

Geração de alternativas no design: uso da ferramenta FEAP

Generating alternatives in design using FEAP tool

Paulo Cesar Machado Ferroli, Universidade Federal de Santa Catarina.

ferroli@cce.ufsc.br

Lisiane Ilha Librelotto, Universidade Federal de Santa Catarina.

lisiane.librelotto@ufsc.br

Resumo

Projeto envolve criatividade, noções de gerenciamento, capacidade de síntese e conhecimentos gerais e específicos, tanto na área de projeto como nas adjacentes. Devido a isso, o projetista busca utilizar-se cada vez mais de metodologias e ferramentas de projeto. Seu gerenciamento permite englobar os fatores relevantes, priorizando os principais, sem negligenciar os demais. A geração de alternativas é um dos pontos cruciais do projeto. Nesta etapa ocorre a transformação das necessidades dos clientes e dos requisitos do projeto em uma nova configuração volumétrica e ornamental. Existe carência na bibliografia técnica atual de ferramentas ou técnicas que auxiliem os designers na escolha da melhor configuração considerando as opções tecnológicas disponíveis. O presente artigo mostra o desenvolvimento e aplicação da ferramenta FEAP, cujo objetivo principal é suprir essa lacuna. Para este artigo realizou-se a aplicação da ferramenta nas aulas de projeto de produto e em Trabalhos de Conclusão de Curso.

Palavras-chave: Ferramenta projetual; Design; Geração de alternativas.

Abstract

A project involves creativity, notions of management, synthesis and general and specific knowledge, both in the project and in the related areas. Because of this, the designer seeks to increasingly utilize methodologies and design tools. The use of these tools enables to include all relevant factors, prioritizing the main ones, without neglecting any. The generation of alternatives is the linchpin of the project. At this stage the transformation of customer needs and requirements of the project in a new volumetric and ornamental configuration occurs. A shortage in the current technical literature of tools or techniques to help designers in selecting the best configuration exists. This article shows the development and application of the tool FEAP, whose main aim is filling this gap.

Keywords: *Projectual tool; Desig; Generation alternative.*

1. Introdução

Projeto ou design pode ser entendido como o caminho percorrido desde o momento da concepção de uma ideia (dimensão abstrata) até o instante da materialização desta ideia sob a forma de um produto (dimensão concreta). Ao incluir-se nesse processo as atividades anteriores a concepção (observação de tendências e necessidades ou mesmo as etapas relativas ao ciclo de vida dos materiais incorporados aos produtos, por exemplo), e as posteriores a materialização do produto (como uso, desuso, descarte, manutenção, entre outros) tem-se o que se denomina PDP - Processo de Desenvolvimento de Produto (ROZENFELD e outros, 2006). Dessa maneira, o PDP engloba todo o ciclo de vida do produto e do projeto. Entende-se que atualmente, na sua ampla concepção, essa é a definição mais aceita do design (MANZINI, VEZZOLI, 2008).

Muitas são as definições atuais do que é projeto e design. A bibliografia técnica da área permite interpretações que adaptam-se as mais variadas linhas de pensamento, com abordagens específicas e outras mais generalizadas; com métodos de projeto compostos por ações, etapas e ferramentas predeterminadas e sequencias (métodos "fechados") e outros com maior liberdade (métodos "abertos"). A escolha por um caminho depende muito da formação básica de quem está projetando, ambiente de trabalho, tempo de experiência, entre outros. Importante que se estabeleça a distinção entre método de projeto e processo projetual, marcado apenas por uma sequência predeterminada, com prazo definido e que consome uma quantidade de recursos, embora na prática haja certa confusão a este respeito.

Fatores e atitudes praticadas por alguns projetistas e designers, como por exemplo: incompatibilidade teórico/conceitual do processo projetual preestabelecido aliado à dificuldade de integração e padronização da linguagem acadêmica com a praticada na indústria, além de variantes como individualismo excessivo e resistência às mudanças, dificultam e entram o processo projetual como um todo.

Design, na língua portuguesa, assume a conotação referente a projeto, o que difere um pouco do usado em outras línguas. A figura 1 (ROMEIRO FILHO e outros, 2010) esclarece a questão.

Língua	Termo		
Inglês	Project	Design	Drawing
Português (Brasil)	Projeto/Empreendimento/Investimento/Obra	Projeto/Desenho/Design	Desenho
Português (Portugal)	Projeto	Concepção	Esboço
Italiano	Projecto/Comessa	Projectazione	Disegno
Alemão	Projekt	Ausführung	Zeichen
Francês	Projet	Desin	Dessin
Espanhol	Project	Disegno	Dibujo

Figura 1: Comparativo projeto e design. Fonte: Romeiro Filho e outros (2010)

O problema de pesquisa, apresentado nesse artigo, partiu da dificuldade encontrada no momento de projeto, especificamente na etapa de geração de alternativas, de conciliar os

aspectos relevantes que foram relacionados em etapas preliminares, definidas como requisitos de projeto, com as alternativas criadas.

Partiu-se do pressuposto que as alternativas geradas deveriam incluir os assim denominados requisitos de projeto, que em maior ou menor grau de aprofundamento, englobam fatores relevantes, tais como: ergonômicos, fabris, produtivos, mercadológicos, ambientais e estéticos. Estes, teoricamente, deveriam estar presentes em todas as proposições.

Essa dificuldade adquiriu complexidade, especialmente nas últimas décadas, impulsionada por fatores como globalização, conscientização ambiental (tanto da população em geral quanto pelos próprios designers e projetistas), aumento de leis de controle ambiental, responsabilidade social e segurança, maior volume de conhecimento disponível nas diversas áreas (mediante internet, cursos, especializações, congressos, publicações, entre outros), novos materiais e processos de fabricação, novas tecnologias de projeto, desenho, renderizações, prototipagem rápida, entre outros fatores.

