresponde à soma da ponderação obtida, o maior resultado indica o elemento mais adequado. A MDAD constrói de forma dinâmica o GDAD, que indica de forma gráfica o resultado obtido.

Definidas as relações na Matriz de conversão, é necessário o estabelecimento dos elementos de fixação, a seleção desses elementos foi estabelecida pela ocorrência nos produtos termoplásticos injetados e suas características foram listadas a partir de Malloy (1994).

Os elementos de fixação foram julgados por especialistas e desta maneira estabeleceram-se índices padronizados para serem instrumentos da segunda etapa da metodologia proposta.

3.3 PESQUISA DE CAMPO

O desenvolvimento da matriz está baseado no método decisório elaborado por Pugh. As adaptações foram executadas para que houvesse um melhor relacionamento da técnica com a proposta de metodologia.

Com a finalidade de obter indicadores ou notas de cada relação entre elemento e os atributos, uma pesquisa com 31 profissionais da área de desenvolvimento de produtos foi elaborada. A disposição dos profissionais e as áreas correspondentes estão dispostas no quadro 3.

Quadro 3: Relação de Cadastros

Profissão	Quantidade Cadastrada
Engenheiro	11
Designer	16
Produção (Gerente)	1
Ferramenteiro	3

Fonte: Próprio Autor

3.3.1 Pesquisa de campo online

Para tornar mais eficiente a pesquisa, foi desenvolvida uma página na Internet com domínio próprio: <http://www.rodrigoluz.com/pesquisa.asp> em ambiente de servidor Windows, programação em Active Server Pages (ASP) e scripts em Asynchronous Javascript and XML (AJAX).

Os softwares utilizados foram:

- MySQL: Sistema de gerenciamento de banco de dados com utilização de linguagem de consulta estruturada [Structured Query Language];

- Dreamweaver: Confeção das páginas com codificação HTML/ASP/AJAX;
- Macromedia Flash: Utilização da própria IDE para confeccionar os títulos das páginas e auxílio na programação em Action Script 3;
- Adobe Photoshop CS4: Utilização no tratamento das figuras.

Como ferramenta para divulgação do link, utilizou-se de páginas de rede social: Facebook (www.facebook.com), Linked In (www.linkedin.com) e cadastros pessoais.

A pesquisa foi disponibilizada entre os meses de julho de 2011 a março de 2012.

A figura 22 representa a página de cadastramento, onde o profissional cadastra o e-mail, nome e área profissional.

Figura 22: Página de cadastramento da Pesquisa

Pesquisa - Login

Essa pesquisa integra parte prática da dissertação cujo tema é Metodologia na tomada de decisões no processo de desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados, que será apresentada ao Mestrado Profissional em Gestão de Tecnologia Industrial (ITA/UFBA/Faculdade Tecnológica SENAI/Cimtec).

Objetivo da Pesquisa: Investigar nas formas geométricas de alguns recursos aplicados a peças termoplásticas injetadas o grau de preferência dos projetistas de molde, engenheiros e designers de produto no que tange a fabricação, montagem, manutenção e reciclagem.

Instrução: São 18 questões relacionadas à features termoplásticos e em cada uma delas há uma figura com linhas de respostas pré-definidas, nas quais o solicitante irá assinalar um número que corresponderá ao grau de preferência.

Peço sutileza e dedicação na resolução das questões.

Digite seu email para efetuar a pesquisa, caso ainda não seja cadastrado [[Clique Aqui](#)].

Email:

Nome:

Você é: Escolha

Cadastramento

Fonte: Próprio Autor

Depois de realizado o preenchimento do cadastrado, o mesmo era encaminhado para a tela inicial da pesquisa, onde o profissional respondia

ao questionário composto por 4 páginas contendo ao todo 17 questões relacionadas aos elementos de fixação presentes em produtos termoplásticos injetados.

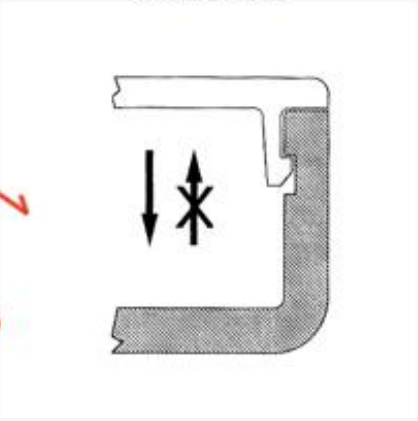
Todas as questões possuem a imagem do elemento pesquisado, campo fechado (escala de nível de influência entre 1 (mínimo) e 5 (máximo), de forma que foi permitido assinalar apenas um índice para cada atributo) e campo aberto para comentários, conforme figura 23.

Figura 23: Página do Questionário

Pesquisa

Snap Inseparável

Imagem



Campo fechado

Campo aberto

Esse recurso é utilizado em conexão de partes com objetivo de uma união rápida, porém desacoplamento complicado

Nível de Complexidade no Projeto do Molde Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Complexidade no Acabamento Superficial do Molde Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Complexidade da Montagem das partes do Produto Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Complexidade da Manutenção do Produto Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Influência ao acesso interno do Produto Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Impacto na Reciclagem do Produto Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Impacto no Custo de Produção do Molde Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Impacto no Custo de Produção da Ferramenta Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Nível de Confiabilidade da União das Partes Mín. 1 2 3 4 5 Máx.

Comentário:

Fonte: Próprio autor

Finalizada, a pesquisa ficou disponível para a consulta do pesquisador, que possui login e senha para as páginas administrativas, priorizando o sigilo necessário, dessa maneira poderá obter a coleta de dados e tabulação de maneira eficiente e rápida.

Acessada a página administrativa, o pesquisador pode obter a quantidade de cadastrados respondentes e não-respondentes conforme figura 24.

Figura 24: Página de acesso ao controle do cadastro

Fonte: Próprio autor

3.3.2 Relação de Critérios da Pesquisa de Campo

A seguir são listados e conceituados os critérios utilizados na pesquisa de campo.

1. Complexidade no projeto do Molde – Influência na fabricação do produto, quanto menor for o nível de complexidade para a confecção do projeto do molde, melhor será avaliado;
2. Complexidade no acabamento superficial do Molde – Influência na estética do produto, quanto menor for o nível de complexidade no acabamento superficial do molde, melhor será avaliado;
3. Complexidade da montagem das partes do Produto – Influência na montagem do produto, quanto menor for o nível de

complexidade na montagem das partes do produto, melhor será avaliado;

4. Complexidade da Manutenção do Produto – Influência na Manutenção do produto, quanto menor for o nível de complexidade na manutenção do produto, melhor será avaliado;
5. Influência no Acesso Interno do Produto – Influência na ergonomia do produto, acessibilidade, quanto menor for o nível de influência ao acesso interno do produto, melhor será avaliado;
6. Impacto na Reciclagem do Produto – Influência na ecoeficiência do produto, quanto menor for o nível de influência na reciclagem do produto, melhor será avaliado;
7. Impacto no Custo de Produção do Molde – Influência no custo de fabricação do produto, quanto menor for o nível de impacto no custo de produção do molde, melhor será avaliado;
8. Impacto no Custo de Produção da Ferramenta – Influência no custo de fabricação do produto, quanto menor for o nível de impacto no custo de produção da ferramenta, melhor será avaliado;
9. Confiabilidade da União das Partes – Influência na ergonomia do produto, segurança, quanto maior for o nível de confiabilidade da união das partes, melhor será avaliado.

3.3.3 Critérios para Formulação das Notas

Para tornar mais didática a formulação das notas, os critérios estabelecidos para a votação foram divididos em dois grupos, CI, critério 1 e CII, critério 2.

No CI, quanto menor o grau assinalado mais eficiente é o elemento de fixação, desse modo o grau 1 assinalado na pesquisa equivale a nota 5 e assim sucessivamente. No CII, quanto menor o grau assinalado, mais eficiente é o elemento, de modo que o grau 1 equivale a nota 5.

Nas questões onde os graus foram marcados em mais de uma opção, a nota corresponde a média aritmética. Para tonar um padrão as notas variam conforme o arranjo: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5 e 5.

3.3.4 Análise dos elementos da Pesquisa de Campo

A seguir são listados os elementos de fixação e descritas as análises de cada situação pontuada. Os elementos foram tipificados em letras com objetivo de simplificar.

