



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA
Revista Ação Ergonômica
www.abergo.org.br



ANÁLISE DO MODELO FUNCIONAL - LUMINÁRIA LED: AVALIAÇÃO HEURÍSTICA E FOCUS GRUPO

ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL MODEL - LED LUMINAIRE: HEURISTIC EVALUATION AND FOCUS GROUP

Yago Weschenfelder Rodrigues
UFPR
yagowr5@gmail.com

Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto
UFPR
Lucia.demec@ufpr.br

Erick Lastra
UFPR
ericklastra@gmail.com

Caio M. da Silva
UFPR
caiomarcioas@gmail.com

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo a aplicação de uma avaliação formativa em um modelo funcional de luminária LED, centrado nos conceitos do Design Centrado no Usuário (DCU) de acordo com Maguire (2001). O processo de avaliação foi aplicado no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da UFPR (LabErg) e foi dividido em 3 fases: a primeira fase consiste em uma avaliação com 5 especialistas referente ao modelo; avaliando as heurísticas e os critérios ergonômicos infringidos. Na segunda fase aplica-se o *focus group* com 12 usuários de baixa renda, dividido em dois grupos. Um piloto com 4 usuários (feminino) e um grupo final com 8 usuários (masculino). Esta fase tem como objetivo avaliar a percepção de uso da luminária perante as experiências dos usuários no ambiente. A terceira e última fase está relacionada à avaliação de iluminância no ambiente de simulação (sala de estar). A análise do procedimento permitiu identificar e descrever as características negativas e positivas da avaliação do modelo com os usuários em relação aos aspectos ergonômicos e de usabilidade,

bem como recomendações para qualificar o produto em desenvolvimento. As informações obtidas com o estudo apontam duas dificuldades principais no processo: a primeira delas consiste na dificuldade de realizar pesquisa com o público de escolaridade baixa; a segunda refere-se à escolha da técnica para avaliação de um produto, com ênfase no usuário, no qual é necessário um arranjo de métodos que possibilitem uma avaliação mais próxima do contexto real devido ao uso do modelo funcional.

Palavras-chave: Luminária LED, Modelo Funcional, Avaliação, Usabilidade.

Abstract: The present work aims at the application of a formative evaluation in a functional model of LED luminaire, centered on the concepts of User-Centered Design (DCU) according to Maguire (2001). The evaluation process was applied in the Laboratory of Ergonomics and Usability from UFPR (LabErg) and was divided in 3 phases: the first phase consists of an evaluation with 5 experts referring to the model; evaluating the heuristics and ergonomic criteria infringed. In the second phase the focus group is applied with 12 low-income users, divided into two groups. A pilot with 4 users (female) and a final group with 8 users (male). This phase aims to evaluate the perception of the use of the luminaire before the experiences of users in the environment. The third and final phase is related to the evaluation of illuminance in the simulation environment (living room). The analysis of the procedure allowed to identify and describe the negative and positive characteristics of the evaluation of the model with the users in relation to the ergonomic and usability aspects, as well as recommendations to qualify the product in development. The information obtained from the study points to two main difficulties in the process: the first consists in the difficulty of conducting research with a public of low schooling; the second refers to the choice of the technique for evaluation of a product, with emphasis on the user, in which an arrangement of methods is necessary that allows a closer assessment of the real context due to the use of the functional model.

1. INTRODUÇÃO

O modelo é fruto de uma pesquisa maior intitulada Plataforma de luminária led para habitação de interesse social em nível de mestrado e desenvolvida pela Universidade Federal do Paraná – UFPR com uma parceria entre o Núcleo de Design e Sustentabilidade e especialistas (SERBENA, 2013).

O produto a ser avaliado é uma luminária modular com tecnologia LED orientada a um conceito de sistema eco-eficiente, o modelo possui 1 base hexagonal, 3 módulos quadrados e interruptor conforme mostram as imagens 1 e 2. Seu conceito é a economia de energia através do uso consciente pelo usuário e o conforto lumínico nas residências

populares:

Imagem 1. Luminária LED instalada.



Conforme aborda Serbena (2013), a economia de energia permite que as famílias possuam um gasto inferior na conta de iluminação, podendo destinar este recurso para atender outras necessidades.

O conforto lumínico está relacionado ao bem-estar do usuário e ao correto nível de luz presente no ambiente de modo a evitar a fadiga visual ou mesmo problemas de saúde devido à má iluminação em suas várias tarefas ao longo do dia.

Imagem 2. Interruptor avaliado.

Os LEDs de potência selecionados para construção do modelo foram da empresa Seul Semicom Acriche, modelo AN4214 de 8 watts, AN3211 de 4 watts em 3300K e 5500K. O material do modelo funcional são chapas de aço, envolvendo o

processo de corte e dobra e acabamento em



pintura epóxi. A luminária utiliza a saída da tomada padrão ABNT NBR 14136, devido a garantir a segurança para o usuário da ligação elétrica.