Com esse enfoque, estabelecem-se as seguintes condições básicas para que a equipe de design desenvolva a atividade de modo consensual entre os vários fatores relevantes:

1. Conhecimento do ciclo de vida do produto (*Life Cycle Design*). Através dele, o designer deverá conseguir conceber novos produtos com a consciência de que, durante todas as fases de projeto, serão consideradas as possíveis implicações ambientais ligadas as fases do ciclo de vida do produto (pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte), buscando desse modo minimizar todos os efeitos negativos possíveis (MANZINI; VEZZOLI, 2008);
2. Definição das necessidades do público-alvo e estabelecimento consensual entre projeto, produção, marketing e distribuição dos requisitos de qualidade necessários para atendê-las. Isso é obtido, por exemplo, pela técnica do QFD – *Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade (ROZENFELD e outros, 2006);
3. Identificação de níveis de importância das necessidades direcionadas ao público-alvo, objetivando a quantificação e qualificação destas. Isso pode ser obtido também pelo QFD, com importante auxílio do Modelo Kano (PAZMINO, 2013; BAXTER, 2011);
4. Possibilidade de eliminação de alternativas geradas pelo não atendimento de necessidades básicas. Pode ser obtido pelo Método Paramétrico (MENEZES, 2001);
5. Escolha da melhor alternativa projetual, levando-se em consideração todos os aspectos apontados nas pesquisas, caracterizando necessidades e estabelecendo meio quantitativo de análise.

Verifica-se que, das cinco condições listadas, as três primeiras já possuem ferramentas e técnicas conceituadas, amplamente utilizadas na atividade projetual (tanto na academia quanto na indústria), com resultados já comprovados. A quarta condição carece de implementações aplicadas ao design e para a quinta persiste uma lacuna no conhecimento. Portanto, o problema refere-se às duas últimas condições listadas, ou seja, de que modo o designer, engenheiro ou equipe de projeto escolherá a melhor alternativa projetual, que contemple todos os quesitos estipulados nas etapas projetuais anteriores?

Este artigo apresenta o desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta projetual que objetiva auxiliar o designer nesta problemática. A referida ferramenta foi desenvolvida inicialmente como auxílio à atividade docente, aplicada em aulas de projeto de produto (cursos de graduação em Design Industrial e Design de Produto) e na disciplina de qualidade e desenvolvimento de produto (pós-graduação). Com a experiência adquirida em mais de 10 anos de testes nos produtos desenvolvidos, o presente artigo relata a evolução e a formatação atual da ferramenta, demonstrando sua efetividade na prática projetual, tendo como campo de estudo o projeto acadêmico.

2. A Lacuna do Conhecimento para Desenvolvimento da Ferramenta

2.1. Geração de alternativas no Design

A evolução do processo de desenvolvimento de um produto passa por uma série de tomadas de decisões, cruciais em determinados momentos. O encurtamento drástico do ciclo de vida da maioria dos produtos, preteridos por constantes novos lançamentos antes mesmo de estarem efetivamente obsoletos, torna a atividade projetual um desafio, no sentido de que é absolutamente importante, em espaço de tempo limitado, a observação de todos os critérios relevantes a um bom projeto de produto.

O processo de geração de alternativas no design ocupa lugar de destaque nos métodos de projeto existentes, estando sempre localizado no período intermediário do processo. Apesar das diferentes abordagens, nota-se que a geração de alternativas baseia-se fortemente nos métodos intuitivos, que Cardoso e outros (2014) enumeram: *brainstorming*, *brainwriting*, *brainstorming* eletrônico, método 635, método Delphi, analogias, método sinético e MESCRAI. Além destes, os autores também citam métodos intuitivos sistemáticos, ou seja, aqueles que seguem uma sequência lógica: síntese funcional, matriz morfológica e análise de valor. Abordagens como *concept design* e design emocional também são utilizadas na concepção da forma e criação de uma relação de afeto entre produto e usuário. Seus produtos tem a tendência de serem mais amigáveis, aumentando a chance de sucesso no mercado.

No quadro 1 pode-se ver a localização da etapa de geração de alternativas de acordo com diversos autores e métodos de design. As abordagens constantes no quadro 1 foram escolhidas porque representam tendências bem definidas. Por exemplo, os métodos de Santos (2005) e Merino (2013) permitem uma liberdade maior a equipe de projeto, enquanto que o método de Rozenfeld e outros (2006) e Baxter (2011) apresentam uma estrutura mais tradicional e sistemática. Em parte isso pode ser explicado pela origem de formação original dos autores de cada método, sendo que Santos (2005) e Merino (2013), e parte significativa de autores que seguem a mesma tendência tem por formação básica o design; enquanto que Rozenfeld e outros (2006) e Back e outros (2011), tem por formação básica a engenharia. No caso de Baxter (2011), mesmo sendo ele próprio designer, utiliza como base metodológica o método de Phal e Beitz, que fundamenta-se na área da engenharia.