1) Elemento tipo A

O elemento de fixação tipo A corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto, que permite acoplamento fácil e não permite desacoplamento, ideal para utilização em produtos que não necessitam de desacoplamento, a figura 25 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 25: Trava tipo A

		Critérios	NC	%		
A	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	40	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	40	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	5,0	40	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	33	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	2,0	40	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	47	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	53	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	67	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	40
Nota						

Fonte: Próprio Autor

2) Elemento tipo B

O elemento de fixação tipo B corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto, que permite acoplamento e desacoplamento das partes intercambiáveis do produto de maneira fácil e prática, a figura 26 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 26: Trava tipo B

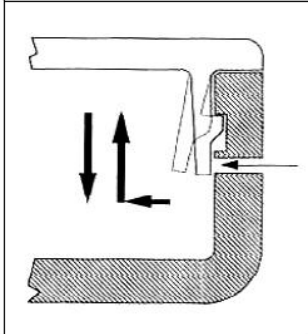
		Critérios	NC	%		
B	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	47	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	47	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	47	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	53	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	47	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	47	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	53	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	60	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	2,0	53
Nota						

Fonte: Próprio Autor

3) Elemento tipo C

O elemento de fixação tipo C corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto que permite acoplamento, todavia o desacoplamento das partes intercambiáveis do produto é realizado com auxílio externo de uma ferramenta. A figura 27 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 27: Trava tipo C

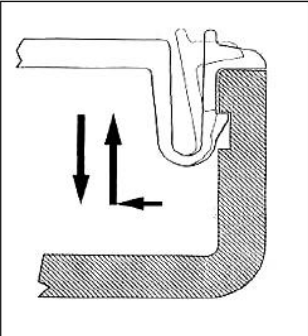
		Critérios	NC	%	
	C	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0 53	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0 47	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	4,0 27	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0 53	
		CI Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0 53	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	4,0 47	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0 47	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0 47	
			Nota		
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0 33
	Nota				

Fonte: Próprio Autor

4) Elemento tipo D

O elemento de fixação tipo D corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto que permite acoplamento, todavia o desacoplamento das partes intercambiáveis do produto é realizado com auxílio externo manual. A figura 28 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 28: Elemento Tipo D

		Critérios	NC	%	
	D	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0 33	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	4,0 40	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0 33	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0 47	
		CI Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	5,0 33	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0 40	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0 40	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0 40	
			Nota		
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,5 33
	Nota				

Fonte: Próprio Autor

5) Elemento tipo E

O elemento de fixação tipo E corresponde a duas travas de termoplástico constituídas no corpo do produto que permitem acoplamento, todavia o desacoplamento das partes intercambiáveis do produto é

realizado com duplo auxílio externo manual. A figura 29 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 29: Elemento tipo E

	Critérios		NC	%		
E	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	47	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	53	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	4,0	47	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	47	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	5,0	33	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	40	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	2,0	40	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	4,0	33	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	53
Nota						

Fonte: Próprio Autor

6) Elemento tipo F

O elemento de fixação tipo F corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto que permite acoplamento, todavia o desacoplamento das partes intercambiáveis do produto é realizado com auxílio externo manual. A figura 30 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 30: Elemento Tipo F

	Critérios		NC	%		
F	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	50	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	50	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	40	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	40	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0	50	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	4,0	40	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	2,0	50	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	2,0	40	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	70
Nota						

Fonte: Próprio Autor

7) Elemento tipo G

O elemento de fixação tipo G corresponde a duas travas de termoplástico constituídas no corpo do produto que têm a função de fixar um subproduto. Esse elemento permite acoplamento, todavia o

desacoplamento do subproduto é realizado com auxílio externo manual. A figura 31 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 31: Elemento Tipo G

	Critérios		NC	%		
G	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	40	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	70	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	2,0	40	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	30	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0	40	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	4,0	40	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	2,5	40	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	2,0	50	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	4,0	50
Nota						

Fonte: Próprio Autor

8) Elemento tipo H

O elemento de fixação tipo H corresponde a dupla trava de termoplástico constituída no corpo do produto que tem a função de fixar um subproduto. Esse elemento permite acoplamento, todavia o desacoplamento das partes do subproduto é realizado com auxílio externo manual, mas possui um limitador. A figura 32 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 32: Elemento Tipo H

	Critérios		NC	%		
H	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	2,5	30	
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	50	
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	30	
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	30	
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	60	
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	4,0	30	
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	50	
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	2,0	40	
		Nota				
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	4,0	40
Nota						

Fonte: Próprio Autor

9) Elemento tipo I

O elemento de fixação tipo I corresponde a duas travas de termoplástico constituídas no corpo do produto que têm a função de fixar um subproduto. Esse elemento permite acoplamento e desacoplamento prático das partes do subproduto. A figura 33 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 33: Elemento Tipo I

	Critérios		NC	%
I	Complexidade no projeto do Molde	▼	2,5	40
	Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	50
	Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	50
	Complexidade da Manutenção do Produto	▼	2,0	40
	CI Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,5	40
	Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	50
	Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	2,5	40
	Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	40
		Nota		
	CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	1,5
		Nota		

Fonte: Próprio Autor

10)Elemento tipo J

O elemento de fixação tipo J corresponde a um jogo de travas de termoplástico, constituídas no corpo de um produto com perfil circular, que tem a função de fixar as partes desse produto. Esse elemento permite acoplamento e desacoplamento prático das partes do produto. A figura 34 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 34: Elemento Tipo J

	Critérios		NC	%
J	Complexidade no projeto do Molde	▼	1,0	60
	Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,5	30
	Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	50
	Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	70
	CI Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	60
	Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	40
	Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	50
	Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	4,0	2
		Nota		
	CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	4,0
		Nota		

Fonte: Próprio Autor

11)Elemento tipo K

O elemento de fixação tipo K corresponde a um anel de trava de termoplástico constituído no corpo de um produto com perfil circular que tem a função de fixar as partes desse produto. Esse elemento permite acoplamento e desacoplamento prático das partes do produto. A figura 35 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 35: Elemento Tipo K

		Critérios		NC	%		
K	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	2,5	30		
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	30		
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	40		
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	70		
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	50		
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	50		
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	50		
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	50		
					Nota		
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	70	
			Nota				

Fonte: Próprio Autor

12)Elemento tipo L

O elemento de fixação tipo L corresponde a um anel de trava de termoplástico constituído no corpo de um produto com perfil circular que tem a função de fixar as partes desse produto. Esse elemento permite acoplamento, todavia não permite desacoplamento. A figura 36 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 36: Elemento Tipo L

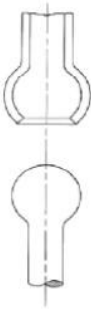
		Critérios		NC	%		
L	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	40		
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	40		
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	40		
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	60		
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	40		
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	3,0	50		
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	50		
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	50		
					Nota		
		CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	40	
			Nota				

Fonte: Próprio Autor

13)Elemento tipo M

O elemento de fixação tipo M corresponde a um eixo-trava de termoplástico constituído no corpo de um produto com ponta esférica e análoga, que permite movimento esférico. A figura 37 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 37: Elemento tipo M


	Critérios			NC	%	
	M	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	40
			Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	40
			Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	60
			Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	70
			Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0	50
			Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	60
			Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	60
			Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,5	40
				Nota		
	CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	30	
Nota						

Fonte: Próprio Autor

14)Elemento tipo N

O elemento de fixação tipo N corresponde a uma eixo-trava de termoplástico constituído no corpo de um produto com ponta cilíndrica e outra análoga constituída de borracha, que permite movimento axial. A figura 38 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 38: Elemento Tipo N

	Critérios			NC	%	
	N	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	50
			Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	1,0	30
			Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	40
			Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	30
			Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,0	60
			Impacto na Reciclagem do Produto	▼	3,0	40
			Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	60
			Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	50
				Nota		
	CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	50	
Nota						

Fonte: Próprio Autor

15)Elemento tipo O

O elemento de fixação tipo O corresponde a uma junção de partes de termoplástico através de parafusos de rosca soberba. Esse elemento permite acoplamento e desacoplamento com utilização de ferramenta. A figura 39 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado

Figura 39: Elemento Tipo O

		Critérios		NC	%		
O	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	60		
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	50		
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,0	30		
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	4,0	50		
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	3,5	40		
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	2,5	30		
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,5	40		
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	40		
					Nota		
		CII		Confiabilidade da União das Partes	▲	5,0	40
				Nota			

Fonte: Próprio Autor

16)Elemento tipo P

O elemento de fixação tipo P corresponde a uma junção de partes de termoplásticos através de parafusos de rosca métrica, neste caso há necessidade de bucha metálica. Esse elemento permite acoplamento e desacoplamento com utilização de ferramenta. A figura 40 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 40: Elemento Tipo P

		Critérios		NC	%		
P	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	2,0	30		
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	40		
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	3,5	30		
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	40		
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0	50		
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	2,0	30		
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	40		
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,5	30		
					Nota		
		CII		Confiabilidade da União das Partes	▲	5,0	40
				Nota			

Fonte: Próprio Autor

17)Elemento tipo Q

O elemento de fixação tipo Q corresponde a uma trava de termoplástico constituída no corpo do produto que permite acoplamento, todavia o desacoplamento das partes intercambiáveis do produto é realizado com auxílio externo manual. A figura 41 demonstra as notas de critério e o percentual do grau anotado.

