

**PATRICIA T. PARRELA**

**DESENVOLVIMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE  
DIGITAL DO MD3E A PARTIR DE CRITÉRIOS DE USABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Design, do Centro de Artes, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Flávio Anthero Nunes  
Vianna dos Santos.

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2016**

**PATRICIA T. PARRELA**

**DESENVOLVIMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE  
DIGITAL DO MD3E A PARTIR DE CRITÉRIOS DE USABILIDADE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Design, do Centro de Artes, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

**Banca Examinadora**

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

\_\_\_\_\_  
Dr. Milton José Cinelli  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

\_\_\_\_\_  
Dr. Lisandra de Andrade Dias  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Florianópolis, 05/07/2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu professor orientador, Prof. Flávio Anthero dos Santos pela oportunidade de participar desta pesquisa, pela confiança e pela melhor orientação que eu poderia ter. Ao Prof. Alexandre Amorim dos Reis pela disponibilidade e incentivo. A todos os outros Professores do PPG Design pela atenção e pelas ideias durante as aulas e seminários.

Aos meus colegas da turma de 2014, mas especialmente aos colegas da turma 2012, minha “turma do coração” pela bondade de terem me acolhido e pelo presente da amizade que ainda perdura. Especialmente Anne, Mayara, Elisa e Crislaine: muito obrigada.

À Aline Gobbi por compartilharmos esta pesquisa e Fernanda Araújo pelas orientações.

À todos os alunos e professores que participaram dos testes.

Às minhas irmãs pelo incentivo.

Aos meus pais por ensinarem a nós quatro que podemos tudo.

## RESUMO

Este trabalho faz parte de uma pesquisa maior que na sua primeira etapa desenvolveu um projeto de avaliação da interface digital do MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas [Santos, 2005]) baseada em princípios de usabilidade (GOBBI, 2015). O resultado foi uma interface em versão inicial desenvolvida em conjunto com especialistas em Design e Usabilidade. O presente trabalho busca, em esta segunda etapa, avançar o desenvolvimento e a implementação desta interface e testar sua usabilidade junto ao usuário final. Após um estudo exploratório sobre assuntos pertinentes à Usabilidade e IHC (Interação Humano-Computador) juntamente com o retorno dos especialistas participantes da etapa anterior, foi desenvolvida e implementada em linguagem de programação *web* (HTML, CSS e Javascript) uma versão aprimorada daquela interface. Com o objetivo de simular seu uso cotidiano e testar as ações práticas mais comumente realizadas pelos usuários, a interface foi testada junto a 20 sujeitos: 15 alunos e 5 professores de Design. As seguintes métricas - baseadas na ISO 9241-11 - foram medidas nos testes: eficiência (medida pelos erros cometidos durante a realização das tarefas), eficácia (medida pelo tempo de realização das tarefas) e satisfação (medida por respostas a questionários). Os resultados dos testes foram comparados com os resultados dos testes dos especialistas para verificar se as melhorias aplicadas refletiam nestes resultados. Foi observado que as métricas de Eficiência e Satisfação obtiveram melhorias nos resultados, sendo que na Eficácia as diferenças foram estatisticamente significativas. Os resultados de todas as métricas foram, então, analisados detalhadamente para aprofundar a compreensão da interação com a interface, o possível motivo dos resultados e sugerir novas melhorias. Concluiu-se que esta pesquisa foi importante para identificação dos elementos com boa usabilidade e para apontar com mais exatidão os potenciais problemas e serem abordados no decorrente desenvolvimento da interface. O objetivo final é proporcionar futuramente uma ferramenta completa para ensino de Design.

