

FEAP-SUS APLICADA EM MODELO FUNCIONAL DE ESCALA REDUZIDA - ESTUDO DE CASO

Paulo Cesar Machado Ferroli (UFSC)

ferroli@cce.ufsc.br

Lisiane Ilha Librelotto (UFSC)

librelot@matrix.com.br



São atributos de um bom projeto: criatividade, senso de gerenciamento, grande capacidade de síntese e conhecimentos gerais e específicos sobre a área projetual. Para que todos sejam englobados, sem negligenciar nenhum, exige-se atitude multtdisciplinar. A questão ambiental está inserida nesse contexto. Sua eficaz gestão somente é possível tratando-a de modo amplo, incorporando a parte econômica, social e ambiental de forma integrada. Diversas ferramentas foram criadas, algumas ainda em fase de experimentação e validação. Este artigo apresenta a aplicação da FEAP-SUS em um modelo funcional de escala reduzida.

Palavras-chaves: sustentabilidade; ferramenta de projeto; modelo funcional

1. Introdução

Na atividade projetual é bastante conhecida a importância do emprego de modelos e protótipos. A evolução do processo de desenvolvimento de um produto passa por uma série de tomadas de decisões, cruciais em determinados momentos. A construção de modelos e protótipos fornece respostas confiáveis, pois diferente do ocorrido no ambiente virtual, permite a experimentação física, onde a equipe de projeto interage com o produto utilizando todos os seus sentidos.

No ambiente atual a atividade projetual evoluiu em virtude sobretudo do encurtamento drástico do ciclo de vida da maioria dos produtos, preteridos por constantes novos lançamentos antes de estarem efetivamente obsoletos. Esse fato tornou a atividade projetual um desafio, no sentido de que é absolutamente importante, em espaço de tempo limitado, a observação de muitos critérios, todos considerados relevantes a um bom projeto de produto. Diversos são os instrumentos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Conforme comentam Manzini e Vezzoli (2008) as abordagens do tipo LCA (*Lyfe Cycle Assessment*), como, por exemplo, o Eco-it (dentre tantos outros) são muitas vezes usadas apenas para avaliação de produtos já existentes (redesign). Por vezes a dificuldade de se obter determinados dados/informações exigidos pelo programa torna seu uso deficiente e pouco objetivo. Isso é particularmente observado em pequenas empresas, nas quais o investimento em recursos (tecnológicos, humanos, de capital, etc.) torna muito difícil a aplicação de um programa completo de LCA. O resultado disto acaba sendo uma análise superficial, não confiável da realidade.

Baseando-se nesta problemática, objetivando prover empresas de menor porte e menores recursos de capacidade analítica, favorecendo a tomada de decisão correta em momentos cruciais, desenvolveu-se uma pesquisa onde foram testadas três ferramentas relativamente novas, de simples aplicação, que supostamente (na teoria) poderiam fornecer dados referentes a sustentabilidade de determinado produto, ainda em fase projetual, utilizando para isso de informações de fácil obtenção em bancos de dados já disponíveis nas próprias organizações onde serão aplicadas.

A validação da abordagem foi realizada na análise de um modelo funcional de escala reduzida, construído no laboratório da universidade, com o objetivo de testar a funcionalidade de determinados elementos do projeto. Esse artigo apresenta a aplicação e resultados obtidos da aplicação de uma das ferramentas: a FEAP-SUS.

2. Breve descrição da ferramenta

2.1 Sustentabilidade em design de produtos

Ecodesign já foi definido como um “ponto de encontro” entre a atividade de projeto e o ambiente. O termo é bastante difundido porque é, sobretudo, auto-explicativo: é um projeto orientado por critérios ecológicos. Porém, os fatores ecológicos representam apenas uma parcela de todo conjunto de requisitos necessários para um projeto completo: “[...] o termo design diz respeito ao conjunto de atividades projetuais que compreende desde o projeto territorial, também o projeto gráfico, passando ainda pelo projeto de arquitetura até os bens de consumo.” (MANZINI, VEZZOLI, 2008, p. 76).