Figura 41: Elemento Tipo Q

		Critérios	NC	%	
Q	CI	Complexidade no projeto do Molde	▼	3,0	40
		Complexidade no acabamento superficial do Molde	▼	3,0	30
		Complexidade da montagem das partes do Produto	▼	4,0	50
		Complexidade da Manutenção do Produto	▼	3,0	50
		Influência ao Acesso Interno do Produto	▼	4,0	50
		Impacto na Reciclagem do Produto	▼	5,0	40
		Impacto no Custo de Produção do Molde	▼	3,0	70
		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta	▼	3,0	80
		Nota			
	CII	Confiabilidade da União das Partes	▲	3,0	40
Nota					

Fonte: Próprio Autor

Uma vez analisadas e tabuladas, essas notas de critério preenchem a MDAD. A matriz é elaborada em planilha eletrônica e as fórmulas pré-editadas tornam prática a sua utilização. Dessa maneira, o usuário preenche as lacunas referentes ao grau de importância, já adquiridos na Matriz de Conversão e os valores referentes à NP (nota ponderada) e o total referente ao somatório das NP será automaticamente preenchido, ficando a cargo do designer visualizar o maior valor, ou seja, o elemento de fixação mais indicado para a determinada situação. A figura 42 representa um exemplo de uma MDAD respondida.

Figura 42: Exemplo de MDAD preenchida

		Grau de Importancia (PESO)																		Total
		1		1		1		1		1		1		1		1		3		
		FB	ET	MO	MA	ER	EC	CT	CT	SG										
Elementos de Fixação Móveis	Critérios	Complexidade no Projeto do Molde		Complexidade no acabamento superficial do Molde		Complexidade da montagem das partes do Produto		Complexidade da Manutenção do Produto		Influência ao Acesso Interno do Produto		Impacto na Reciclagem do Produto		Impacto no Custo de Produção do Molde		Impacto no Custo de Produção da Ferramenta		Contabilidade da União das Partes		
		NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	NC	NP	
A	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	2,0	2	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	9	36
B	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	3,0	3	2,0	6	32	
C	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	4,0	4	4,0	4	3,0	3	3,0	3	3,0	9	36	
D	3,0	3	4,0	4	3,0	3	3,0	3	5,0	5	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,5	11	39,5	
E	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	5,0	5	5,0	5	2,0	2	4,0	4	3,0	9	38	
F	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	4,0	4	2,0	2	2,0	2	3,0	9	33	
G	3,0	3	3,0	3	2,0	2	3,0	3	4,0	4	4,0	4	2,5	2,5	2,0	2	4,0	12	35,5	
H	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	2,0	2	4,0	12	35,5	
I	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	2,0	2	3,5	3,5	5,0	5	2,5	2,5	3,0	3	1,5	4,5	29	
J	1,0	1	3,5	3,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	4,0	4	4,0	12	37,5	
K	2,5	2,5	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	9	34,5	
L	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	9	33	
M	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	5,0	5	3,0	3	3,5	3,5	3,0	9	36,5	
N	3,0	3	1,0	1	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	3	3,0	9	31	
O	3,0	3	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,5	3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	3,0	3	5,0	15	40,5	
P	2,0	2	3,0	3	3,5	3,5	3,0	3	4,0	4	2,0	2	3,0	3	3,5	3,5	5,0	15	39	
Q	3,0	3	3,0	3	4,0	4	3,0	3	4,0	4	5,0	5	3,0	3	3,0	3	3,0	9	37	

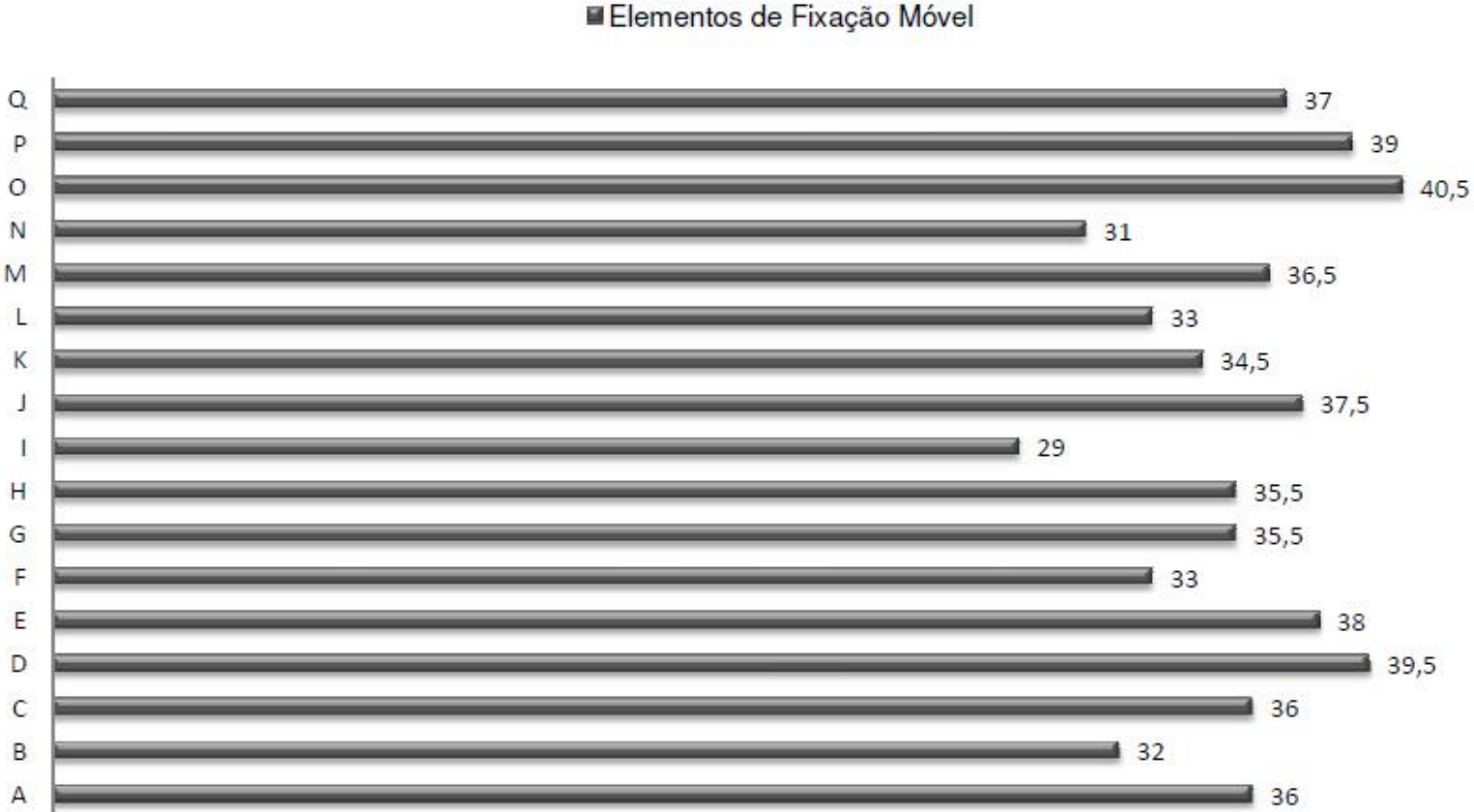
Legenda	
FB	Fabricabilidade
ET	Estética
MO	Montabilidade
MA	Mantenabilidade
ER	Ergonomia
EC	Eco-Eficiência
CT	Custo
SG	Segurança
NC	Nota do Critério
NP	Nota Ponderada

Fonte: Próprio Autor

De maneira congruente, o exemplo GDAD ilustrado na figura 43, também é desenvolvido em planilha eletrônica e, através de fórmulas pré-editadas, gera o gráfico em barras automaticamente oferecendo ao designer uma visualização precisa do elemento de fixação.