O sistema de iluminação é baseado numa plataforma central hexagonal com três suportes para adição dos módulos LED (compostos por dissipador e chipled). Eles também podem ser ligados separadamente, criando uma escala de luminosidade no ambiente através do interruptor conforme desejado pelo usuário (imagem 3):

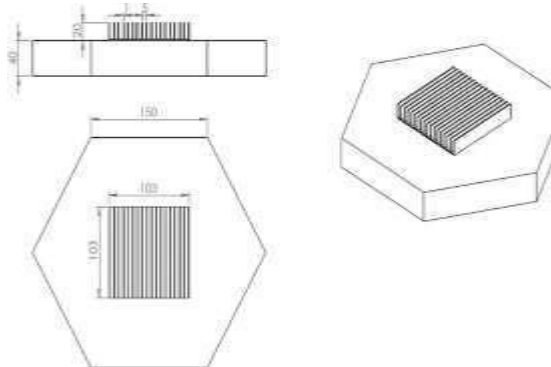
Imagem 3. Módulo avaliado.

Fonte: Fotos tiradas pelos autores em laboratório. 2015.

A plataforma tem como principal objetivo efetuar a iluminação geral do ambiente e os módulos móveis têm a função de direcionar a luz para a região onde há necessidade de mais iluminação. Os módulos LED presentes neste componente são os mesmos utilizados na plataforma central (SERBENA, 2013).

A seguir os desenhos esquemáticos do modelo (luminária LED), com suas respectivas medidas, como mostra a imagem 4:

Imagem 4. Dimensões do módulo hexagonal (sem o plug de encaixe).



Fonte: Elaborado pelos autores. 2015.

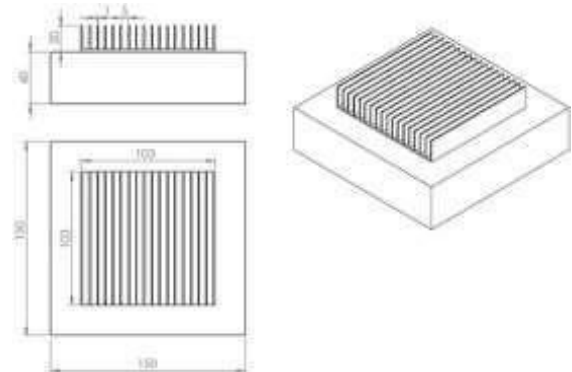
A base hexagonal de fixação com 150mm cada lado, o módulo solto (os 3 possuem as mesmas medidas) 150mmx150mmx40mm, na imagem é evidenciando o ângulo de encaixe dos módulos na base (10°).

Conforme a imagem 5, são demonstrados também os detalhes do dissipador, pois a tecnologia LED produz menos calor que uma lâmpada convencional; porém, segundo o projeto, é necessária a dissipação para trás dos módulos, evitando o aumento de temperatura interna na qual pode levar a acidentes:

Imagem 5. Dimensões do módulo quadrado (sem o plug de encaixe).

Fonte: Elaborado pelos autores. 2015.

Assim, o projeto tem como ideia principal a versatilidade nas necessidades.



Por possuir uma boa taxa de variação de iluminância, a luminária pode ser utilizada para diversos fins em diferentes cômodos domésticos. Há também a vantagem de seletivamente acender os módulos, de forma a receber a quantidade de luz ambiente necessária e também evitar o sobre gasto energético.

2. METODOLOGIA

desenvolvimento
(MAGUIRE, 2001). A

Para a realização da avaliação do modelo funcional foi necessário um planejamento, o qual abrange a classificação com relação ao conteúdo a ser analisado; ao local de realização; à dimensão da avaliação; à ênfase na coleta ou ao controle de variáveis e, ainda, ao envolvimento do usuário. Dessa forma, por se tratar de um modelo funcional em fase de pesquisa, a avaliação é considerada formativa, se referindo à identificação e correção de problemas, com vistas a melhorar o produto no processo de pesquisa tem uma abordagem centrada no usuário (DCU), ou seja, que

considera a participação dos usuários em uma ou mais etapas ao longo do processo projetual, no aperfeiçoamento de produtos. Para fins de organização da pesquisa, o método foi dividido em 3 fases, conforme demonstra a tabela 1. A primeira fase consiste em uma avaliação heurística com 5 especialistas aplicando-se a análise das heurísticas infringidas por Nielsen e Molich (1990), e também os critérios ergonômicos infringidos segundo Bastien e Scapin (1993) sobre o modelo funcional.

Na segunda etapa aplica-se o *focus group*, segundo Morgan (1997), com participantes que possuem o mesmo perfil do público alvo do produto - o mesmo tem como objetivo avaliar a percepção de uso da luminária. Dessa forma, foi aplicada uma avaliação piloto com 4 usuários e, após o refinamento do processo, foi realizada uma validação do *focus group* com 8 usuários finais. Este tipo de método oferece informação mais detalhada sobre os valores e opiniões dos participantes selecionados do que entrevistas individuais, devido ao fato da interação proporcionar imersão da discussão do tema.