Na análise evolutiva do conceito tem-se a definição de design industrial (na sua mais atual concepção) como a atividade que deve unir o tecnicamente possível com o ecologicamente necessário. Isso faz surgir quatro níveis de interferência no projeto de produtos voltado ao meio-ambiente: redesign ambiental do existente; projeto de novos produtos ou serviços que substituam os atuais; projeto de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis; proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável.

2.2 FEAP-SUS – Ferramenta de auxílio ao processo projetual com ênfase na sustentabilidade

Desde o início do uso da expressão “desenvolvimento ecologicamente correto”, a partir de 1986, academia, sociedade, governos e empresas tem se esforçado no aprimoramento conceitual, objetivando a correta inclusão do fator ambiental no projeto de produtos. A evolução disso foi a necessidade da promoção da sustentabilidade como um todo, alicerçada pelo inter-relacionamento dos fatores econômicos, sociais e ambientais, considerado na tríade da sustentabilidade definida como ESA (Sustentabilidade Econômica, Social e Ambiental) encontrada em Librelotto (2009). Esta, ao ser incorporada ao projeto, objetiva a manutenção do meio-ambiente sem prejuízo do incremento produtivo necessário ao atendimento das necessidades humanas.

De acordo com Manzini e Vezzoli (2008), o design para sustentabilidade somente será verdadeiramente reconhecido se houver uma constante avaliação das implicações ambientais que são relacionadas com as possibilidades projetadas de ordem técnica, econômica e social, além de levar em consideração todos os condicionantes que determinam o ciclo de vida do produto.

Boa parte dos métodos disponíveis na bibliografia (BACK e outros, 2008; ROZENFELD e outros, 2006; ROMEIRO FILHO e outros, 2011) costuma abordar todo o processo de desenvolvimento de produtos, ou seja, basicamente projeto conceitual, preliminar e detalhado, inseridos dentro do ciclo de vida do produto. Neste contexto, a questão da sustentabilidade, embora citada e definida sempre com algo importante, tende a passar quase que "despercebida" no intrincado volume de fatores relevantes a serem considerados. A gestão destes fatores (processo de design) deverá buscar a harmonia entre a satisfação das necessidades dos clientes e a preservação do planeta.

Kano (FERROLI, 2009) estabelece um modelo no qual divide os chamados desejos dos clientes em três categorias de qualidade abrangidas (figura 1). Os níveis de desejos dos clientes são proporcionais à qualidade final do produto, estabelecendo-se: qualidade obrigatória, de desempenho e de excitação.

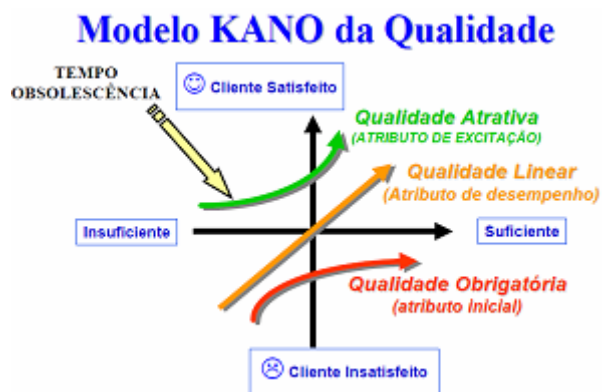


Figura 1. Modelo Kano (FERROLI, 2009).

Para o desenvolvimento da ferramenta fez-se uma correlação do proposto por Kano com o Método Paramétrico de Design (MENEZES, 2001), que separa basicamente as necessidades dos clientes em deveres e desejos. Desse modo, a qualidade obrigatória foi considerada como dever. Para essa, o não estabelecimento de algum de seus critérios leva a eliminação da alternativa (na ferramenta: dever de grau 1). A qualidade de desempenho também é considerada como dever; no entanto, o não atendimento de algum de seus critérios não é, neste instante, motivo de eliminação da alternativa (na ferramenta: dever de grau 2). Os itens “desejos” são os últimos a serem considerados.