**Palavras-chave:** Interfaces. Usabilidade. Fatores humanos. MD3E. Web.

## ***ABSTRACT***

This work is part of a larger research that in its first stage developed an evaluation project of the MD3E (Method of Deployment in Stages [Santos, 2005]) digital interface based on usability principles (Gobbi, 2015). The result was an early version of the interface developed in conjunction with experts in Design and Usability. This study aims, in this second step, advance the development and implementation of this interface and test its usability on the end user. After an exploratory study on subjects pertaining to usability and HCI (Human Computer Interaction) along with the return of the experts who participated in the previous stage, it was developed and implemented in web programming language (HTML, CSS and Javascript) an improved version of that interface. In order to simulate its everyday use and test the practical actions most commonly performed by the users, the interface was tested with 20 subjects: 15 Design students and 5 Design teachers. The following metrics - based on ISO 9241-11 - were measured by the tests: efficiency (measured by errors during the performing of the tasks), efficiency (measured by the task completion time) and satisfaction (measured by responses to questionnaires). The test results were compared with the results of the specialists to verify if the improvements applied reflected on the results. It was observed that the metrics of efficiency and satisfaction showed improvements in the results, and the efficiency differences were even statistically significant. The results of all metrics were then analyzed in detail to deepen the understanding of the interaction with the interface, the possible reason of the results and to suggest further improvements. It was concluded that this research was important to identify the elements with good usability and to aim more accurately the potential problems to be addressed in the following developments of this interface. The ultimate goal is to eventually provide a comprehensive tool for Design teaching.

**Key words:** Interfaces. Usability. Human Factors. MD3E. Web.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapa inicial: definição do projeto e necessidade humana .....	23
Figura 2 - Etapas básicas: preconcepção, concepção e pós-concepção.....	23
Figura 3 - Estrutura básica com desdobramentos mínimos.....	24
Figura 4 - Exemplo de estrutura com várias etapas preenchidas.....	25
Figura 5 - Mapa do site da interface do modelo MD3E .....	31
Figura 6 - Wireframes da interface esboçados na pesquisa anterior .....	32
Figura 7 - Modal de instruções de como utilizar o MD3E .....	34
Figura 8 - Mapa de navegação ao topo com indicação da etapa que o usuário se encontra e as etapas subsequentes .....	34
Figura 9 - Definição da coerência visual dos elementos da interface .....	35
Figura 10 - Página com títulos em destaque.....	36
Figura 11 - Botões de diferentes cores indicando visualmente as ações e suas consequências.....	37
Figura 12 - Botão desabilitado pois o campo obrigatório não foi preenchido .....	38
Figura 13 - Hover tool mudando de cor ao passar o mouse e Tooltip de desdobramento, revelando os comentários inseridos sem a necessidade de clique .....	39
Figura 14 - Hierarquia de tamanho e peso de fontes aplicada aos textos do aplicativo .....	40
Figura 15 - Modal de confirmação de exclusão de desdobramento .....	40
Figura 16 - Input prompt para indicar o não preenchimento do nome do novo desdobramento .....	41
Figura 17 - Configuração do ambiente de testes .....	45
Figura 18 - Janela de instruções antes do início da tarefa .....	47
Figura 19 - Questionário pós-tarefa apresentado aos participantes.....	49
Figura 20 - Questionário final apresentado aos participantes.....	51
Figura 21 - Comentário sendo inserido no campo de criação de novo desdobramento .....	63
Figura 22 - Dados de login inseridos na área de cadastro .....	64
Figura 23 - Inserção de 3 desdobramentos durante a tarefa 4 .....	65
Figura 24 - Inserção de nome de desdobramento (criação de novo desdobramento) no campo de comentários.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tarefas a serem executas nos testes e as instruções dadas aos participantes .....	48
Quadro 2 - Perguntas do questionário pós-tarefa .....	49
Quadro 3 - Perguntas do questionário pós-teste .....	50
Quadro 4 - Médias e medianas para ao tempo de execução e número de erros de cada uma das tarefas dadas .....	53
Quadro 5 - Erros cometidos pelos usuários e suas frequência, impacto e persistência.....	62
Quadro 6 - Análise descritiva dos tempos das tarefas do grupo dicotômico.....	70
Quadro 7 - Nível de satisfação por número de usuários.....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do questionário de satisfação SUS para cada participante.....	54
Tabela 2 - Frequência absoluta e relativa dos sujeitos dos testes .....	57
Tabela 3 - Frequência absoluta e relativa dos sujeitos dos testes do grupo dicotômico.....	57
Tabela 4 - Resultado do tempo de execução das tarefas por usuário .....	67
Tabela 5 - Nível de satisfação no questionário geral por número de sujeitos: especialistas e usuários separados .....	78
Tabela 6 - Nível de satisfação no questionário geral por número de sujeitos: especialistas e usuários agrupados .....	79
Tabela 7 - Teste de normalidade pra verificar a distribuição dos dados de Tempo .....	86
Tabela 8 - Teste comparação entre usuários e especialistas do tempo de execução das tarefas .....	87
Tabela 9 - Resultado teste estatístico para verificar diferença significativa entre os tempos de execução das tarefas dos especialistas e usuários.....	88
Tabela 10 - Resultado teste estatístico para verificar diferença significativa entre os tempos de execução das tarefas dos alunos e professores na Tarefa 6 .....	88