A terceira e última fase está mais relacionada às características do produto em relação à iluminação no ambiente, comparando-as com normas brasileiras de iluminação doméstica. Após aplicação dos

métodos aplicados, obtivemos conclusão acerca do processo bem como diretrizes para melhoramento do modelo em sua fase final.

Quadro 1. Fases de avaliação da pesquisa

Fases da avaliação
FASE 1 - Avaliação Heurística Rodada com profissionais de design e usabilidade (5 especialistas) – questionário online estruturado.
FASE 2 - Focus group final (8 usuários). Rodada com usuários-entrevista estruturadas.
FASE 2 – Avaliação iluminação produto/ambiente.

Fonte: elaborado pelos autores, 2015.

Em cada fase os especialistas e os usuários deveriam, antes de responder o questionário ou a entrevista, passar pelo seguinte processo para explorar o produto e o ambiente:

1. Assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (em anexo).
2. Manusear o modelo funcional sem ser instalado (base, módulos e interruptor).
3. Ligar e desligar a luminária instalada através do interruptor

- (ligar a base e cada módulo) e observar cada tipo de iluminação.
4. Utilizar melhor iluminação para assistir TV e ler um livro com a luminária de teto instalada.
 5. Utilizar melhor iluminação para assistir TV e ler um livro com apenas um módulo ligado.

Dessa forma, os participantes foram questionados em cada tarefa sobre o uso da luminária, que foi realizado num espaço mais parecido com o real (simulado em laboratório).

A análise do procedimento adotado permite identificar e descrever as características negativas e positivas da avaliação do modelo funcional com os usuários em relação aos aspectos ergonômicos e de usabilidade, bem como recomendações para qualificar o produto através da experiência dos usuários. Ademais, a escolha dos métodos está relacionada com o tempo da pesquisa, pois dessa forma é possível recolher grande quantidade de informações quantitativas e qualitativas em um curto período ou sessão. As informações obtidas por este procedimento da pesquisa apontam duas dificuldades principais. A primeira delas é a dificuldade de realização da pesquisa com o público de escolaridade baixa; a segunda dificuldade refere-se à escolha da técnica para avaliação de um produto, com ênfase

no usuário, na qual é necessário um arranjo de métodos que possibilitem uma avaliação mais próxima do contexto real, devido ao modelo de média fidelidade que enviesaria a realização de um teste de usabilidade - ou seja, algumas propriedades são diferentes da versão final, como, por exemplo, o material, a textura e o peso.

2. RESULTADOS

2.1. AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

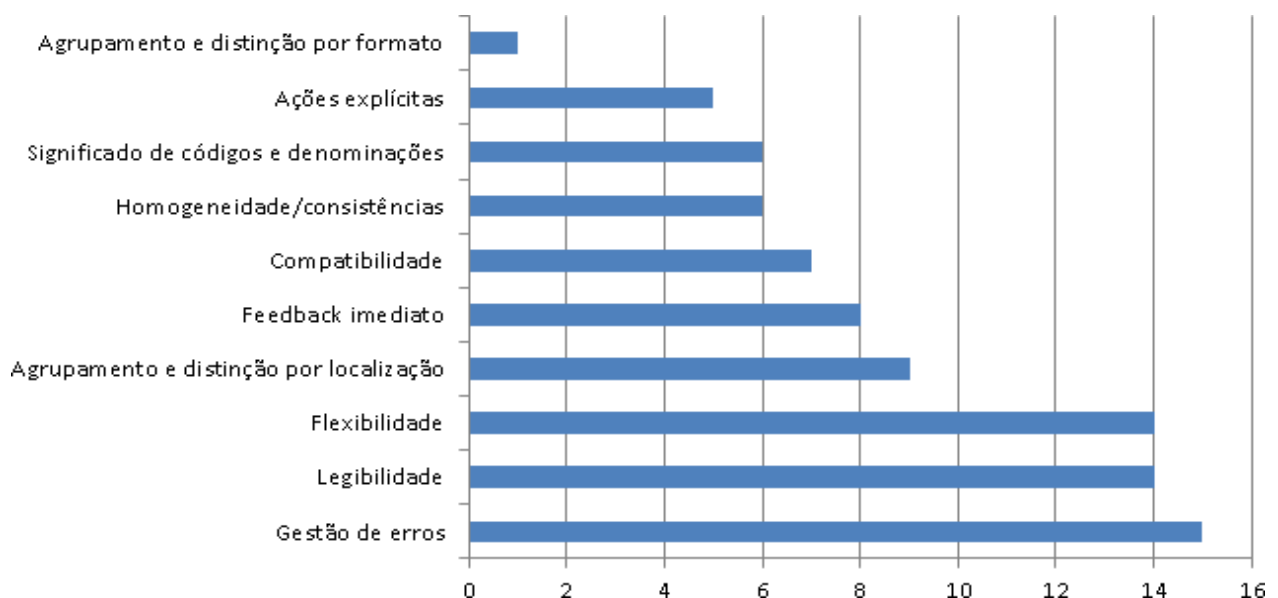
Para a realização da fase de avaliação heurística foram convidados 5 sujeitos, estudantes do curso de pós-graduação em design (02 mestrandos, 2 mestres, e 1 doutorando), que já cursaram a disciplina de usabilidade do Programa de Pós graduação em Design e que atuam na pesquisa dentro da área de usabilidade. Os 5 indivíduos foram convidados a participar voluntariamente do teste, em dia e hora pré-determinados. Cada teste foi realizado individualmente, sem contato com os demais sujeitos.