É importante notar, que a existência do percentual gerado na pesquisa de campo online e verificado na ferramenta de apuração, serve como análise de sensibilidade na tomada de decisão. Esta verificação auxiliará o designer a ponderar entre as soluções com maiores notas.

Figura 43: Exemplo de aplicação para visualização da GDAD



Fonte: Próprio Autor

4 APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DA MDAD

Neste capítulo apresentar-se-á a aplicação do método para a validação da metodologia proposta na dissertação. Foram desenvolvidas duas fases distintas para o levantamento de dados e validação da proposta. A primeira foi realizada individualmente com três profissionais experientes em Design, um doutorando e dois especialistas em desenvolvimento de produtos. A segunda fase foi realizada com um designer recém-formado e cinco alunos que estudam o último semestre de bacharelado em Design.

4.1 MÉTODO PARA VALIDAÇÃO

Para envolver os designers no processo, e consequente utilização da metodologia proposta, foi elaborada uma problematização: desenvolvimento de um hardware periférico, para crianças de 4 a 8 anos, com o objetivo de estimular a utilização do computador em atividades educacionais que priorizam a criatividade, a coordenação motora de precisão e o relacionamento interpessoal, e para restringir focou-se na escolha dos elementos de fixação da união das partes (base inferior e superior) e tampa do compartimento de baterias. Vide Apêndice A.

Para tanto, foi solicitado que se desenvolvessem alternativas conceituais que solucionassem os critérios estabelecidos, nesta solicitação atentou-se ao processo e ao tempo para a escolha dos elementos de fixação que comporiam o produto projetado.

4.2 PROCEDIMENTOS, QUESTIONÁRIO E ESTATÍSTICA DA PRIMEIRA FASE

Na primeira fase, as planilhas eletrônicas que contêm a matriz de conversão, a matriz decisória de auxílio ao designer (MDAD), o gráfico decisório de auxílio ao designer (GDAD) e a tabela de auxílio ao MDAD foram encaminhados via correio eletrônico e, após desenvolverem e utilizarem a matriz, os designers responderam ao seguinte questionário:

1. A determinação do elemento de fixação influenciou no processo criativo?
2. Numa escala onde 1 é mínima influência e 5 máxima influência. Qual a influência no processo criativo?
3. Numa escala onde 1 é menos rápido e 5 mais rápido. O quanto essa influência torna o processo criativo mais rápido?
4. A Metodologia influenciou na Produtividade?
5. A determinação do elemento de fixação influenciou na Produtividade?
6. Numa escala onde 1 é menos produtivo e 5 mais produtivo. Qual a influência na Produtividade?
7. A Metodologia influenciou o controle do tempo de desenvolvimento?
8. Numa escala onde 1 é mais tempo e 5 menos tempo. Qual a influência no Tempo?
9. Utilizaria essa Matriz em outros projetos visando uma maior rapidez no processo de desenvolvimento?
10. Considera a utilização dessa Matriz, ferramenta indispensável para o designer alinhar os conceitos estéticos, ergonômicos e funcionais aos parâmetros de engenharia?

11. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos estéticos aos parâmetros de engenharia?
12. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos ergonômicos aos parâmetros de engenharia?
13. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos funcionais aos parâmetros de engenharia?
14. Considera útil a utilização desta Matriz de Auxílio?
15. Numa escala onde 1 é mínima complexidade e 5 máxima complexidade. Qual o grau complexidade na utilização da Matriz?

Apresentação dos respondentes da primeira fase

1. Designer A: é doutorando em engenharia industrial pelo programa de desenvolvimento sustentável de processos e produtos e mestre em tecnologias ambientais no processo produtivo ambos pela Universidade Federal da Bahia, além de ser bacharel em desenho industrial e especialista em design de produto pela Universidade do Estado da Bahia e especialista em computação gráfica pela Universidade Salvador. Atualmente é coordenador do Curso de Design de Produtos da Faculdade da Cidade do Salvador.
2. Designer B: é especialista em design de produtos pela Universidade do Estado da Bahia e bacharel em desenho industrial com habilitação em programação visual pela Universidade Federal da Bahia. Atualmente é empresário na área de design.
3. Designer C: é especialista em design de produtos pela Universidade do Estado da Bahia e bacharel em desenho industrial pela Universidade do Estado da Bahia. Atualmente é responsável pelo desenvolvimento e manutenção de

embalagens para abastecimento de suprimentos e expedição de produtos acabados na Denso do Brasil Ltda.

4.3 ESTATÍSTICA DA VALIDAÇÃO DA PRIMEIRA FASE

Como de praxe, após aplicação do questionário foi realizada a tabulação dos dados resultando no quadro 4. Nesta tabulação e com base nos comentários desses profissionais ficou evidente a eficiência da ferramenta proposta.

Quadro 4: Tabulação dos resultados da primeira fase

	Designer A	Designer B	Designer C	Percentual
1	A determinação do elemento de fixação influenciou no processo criativo?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
2	Numa escala onde 1 é mínima influência e 5 máxima influência. Qual a influência no processo criativo?			
	3	3	3	100% (3)
3	Numa escala onde 1 é menos rápido e 5 mais rápido. O quanto essa influência torna o processo criativo mais rápido?			
	3	1	3	66,5%(3) 33,5% (1)
4	A Metodologia influenciou na Produtividade?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
5	A determinação do elemento de fixação influenciou na Produtividade?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
6	Numa escala onde 1 é menos produtivo e 5 mais produtivo. Qual a influência na Produtividade?			
	4	4	4	100% (4)
7	A Metodologia influenciou o controle do tempo de desenvolvimento?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
8	Numa escala onde 1 é mais tempo e 5 menos tempo. Qual a influência no Tempo?			

	4	4	4	100% (4)
9	Utilizaria essa Matriz em outros projetos visando uma maior rapidez no processo de desenvolvimento?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
10	Considera a utilização dessa Matriz, ferramenta indispensável para o designer alinhar os conceitos estéticos, ergonômicos e funcionais aos parâmetros de engenharia?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
11	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos estéticos aos parâmetros de engenharia?			
	4	3	4	66,5%(4) 33,5% (3)
12	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos ergonômicos aos parâmetros de engenharia?			
	4	5	4	66,5%(4) 33,5% (5)
13	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos funcionais aos parâmetros de engenharia?			
	5	4	4	66,5%(4) 33,5% (5)
14	Considera útil a utilização desta Matriz de Auxílio?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
15	Numa escala onde 1 é mínima complexidade e 5 máxima complexidade. Qual o grau de complexidade na utilização da Matriz?			
	2	3	3	66,5%(3) 33,5% (2)

Os comentários sobre as opções adotadas foram compilados e dispostos segundo o comentário de cada respondente.

Designer A comentou que:

Essa ferramenta pode influenciar durante o desenvolvimento do conceito, pois pode propor e influenciar as soluções formais e ergonômicas / Se tratando de um processo criativo, há outras variáveis que podem determinar a velocidade da criação, mas com certeza influencia positivamente no processo de detalhamento do produto / O conhecimento prévio da solução de sistemas mecânicos podem influenciar fortemente, mas não determinar, a construção do conceito do produto, pois há outros critérios criativos que podem ser usados durante o processo de concepção do produto. (Designer A, comentário transcrito do questionário).