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de usuários e especialistas que participam dos testes .....	58
Gráfico 2 - Número total de erros por tarefa .....	59
Gráfico 3 - Ocorrência total dos erros em todas as tarefas .....	60
Gráfico 4 - Proporção dos erros.....	60
Gráfico 5 - Número de erros cometidos por sujeito .....	61
Gráfico 6 - Tempo de execução das tarefas por usuário.....	68
Gráfico 7 - Tempo de execução das tarefas por indivíduo .....	69
Gráfico 8 - Comparativo de tempo de execução de tarefas entre especialistas e usuários.....	72
Gráfico 9 - Comparativo de tempo de execução de tarefas entre professores e alunos .....	73
Gráfico 10 - Nível de satisfação da tarefa 1 por número de usuários.....	75
Gráfico 11 - Nível de satisfação da tarefa 2 por número de usuários.....	75
Gráfico 12 - Nível de satisfação da tarefa 3 por número de usuários.....	76
Gráfico 13 - Nível de satisfação da tarefa 4 por número de usuários.....	76
Gráfico 14 - Nível de satisfação da tarefa 5 por número de usuários.....	77
Gráfico 15 - Nível de satisfação da tarefa 6 por número de usuários.....	77
Gráfico 16 - Distribuição do nível de satisfação dos usuários .....	79
Gráfico 17 - Distribuição do nível de satisfação dos usuários por porcentagem .....	80
Gráfico 18 - Distribuição do nível de satisfação dos especialistas por porcentagem Fonte: Elaborado pela autora. ....	80
Gráfico 19 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos usuários.....	82
Gráfico 20 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos alunos .....	83
Gráfico 21 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos professores.....	84

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

MD3E	Método de Desdobramento em 3 Etapas
IHC	Interface Humano-computador
SUS	System Usability Scale
HTML	HyperText Markup Language
RBS	Revisão Bibliográfica Sistemática
CSS	Cascading Style Sheets
HFES	Human Factors and Ergonomics Society

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 CONTEXTO DA PESQUISA MAIOR .....	14
1.2 PROBLEMA .....	15
1.3 HIPÓTESE .....	15
1.4 VARIÁVEIS.....	16
<b>1.4.1 Variável independente</b> .....	16
<b>1.4.2 Variável dependente</b> .....	16
1.5 OBJETIVOS .....	16
<b>1.5.1 Objetivo geral</b> .....	16
<b>1.5.2 Objetivos específicos</b> .....	16
1.6 JUSTIFICATIVA .....	17
1.7 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	18
1.8 LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	19
1.9 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	19
1.10 ESTRUTURA DO DOCUMENTO .....	20
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	21
2.1 SOBRE O MD3E (MÉTODO DE DESDOBRAMENTO EM 3 ETAPAS).....	21
<b>2.1.1 Como funciona o MD3E</b> .....	22
2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX) .....	25
2.3 USABILIDADE .....	26
2.4 INTERFACE .....	27
2.5 INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR .....	27
2.6 ERGONOMIA E FATORES HUMANOS .....	28
2.7 FATORES HUMANOS E WEB .....	28
<b>3 DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE</b> .....	30
3.1 DESENVOLVIMENTOS ANTERIORES.....	30
3.2 EVOLUÇÃO DA INTERFACE NO PRESENTE TRABALHO .....	30
<b>3.2.1 Elementos e funcionalidades da interface</b> .....	33
3.2.1.1 Modal.....	33
3.2.1.2 Mapas de navegação .....	34
3.2.1.3 Coerência visual e aspectos estéticos .....	34
3.2.1.4 Títulos.....	35