Após os resultados obtidos da avaliação heurística realizada por especialistas, foi realizada a somatória de todos os pontos sobre o produto para melhor visualização das questões aplicadas, bem como melhor entendimento das variáveis. Dessa forma, avaliou-se o produto como um todo, e não de forma específica para cada item (interruptor, base e módulos).

Os resultados obtidos buscam entender a fonte dos problemas de usabilidade relacionados à luminária. Referente às heurísticas infringidas como mostrado no gráfico 1, todas as heurísticas foram infringidas mais do que 4 vezes, o que mostra um problema geral na luminária - a que representa maior concentração foi a flexibilidade e eficiência no uso, sendo 19 vezes citada, cerca de 17 % do total. Assim, percebe-se um problema na falta de flexibilidade do produto: apesar de ser uma luminária multifuncional (que reduz a energia com o uso consciente), não possibilita de forma eficiente a questão do uso, o que leva o usuário a gastar muito tempo em tarefas simples ou até desistir das mesmas.

A segunda mais citada foi a prevenção de erros, com 17 citações (15 %), o que demonstra falta de avisos ou de segurança do produto, sem o feedback imediato do sistema, interligando usuário-sistema-atividade numa melhor relação de comunicação. A terceira é a visibilidade do sistema, notada 15 vezes com cerca de 13% do total. Esse dado demonstra problemas relacionados à comunicação do produto, na dificuldade da interface física em mostrar opções, forma ou solução para a tarefa ser realizada com sucesso. Ademais, como não há interação digital, talvez fique mais difícil comunicar e visualizar mais possibilidades ao uso, como a interação de modificar a intensidade, cor, projeção:

Gráfico 1. Somatório das heurísticas infringidas.

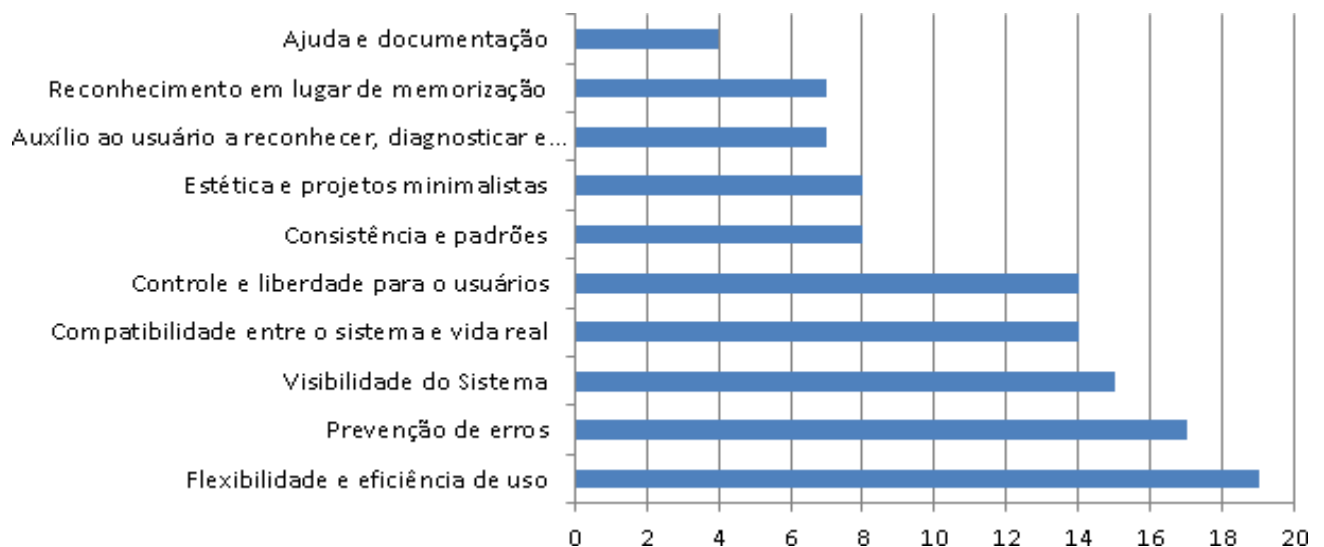


Elaborado pelos autores. 2015.