<p>Método MD3E - Método de Desdobramento em Três Etapas. Também conhecido como Método Aberto de Design. O autor coloca a etapa de geração de alternativas vinculada a "concepção", recebendo dados da etapa anterior: "caminhos criativos" e alimentando a etapa seguinte: "seleção e adequação". Fonte: Santos (2005).</p>	
<p>PDP - Processo de Desenvolvimento de Produto. Estabelece a etapa de geração de alternativas no Projeto Conceitual, que sucede o Projeto Informacional e precede o Projeto Detalhado. Embora não relacione critérios numéricos para isso, existe a sugestão de valoração das alternativas concebidas, de forma a selecionar a mais adequada. Fonte: Rozenfeld e outros (2006).</p>	
<p>GODP - Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos. Estabelece a etapa de geração vinculada ao passo 3, etapa e criação. Após a definição das estratégias de projeto (etapas 1, e 2) são definidos os conceitos e então geradas as alternativas. Estas deverão ser analisadas mediante técnicas e ferramentas, que permitirão a escolha das que forem mais adequadas às especificações preestabelecidas. A autora deixa livre a escolha das ferramentas e técnicas citadas. Fonte: Merino (2013).</p>	
<p>Vieira (2014) sugere um método de projeto orientado para o mercado e centrado no usuário. Difere um pouco a localização da etapa de geração de alternativas, no método proposto quase sempre colocada em um nível intermediário. Nesta proposta, a geração de alternativas está representada no último nível, denominado de projeto propriamente dito, em um total de</p>	

<p>três níveis: metaprojeto, síntese e projeto.</p>	
<p>Baxter (2011) coloca a etapa de geração (denominada como deconfigurações possíveis) em uma etapa intermediária, sendo alimentada pela seleção do melhor conceito definido pela equipe de design.</p>	
<p>Bonsiepe (1984) estrutura seu método de um modo seqüencial, colocando a geração de alternativas quase no final. Em função do momento em que foi concebido, o método hoje está desatualizado pois não prevê nada com relação ao ciclo de vida. No entanto, é bastante completo até a etapa contemplada.</p>	

Quadro 1: Etapa de geração de alternativas no métodos projetuais de design

Além dos métodos e propostas mostrados no quadro 1, podem ser encontrados inúmeros outros na bibliografia técnica. No entanto, apesar de diferentes modos de abordagem, nenhum método encontrado propõe uma forma quantitativa de análise para as alternativas geradas, que permitiriam ao designer uma comparação numérica, menos subjetiva que as comparações qualitativas. Neste ponto, especificamente, justifica-se a inserção da ferramenta FEAP (Ferramenta de Auxílio à Escolha da Alternativa de Projeto).

A figura 2 mostra uma abordagem ampla do processo de projeto, em nível de gestão. Nesta, o método de projeto, onde insere-se especificamente a etapa de geração de alternativas, está se correlacionando com o ciclo de vida do projeto, tecnologia da informação e gerenciamento. Todas essas atuam em concordância e com efeito colaborativo nas fases projetuais: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado. Portanto, a etapa de geração de alternativas não interfere somente na visão operacional do design, mas sim no design estratégico.

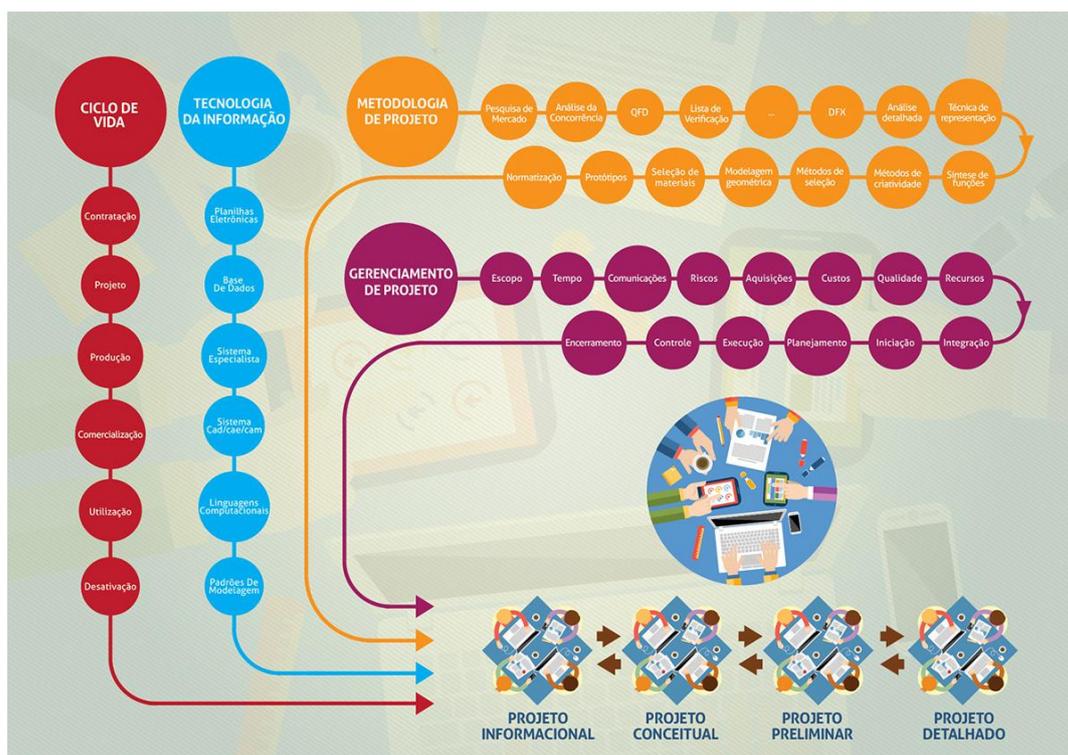


Figura 2: Visão global do projeto. Fonte adaptada: Back e outros (2011)

Na figura 2 assume-se que o ciclo de vida do produto tem seu escopo delimitado, iniciando na contratação da proposta (do berço do produto ao túmulo). Entretanto, o ciclo de vida induz a consideração de etapas como a extração, fabricação de materiais que irão compor o projeto, ou mesmo etapas posteriores de logística reversa, reaproveitamento e reciclagem (do berço ao berço do material).

Ainda, optou-se pelo uso de Metodologia de Projeto ao invés de Método de Projeto, no sentido de que deve-se estudar os métodos e ferramentas disponíveis de forma a empregá-los com o máximo de resultado.