3.2.1.5 Botões .....	36
3.2.1.6 <i>Hover Tools</i> (ferramentas <i>hover</i> ).....	38
3.2.1.7 Contraste de peso de fontes .....	39
3.2.1.8 Confirmação de ações.....	40
3.2.1.9 <i>Input prompts</i> (Aviso em campos de formulários).....	41
3.2 IMPLEMENTAÇÃO.....	41
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
4.1 TESTES DE USABILIDADE.....	43
<b>4.1.1 Planejamento dos testes experimentais.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.2 Considerações éticas .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.3 Indivíduos do estudo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.4 Ambiente de teste.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.5 Coleta de dados .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.6 Definição das tarefas .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.7 Teste com tarefas e questionário pós-tarefa de satisfação .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.8 Questionário geral de satisfação.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.9 Pré-teste .....</b>	<b>51</b>
4.2 MÉTRICAS .....	52
<b>4.2.1 Eficácia .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.2 Eficiência .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.3 Satisfação.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.4 Retenção de amostras.....</b>	<b>54</b>
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
5.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS .....	55
<b>5.1.1 Ajustes nos dados coletados .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1.2 Erros .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.3 Tempo .....</b>	<b>56</b>
5.2 RESULTADOS DESCRITIVOS .....	56
<b>5.2.1 Resultados - eficácia .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2.2 Análise dos erros.....</b>	<b>59</b>
5.2.2.1 Erro 1 - Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento.....	62
5.2.2.2 Erro 2 - Inserir dados de <i>login</i> na área de cadastro .....	63
5.2.2.3 Erro 3 - Não clicar no botão “adicionar” para inserir um desdobramento .....	64
5.2.2.4 Erro 4 - Inserir nome de desdobramento no campo de comentários .....	65

<b>5.2.3 Resultados – eficiência</b> .....	66
<b>5.2.4 Resultados – satisfação</b> .....	74
<b>5.3 RESULTADOS COMPARATIVOS</b> .....	81
<b>5.4 RESULTADOS ESTATÍSTICOS</b> .....	84
<b>5.4.1 Erros (eficácia)</b> .....	85
<b>5.4.2 Tempo (eficiência)</b> .....	85
<b>5.4.3 Questionários (satisfação)</b> .....	88
<b>5.4.4 Satisfação X Erros X Tempo</b> .....	89
<b>5.4.5 Resultado – hipótese</b> .....	89
<b>5.5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b> .....	89
<b>6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	91
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94
<b>APÊNDICES</b> .....	98
<b>APÊNDICE I</b> - Termo de consentimento livre esclarecido apresentado aos participantes do teste.....	99
<b>APÊNDICE II</b> - Termo de consentimento para fotografias, vídeos e gravações apresentado aos participantes do teste. ....	100

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas digitais têm sido cada vez mais utilizados em quase todos os aspectos da vida cotidiana. Desde a disseminação dos primeiros computadores pessoais, elementos como conceitos de rede e hipermídia se tornaram como alavancas de um processo crescente “das novas formas de trabalho, da economia e do pensar e agir contemporâneos” (FRANÇA, 2009).

Especialmente na área da educação, muitos sistemas digitais (como aplicativos, *softwares*, plataformas, web sites, portais e outros) têm sido utilizados para ampliar possibilidades pedagógicas e contribuir para o aprendizado.

Todos esses sistemas necessariamente possuem uma interface, que é o elemento que permite o contato entre o sistema e o ser humano. Segundo Morgan (1985), apesar do avanço da tecnologia, existe uma necessidade de constante pesquisa para novas perspectivas e estratégias sobre a IHC (Interação Humano-Computador) e este é justamente o foco deste trabalho: o desenvolvimento de uma interface digital (sistema/computador), sua implantação e sua avaliação junto ao usuário (ser humano).

A interface a ser desenvolvida é baseada no MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas), proposto por Santos em 2005 para o ensino de Design Industrial. O método contempla uma interface analógica e durante a disseminação do seu uso percebeu-se a necessidade de uma ferramenta digital para a aplicação do método. Esta poderia ser benéfica para o aprendizado, pois, segundo Braglia (2009, p.42):

A hipermídia na educação possibilita criar ambientes de aprendizagem atraentes e motivadores. A combinação de mídias auxilia na educação, pois prende a atenção, entusiasma, entretém e ensina com maior eficiência, porque transmite as informações de várias formas, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo. Nisso reside o poder da informação Multimidiática, em que a carga informativa é significativamente maior, os apelos sensoriais são multiplicados e isso faz com que a atenção e o interesse do aluno sejam mantidos, promovendo a retenção da informação e facilitando a aprendizagem.