Referente aos critérios ergonômicos infringidos totais da luminária, conforme representa o gráfico 2, todos foram ao menos uma vez infringidos, com predominância na gestão de erros (15 citações com 17,6 %), o que está relacionado com a heurística de prevenção de erros. Nessa ordem, a legibilidade e a flexibilidade do produto mostram-se empatados em segundo com 16,4 % (14 citações), um resultado bem próximo à gestão de erros. Assim, da mesma forma, este é correlacionado com o resultado geral das heurísticas (visibilidade do sistema e flexibilidade), o que enfatiza a origem dos 3 problemas mais citados.

Sobre de nível de severidade geral da luminária, há ponderação na média da severidade, conforme demonstra o gráfico 3 (maiores gráficos concentrados no meio). Os resultados estão relacionados com a fase de desenvolvimento do modelo funcional, que está em processo formativo. Que provavelmente com um protótipo ou modelo mais leve ou já sem sua fase final, teria essa passagem de severidade do ponto médio para o “muito pouco” (item 1):

Gráfico 2. Somatório dos critérios ergonômicos infringidos.



Elaborado pelos autores. 2015

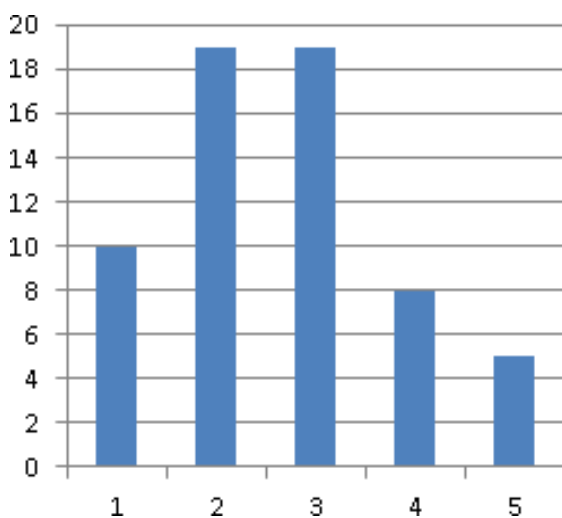
Dessa forma, há concentração no item 2 e 3 (31,14%), nos quais prevalece uma preocupação média (entre pouco e

muito severo) dos problemas identificados no produto, que não devem ser

desconsiderados, pois somados passam da metade do total (62, 28%).

Referente a onde se terá implicações negativas na usabilidade para o produto, de forma geral foi identificada como ponto principal a satisfação do usuário ao utilizar a luminária com 42,85 % (30 ocorrências), em segundo lugar a eficácia (34,28 % - 24 ocorrências) e por último a eficiência com 24,28% (17 ocorrências).

Gráfico 3. Somatório do nível de severidade dos problemas observados.



Fonte: Elaborado pelos autores. 2015

Assim, a origem está mais direcionada para a satisfação, ou seja, a reação do usuário em relação ao produto, gostos e desgostos ao uso. A eficácia prevalece à eficiência, mostrando que o usuário vai cometer mais erros relacionados a fazer tarefas erradas do que gastar mais tempo nas tarefas, ou seja, tem mais uma tendência à tentativa e erro, do que gastar mais tempo em uma determinada tarefa:

Gráfico 4. Somatório das dimensões onde se terá implicações negativas.



Elaborado pelos autores. 2015

2.2. Avaliação *focus group*

Imagem 6. Avaliação *focus group* 8 usuários em laboratório.

Fonte: Fotos tiradas em laboratório pelos autores.



2015.

Foram recrutados 8 usuários para melhor análise dos dados; a aplicação ocorreu no mesmo local no LabErg no dia 01/08/2014.

Perfil dos usuários: total de 8 indivíduos, sexo masculino, idade média 43,5 anos. O nível de escolaridade foi de 05 indivíduos com nível fundamental, 02 com ensino médio e 01 sem alfabetização. As residências dos indivíduos apresentaram o seguinte número de cômodos: 08 cômodos (01 indivíduo); 04 cômodos (06 indivíduos) e 04 cômodos (3 indivíduos). 07 sujeitos disseram usar luminária de teto na cozinha e 01 sujeito utiliza na sala. Luminária tipo móvel é utilizada por 5 indivíduos no quarto, por 2 indivíduos na sala e por 1 indivíduo no corredor. Abaixo segue a transcrição da avaliação da equipe avaliadora.

As características mais destacadas pelos indivíduos foram:

- Durabilidade (citada 2 vezes);
- Bonita (citada 2 vezes);
- Suave;
- De vidro;
- Boa iluminação;
- Atraente e Redonda.