2.2. Embasamento Teórico

Conforme visto no item anterior, estabelecer qual o melhor método de projeto depende fundamentalmente de se estabelecer inicialmente qual é o verdadeiro problema de projeto que se pretende resolver, para então, analisar os métodos disponíveis e verificar qual trará melhores resultados com menos gasto de recursos (humanos, financeiros, estruturais, entre outros). Em geral, a aplicação de um método de projeto de forma eficaz requer o uso simultâneo de ferramentas de projeto, ferramentas da qualidade e técnicas de criatividade.

Assim, a ferramenta de projeto apresentada neste item foi adaptada da visão metodológica dos autores referenciados no quadro 1, tendo por ponto de partida o Método Paramétrico para Tomada de Decisão, proposto por Kepner e Tregoe, apresentado em Menezes (2001). Em sua forma original, o referido método constitui-se basicamente da determinação de fatores considerados deveres e de fatores considerados desejos. Inicialmente, listam-se os deveres e analisam-se todas as alternativas geradas. As que tiverem algum "dever" não cumprido são

automaticamente eliminadas. Já as aprovadas nesta etapa inicial são analisadas em função dos desejos. Para isso, estabelecem-se pesos e notas, resultando em valores numéricos, facilmente comparáveis entre si. A alternativa que obtiver o maior valor será a escolhida. A figura 3 mostra esquematicamente o procedimento do método.

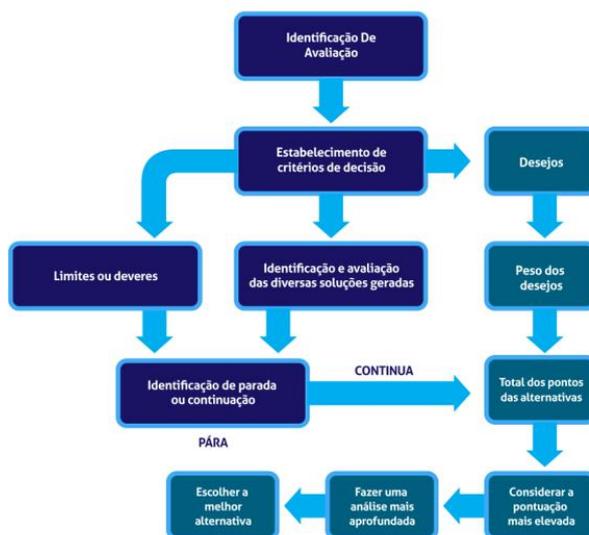


Figura 3: Procedimento usual para o Método Paramétrico para Tomada de Decisão. Fonte adaptada: Menezes (2001)

Pela análise do Método Paramétrico convencional, observa-se que nos critérios definidos como deveres existe apenas a possibilidade de exclusão ou manutenção da alternativa. Nos critérios desejos, o total da alternativa refere-se à multiplicação entre o peso atribuído ao item desejado analisado e a nota recebida pela alternativa, considerando-se o item desejado que está sendo analisado.

Através da aplicação do método em estudos anteriores (turmas de projeto de produto) pode-se notar que apenas o estabelecimento de critérios “deveres” ou “desejos” é pouco significativo perante a diversidade de exigências dos projetos atuais. Dessa maneira, ao abordar-se toda a extensão de fatores presentes em um projeto, como questões relacionadas a custo, ergonomia, processos fabris, tendências estéticas, formas, cores, modelos, mercado, marketing, logística, meio-ambiente, entre outros, Acaba-se por não se permitir uma análise detalhada, originando produtos carentes em determinadas funções e/ou abordagens. Isso originou uma adaptação do método paramétrico com o desenvolvimento e teste da ferramenta FEAP.

Conforme visto na figura 4, Kano (BAXTER, 2011, LUCAS FILHO e outros, 2010) estabelece um modelo no qual divide os chamados desejos dos clientes em três categorias de qualidades abrangidas. Os níveis de desejos dos clientes são proporcionais à qualidade final do produto, tendo-se o que o autor denomina de qualidades: obrigatória, de desempenho e de excitação. Estes níveis de qualidade são proporcionais à qualidade final do produto.

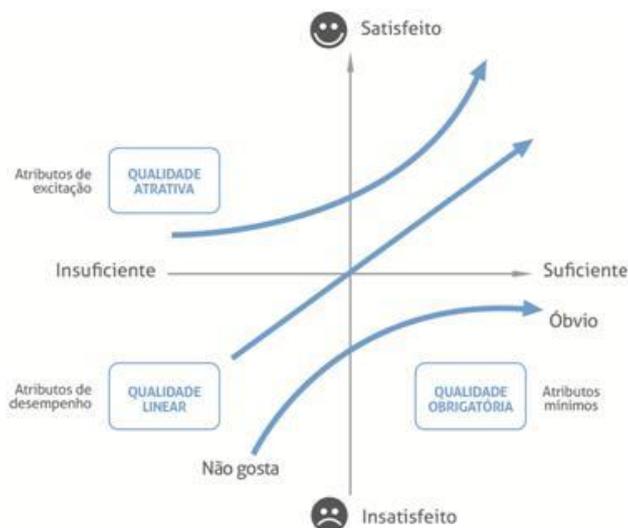


Figura 4: Modelo Kano. Fonte adaptada: Ferreira e outros (2010)

2.3. Métodos, Ferramentas e Técnicas

O desenvolvimento da ferramenta foi realizado em seis etapas, a saber:

- Estudo de conceitos importantes: para identificação da lacuna do conhecimento buscou-se o estado da arte no que se refere à tecnologias de informação, projeto e design, ciclo de vida do produto e do projeto, métodos, ferramentas e processo de projeto. Particularmente, no método de projeto, deteve-se na busca por ferramentas e métodos para seleção de alternativas projetuais;
- Problematização: na definição do problema da pesquisa, chegou-se a pergunta – como avaliar as alternativas geradas de forma a considerar toda a complexidade dos requisitos projetuais?
- Estabelecimento de hipótese: os métodos e ferramentas para seleção de alternativas são qualitativos e não consideram os deveres e desejos estabelecidos pelos clientes.
- Proposição da ferramenta FEAP: após a definição do problema de projeto, seleciona-se o método de projeto. Indica-se o uso do Método de Menezes (2001) para seleção de alternativas, de forma adaptada e integrada a outras ferramentas como o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para estabelecimento das necessidades do cliente e sua conversão em requisitos da qualidade; o GUT (Gravidade-Urgência-Tendência) e o Modelo de Kano. Define-se deveres de grau um (qualidade mínima obrigatória), deveres de grau 2 (requisitos secundários de desempenho, qualidade linear) e desejos (atributos de excitação). Exclui-se as alternativas que não atendem aos deveres de grau 1 e pontua-se o atendimentos as deveres de grau 2 e desejos. Seleciona-se a alternativa melhor avaliada.
- Aplicação das ferramentas em disciplinas de graduação e pós-graduação no desenvolvimento de produtos durante 10 anos.
- Análise dos resultados e validação da ferramenta.

2.4. FEAP – Desenvolvimento e Proposição

Mediante análise das primeiras aplicações procurou-se o estabelecimento de uma abordagem de correlação entre o proposto por Kano e a ferramenta FEAP. Desse modo, a qualidade obrigatória foi considerada como dever. Para essa, a não inclusão de algum de seus critérios leva a eliminação da alternativa (dever de grau 1). A qualidade de desempenho também é considerada como dever; no entanto, o não atendimento de um de seus critérios poderá não ser o caso de eliminação da alternativa (dever de grau 2).

Nesse momento, introduziu-se na avaliação a ferramenta GUT (Gravidade – Urgência – Tendência, mostrada na figura 4) para o estabelecimento de uma escala de valores para avaliação de deveres de grau 2. Ou seja, a alternativa não será eliminada, mas passará à próxima fase com uma pontuação de débito, que será descontada da pontuação obtida pela análise dos critérios considerados desejos, como se explica a seguir.

Para estabelecer a pontuação deve-se efetuar os seguintes passos:

- a. multiplicação dos fatores Gravidade x Urgência x Tendência para cada quesito. Assim para um dever de grau 2, por exemplo, a potência do motor em um veículo (é um dever de grau 2, pois quanto mais potência, melhor – atributo de desempenho), foram dadas notas 3 na gravidade (falta do critério tem gravidade média), nota 3 para urgência (estima-se um redesign para 6 meses após o lançamento) e nota 5 para tendência (todos os produtos do mercado atendem ao quesito), a nota GUT será 45.

A hierarquização das notas, ajudará o projetista a estabelecer quais os requisitos (deveres de grau 2) são prioritários. Importante considerar que esta avaliação é realizada por projetistas ou equipe multidisciplinar.

- b. O resultado GUT será então multiplicado pelo grau de importância do quesito (peso), atribuído pelo usuário com base na pesquisa de mercado, com valores variando de 1 a 10. Esse resultado será, por sua vez, multiplicado pela nota que cada alternativa obteve no quesito analisado. A figura 5 mostra como se dá o critério de pontuação do GUT adaptado.

Matriz G.U.T

Requisitos de Projeto	Gravidade	Urgência	Tendência	G.U.T	Classificação
Requisito 1					
Requisito 2					
Requisito 3					
Requisito 4					
Requisito 5					
Requisito 6					
Requisito "n"					
	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA		
Crítérios de Classificação G.T.U	1 - falta de critério não tem gravidade	1 - sem estimativa da necessidade de um redesign	1 - nenhum modelo de mercado atende ao quesito		
	2 - falta do critério tem pouca gravidade	2 - estimativa a médio prazo para um redesign	2 - 20% do mercado atendem ao quesito		
	3 - falta do critério tem gravidade média	3 - estima-se um redesign após 6 meses do lançamento	3 - 40% dos produtos do mercado atendem ao quesito		
	4 - falta do critério tem alta gravidade	4 - estima-se um redesign após 3 meses do lançamento	4 - 70% dos produtos do mercado atendem ao quesito		
	5 - falta do critério é extremamente grave	5 - após o lançamento, é urgente um redesign	5 - praticamente todos os produtos atendem ao quesito		

Figura 5: Técnica do GUT adaptado para aplicação do FEAP

Com base nessas premissas, elaborou-se o quadro 2, utilizado para análise dos critérios classificados como deveres de grau 2.

Objetivo:																
Crítérios de avaliação	G U T	Resul- tado GUT	Peso critério (1 a 10)	GUT x Peso	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3 ...			ALTERNATIVA "n"		
					Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final
Aqui, enumeram-se os critérios																
TOTALIZAÇÃO																

Quadro 2: Modelo para uso exclusivo da FEAP

Para o preenchimento do quadro 2, procede-se do seguinte modo:

- Preenchimento do objetivo: para efeito de organização, caso existam outros projetos em andamento, consiste no estabelecimento do objetivo principal do referido projeto;
- Na coluna "critérios de avaliação" são listados todos os requisitos de projeto previamente estipulados. Os mesmos utilizados no GUT.
- Na coluna GUT são colocados os valores analisados de 1 a 5 conforme mostrado na figura 5. Estes são multiplicados como recomenda a aplicação tradicional do GUT, cujo resultado é apresentado na coluna seguinte. À seguir, são estabelecidos os pesos de cada critério, em valores atribuídos pelo cliente, que variam de 1 a 10. Na próxima coluna estes valores são multiplicados pelo resultado anterior. Desta forma obtem-se uma avaliação dos requisitos de projeto segundo os projetistas e pesos atribuídos pelo cliente.