Para testar a viabilidade da ferramenta, Librelotto e outros (2012) fizeram diversas aplicações, obtendo resultados satisfatórios em 70% dos casos. A melhor aplicação da fase de desenvolvimento foi realizada em uma máquina utilizada em um frigorífico. Durante dois meses foram levantadas, na medida do possível, todas as necessidades do público-alvo, em um total de 56 itens. Essas necessidades foram classificadas em dever de grau 1, dever de grau 2 e desejos.

A próxima fase foi a geração de alternativas, em um total de 12. Destas, 4 foram eliminadas pela equipe de projeto imediatamente após análise preliminar, pois não atendiam a algum dos requisitos classificados como dever de grau 1. As 8 restantes foram então analisadas pelos critérios deveres de grau 2. Para explicar o funcionamento básico da ferramenta, emprestou-se da referida pesquisa o quadro 1 mostrado a seguir. O referido quadro está mostrado parcialmente, apenas com o intuito de explicar o funcionamento da ferramenta. Nele mostra-se parte da aplicação em 3 das alternativas geradas. Esse quadro diz respeito as necessidades classificadas como dever de grau 2.

Objetivo: Redesign de máquina para frigorífico															
Critérios de avaliação	G	Resul-	Susten-	GUT	Peso	GUTxSUS	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 3			ALTERNATIVA 7		
	U	tado	tabilidade	x	critério	x	Nota	Fator	Valor	Nota	Fator	Valor	Nota	Fator	Valor
	T	GUT		SUS	(1 a 10)	Peso	(1-10)	(FC)	final	(1-10)	(FC)	final	(1-10)	(FC)	final
Consumo de vapor reduzido	533	45	26	1170	6	7020	8	-3	-21060	10	-1	-7020	9	-2	-14040
Durabilidade dos componentes	555	125	25	3125	8	25000	8	-3	-75000	8	-3	-75000	9	-2	-50000
Integridade física da matéria-prima	133	9	17	153	9	1377	8	-3	-4131	4	-7	-9639	9	-2	-2754
Rapidez de processamento	333	27	21	567	5	2835	8	-3	-8505	7	-4	-11340	6	-5	-14175
Evitar queima da farinha	535	75	25	1875	3	5625	5	-6	-33750	7	-4	-22500	6	-5	-28125
Higienização entre as cargas	533	45	21	945	4	3780	8	-3	-11340	9	-2	-7560	9	-2	-7560
Materiais resistentes a corrosão	553	75	24	1800	9	16200	9	-2	-32400	5	-6	-97200	9	-2	-32400
TOTALIZAÇÃO:									-202216			-253054			-172141

Quadro 1 - Exemplo da planilha dos itens deveres de grau 2 segundo a FEAP-SUS. Fonte: Librelotto e outros (2012).

Observa-se no referido quadro que alguns critérios e algumas alternativas foram “escondidos” para melhor visualização. Um aspecto relevante a ser observado é o fator "FC" que aparece logo após a nota que cada alternativa obteve em um critério específico. Esse fator serve para que a alternativa obtenha um resultado final negativo, que será subtraído do resultado positivo obtido no quadro dos desejos. Desse modo, o resultado final (da aplicação da ferramenta, e não do quadro) será positivo e seqüencial, ou seja, quanto maior o resultado obtido melhor. Outro aspecto de destaque é a aplicação da ferramenta GUT, cujos critérios de aplicação são mostrados no quadro 2. Essa ferramenta foi incorporada a FEAP-SUS para que se possa priorizar os critérios conforme necessário. O GUT foi adaptado de diversas versões disponíveis na bibliografia.