A aplicação do grupo focado resultou das observações de 4 avaliadores presentes. Inicialmente, afim do grupo se sentir mais à vontade, foi solicitado aos indivíduos que se sentassem, observassem o espaço e verificassem se a sala tem o mesmo tamanho que a da sua casa. Todos se

sentiram à vontade e constaram que o espaço parecia com sua casa.

- I. Que tarefas fazem normalmente na sala?
 - De forma unanime os comentários foram: ver televisão, comer, conversar e ver celular.
- II. Você sabe ver a economia de energia na embalagem na hora da compra?
 - De forma unanime os comentários foram: Os sujeitos demonstraram que são mais acostumados a comprar a lâmpada fluorescente, por ser mais econômica e ser mais segura.
- III. Que características vocês consideram/perceberam dessa luminária no geral? (pesado, leve, forte, complexo, bonito, pontudo, qualidades).
 - De forma consensual a luminária é mais prática, porém, mais pesada, também perceberam que oferece menor risco, dando maior segurança.
 - De forma específica foi observado por 01 sujeito demonstrou ser difícil manuseio e a estrutura poderia ser menor, para reduzir o desconforto.

2.3. Perguntas específicas sobre o produto (cada tarefa)

IV. Acham o interruptor confortável ao apertar?

- De forma consensual a luminária é sim confortável.
- E de forma específica não precisaria de cor, a posição dos botões já é suficiente do usuário.

V. O interruptor tem algum defeito?

- O interruptor é confortável e as formas são mais interessantes que as cores. É mais intuitivo seguir pela geometria, por tentativa erro e só depois a identificação pelas cores.

VI. Tiveram dificuldades de entendimento com os módulos/peças, não dá resposta de ON/OFF, identificação das cores com a base (forma, padrões)?

- De forma unanime os sujeitos acharam que as cores não ajudam no entendimento do produto no dai-a dia, mas o padrão do desenho do interruptor ajuda um pouco mais.
- Alguns comentários específicos: a) mudar as cores seria interessante dependendo da

altura do interruptor, pois auxiliaria as crianças a entenderem a como ligar as lâmpadas; e b) sugeriu-se um adesivo ao lado do interruptor ou um manual de instruções de uso.

VII. Gostariam de perceber quanto gastam de energia pelo interruptor? (percepção da economia).

- Sim seria interessante, porém precisaria de um manual. No interruptor seria o melhor lugar para ver essa informação.

VIII. Gostariam de regular a força da luz para cada tipo de tarefa pelo interruptor? (ler, ver tv, outra). É útil? Percebem que economiza energia fazendo isso?

- De forma unânime os sujeitos gostariam de ter apenas uma regulagem apenas na base, não seria necessário nos módulos.

IX. Gostariam de alterar as cores pelo interruptor? Quais cores?

- De forma unânime os sujeitos não desejaram alterar a cor, alegando não ser funcional, pois já é possível alterar

luminosidade pela quantidade de módulos ligados.

X. A luz é agradável para assistir TV?

- De forma unanime a luz é agradável para ver televisão na preferência de cada usuário (meia luz ou totalmente apagada).

XI. E para ler?

- Para leitura, os usuários se sentiram confortáveis nessa atividade e de forma unanime é boa a luminância (todos os módulos acessos ou com um módulo apagado).

XII. Vocês tiveram alguma dificuldade em encaixar ele?
Por quê?

- De maneira unanime acharam fácil o encaixe, porém no escuro fica bem difícil encontrar o encaixe.

XIII. Acham esse encaixe da base seguro? E se tivesse um aviso de encaixe?

- De maneira unanime não consideraram seguro, ponderaram que precisa ter uma

aviso de encaixe, para evitar de entortar o *plug*. Entretanto consideraram que é difícil de levar um choque, pois o encaixe lhe da de maneira diferente do que enroscar uma lâmpada tradicional, pois a carcaça da base protege.

XIV. Vocês tiveram alguma dificuldade em encaixar ele?
Por quê?

- De forma unanime consideram o encaixe da tomada fácil, não tendo nenhuma dificuldade de encaixar.

XV. Acham esse encaixe do módulo seguro? E se tivesse um aviso de encaixe?

- De forma unanime seria melhor ter um aviso de segurança. Como abordado para a base.

XVI. A luz é confortável? Para que situação?

- A maioria do grupo relatou que se sentiu confortável com a iluminação do módulo, poucos disseram o contrário, pois o módulo fica perto do rosto, sendo uma luz forte.

XVII. Vocês acharam um produto difícil, moderado ou fácil? Por quê?

- Em geral, os participantes consideraram o produto de fácil utilidade, pois os encaixes são fáceis, economiza energia com o uso, tem cores como possibilidade de visualização, layout do interruptor, além de não ter risco para choques. Consideraram por fim de fácil manuseio e versátil.