Com as primeiras análises realizadas (preenchimento das colunas 2, 3 4 e 5), percebeu-se que, por se tratar de uma escala de valores (onde quanto mais alto for o resultado, menor será a adequação da alternativa), as notas precisariam ser “corrigidas”, tornando-as negativas, para que

fosse possível a análise matemática correta. Após alguns testes, estipulou-se um fator de correção como o mostrado no quadro 3.

Nota	Valor a ser multiplicado	Nota	Valor a ser multiplicado
10,00	-1,0	9,00	-2,0
8,00	-3,0	7,00	-4,0
6,00	-5,0	5,00	-6,0
4,00	-7,0	3,00	-8,0
2,00	-9,0	1,00	-10,0

Quadro 3: Fator de Correção da escala de valores do GUT para uso na ferramenta FEAP

A primeira parte da avaliação é comum para todas as alternativas geradas e representam uma visão geral do projeto atribuindo-se valores aos deveres de grau 2. É realizada sem que se vejam as alternativas geradas, porque tem como objetivo proporcionar uma visão compartilhada entre os membros da equipe, sem nenhuma referência com autoria ou não das alternativas que serão posteriormente analisadas.

A partir deste momento, as alternativas são avaliadas individualmente. Cada uma recebe uma nota, de 1 a 10, referente ao modo como a equipe percebe que a alternativa analisada contemplou o requisito de projeto considerado. O Fator de Correção (FC) é extraído diretamente do quadro 3 em função da nota atribuída, e então na coluna seguinte (valor final), multiplica-se o valor obtido na coluna "GUT x peso" pelo obtido na coluna "FC". Na linha "totalização", ao final do quadro 2, tem-se o total de pontos obtidos pelas alternativas. Esse procedimento é repetido para todas as alternativas que tiverem sido aprovadas na etapa "deveres de grau 1".

As alternativas analisadas pelos critérios deveres de grau 2 passam a ser analisadas pelos critérios desejos. Para isso, utiliza-se uma planilha semelhante a anterior, porém sem a aplicação do GUT. Nesta, o peso do critério é multiplicado pela nota obtida pela alternativa no quesito considerado. O resultado é multiplicado por um fator de conversão cujo valor é 100. Esse fator foi criado para que os valores gerados na planilha possam ser diminuídos dos valores negativos obtidos na planilha anterior gerando resultados finais positivos, pois deste modo, sabe-se que o maior valor final será o mais adequado, evitando-se o raciocínio inverso, verificado como mais confuso nos experimentos práticos nas disciplinas. O quadro 4 apresenta o modelo para análise dos critérios desejos.

Objetivo:													
Critérios de avaliação	Peso critério (1 a 10)	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3 ...			ALTERNATIVA "n"		
		Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1 - 10)	Fator (FC)	Valor final
Aqui listam-se os critérios			valor fixo = 100			valor fixo = 100			valor fixo = 100			valor fixo = 100	

Quadro 4: Modelo para análise dos critérios desejos para a ferramenta FEAP

3. Aplicação da FEAP em Projetos Acadêmicos

A ferramenta FEAP é apresentada aos alunos no início do semestre letivo, explicando-se o momento em que será aplicada. Após esse primeiro contato, os alunos desenvolvem normalmente o projeto seguindo uma metodologia projetual de design livremente escolhida,

desde que fundamentada na bibliografia técnica da área. O único requisito na escolha da referida metodologia é que ela deve prever, em algum momento, a listagem dos requisitos de projeto, que segundo Pazmino (2013) devem ser mensuráveis e descritos por meio de características técnicas ou mesmo subjetivas; porém possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor.

A figura 6 mostra parte do quadro de requisitos de um grupo de projeto. Alguns requisitos de projeto foram classificados como obrigatórios, devendo então a equipe decidir se estes são de qualidade obrigatória (atributos mínimos, deveres de grau 1), levando então a possível eliminação de alternativas, ou de qualidade linear (atributos de desempenho, deveres de grau 2). Os demais foram classificados como desejáveis, sendo relacionados portanto com a qualidade atrativa, ou atributos de excitação (desejos). Não existe um número mínimo ou máximo de requisitos, tendo cada equipe autonomia total de decidir quantos deverão ser estabelecidos.

Requisitos de Projeto	Objetivo	Classificação
Visor	Ter no mínimo 3 polegadas	OBRIGATORIO
Vídeo	Possuir qualidade de imagem e visão noturna	DESEJÁVEL
Frequência	Maior alcance de transmissão	OBRIGATORIO
Suporte	Fixação discreta e segura	OBRIGATORIO
Bateria	Longa duração de uso	DESEJÁVEL
Material	Leve, durável e resistente	OBRIGATORIO
Formato	Intuitivo, original e familiar	OBRIGATORIO

Figura 6: Exemplo de quadro de requisitos de projeto. Fonte: Natividade e outros (2014)

O quadro 5 mostra um dos trabalhos desenvolvidos, com a típica classificação baseada no modelo Kano. Após isso, os grupos elaboram painéis semânticos e então, utilizando-se de variadas técnicas de criatividade, dedicam-se a criação das alternativas.

A bibliografia técnica mostra várias formas de se proceder com a geração de alternativas. Os grupos que optam pela geração mais livre, como a mostrada na figura 7, tendem a ter mais dificuldade de aplicar a ferramenta do que aqueles que optaram por uma geração mais detalhada, como a mostrada na figura 8.