	G – Gravidade	U – Urgência	T –Tendência
5	Falta é considerada muito grave	Após o lançamento do produto será urgente um redesign	Tendência do mercado é de praticamente todos os modelos atenderem ao quesito (+ de 90%)
3	A falta é considerada de média gravidade	Estima-se um redesign após um prazo de 3 a 6 meses do lançamento do produto	A tendência do mercado é de que em torno de 50% dos modelos existentes atendam ao quesito
1	A falta é considerada de pouca gravidade	Não há uma estimativa à médio ou curto prazo da necessidade de um redesign	Poucos modelos (até 20%) disponíveis no mercado atendem ao quesito

Quadro 2 - GUT usado na FEAP-SUS. Librelotto e outros (2012).

Os critérios da sustentabilidade (próximo item a ser preenchido no quadro 4) são analisados com base no quadro 3. De acordo com o projeto, cada variável da sustentabilidade terá peso

forte (7 a 10), médio (3 a 6) ou fraco (0 a 2). Os critérios são somados e após multiplicados pelo valor obtido no GUT. Assim como ocorre em outras ferramentas qualitativas / quantitativas as notas são atribuídas pela equipe de projeto, sendo sua responsabilidade.

Quesito considerado	Sustentabilidade			Soma
	Econômica	Social	Ambiental	

Quadro 3 - Inclusão da sustentabilidade na FEAP-SUS. Librelotto e outros (2012).

O quadro 4 mostra a aplicação da FEAP-SUS em alguns itens desejos. Esse quadro também foi emprestado da pesquisa referenciada, servindo neste instante para demonstração de alguns detalhes de preenchimento.

Objetivo: Redesign de máquina para frigorífico												
Critérios de avaliação	Peso critério (1 a 10)	Susten tabilidade	Peso x Sust.	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 3			ALTERNATIVA 7		
				Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final	Nota (1-10)	Fator (FC)	Valor final
Cor adequada	7	4	28	8	100	22400	7	100	19600	7	100	19600
Forma e estilo	6	26	156	6	100	93600	8	100	124800	7	100	109200
Regulagem automática	10	18	180	6	100	108000	8	100	144000	9	100	162000
Auxílio para retirada farinha	9	23	207	2	100	41400	5	100	103500	4	100	82800
Material auto lubrificante	6	27	162	5	100	81000	8	100	129600	7	100	113400
TOTALIZAÇÃO:						443900			715000			631000

Quadro 4 - Exemplo de planilha dos itens desejos segundo a FEAP-SUS. Fonte: Librelotto e outros (2012).

Nota-se portanto que pela aplicação da ferramenta, a alternativa escolhida será a de número 3, pois apresenta o maior valor final: 461946 (715000 – 253054).

3. O modelo usado para aplicação da ferramenta

3.1 Contextualização

Atividade de modelagem, proposta neste artigo, foi utilizada como um auxílio nas tentativas de solucionar um problema maior vinculado ao projeto "Tecnologias, Sistemas Construtivos e Tipologias para Habitações de Interesse Social (HIS) em Reassentamentos". Tal projeto parte do pressuposto de que a problemática da habitação social brasileira agrava-se ao ser considerada a ocorrência de fenômenos climáticos intensos: vendavais, enchentes e deslizamentos. O homem de forma incauta cria problemas a ele mesmo e inverte a responsabilidade culpando a natureza pela destruição de seus bens (ROCHA; LIBRELOTTO, 2010).

Arelada as questões relativas à ocupação do solo, ou seja, planejar o espaço urbano e eliminar desigualdades sociais, surge a questão de propor possíveis soluções emergenciais a fim de minimizar o sofrimento humano, preservando sobretudo a vida, e posteriormente, os bens na ocorrência das catástrofes. Assim assumiu-se como foco principal da pesquisa a reconstrução da casa e também a possibilidade de sua execução antes da catástrofe acontecer, a partir do mapeamento de áreas de risco.