Quanto ao método, o Designer A relatou que o percebe como uma metodologia determinante para a fase de detalhamento e como influente no processo de concepção (análises, conceito e geração de alternativas)

Designer B relatou que:

Trata-se de um produto voltado para crianças logo o processo de fabricação deve evitar contato superficial com peças pequenas como parafusos que possam desenroscar ou botões que possam ser facilmente destacados por uma criança / O processo criativo atende à necessidade de usar elementos de encaixe fixados nas partes do produto, entendendo que este é mais do que um critério de praticidade e economia no processo produtivo como também de segurança para o usuário consumidor / Discutir de forma aprofundada os requisitos adotados no método gerou maior aprofundamento acerca de questões como segurança, processo produtivo e apelo de consumo. Essa prática resulta em um projeto mais conciso e determina uma produtividade mais acertada / São muitas as variedades de elementos de fixação que podem ser aplicadas ao projeto. A produtividade requer o embasamento técnico acerca destas possibilidades e no que elas implicam no design (projeto do produto). A determinação do elemento de fixação aumentou a qualidade no desenho técnico do produto visando atender critérios de qualidade em seu processo de manufatura. (Designer B, comentário transcrito do questionário).

Designer B afirma que:

O método propõe maior reflexão quanto ao planejamento e isto requer um tempo maior aplicado em projeto. Em compensação o processo de execução (que demanda mais trabalho e custo) deverá ser otimizado e direcionado atendo critérios bem definidos. (Designer B, comentário transcrito do questionário).

Designer C comenta que:

É necessário informar essa fragilidade ao departamento de logística para evitar demérito do fornecedor, ocorrência de falha detectada pela Qualidade e parada de linha. Este problema pode ser amenizado ou solucionado de acordo com o posicionamento do componente na embalagem de modo a evitar choques e esforços. Enviar o componente montado, quando possível é uma outra

opção, mas depende do processo na linha de produção do cliente / Pensar na logística é fundamental desde os primeiros passos do projeto. A engenharia deve enxergar isso com mais importância. (Designer C, comentário transcrito do questionário).

4.4 PROCEDIMENTOS, QUESTIONÁRIO E ESTATÍSTICA DA SEGUNDA FASE

Na segunda fase, as planilhas eletrônicas que contém a matriz de conversão, a matriz decisória de auxílio ao designer (MDAD), o gráfico decisório de auxílio ao designer (GDAD) e a tabela de auxílio a MDAD foram apresentadas *in loco* e o grupo de respondentes foi dividido em duas equipes de três componentes, vide quadros 5 e 6.

Salienta-se que todos os respondentes não possuíam experiência em desenvolvimento de produtos termoplásticos injetados, tampouco no estabelecimento de elementos de fixação e o tempo de desenvolvimento de cada equipe foi monitorado com um cronômetro.

A equipe “A” elaborou a alternativa utilizando a ferramenta proposta e respondeu as mesmas perguntas dos profissionais experientes, vide tabulação no Quadro 5, enquanto que o grupo “B” desenvolveu sem a ferramenta, utilizando o método tradicional e o conhecimento empírico, vide Quadro 5.

Quadro 5: Perfil dos respondentes do grupo A

Nome	Perfil
Designer D	Relata que não é possível estabelecer critérios estético-funcionais independentes dos critérios de fixação das partes do produto; Aluna do curso de Design na Universidade Federal da Bahia
Designer E	Afirma que é possível estabelecer critérios estético-funcionais indiferentes dos critérios de fixação das partes do produto; Relata que o principal desafio está no estabelecimento dos critérios

	estético-funcionais condizentes aos parâmetros de engenharia; Aluno do curso de Design na Faculdade da Cidade do Salvador
Designer F	Relata que não é possível estabelecer critérios estético-funcionais indiferentes dos critérios de fixação das partes do produto; Informa que o principal infortúnio está no estabelecimento dos critérios estético-funcionais condizentes aos parâmetros de engenharia; Aluno do curso de Design na Faculdade da Cidade do Salvador

Quadro 6: Tabulação da respostas do Grupo A.

	Designer D	Designer E	Designer F	Percentual
1	A determinação do elemento de fixação influenciou no processo criativo?			
	Sim	Sim	Não	66,5% Sim 33,5% Não
2	Numa escala onde 1 é mínima influência e 5 máxima influência. Qual a influência no processo criativo?			
	3	5	3	66,5% (3) 33,5% (5)
3	Numa escala onde 1 é menos rápido e 5 mais rápido. O quanto essa influência torna o processo criativo mais rápido?			
	4	3	4	66,5%(4) 33,5% (3)
4	A Metodologia influenciou na Produtividade?			
	Sim	Sim	Não	66,5% Sim 33,5% Não
5	A determinação do elemento de fixação influenciou na Produtividade?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
6	Numa escala onde 1 é menos produtivo e 5 mais produtivo. Qual a influência na Produtividade?			
	4	4	4	100% (4)
7	A Metodologia influenciou o controle do tempo de desenvolvimento?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
8	Numa escala onde 1 é mais tempo e 5 menos tempo. Qual a influência no Tempo?			
	4	4	4	100% (4)
9	Utilizaria essa Matriz em outros projetos visando uma maior rapidez no processo de desenvolvimento?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
10	Considera a utilização dessa Matriz, ferramenta indispensável para o designer alinhar os conceitos estéticos, ergonômicos e funcionais aos parâmetros de engenharia?			

	Sim	Sim	Não	66,5% Sim 33,5% Não	
11	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos estéticos aos parâmetros de engenharia?				
	4	4	2	66,5%(4) 33,5% (2)	
12	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos ergonômicos aos parâmetros de engenharia?				
	4	2	4	66,5%(4)	33,5% (2)
13	Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos funcionais aos parâmetros de engenharia?				
	4	4	4	100%(4)	
14	Considera útil a utilização desta Matriz de Auxílio?				
	Sim	Sim	Sim	100% Sim	
15	Numa escala onde 1 é mínima complexidade e 5 máxima complexidade. Qual o grau de complexidade na utilização da Matriz?				
	2	2	3	66,5%(2)	33,5% (3)

Quanto à ferramenta, a equipe afirmou ser capaz de facilitar o desenvolvimento de projetos de produtos sem deixar de pensar na qualidade. Eles conseguiram encontrar uma solução de fixação condizente com a proposta de configuração em 8 minutos e 33 segundos.

Quadro 7: Perfil dos respondentes do grupo B

Nome	Perfil
Designer G	Informa que o principal infortúnio nesse tipo de desenvolvimento é estabelecer elementos de fixação das interfaces; Aluno do curso de Design na Faculdade da Cidade do Salvador
Designer H	Relata que o principal infortúnio está no estabelecimento dos critérios estético-funcionais condizentes aos parâmetros de engenharia; Aluno do curso de Design na Faculdade da Cidade do Salvador
Designer I	Relata que é possível estabelecer critérios estético-

	<p>funcionais indiferentes dos critérios de fixação das partes do produto;</p> <p>Afirma que o principal infortúnio está no estabelecimento dos critérios estético-funcionais condizentes aos parâmetros de engenharia;</p> <p>Recém formado em Design pela Faculdade da Cidade do Salvador</p>
--	---

Quadro 8: Tabulação das respostas do Grupo B.

	Designer G	Designer H	Designer I	Percentual
16	Houve dificuldades em desenvolver o produto?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
17	A dificuldade foi relacionada ao tempo?			
	Não	Não	Não	100% Não
18	Numa escala onde 1 é menos crítico e 5 mais crítico. Qual o grau de criticidade da ausência de estabelecimento de uma rotina para o desenvolvimento desse produto?			
	4	4	4	100% (4)
19	Seria eficiente a existência de uma ferramenta que auxiliasse o estabelecimento dessa rotina ?			
	Sim	Sim	Sim	100% Sim
20	Essa rotina afetaria na sua criatividade?			
	Sim	Sim	Não	66,5% Sim 33,5% Não

O grupo B desenvolveu a alternativa em aproximadamente 50 minutos e relata que com a ferramenta seria mais prático e confiável já que eles não possuem experiência nesse tipo de desenvolvimento.

Comparando as respostas da primeira fase (respondentes experientes) e segunda fase (respondentes inexperientes) observa-se uma equivalência das respostas aferidas, sugerindo que a aplicação de uma ferramenta que auxilie o designer no processo de tomada de decisão na escolha de elementos de fixação na fase de configuração do produto reduz o retrabalho e contribui para a eficiência do produto.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO PROPOSTO

Cabe argumentar neste primeiro momento que a ferramenta adotada neste trabalho não esgota as possibilidades de discussão acerca do processo de tomada de decisão, tampouco a correlaciona com modelos matemáticos típicos. Mas, sobretudo eleva o debate para uma esfera conceitual e filosófica respaldada por conceitos técnicos aderidos pela prática da pesquisa de campo e análises bibliográficas que orientaram as soluções cá adotadas.