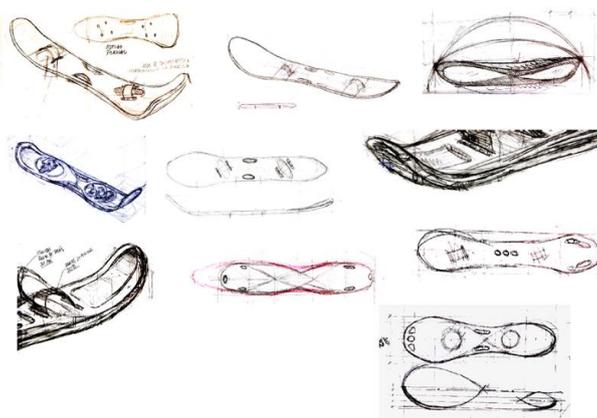


Figura 7: Geração de alternativas de shape para skate. Fonte: Glufke (2012)



Figura 8: Geração de alternativas para mobiliário. Fonte: Mueller (2006)

A partir do momento em que se tem diversas alternativas, o primeiro passo, conforme já explicado, é eliminar as alternativas que por ventura não contemplem algum requisito de projeto previamente classificado como obrigatório (dever de grau 1), ou atributo mínimo. Em alguns projetos isso foi relativamente simples, como exemplificado na figura 9. As alternativas mostradas na figura 9 foram eliminadas porque ambas não contemplaram requisitos mínimos estabelecidos pela equipe de projeto: em uma delas, a altura foi considerada inadequada (muito baixa) e o dispositivo de fixação, localizado na extremidade, levava e mesa a ter uma tendência de tombar. Isso foi contra dois requisitos classificados como obrigatórios: segurança do usuário e altura mínima estabelecida por norma para a prática do jogo. A outra alternativa apresentada na figura também foi eliminada pelos mesmos motivos: o dispositivo de giro não previa uma trava de segurança e a mesa era mais pesada em uma das extremidades, favorecendo o tombamento.



Figura 9: Alternativas de mesa para jogo, eliminadas na etapa inicial do FEAP. Fonte: Rigaillo (2008)

A parte mais exigente da aplicação da ferramenta é a planilha do item deveres de grau 2, onde a equipe precisa estar, necessariamente, reunida para que se tenha consenso nos valores atribuídos ao GUT, na transposição do peso atribuído pelo cliente para cada requisito e nota de cada alternativa. Essa etapa costuma gerar muita discussão e por vezes até atritos entre os grupos, mas ao final mostra-se eficaz.

O quadro 5 mostra um exemplo da aplicação da FEM em um projeto de produto. Tal projeto é um modelo em escala reduzida para testes, e foi construído pelo grupo SEACon (Portal Virtuhab, 2014).

Objetivo: Modelo funcional																
Critérios de avaliação	GUT	Resultado GUT	Peso critério (1 a 10)	GUT x Peso	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3			ALTERNATIVA 4		
					Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final
Permitir o estudo da usabilidade	3	45	7	315	7	-4	-1260	9	-2	-630	6	-5	-1575	8	-2	-630
Estudo de cores e aplicações	1	3	3	9	6	-5	-45	8	-3	-27	7	-4	-36	7	-4	-36
Estudo da usabilidade após Montag.	5	45	9	405	8	-3	-1215	8	-3	-1215	7	-4	-1620	10	-1	-405
Uso de materiais pr. ao real	5	75	10	750	7	-4	-3000	7	-4	-3000	6	-5	-3750	7	-4	-3000
Interferências na forma após Montag.	5	75	8	600	8	-3	-1800	9	-2	-1200	8	-2	-1200	9	-2	-1200
Permitir variações de funcionalidade	1	9	6	54	9	-2	-108	10	-1	-54	8	-3	-162	10	-1	-54
Permitir análise de segurança	5	45	8	360	8	-3	-1080	9	-2	-720	10	-1	-360	7	-4	-1440
TOTALIZAÇÃO:							-8508			-6846			-8703			-6765

Quadro 5: FEM - etapa deveres de grau 2 aplicada no projeto de um modelo funcional para testes

A figura 10 ilustra o modelo construído. Inicialmente haviam 7 alternativas, mas 3 foram eliminadas na etapa de deveres de grau 1. As quatro restantes foram submetidas às tabelas deveres de grau 2 e desejos. Pela análise da tabela deveres de grau 2, a quarta alternativa se mostrava mais adequada.



Figura 10: Modelo construído para teste da FEAP em exposição na SEPEX 2014

O quadro 6 apresenta a aplicação da FEAP no quesito desejos. Por essa análise, a alternativa que mostrou-se mais viável foi a alternativa 2. Fazendo o cálculo entre ambas, a alternativa escolhida passou a ser a 2 mesmo, pois teve melhor pontuação. A alternativa 1 ficou como segunda melhor opção. A figura 11 mostra qual foi a alternativa escolhida segundo a aplicação da FEAP.

Objetivo: Projeto de modelo semi-funcional em escala reduzida para testes													
Critérios de avaliação	Peso critério (1 a 10)	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2			ALTERNATIVA 3			ALTERNATIVA 4		
		Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final
Permitir medição conforto térmico	7	6	100	4200	7	100	4900	6	100	4200	4	100	2800
Permitir medição umidade relativa do ar interior	5	6	100	3000	7	100	3500	7	100	3500	5	100	2500
Permitir medição grau de insalubridade	5	7	100	3500	8	100	4000	5	100	2500	7	100	3500
TOTALIZAÇÃO				10700			12400			10200			8800

Quadro 6: FEM - etapa desejos aplicada no projeto de um modelo funcional para testes

4. Considerações Finais

O desenvolvimento de uma ferramenta passa por três estágios obrigatórios: organização conceitual, configuração da ferramenta e testes de validação. A organização conceitual da ferramenta apresentada neste artigo iniciou-se há 10 anos, em avaliações realizadas nas disciplinas de projeto de produto de cursos de design. A evolução conceitual foi complementada por pesquisas a nível de mestrado e doutorado, tanto dos próprios autores da ferramenta, quanto de orientações conduzidas de TCCs, monografias de especialização e dissertações.