De forma geral, resume-se que os critérios e requisitos básicos que um projeto de habitação social para áreas de risco deve atender, são: (ABNT, 2010; KLEIN e LIMA, 2004; KRÜGER, 1998): satisfação dos requisitos de desempenho previstos em normas técnicas: térmico, acústico, estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água e durabilidade; baixo custo; baixo impacto ambiental; baixo nível de energia incorporada; previsão de flexibilidade para adequação ao ciclo de vida familiar; utilização de recursos regionais, permitindo a construção em regime de auto-ajuda ou montagem industrial; compatibilidade com entorno e infraestrutura existente; adequação em relação ao contexto em que será empregada (emergencial ou permanente); facilidade de construir ou montar; que tenha pouca manutenção; rapidez na execução; e que possa ser financiada por programas públicos.

Seguindo esta linha, antes de chegar-se a proposição de uma alternativa, foram analisados alguns projetos, protótipos, tipologias e construções existentes como soluções para a HIS. A pesquisa catalogou vinte sistemas construtivos de uso permanente e outras possibilidades de abrigo provisórios utilizados ao redor do mundo, que podem ser encontradas em Librelotto e outros (2012).

3.2 O projeto escolhido para confecção do modelo

Em princípio, dois projetos habitacionais, desenvolvidos pelos arquitetos Bruna Batista e Charles Pasinato foram selecionados para confecção dos primeiros modelos. Ambas as propostas, a primeira no contexto de habitações permanentes e a segunda no contexto de abrigos provisórios, evidenciaram o uso de contêineres. Para a construção do modelo funcional em escala reduzida foi escolhido o projeto da arquiteta Bruna Batista, incorporando o uso de contêineres que podem ser transportados, prevendo o uso de tubo de luz, reaproveitamento da água da chuva, sistema de fundação flutuante e um projeto que contempla ampliações futuras. A figura 2 ilustra o projeto.



Figura 2. Projeto escolhido para construção do modelo funcional em escala reduzida. Fonte: Librelotto e outros (2011).

Em razão da complexidade que se teria caso a opção fosse pela construção de um protótipo 1:1, optou-se pela construção de um modelo parcialmente funcional, na escala 1:8, que fosse capaz de fornecer resposta a três quesitos fundamentais do projeto: (a) adequação ergonômica, considerando aspectos físicos (medidas antropométricas, alcances e usabilidade), de conforto de uso (temperatura interna, umidade, insalubridade, dentre outros) e cognitivas (cores, informações, usabilidade após montagem); (b) teste funcional da questão técnica mais relevante, que no caso seria a flutuação do produto; e (c) questões formais, de arquitetura, engenharia e design (envolvendo materiais a serem utilizados, formas, segurança, dentre outros). A figura 3 permite contemplar a estrutura básica do modelo praticamente concluído. No canto direito inferior da figura pode-se ver as sapatas confeccionadas em concreto, que serviram de guia para testar a flutuação do modelo.



Figura 3. Estrutura praticamente concluída do modelo.

A figura 4 mostra o modelo já finalizado, em exposição na 10ª SEPEX – Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão, que aconteceu na UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), em outubro de 2011. Na imagem pode-se notar que o modelo foi posicionado em uma caixa de madeira de compensado, com chapas de plástico acrílico de 12 cm de espessura. O fundo foi preenchido com PU expandido simulando o terreno. A escolha foi realizada tendo em vista o peso final que o modelo teria.



Figura 4. Modelo final em exposição na 10ª SEPEX – Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão - UFSC - 2011.

4. FEAP-SUS aplicada no modelo

A ferramenta FEAP-SUS foi usada em uma fase específica do projeto, no objetivo de determinar as características essenciais vinculadas ao projeto, considerando as alternativas geradas. Embora o projeto estivesse com várias características já desenvolvidas, a construção do modelo funcional proporcionou a oportunidade de testar alguns fundamentos extremamente necessários ao produto final. Para a referida construção, foram geradas seis alternativas que permitiam visualizar e testar os problemas propostos. As análises necessárias foram classificadas conforme a ferramenta em deveres de grau 1, deveres de grau 2 e desejos, na configuração mostrada no quadro 5.