Salienta-se também, que ambos os profissionais, tanto o designer quanto o engenheiro, mesmo projetistas de produtos, possuem papéis típicos por causa das competências e habilidades desenvolvidas nas respectivas formações acadêmicas, por isso, justifica-se apurar as responsabilidades metodológicas, que mesmo complementares, são distintas quanto às metas no processo de desenvolvimento de produtos.

Os elementos de fixação ora expostos no método são utilizados na maioria dos produtos termoplásticos injetados, e transmitem um valor semântico de resistência ou falta dela, durabilidade ou descartabilidade. A utilização de cada um desses elementos deve ser avaliada e respaldada por uma discussão multidisciplinar, mas como exposto neste trabalho, eles influenciam na concepção estética do produto.

O designer, ao ter uma percepção mais técnica da utilização de um dado elemento, gerenciará a configuração estética do produto, orientando-a e adequando-a aos pressupostos mercadológicos.

Na pesquisa foi possível constatar as dificuldades de respostas dos designers. Desses, menos de 50%, do total da amostra de designer, responderam o questionário, demonstrando falta de conhecimento técnico sobre as solicitações em questão. Vale adicionar que os designers respondentes possuem mais tempo de experiência na área. Os recém-formados não responderam as questões por falta de conhecimento, ou seja,

alguns conteúdos técnicos não são elementos curriculares do curso de design, portanto, não são inerentes à formação.

Como o designer opera ativamente no início do processo de desenvolvimento e essa influência é responsável por um percentual do custo do produto, é notório que um projeto conceitual bem definido, no que tange aos aspectos ergonômicos, estéticos, de usabilidade, funcionalidade e de segurança resulta num produto rentável.

Portanto, o resultado da pesquisa comprova as hipóteses e justifica a utilização de uma metodologia que oriente o designer a elaborar com mais sistemática e controlar aspectos técnicos, ou mesmo, discutir com propriedades a aplicação de elementos de fixação, bem como argumentar o grau de influência no projeto configurativo.

A MDAD e o GDAD são ferramentas úteis nesse meandro sistemático, metódico e integrado, e contribuem para a participação mais ativa do designer no contexto técnico de desenvolvimento de produtos termoplásticos.

Por fim, sugere-se como sugestão para trabalho futuro, o desenvolvimento de um software que, além da orientação à decisão dos elementos de fixação adequados, possa direcionar o designer quanto à escolha de outros aspectos restritivos referentes tanto ao projeto de produtos termoplásticos injetados, como à confecção do projeto do molde, indicando opções de tolerância, restrições geométricas e termoplástico, mediante pressupostos pré-concebidos no banco de dados do programa.

Quanto mais os designers, os engenheiros e os técnicos puderem se comunicar de forma coesa e sem ruídos, maiores serão as possibilidades de sucesso do produto no mercado e menores serão os índices de retrabalho aumentando a produtividade e a eficiência da equipe técnica.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITZ, J.; REBELLO, L. H. B. **Metodologia do Projeto**. Rio de Janeiro: UniverCidade / NPD , 2002. Apostila de aula.
- ADLER, P. Introduction. In: ADLER, P. (org). **Technology and the Future of Work**. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- AKAO, Y. **Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design**. Cambridge: Productivity Press, 1990.
- ANPROTEC. disponível em: <<http://www.anprotec.org.br/publicacao.php?idpublicacao=2352>> acesso em: 10 de maio de 2012.
- ARATÚ ONLINE, disponível em: <<http://www.aratuonline.com.br/noticia/41056,governo-anuncia-ampliacao-dos-investimentos-da-ford-na-bahia.html>>acesso em: 20 de maio de 2012.
- ABIPLAST. **Associação Brasileira de Indústria de Plásticos**. Disponível em <<http://www.abiplast.org.br/>> acesso em: fevereiro de 2012.
- BACK, N., FORCELLINI, F. **Apostila da disciplina de projeto conceitual**. Curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica. Santa Catarina: UFSC, 2000.
- BACK, N. **Metodologia de Projetos de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 2008.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2000.
- BITTENCOURT, A. C. P. **Desenvolvimento de uma Metodologia de Reprojeto de Produto para o Meio Ambiente**. 2001. Dissertação (Mestrado Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- BOMFIM, G. A. **Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.
- BONSIEPE, G. (coord.). **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/ Coordenação Editorial, 1984.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston, Mass.: Harvard Business School Press. 1991. Disponível na biblioteca da FEA – USP.

CROSS, N. **Engineering Design Methods**. John Wiley Professionals, 2008.

ESTEVEZ, C. L. **Aplicação da metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Avaliação de Projetos de Produto**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

FACCA, C. A. **O designer como pesquisador: uma abordagem metodológica da pesquisa aplicada ao design de produtos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Design), Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

FERRÃO, L. **A Propósito de Metodologia do Design**. Technical University of Lisbon. 2006. Disponível em: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1774/1/FAUTL_13_LAfonso.pdf. acesso em: 11 de março de 2012 às 16:54.

FERREIRA, C. V. **Estimativa de Custo de Produtos na fase de Projeto Conceitual: uma metodologia para seleção da estrutura funcional e da alternativa de solução**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

FERREIRA, C. V. **Metodologia para as fases de projeto informacional e conceitual de componentes de plástico injetado integrando os processos de projeto e estimativa de custos**. Tese (Doutorado). UFSC, Florianópolis, 2002.

FIESP – **Federação das Indústrias do Estado de São Paulo**. Disponível em <<http://www.fiesp.com.br/>> acesso em: fevereiro de 2012

GLANVILL, A. B; DENTON, E. **Moldes de injeção: princípios básicos e projetos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1989. 309 p. II

GOMES FILHO, J. **Design do objeto: bases conceituais**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006;

GRISKEY, Richard G. **Polymer Process Engineering**. New York: Chapman & Hall., 1995.

GROOVER, M. P. **Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems**. 4 ed. New York: IE-WILEY, 2010.

HARADA, J. **Moldes para injeção de termoplásticos: Projetos e princípios básicos**. São Paulo. Artliber Editora, 2004;

HESKETT, J. **Desenho industrial**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.

HOFFMEISTER, A. D. **Sistematização do Processo de Planejamento de Projetos: Definição e Sequenciamento das Atividades para o Desenvolvimento de Produtos Industriais**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003;

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JORNAL DE PLÁSTICOS. Abril de 2007. Disponível em <<http://www.jorplast.com.br/>> acesso em: fevereiro de 2012.

JORNAL TRIBUNA DA BAHIA, disponível em: <<http://www.tribunadabahia.com.br/news.php?idAtual=95407>>, acesso em: 20 de maio de 2012.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: a edição do novo milênio**. 10ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2000.

LIMA, M.A.M. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2006.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial. Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MALLOY, R. **Plastic Part Design for Injection Molding**. Munich; Vienna; New York: Hanser, 1994.

MANZINI, E. VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. Trad. Astrid de Carvalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

MENGES, Georg; MICHAELI, Walter; MOHREN, Paul. **How to make injection molds**. .3 Ed., Hanser. Munich, 2000.

MORAES, A., RUSSO, B.. Usabilidade X Agradabilidade de Produtos. In: MORAES, A. **Ergodesign de Produto**. Rio de Janeiro: Editora iUsEr, 2005.

MOREIRA, D. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

NIEMEYER, L. Design atitudinal: uma abordagem projetual. In: MONT'ALVÃO, C. e DAMAZIO, V. (orgs.); **Design, ergonomia e emoção**. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2008.

OBSERVATÓRIO DESIGN BRASIL. disponível em: <<http://observatorio.designbrasi.org.br/indicadores.php>> acesso em: 03 de outubro de 2011.

OGLIARI, A., BACK, N. **Apostila da Disciplina de Gerenciamento do Desenvolvimento de Produtos** – Curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica. UFSC, 2001;

PAHL G. & BEITZ W. **Engineering Design: a systematic Approach**. London: Springer, 2003.

PEVSNER, N. **Os pioneiros do desenho moderno: de William Morris a walter gropius**. 3. ed. São Paulo. Martins Fontes, 2002.