A configuração final da ferramenta já foi objeto de aplicações em oito turmas de estudantes de design de produto, tendo os resultados parciais já publicados em eventos e periódicos. Na etapa de validação, o importante *feedback* dado pelos alunos que testaram a ferramenta promoveu, ao longo deste tempo, várias alterações na forma de apresentação da FEAP; no entanto, a configuração básica permaneceu inalterada, com relacionamento obrigatório com o modelo de Kano, fase inicial do QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para o estabelecimento dos requisitos de projeto e GUT.

Um dos fatos mais citados pelos feedbacks recebidos foi a importância do conhecimento prévio, por parte das equipes de projeto, do modelo Kano, QFD e GUT. Assim, tem-se uma correlação positiva de aproveitamento das equipes que efetivamente aplicam estas ferramentas e modelos em consonância com a FEAP.

A primeira vez que uma equipe aplica a ferramenta encontra algumas dificuldades, especialmente na planilha deveres de grau 2 (a mais completa). Também foi observado que equipes que aplicaram a ferramenta novamente (em outro projeto) conseguiram melhores resultados na segunda aplicação porque entenderam que o processo deve ser bem iniciado, ou seja, é princípio básico para o funcionamento eficiente da ferramenta que os requisitos de projeto tenham sido bem classificados.

No que se refere a pergunta da pesquisa confirma-se a hipótese de que métodos de seleção de alternativas qualitativos conduzem a uma distorção na priorização das necessidades dos clientes em detrimento da posição do projetista. Muitos produtos acabam assumindo rótulos, de econômicos, ecológicos, ergonômicos ou mesmo sustentáveis, sem que possuem indicadores que realmente o enquadrem nestas categorias. O uso da ferramenta FEAP para valoração

permite a definição de quais necessidades estão realmente sendo atendidas e a identificação de falhas conceituais.

Referências

- BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonhny Carlos da. **Projeto Integrado de Produtos** – Planejamento, Concepção e Modelagem. Barueri: São Paulo, 2008.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2011.
- BONSIEPE, Gui e outros. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984
- CARDOSO, E.; SANTOS, S. L. dos; FERNANDES, S. H.; SILVA, T. L.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. **O Desenho no Processo de Geração de Concepções de Projeto**. Gramado, RS. 11º P&D - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2014.
- LUCAS FILHO, Fernando Cardoso, PIO, Nabor da Silveira, FERREIRA, Daniel Rodrigues. **Método QFD como Ferramenta para Desenvolvimento Conceitual de Produtos de Madeiras da Amazônia**. Fonte: <http://biblioteca.universia.net/>. Publicado em 2010. Acesso: setembro de 2014.
- GLUFKE, Ronaldo Martins. **Prancha de Sandborar Snake**. Balneário Camboriú, SC. Trabalho de Graduação Interdisciplinar - TGI. Dezembro de 2012.
- MANZINI, Ezio e VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis** – Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EdUSP, 2008.
- MENEZES, L. C. de M. **Gestão de Projetos**. São Paulo: Atlas, 2001.
- MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. Metodologia para a prática projetual do Design com ênfase no Design Universal. 2013. 130 f. Qualificação Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- MUELLER, Roberta Pazzini. **Mobiliário para casas noturnas**. Balneário Camboriú, SC. Trabalho de Graduação Interdisciplinar - TGI. Dezembro de 2006.
- NATIVIDADE, I. S.; EING, L. M.; FINK, L. M.; PRÉVE, M. K. **Projeto de Produto**. Relatório da disciplina de Projeto de Alta Complexidade, Design, UFSC, 2014.
- PAZMINO, Ana Verônica. **Como se cria**. São Paulo: Blucher, 2013.
- Portal Virtuhab: tecnologias sustentáveis integradas. Disponível em: < <http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>>. Acesso: 2014.
- RIGAILO, Geldson Danilo. **Mesa de sinuca**. Balneário Camboriú: UNIVALI – Design Industrial, 2008.
- ROMEIRO FILHO, Eduardo; FERREIRA, Cristiano Vasconcellos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; GOUVINHAS, Reidson Pereira; NAVEIRO, Ricardo Manfredi. **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sérgio Luis da; ALLIPRANDINI, Dário Henrique; SCALICE, Régis Kovacs. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos** – Uma Referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

VIEIRA, Gabriel. Design e inovação: projeto orientado para o mercado e centrado no usuário. Revista Convergências. Número 4. 2007. Disponível em: <<http://convergencias.esart.ipcb.pt>> Acesso: Janeiro de 2014.

Sobre os autores

Paulo Cesar Machado Ferroli

É Engenheiro Mecânico (UFSM), com Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na área de Projeto de Produto. Professor da UFSC, do departamento de Expressão Gráfica. Membro do grupo SEACOn, é um dos coordenadores do Portal Virtuhab e do evento ENSUS – Encontro de Sustentabilidade Aplicada em Projetos. É editor do periódico Mix Sustentável. ferroli@cce.ufsc.br

Lisiane Ilha Librelotto

É Engenheira Civil (UFSM), com Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na área de Avaliação e Inovação Tecnológica. Professora da UFSC, do departamento de Arquitetura e Urbanismo, atua na pós-graduação no programa PósARQ, orientando mestrado e doutorado. Membro do grupo SEACOn, coordena o Portal Virtuhab e o evento ENSUS. É editora do periódico Mix Sustentável. lisiane.librelotto@ufsc.br