### 1.1 CONTEXTO DA PESQUISA MAIOR

Este trabalho faz parte de uma pesquisa maior iniciada anteriormente. A primeira etapa da pesquisa desenvolveu um projeto de avaliação da interface digital do MD3E baseada em princípios de usabilidade (GOBBI, 2015). O resultado foi uma interface digital *beta* (uma versão inicial), oriunda do levantamento da pesquisadora e das sugestões de 8 especialistas em Design e Usabilidade, que foram recrutados para participar da pesquisa anterior avaliando a interface quanto a sua usabilidade utilizando heurísticas. Afacan (2008) afirma que a

avaliação de usabilidade por especialistas utilizando heurísticas tem sido largamente aceita e utilizada e que podem ser combinada com outros métodos empíricos para resultados ainda mais eficientes. Sobre avaliações da usabilidade, Wei-siong (2008) realizou um estudo que comparou a eficiência entre testes com usuários e avaliações heurísticas. Sua conclusão é que ambos se complementaram, pois os resultados combinados identificaram 90% dos problemas, com apenas 10% de sobreposições de problemas.

## 1.2 PROBLEMA

O princípio do problema deste trabalho inicia-se com o mesmo problema da pesquisa anterior:

Apesar da imensa aplicabilidade do software como ferramenta de ensino em diversas áreas, o uso para o ensino do Design ainda é pouco expressivo. Nota-se nesta lacuna uma oportunidade de expandir os recursos de ensino do Design, visto que a implementação da interface em novas tecnologias também é do escopo da própria disciplina do Design (GOBBI, 2015, p.18).

Dentro desta lacuna, um dos problemas que pode inibir a expansão destes recursos são as dificuldades de uso enfrentadas pelos usuários. Qualquer sistema projetado para seres humanos deve ser fácil de ser aprendido e lembrado. Porém, segundo Gould (1985) a maioria dos princípios de usabilidade não é aplicada pelos desenvolvedores dos sistemas. A consequência é frustração do usuário no uso, comprometendo o aprendizado e desencorajando o uso da ferramenta (KRUG, 2008; NIELSEN, 2005).

Para esta etapa da pesquisa, o foco será na continuação do desenvolvimento da usabilidade da interface sem ainda ter a pretensão de medir seu impacto no ensino do Design. Portanto, mais especificamente o problema desta etapa da pesquisa é: se a interface do sistema for aprimorada com recomendações feitas pelos especialistas em Design e Usabilidade na etapa anterior e outras baseadas em literatura, ela terá boa usabilidade quando testada com reais usuários?

## 1.3 HIPÓTESE

Implantando o que foi indicado pelos especialistas no trabalho anterior e aplicando-se outras melhorias na interface (baseadas na literatura) ela funcionará de forma mais efetiva; ou seja: os usuários alcançarão nível de desempenho superior ao que os especialistas alcançaram, pois todo o projeto foi realizado com base em parâmetros sólidos de usabilidade.

Se o desempenho dos usuários não alcançar o dos especialistas, rejeita-se a hipótese inicial e conclui-se que mesmo seguindo à risca o que indicam as teorias e os especialistas, o projeto da interface é sujeito a falhas e apenas a realidade de uso do produto pode indicar de forma real sua efetividade.

Hipótese H0 = usuários não alcançam melhor desempenho do que os especialistas nas métricas usabilidade após implementadas as melhorias;

Hipótese H1 = usuários alcançam melhor desempenho do que os especialistas nas métricas usabilidade após implementadas as melhorias.

## 1.4 VARIÁVEIS

### 1.4.1 Variável independente

Interface digital do método MD3E.

### 1.4.2 Variável dependente

Usabilidade em forma de eficácia, eficiência e satisfação do usuário. As variáveis serão medidas pelo número de erros cometidos pelos usuários durante a execução das tarefas (eficiência), o seu tempo de execução das tarefas (eficácia) e de suas respostas a questionários sobre a interface (satisfação).

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

Desenvolver, implementar e avaliar a usabilidade da interface digital do MD3E junto ao usuário.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma interface para o método MD3E digital na qual os elementos da interação com usuário tenham por bases válidas heurísticas de usabilidade;
- Contribuir para a pesquisa maior sobre o ambiente virtual para ensino do MD3E;
- Entender como usuários interagem com a interface desenvolvida e implementada;
- Sugerir melhorias na interface baseadas nos resultados dos testes;
- Ampliar a utilização do método MD3E adaptando-o para outra mídia: digital e interativa.