Requisito	Classificação FEAP-SUS	Requisito	Classificação FEAP-SUS
Permitir o estudo antropométrico	Dever de grau 1	Permitir o estudo de biomecânica	Dever de grau 1
Permitir o estudo de usabilidade aplicada	Dever de grau 2	Permitir medição de conforto térmico	Desejo
Permitir medição de umidade relativa	Desejo	Permitir medição de insalubridade	Desejo
Permitir estudo de cores e possíveis aplicações	Dever de grau 2	Permitir estudo de usabilidade após montagem	Dever de grau 2
Permitir o teste funcional de flutuação	Dever de grau 1	Permitir o uso de materiais o mais próximo possível do real	Dever de grau 2
Permitir interferências na forma após montagem	Dever de grau 2	Permitir variações de funcionalidade	Dever de grau 2
Permitir análise da segurança	Dever de grau 2		

Quadro 5 - Análise primária para aplicação da FEAP-SUS

Das seis alternativas inicialmente sugeridas, duas foram refutadas por não permitirem a análise de um ou mais itens classificadas como dever de grau 1. As quatro restantes foram submetidas as etapas posteriores de aplicação da ferramenta, conforme demonstra o quadro 6.

Quesito considerado	Sustentabilidade			Soma
	Econômica	Social	Ambiental	
Permitir o estudo da usabilidade aplicada	8	5	8	21
Permitir medição do conforto térmico	7	9	8	24
Permitir medição de umidade relativa	7	8	7	22
Permitir medição de insalubridade	9	6	6	21
Permitir estudo de cores e possíveis aplicações	5	7	8	20
Permitir o estudo da usabilidade após montagem	8	7	8	23
Permitir o uso de materiais o mais próximo possível do real	8	8	8	24
Permitir interferências na forma após montagem	9	8	7	24
Permitir variações de funcionalidade	7	9	9	25
Permitir análise da segurança	9	9	9	27

Quadro 6 - Determinação da sustentabilidade relativa de cada quesito

De posse dos dados, o próximo passo é mostrado no quadro 7 (análise dos quesitos classificados como deveres de grau 2), onde se procedeu inicialmente a análise global utilizando-se o GUT e posteriormente a análise individual de cada alternativa. Terminada essa etapa, realizou-se a análise final dos critérios classificados como desejos, mostrados no quadro 8.

Objetivo: Modelo funcional																		
Critérios de avaliação	GUT	Resultado GUT	Sustentabilidade	GUT x SUS	Peso critério (1 a 10)	GUTxSUS 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	353	45	21	945	7	6615	7	-4	-26460	9	-2	-13230	6	-5	-33075	8	-2	-13230
Estudo de cores e aplicações	113	3	20	60	3	180	6	-5	-900	8	-3	-540	7	-4	-720	7	-4	-720
Estudo da usabilidade após Montag.	533	45	23	1035	9	9315	8	-3	-27945	8	-3	-27945	7	-4	-37260	10	-1	-9315
Uso de materiais pr. ao real	553	75	24	1800	10	18000	7	-4	-72000	7	-4	-72000	6	-5	-90000	7	-4	-72000
Interferências na forma após Montag.	535	75	24	1800	8	14400	8	-3	-43200	9	-2	-28800	8	-2	-28800	9	-2	-28800
Permitir variações de funcionalidade	133	9	25	225	6	1350	9	-2	-2700	10	-1	-1350	8	-3	-4050	10	-1	-1350
Permitir análise de segurança	533	45	27	1215	8	9720	8	-3	-29160	9	-2	-19440	10	-1	-9720	7	-4	-38880
TOTALIZAÇÃO:							-202365			-163305			-203625			-164295		