PORTER, M. **Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias**. 2. ed. São Paulo: Campus, 2005.

PMI, **Project Management Institute: um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (guia PMBOK)** 3. ed. Pensilvânia: PMI, 2004.

PROGRAMA BRASILEIRO DE DESIGN (PBD). disponível em< http://observatorio.designbrasil.org.br/documentos/pesquisa_consolidada.pdf>. Acesso em: abril de 2012.

REES, Herbert. **Mold Engineering**. Hanser. Munich, Vienna, New York, 1995.

REINERT, A. F., ASSUNÇÃO, V. **Processamento de Materiais Termoplásticos por Injeção**. CTMa - Centro de Tecnologia em Materiais (Apostila). 1999.

ROSATO, Dominick V. **Plastics encyclopedia and dictionary**. Hanser. New York, 1993.

ROZENFELD, H.; et. Al. **Gestão de desenvolvimento de produto: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ROOZENBURG, N.; EEKELS, J. **Product Design: Fundamentals and Methods**. 2. Ed. Chichester: Willey, 1998.

RUDIO, F.V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 32. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

SILVA, E., MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 3. ed. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, , 2001. Apostila.

SILVA, V. A. **Proposta de interface entre WBS do projeto e a configuração do produto: uma contribuição para o acompanhamento de projetos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia de São Carlos, 2006;

SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura**. São Paulo: Atlas, 2002.

SORS, L., BARDÓCZ, L., RADNÓTI, I. **Plásticos: moldes e matrizes**. Rio de Janeiro: Hermus, 199-.

SOUZA, P. **Notas para uma História do Design**. Rio de Janeiro: 2AB, 1998;

ULLMAN, D. G. **The Mechanical Design Process**. 3 ed. New York McGraw-Hill Professional, 2002;

URDAN, F. T.; URDAN, A. T. **Gestão do Composto de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2006;

WHEELWRIGHT, STEVEN C; CLARK, Kim B. Creating project plans to focus product development. **Harvard Business Review**. Boston. mar./apr. 1992.

APÊNDICE A - BRIEFING PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Esse documento contém informações referentes às instruções para a validação do método proposto na dissertação, cujo título é “Metodologia de Auxílio ao Designer no Processo de Desenvolvimento de Elementos de Fixação em Produtos Termoplásticos Injetados.

BRIEFING

Esse briefing complementa a dissertação de Mestrado, cujo título é “Metodologia de Auxílio ao Designer no Processo de Desenvolvimento de Elementos de Fixação em Produtos Termoplásticos Injetados”.

Objetivo do Briefing

Servir de base para validar a proposta metodológica da dissertação.

Produto do Briefing

Hardware Periférico, doravante denominado Produto, para crianças de 4 a 8 anos com o objetivo de estimular a utilização do computador em atividades educacionais que priorizam a criatividade, a coordenação motora de precisão e o relacionamento inter-pessoal.

Obs: O Produto será utilizado em softwares de educação básica aplicados em sistemas operacionais convencionais com objetivo de selecionar, desenhar e colorir.

O produto (Critérios dos Clientes):

- Não conterà peças pequenas e pontiagudas;
- A ergonomia deve respeitar as dimensões da criança;
- Impermeável;

- As partes não deverão separar com facilidade;
- Aparência condizente ao público-alvo;
- Deve facilitar limpeza;
- Não conter fio;
- Deve funcionar com pilhas Alcalinas “AAA”; e
- Fácil acesso a troca de Pilhas, mas difícil acesso às crianças.

Principal diferencial

O diferencial desse projeto é a tentativa de despertar através da tecnologia a imaginação levando ao raciocínio da criança.

Segmento do Mercado

1. Demográfico

a. Comprador

- Faixa etária 30 – 50 anos
- Gênero – Ambos
- Tamanho médio das famílias – 3 a 4 membros
- Estado civil – Casado
- Nacionalidade – Brasileiro

b. Usuário

- Faixa etária 4 – 8 anos
- Gênero – Ambos

2. Socioeconômico

a. Comprador

- Renda – entre 10 a 15 salários mínimos (R\$ 622,00)
- Escolaridade – Pós graduação completa

b. Usuário

- Escolaridade – Processo de Alfabetização

3. Informações complementares quanto aos usuários

As crianças passam entre 8 a 12 horas praticamente sem a presença dos pais, na escola, na creche e/ou sob a tutela de babás, onde elas

brincam, assistem à TV e praticam outras atividades que complementam o seu aprendizado.

Especificações do cliente

O Produto será desenvolvido por uma empresa da região sudeste do Brasil e terá como base a pedagogia, cujo objetivo é auxiliar nessa etapa de desenvolvimento da criança, na qual ela aprende e se diverte através da independência em manipular o produto. Essa pedagogia prioriza principalmente a imaginação como meio mais saudável de amadurecimento da mesma.

A empresa ainda não possui um padrão visual de identidade corporativa, esse produto será o motivador para o desenvolvimento de estratégias de marketing. Todavia os motivos dessa identidade estão ligados com o potencial imaginativo intrínseco no produto.

Materiais/Processo

Termoplásticos utilizando o processo de Injeção.

Modo de apresentação/Entrega

A data de entrega do projeto é no dia **03/04/2012** e as formas de apresentação serão:

- Prancha virtual com o produto em rendering digital;
- Relatório sobre as principais dificuldades em realizar o desenvolvimento da proposta do produto; e
- Preenchimento do Questionário em anexo, somente para o Grupo A.

APÊNDICE B - INSTRUÇÕES PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Esse documento contém informações referentes às instruções para a validação do método proposto na dissertação, cujo título é “Metodologia de Auxílio ao Designer no Processo de Desenvolvimento de Elementos de Fixação em Produtos Termoplásticos Injetados.

Instruções

O grupo de designers será dividido em dois, a saber: A e B, onde o grupo “A” desenvolverá a configuração conceitual utilizando a Matriz Decisória de Auxílio ao Designer e o grupo “B” desenvolverá da maneira tradicional.

Obs¹: As **matrizes** estarão em **anexo no programa Excel**.

Obs²: O processo deverá ser **cronometrado, marca-se o período inicial e final**.

Objetivo da Metodologia

Auxiliar o designer na escolha dos elementos de fixação que comporão o produto sugerido.

Passos da Metodologia da Validação – Apenas Grupo “A”

A seguir apresento os passos para validação do Método proposto:

1º Relacionar os Critérios estabelecidos com os Parâmetros de Eng^a na Matriz Conversão;

2º Estabelecer o Peso Desejado e encontrar o Grau de importância utilizando a Matriz Conversão;

3º Preencher na MDAD os pesos estabelecidos;

4º Desenvolver a proposta de configuração conceitual baseado na influência do elemento de fixação selecionado;

5º Realizar o Rendering Digital;

6º Escrever relatório sobre as principais dificuldades e benefícios em utilizar o Método Proposto; e

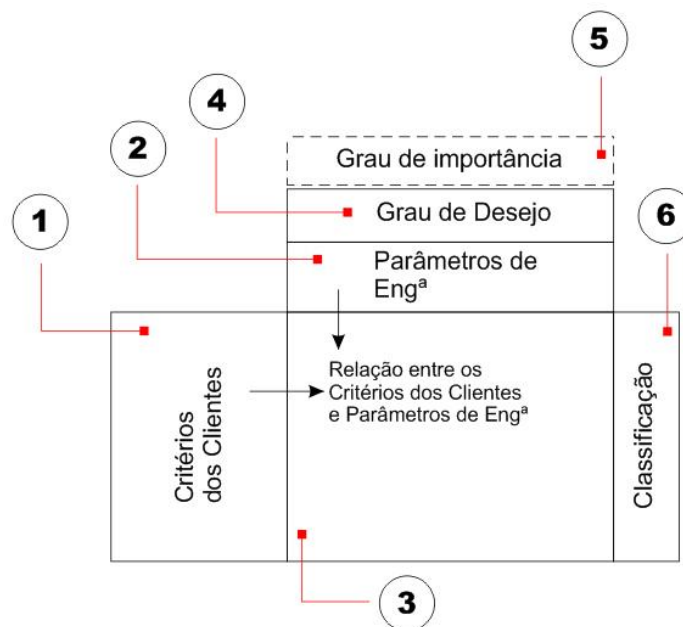
7º Preencher o questionário.