## 1.6 JUSTIFICATIVA

Referindo-se à pesquisa maior da qual este trabalho faz parte, existe uma proliferação de ferramentas digitais de ensino com o objetivo de “facilitar o processo de aprendizagem, otimizando o tempo, o espaço e a compreensão de questões complexas.” (GOBBI, 2015). Porém, a lacuna de ferramentas voltadas ao ensino projetual de Design em si justifica uma pesquisa que aprofunde esse conhecimento e eventualmente o coloque à disposição para uso prático. A importância deste trabalho se dá por desenvolver um sistema dentro de parâmetros e requisitos de ergonomia e usabilidade para que estimule o uso de novas tecnologias e consequentemente melhore a qualidade do aprendizado. Porém após o desenvolvimento também é de suma importância que a interface seja testada junto ao usuário para ter retorno ainda mais preciso sobre seu uso efetivo.

Mais especificamente sobre esta etapa (o presente trabalho), segundo uma pesquisa bibliográfica dos temas pertinentes (“avaliação de usabilidade”, “desenvolvimento de produto” e “interfaces”), percebeu-se um desenvolvimento contínuo e crescente de estudos mais aprofundados da usabilidade em interfaces digitais. As publicações recentes (últimos 10 anos) tiveram uma distribuição bastante constante e progressiva. Isso reflete uma preocupação cada vez mais presente com a interação do usuário com a máquina e é através da interface que essa interação se dá. Durante a pesquisa bibliográfica perceberam-se algumas lacunas que justificam este trabalho e contribuições que se pretende fazer:

**Designer como pesquisador** - Christiaans (2010) afirma que a interação do usuário com a interface é uma disciplina bastante recente e carece de incorporar a visão do designer durante o desenvolvimento da interface. A prática de delegar a responsabilidade das etapas pré-desenvolvimento diretamente ao engenheiro de software, apenas incluindo o designer nas etapas estéticas finais não é a prática mais eficiente. Tanto sob a ótica acadêmica como mercadológica, existe uma grande necessidade do designer - como pesquisador - contribuir com a sua visão. Ainda de acordo com a pesquisa bibliográfica, vários autores (BERENTS, 2011; CANDI, 2007; MUTANEN, 2008) afirmam que entre as organizações em geral - e mais especificamente na área de desenvolvimento de produto - existe uma falta generalizada de valorização da prática do design como apoio ao método de desenvolvimento de produtos e serviços. Por este motivo, percebeu-se a necessidade não só do desenvolvimento, como da implantação efetiva da interface digital tendo a prática do design permeando todas as etapas.

**Desenvolvimento de protótipos** - Sobre o desenvolvimento da interface em si, Gerber (2011) afirma que o uso de prototipagem no design de interfaces é benéfico, pois auxilia o

designer a corrigir erros rapidamente e repensar elementos do design, contribui para a quebra das tarefas maiores em sub-tarefas e facilita a cooperação entre membros da equipe. Neste trabalho, o protótipo tem caráter fundamental no desenvolvimento da interface e foi uma das etapas enfatizadas.

**Caráter prático** - A maioria dos trabalhos da pesquisa bibliográfica (74,1% dos artigos) eram pesquisas exploratórias com testes com usuários ou especialistas, indicando que a tendência da área abordada é de caráter altamente prático. Um teste que avalie a interface desenvolvida junto ao usuário considerou-se outra fundamental etapa a que este trabalho se propõe.

**Desenvolvimento MD3E** - Para o objetivo específico deste trabalho, constatou-se que existe uma lacuna não só em interfaces digitais para métodos de desenvolvimento de produto, mas, mais especificamente para o método MD3E. Este já foi validado, bem recebido e carece de uma expansão na sua utilização para que seja mais acessível e se torne uma opção válida não só para estudantes de Design Industrial, mas para desenvolvimento de projeto e produto em geral.

Portanto, o estudo cuidadoso de usabilidade, o desenvolvimento da interface usando-se de recursos embasados, sua implementação digital em interface digital e seu teste prático junto ao usuário justificam este trabalho.

## 1.7 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho delimita-se a:

- 1- Desenvolver a interface do MD3E baseada em princípios de usabilidade e IHC (Interação Humano Computador) já levantados pela literatura e recomendações fornecidas por especialistas participantes da etapa anterior da pesquisa maior;
- 2- Implementar a interface em formato de interface digital funcional;
- 3- Testar a interface junto ao usuário medindo-se a sua usabilidade através da eficácia, eficiência e satisfação. Os resultados acrescentam-se às avaliações heurísticas realizadas numa etapa anterior da pesquisa maior;
- 4- Levantar recomendações para a continuação da pesquisa em etapas posteriores baseadas nos resultados dos testes de usabilidade e nas análises destes resultados.