Quadro 7 - Análise dos quesitos deveres de grau 2

Objetivo: Projeto de modelo funcional															
Critérios de avaliação	Peso critério (1 a 10)	Susten tabilidade	Peso x Sust.	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
Medição conf. térmico	9	24	216	5	100	108000	4	100	86400	8	100	172800	7	100	151200
Medição umid. relativa	7	22	154	5	100	77000	6	100	92400	6	100	92400	7	100	107800
Medição de insalubridade	8	21	168	4	100	67200	7	100	117600	6	100	100800	9	100	151200
TOTALIZAÇÃO:				252200			296400			366000			410200		

Quadro 8 - Análise dos quesitos desejos

Subtraindo-se dos valores encontrados no quadro 8, os valores encontrados no quadro 7, tem-se que a melhor alternativa projetual para o modelo foi a de número 4.

5. Considerações finais

A aplicação prática realizada no modelo demonstrou que a eficiência da FEAP-SUS está diretamente relacionada com:

- estabelecimento confiável das necessidades dos clientes, que pode ser obtida mediante a aplicação da casa da qualidade (QFD). Neste caso, é necessário uma nova pesquisa testando-se essa colaboração. As necessidades também devem ser coletadas junto a todos os grupos de clientes (internos, externos e intermediários);
- correta classificação das necessidades em deveres de grau 1, grau 2 ou desejos, seguindo-se o proposto no modelo Kano. Para isso, preferencialmente, deve-se trabalhar durante o processo de design com equipes multidisciplinares;
- pesquisa mercadológica para correta aplicação da ferramenta GUT e determinação confiável dos aspectos da sustentabilidade envolvendo as três dimensões.

A ferramenta mostrou-se também confiável para ajudar a selecionar os materiais e as alternativas projetuais, fornecendo informações relevantes a tomada de decisão. É recomendável novas aplicações, propondo uma ponderação das variáveis sob a forma de pesos, para que se possa analisar caso a caso as particularidades de cada modelo/protótipo.

Referências

ABNT NBR 15575. *Avaliação do desempenho de edificações de até cinco pavimentos. Partes 1 a 6.* ABNT. Rio de Janeiro, 2010.

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonhny Carlos da. *Projeto Integrado de Produtos – Planejamento, Concepção e Modelagem.* Barueri: São Paulo, 2008.

BATISTA, Bruna. *Tecnologia, Sistemas Construtivos e Tipologias para Habitação de Interesse Social em Reassentamentos.* Pôster apresentado na XX SEPEX, Florianópolis, SC, 2011.

FERROLI, Paulo Cesar Machado. *MAEM-6F (Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores): suporte ao design de produtos industriais.* São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

FERROLI, Paulo Cesar Machado e LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. *Modelagem Física com Instrumento de Análise da Sustentabilidade no Design de Produtos*. EGR-CCE-UFSC, 2011 (relatório de pesquisa).

KLEIN, D. L., LIMA, R. C. *Sistemas Construtivos Inovadores: procedimentos de avaliação*. II Seminário de Patologia das Edificações - Novos Materiais e Tecnologias Emergentes. 18 a 19 de novembro de 2004 - Salão de Atos II - UFRGS - Porto Alegre – RS.

KRÜGER, Eduardo L. *Avaliação de Sistemas Construtivos para a Habitação Social no Brasil*. Anais VII ENTAC, volume I, pág. 629-636, Florianópolis-SC, 1998.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARRIGONE, Geovani. *A Teoria do Equilíbrio – alternativas para a sustentabilidade na construção civil*. Florianópolis: FAPESC/DIOESC, 2012.(no prelo).

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. *Modelo para Avaliação de Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA): Aplicação no setor de edificações*. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

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.

ROMEIRO FILHO, Eduardo; FERREIRA, Cristiano Vasconsellos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; GOUVINHAS, Reidson Pereira; NAVEIRO, Ricardo Manfredi. *Projeto do Produto*. Rio de Janeiro: Campus, 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