Passos da Metodologia da Validação – Apenas Grupo “B”

A seguir apresento os passos para validação do Método proposto:

- 1º Observar os critérios pré-estabelecidos;
- 2º Desenvolver a proposta de configuração conceitual;
- 3º Realizar o Rendering Digital; e
- 4º Escrever relatório sobre as principais dificuldades encontradas.

Matriz Conversão



Matriz de Conversão I - 1 - Critérios estabelecidos pelos clientes, 2- Parâmetros de Engenharia, 3 - Células que correspondem a Relação Critérios dos Clientes e Parâmetros de Engª, 4 - Grau de Desejo no Projeto, 5 - Grau de importância, 6 - Classificação dos Critérios por Ordem de Prioridade.

Obs¹: Legenda Relação – Nota 0 corresponde a uma relação inexistente, Nota 1 corresponde a uma relação Fraca, Nota 2 corresponde a uma relação Média e Nota 3 corresponde a uma relação Forte.

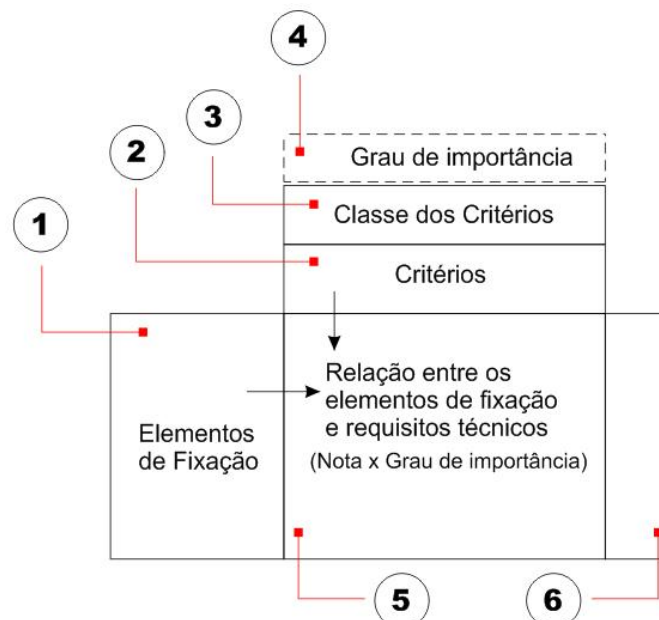
Obs²: Legenda Grau de Desejo – Nota 1 corresponde a uma opção Facultativa, Nota 2 corresponde a uma opção Básica, Nota 3 corresponde a uma opção Essencial e Nota 4 corresponde a uma opção Diferencial.

Parâmetros de Engenharia

- Fabricabilidade (requisitos que determinam facilidade na fabricação do molde, ferramentas, produtos e processos);
- Montabilidade (requisitos que determinam facilidade no processo de montagem das partes cambiáveis do produto termoplástico injetado);
- Manutenibilidade (requisitos que determinam facilidade na manutenção do produto, ou implica na obsolescência do produto termoplástico injetado);
- Ergonomia (requisitos que determinam adequação da forma a função, ou usabilidade e segurança no acesso interno ao produto);
- Eco-eficiência (requisitos que determinam a influência do elemento de fixação no meio-ambiente, como capacidade de reciclagem ou reaproveitamento; e
- Custo (requisitos que determinam o grau de influência no custo de produção do molde e ferramentas)

Obs³: Na Matriz Conversão só deverão ser preenchidos os Campos correspondentes a Relação (item 3 da figura) e Grau de desejo (item 4 da figura) com base na legenda.

Matriz decisória de auxílio ao designer (mdad)



MDAD I - 1 - Elementos de Fixação indicados por letras, 2 - Critérios desejados nos parâmetros de Eng^a, 3 - Classe dos Critérios ou Parâmetros de Eng^a da Matriz Conversão, 4 - Grau de Importância da Matriz Conversão, 5 - Produto entre a Nota do Critério e Grau e 6 – Classificação dos elementos de fixação.

Obs1: Apenas deverá ser preenchido o campo Grau de Importância com valores obtidos na Matriz Conversão.

Obs2: A ordem de classificação poderá ser visualizada no Gráfico Decisório de Auxílio ao Designer (GDAD)

Obs: Após a visualização do resultado da MDAD, o elemento classificado por maior eficiência deverá ser consultado na Tabela de Auxílio.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA VALIDAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Questionário da validação / Questionário para o Grupo A

1. A determinação do elemento de fixação influenciou no processo criativo

Sim

Não

Comentário:

2. Numa escala onde 1 é mínima influência e 5 máxima influência. Qual a influência no processo criativo?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

3. Numa escala onde 1 é menos rápido e 5 mais rápido. O quanto essa influência torna o processo criativo mais rápido?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

4. A Metodologia influenciou na Produtividade?

Sim

Não

Comentário:

5. A determinação do elemento de fixação influenciou na Produtividade?

Sim

Não

Comentário:

6. Numa escala onde 1 é menos produtivo e 5 mais produtivo. Qual a influência na Produtividade?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

7. A Metodologia influenciou o controle do tempo de desenvolvimento?

Sim

Não

Comentário:

8. Numa escala onde 1 é mais tempo e 5 menos tempo. Qual a influência no Tempo?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

9. Utilizaria essa Matriz em outros projetos visando uma maior rapidez no processo de desenvolvimento?

Sim

Não

10. Considera a utilização dessa Matriz, ferramenta indispensável para o designer alinhar os conceitos estéticos, ergonômicos e funcionais aos parâmetros de engenharia?

Sim

Não

11. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos estéticos aos parâmetros de engenharia?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

12. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos ergonômicos aos parâmetros de engenharia?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

13. Numa escala onde 1 é dispensável e 5 indispensável. Qual o grau de relevância dessa matriz ao alinhamento dos conceitos funcionais aos parâmetros de engenharia?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

14. Considera útil a utilização desta Matriz de Auxílio?

Sim

Não

15. Numa escala onde 1 é mínima complexidade e 5 máxima complexidade. Qual o grau complexidade na utilização da Matriz?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

Questionário para o Grupo B

16. Houveram dificuldades em desenvolver o produto?

Sim Não

17. A dificuldade foi relacionada ao tempo?

Sim Não

18. Numa escala onde 1 é menos crítico e 5 mais crítico. Qual o grau de criticidade da ausência de estabelecimento de uma rotina para o desenvolvimento desse produto?

1 | 2 | 3 | 4 | 5

19. Seria eficiente a existência de uma ferramenta que auxiliasse o estabelecimento dessa rotina ?

Sim Não

20. Essa rotina afetaria na sua criatividade?

Sim Não

APÊNDICE D - TERMO DE SIGILO E CONFIDENCIALIDADE

[NOME COMPLETO], brasileir[o/a], portador do RG.. e CPF., designer, pelo presente TERMO DE SIGILO E CONFIDENCIALIDADE, relativo à pesquisa intitulada “Metodologia de Auxílio ao Designer no Processo de Desenvolvimento de Elementos de Fixação em Produtos Termoplásticos Injetados” do Mestrando Rodrigo Luz Santos, portador do RG: 07.312.676-48 SSP/BA, CREA/BA: 75977, CPF: 792.354.845-53 e Matrícula: 081.003.910, aluno da pós-graduação da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec.

O/A Sr^[a] [NOME COMPLETO], concorda e se compromete:

- A desenvolver os desenhos e modelos do Hardware Periférico em total sigilo, propostos na pesquisa especificada acima;
- A manter sigilo, escrito e verbal, de todos os dados, informações técnicas, científicas e sobre todos os materiais obtidos, com sua participação para o desenvolvimento do produto proposto na pesquisa citada acima;
- Que todos os documentos, contendo os dados e informações relativos à pesquisa são de propriedade da Faculdade de Tecnologia SENAI Cimatec, representado pelo pesquisador acima mencionado; e
- Que o não cumprimento deste termo de sigilo acarretará todos os efeitos de ordem penal, civil e administrativa contra seus transgressores, assumindo as respectivas responsabilidades.

E, por estar assim de acordo, assino o presente termo, juntamente com o pesquisador abaixo identificado.

Salvador _____, de _____ de 2012

[NOME COMPLETO]
RG...

Aluno de Mestrado GETEC

Rodrigo Luz Santos