## 1.8 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho não contempla a avaliação da ferramenta desenvolvida como método de ensino e seu impacto no aprendizado, mas, limita-se a avaliar apenas a interface e sua interação com usuário.

## 1.9 METODOLOGIA DE PESQUISA

O método a ser adotado nesta pesquisa é o hipotético-dedutivo, aplicando uma investigação científica para o aparecimento de um problema e conjecturas que devem ser testados pela observação e experimentação (LAKATOS, MARCONI, 2011). Para poder atingir aos objetivos da pesquisa, as seguintes 5 etapas principais serão realizadas compondo a metodologia deste trabalho:

**Primeira etapa:** Um estudo exploratório em forma de revisão bibliográfica foi feito a partir dos conceitos que permearão este trabalho. Este estudo foi compilado em uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) com publicações dos últimos 10 anos para a compreensão do estado da arte e das contribuições mais recentes sobre os termos “avaliação de usabilidade”, “desenvolvimento de produto” e “interfaces”.

**Segunda etapa:** O desenvolvimento de uma interface digital para aplicação seguindo o modelo do MD3E. Este protótipo funcional foi feito com base na versão *beta* do aplicativo, resultado da etapa anterior da pesquisa maior. Em cima desta versão primária evoluiu-se a interface, acrescentando-se funcionalidades e melhorias nos elementos interativos. Essas melhorias foram baseadas no resultado da pesquisa anterior, que validou a interface junto a especialistas na área do Design que propuseram melhores soluções a algumas funcionalidades. Outra fonte para estas melhorias foi pesquisa formulada pela autora à bibliografia mais atual e pertinente sobre Usabilidade e IHC.

**Terceira etapa:** Com o objetivo de simular o uso cotidiano da interface, e testar as ações práticas mais comumente realizadas pelos usuários na interface, foi implementada a interface funcional, em formato de interface web. As linguagens de programação utilizadas foram: HTML, CSS e JavaScript - linguagens para web que proporcionam interação dinâmica da interface com o usuário. A interface é hospedada em um servidor virtual e pode ser acessada via um navegador de internet. A implementação foi feita pela autora, com base em conhecimento pessoal prévio de desenvolvimento web.

**Quarta etapa:** A interface desenvolvida será testada junto ao usuário. A metodologia do teste de usabilidade será baseada na ISO 9241-11, que diz respeito a como um produto é

utilizado por um usuário para alcançar objetivos de eficiência, eficácia e satisfação. Os resultados serão compilados para tratamento estatístico descritivo e comparativo para organizar e resumir os dados obtidos. Os dados serão compilados e demonstrados em forma de gráficos e tabelas.

**Quinta etapa:** Com base nos resultados dos testes, análises quantitativas e qualitativas serão feitas para melhor compreensão da interação do usuário com a interface e da significância dos resultados. Serão feitas recomendações para a continuidade do trabalho e o progresso do desenvolvimento da ferramenta de ensino de projeto baseada no modelo MD3E.

## 1.10 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A presente dissertação é estruturada em 6 capítulos; neste primeiro consta a introdução e na sequência o capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica apresentada em forma de revisão bibliográfica. O capítulo 3 demonstra o desenvolvimento da interface abordando desenvolvimentos anteriores e as contribuições deste trabalho; também aborda a sua implementação. O capítulo 4 explica quais materiais e métodos serão utilizados para alcançar os objetivos da pesquisa. No capítulo 5 serão apresentados e analisados os resultados dos testes aplicados. Por fim, as conclusões e considerações encontram-se no capítulo 6, seguido das referências bibliográficas e apêndices.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresentará alguns conceitos pertinentes à pesquisa como o método MD3E, Experiência de usuário, Usabilidade, Interfaces, IHC, Ergonomia, Fatores humanos e desenvolvimento *web*.

### 2.1 SOBRE O MD3E (MÉTODO DE DESDOBRAMENTO EM 3 ETAPAS)

Desenvolvido em 2005 como tese de Doutorado pelo Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, o Método de Desdobramento em 3 Etapas (MD3E - como será doravante referido) foi proposto para o ensino de Design Industrial:

A partir das pesquisas e análises realizadas, pode-se afirmar que os métodos de projeto comumente utilizados no ensino de design industrial não atendem de forma adequada às Diretrizes Curriculares Nacionais. Isso acontece porque não estimulam o desenvolvimento de determinadas habilidades e competências que um profissional dessa área deve apresentar. O método aberto procura, então, suprir essas deficiências com uma nova abordagem para o ensino de projeto, onde aluno e professor constroem, juntos o conhecimento. Seu desenvolvimento foi baseado na revisão bibliográfica realizada e nas conclusões referentes às análises dos métodos atualmente utilizados no ensino de design industrial no país. (SANTOS, 2005, p.73).