XVIII. Com relação ao produto, quais são as sugestões de melhoria?

- Como sugestão de melhoria, os usuários, abordaram de forma unanime uma melhoria no encaixe, passando mais segurança, a possibilidade de comprar só a base (sem os módulos), mudança de formato (muito “quadrado”).

IX. Comprariam essa luminária “nessa forma”(modelo)?

- De forma unânime, sim. Principalmente por causa da economia de energia, mas dependeria também do valor do produto.

2.3. Avaliação da iluminância

A avaliação de iluminância em *lux* foi realizada no mesmo ambiente simulado em que foram aplicadas as outras avaliações (imagens 7). Dessa forma, a sala de estar possui uma área de 3,6m x 3,9m com a luminária posicionada a uma altura de 2,25m, o local de estudo foi vedado com papel e filme plástico preto para impedir interferência da lux externa.

Imagem 7. Dimensões da sala de estar.



Fonte: elaborado pelos autores. 2015.

O registro do lux foi realizado através do Luxímetro (Digital Lux Meter – MLM1010 – Marca Minipa), na data de 2 de julho de 2014, às 12 horas em dia parcialmente encoberto com poucas nuvens conforme a imagem 8. O medidor foi posicionado na superfície de uma mesa de madeira centralizado exatamente sob o centro da luminária ($h = 0,75m$), conforme imagem 12 e também **ao nível dos olhos sentado** (indivíduo masculino 50% percentil, sendo a altura dos olhos de 1,22m).

Quadro 2. Média de lux ao nível da mesa de centro.

Situação	Média de Lux registrado ao nível da mesa de centro (0,75m)	Indicação de lux para sala de estar - NBR 5413
Ambiente neutro com a luminária desligada	1	-
O modulo montado com todas as respectivas lâmpadas de LED acessas.	268	Atividades Gerais 150 Atividades locais (leitura) 500
Somente o Módulo central	117	
Somente Módulo vermelho	48	
Somente Módulo laranja	55	
Somente Módulo verde	48	

Elaborado pelos autores. 2015.

Quadro 3. Média de lux ao nível dos olhos quando sentado.

Elaborado pelos autores. 2015

Situação	Média de Lux registrado ao nível do olho (1,22m)	Indicação de lux para sala de estar - NBR 5413
Ambiente neutro com a luminária desligada	1	-
O modulo montado com todas as respectivas lâmpadas de LED acessas.	163	Atividades Gerais 150 Atividades locais (leitura) 500
Somente o Módulo central	84	
Somente Módulo vermelho	26	
Somente Módulo laranja	17	
Somente Módulo verde	36	

Pelas tabelas 2 e 3, nota-se que o lux produzido pelo modelo sobre a incidência de luz natural sobre o ambiente, sem qualquer outra fonte de luz artificial, foi de

1 Lux em ambas as situações. O lux produzido na posição da mesa foi maior que na posição sentada, devido ao fato da incidência da luz se maior embaixo da

luminária, mostrando, assim, a dificuldade de distribuir a luz igualmente pelo ambiente (mais que o dobro de *lux* na posição da mesa do que na sentada). Seguindo-se os padrões da NBR 5413 de Iluminância em *lux*, por tipo de atividade, na posição sentada a luminária mostrou-se eficaz com todos os módulos acessos para atividades gerais (passando 13 *lux* do ideal). Entretanto, para atividades localizadas seja para situação com todas acessas, seja para cada módulo, foi identificada como ineficaz para ambas as atividades, não atingindo o *lux* necessário segundo a norma.

Para iluminação geral dos cômodos listados acima, há uma divergência perante a norma nas ocasiões percebidas no *focus group*, em que não há a necessidade de acender mais que o módulo central, pois se sentiram confortáveis, permitindo assim que o usuário remova os módulos laterais e os utilize em outras áreas da residência.

Analogamente, os módulos laterais podem ser utilizados em diferentes posições pelo fato de serem removíveis, entretanto, como já abordado, talvez não exerçam uma boa função como uma espécie de abajur, devido a luz ser muito dura e não atingir o recomendado. Por outro lado, propiciam uma **boa iluminação geral** de ambiente estando ligados em conjunto.

3. DISCUSSÃO

Na avaliação com os especialistas, foram levantadas as principais fontes dos problemas perante as heurísticas e critérios ergonômicos infringidos, essas mostraram preocupações relacionadas principalmente à flexibilidade do uso, gestão de erros e legibilidade do sistema; sendo identificados de forma natural colocando-se no lugar do usuário.

Assim, estão ligadas com o uso intuitivo do interruptor e dos módulos, que apontaram como não eficientes, sendo necessário mais tempo do usuário em uma tarefa normalmente simples; de fato, isso se comprovou também na aplicação dos dois *focus group*. Logo, houve grande relação entre as duas fases de avaliações, pois o que foi levantado na primeira fase foi validado na segunda fase, na própria prática de uso.

A primeira fase mostrou que a luminária precisa de mudanças de flexibilidade de uso e que isso afetará drasticamente a satisfação do usuário, alterações em relação ao tempo de reconhecimento da interface, que precisa ser diminuído, facilitando operações de fácil memorização com o interruptor, com botões mais intuitivos ou digitais. Uma opção também seria adotar desenhos da própria luminária e manter o layout já proposto com cores mais contrastantes. Em relação aos módulos e a base, a mudança do material para um polímero irá afetar diretamente o peso do produto final,

facilitando os encaixes instáveis. Também seria interessante deixar a luz mais suave para a saída da luz.

Em suma, a 1 fase releva a elevada carga cognitiva para entender o procedimento, bem como o sistema se mostra excessivamente burocratizado para fazer uma ação simples (acender uma lâmpada). Além disso, o formato não comunica a economia de energia. O sistema de código cromático e posicionamento não se mostra eficaz. Outro aspecto identificado é a inconsistência entre a localização dos interruptores e dos módulos. Os mesmos se apresentam com orientações espaciais diferentes e, portanto, a percepção do usuário poderá mudar entre uma leitura horizontal e vertical. Assim, rever a apresentação gráfica do painel de botões permite maior fidelidade na relação com a visão do usuário com relação ao produto.

Entretanto, sobre a aplicação do *focus group* na segunda fase, de maneira geral os usuários acharam o produto de fácil utilização, sendo simples o encaixe, pois, se comparado às lâmpadas convencionais, que são de ‘rosquear’, o produto aparece como inovador, pois é de fácil manuseio. Mas foi sugerido que houvesse mudança nas cores de identificação e que fossem utilizadas cores mais contrastantes umas com as outras como visto na fase 1, devido ao fato de existirem usuários com baixa visão.

Houve opiniões similares e distintas em relação ao grupo piloto (feminino) e o segundo grupo (masculino). Nas duas aplicações do *focus group* houve consenso de que poderia ser mais leve para manusear e que comprariam o modelo com as alterações desde que não fosse caro. Ademais, o grupo piloto se mostrou mais preocupado que o segundo grupo em questão relacionada à segurança das crianças, propondo protetores fixos de tomada no encaixe dos módulos, evitando assim acidentes e acúmulo de sujeira.

Também houve diferenças nos grupos quando abordados sobre as cores, no piloto acharam interessante e no segundo desnecessário, já que existe o posicionamento dos botões, porém ambos indicam que deva vir com manual ou desenho explicativo.

O segundo grupo conseguiu identificar problemas mais operacionais do sistema, como a falta de opção de um ‘ON/OFF’ para o usuário ao ligar os módulos soltos, para não ficar colocando e tirando da tomada repetitivamente. Contudo, a avaliação procurou abordar aos requisitos de flexibilização da iluminação ao contexto de uso e a regulação da intensidade luminosa, visto que diferentes atividades são realizadas na casa e necessitam de intensidades distintas, mas ambos os grupos apontaram como

desnecessário, pois já existe certo controle pela ativação de cada módulo.

Sobre a avaliação de iluminância, observa-se que houve divergências com o *focus group* relacionado à atividade de leitura, pois os usuários se sentiram confortáveis, porém o *lux* recomendado de 500*lux* não foi atingido nem com todos os módulos acessos. Dessa forma, entende-se que o modelo funcionou melhor para atividades mais gerais, sendo mais eficaz no uso para o usuário do que atividades não localizadas (como a escrita).

Por fim, foi desconsiderada a avaliação da experiência de uso em longo prazo do modelo funcional a partir da experiência dos usuários em residências, pois muitos problemas já foram levantados com o procedimento adotado; assim, é mais relevante ter uma avaliação em domicílio com um protótipo de alta fidelidade após produção do mesmo.

4. CONCLUSÃO

Conforme os dados obtidos pelo procedimento adotado, observamos a eficácia dos métodos propostos, pois a avaliação considerou aspectos relacionados ao design centrado nos usuários, bem como sua experiência em relação ao uso, no qual termos generalistas foram melhor discutidos e especificados. Assim, o processo e os resultados foram satisfatórios.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDesign).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT– Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14136 - **Plugs e tomadas para uso domestico – Padronização** – 2002.

BASTIEN, C. e SCAPIN, D. **Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human Computer Interfaces**. INRIA, 1993.

MAGUIRE, M. **Methods to support human - centred design**. Int. J. Human Computer Studies, vol55, 2001. p. 587-634.

MORGAN, D. L. **Focus groups as qualitative research**. Qualitative Research Methods Series, 16. London: Sage Publications. 1997.

NIELSEN, J., Molich, R. **Heuristic evaluation of user interfaces**. Proceedings of the SIGCHI conference on human

factors in computing systems: Empowering people. Seattle, WA, USA. Abril, 1990.

SERBENA, Henrique José. **Plataforma de luminária LED para habitação de**

interesse social. 201 f. Dissertação (Mestrado em Design). UFPR, fevereiro, 2013.