Considerando-se os métodos existentes de projeto, verificou-se que muitos não são apropriados para o ensino de Design por diversos motivos:

- Foram desenvolvidos por e para outras áreas que atuam de forma distinta do Design;
- Privilegiam o processo criativo em detrimento do rigor científico ou vice-versa, sem conseguir abordar ambos igualmente;
- Foram desenvolvidos para necessidades de mercado e aplicados à área acadêmica ou vice-versa, não sendo a aplicação mais apropriada;
- Alguns se caracterizam por estruturas lineares e etapas pré-determinadas - um modelo pronto - que pode limitar o designer durante o processo do projeto.

Este último se apresenta como ponto problemático principal. Muitos métodos são estruturados e preveem um início, meio e fim a serem executados em uma ordem sequencial. Pode se dizer que nesse sentido se constituem como um método fechado. A limitação é que um método fechado não representa ou reflete a maneira com que o projeto realmente ocorre. Outra questão importante é que o método fechado, por apresentar uma estrutura pronta e pré-determinada, não estimula habilidades importantes ao profissional e pesquisador de Design:

Sem uma estrutura que incentive a interferência no método pode-se estar deixando de trabalhar questões importantes da formação do futuro profissional de design. Competências e habilidades como o senso crítico, o pensamento reflexivo, o domínio

do processo de design e a postura proativa devem ser estimulados nesses alunos, o que pode não ocorrer com a aplicação de modelos prontos. (SANTOS, 2005, p.5).

O projeto de Design se diferencia justamente por características como interferência constante no processo, visão sistêmica, visão multidisciplinar, interpretação do problema de diversas formas, sintetização constante de informações, entre outras.

A principal proposta do MD3E como diferencial é a preocupação em propor um método de ensino aberto, que prioriza uma constante interação do aluno e do professor e planejado para sofrer interferências em sua estrutura. Isso procura estimular o aluno como agente mais ativo e participativo e menos passivo dentro do processo, proporcionando diversidade de opiniões e formações - características importantes para o designer tanto em sua formação acadêmica quanto em sua formação profissional. Nesse sentido, o MD3E pode ser utilizado pelo professor “tanto nas disciplinas mais introdutórias como nas mais avançadas, visto que dependerá (...) do objetivo da disciplina o aprofundamento, inserção, retirada e desdobramento de suas etapas” (SANTOS, 2005), ao contrário de alguns métodos tradicionais que podem ser muito complexos para os alunos em disciplinas introdutórias.

Outra característica do MD3E é a possibilidade de ser combinado com outros métodos, funcionando de maneira integrada com eles, para aplicação em situações específicas.

Em suma, os métodos fechados foram desenvolvidos para uma época anterior, em que não se exigia dos designers tanto domínio de múltiplas disciplinas. O MD3E pretende contribuir para uma formação de designers industriais com mais qualidade e que se adequam melhor às exigências da sociedade atual.

### **2.1.1 Como funciona o MD3E**

O MD3E é representado graficamente por uma estrutura radial, que parte de um centro (ponto de partida) e vai se ampliando na medida em que o usuário acrescenta etapas. O gráfico então é construído via desdobramentos. Essa estrutura pretende remeter a “uma relação de causa e efeito, como uma propagação de ondas” (SANTOS, 2005). Isso permite uma melhor visualização das atividades e etapas a serem executadas.

Assim, estabelece-se a definição do problema como etapa inicial. Este problema deve ser relacionado com a satisfação de uma necessidade humana (Figura 1).

Figura 1 - Etapa inicial: definição do projeto e necessidade humana



Fonte: Santos (2005)

Iniciando deste ponto de partidas, o problema se divide em partes: preconcepção, concepção e pós-concepção (Figura 2). Essas etapas não tem ordem definida de desenvolvimento, porem ao longo do desdobramento vai-se criando uma dependência lógica entre elas. A intenção é que as etapas podem ser construídas de forma participativa entre aluno e professor.

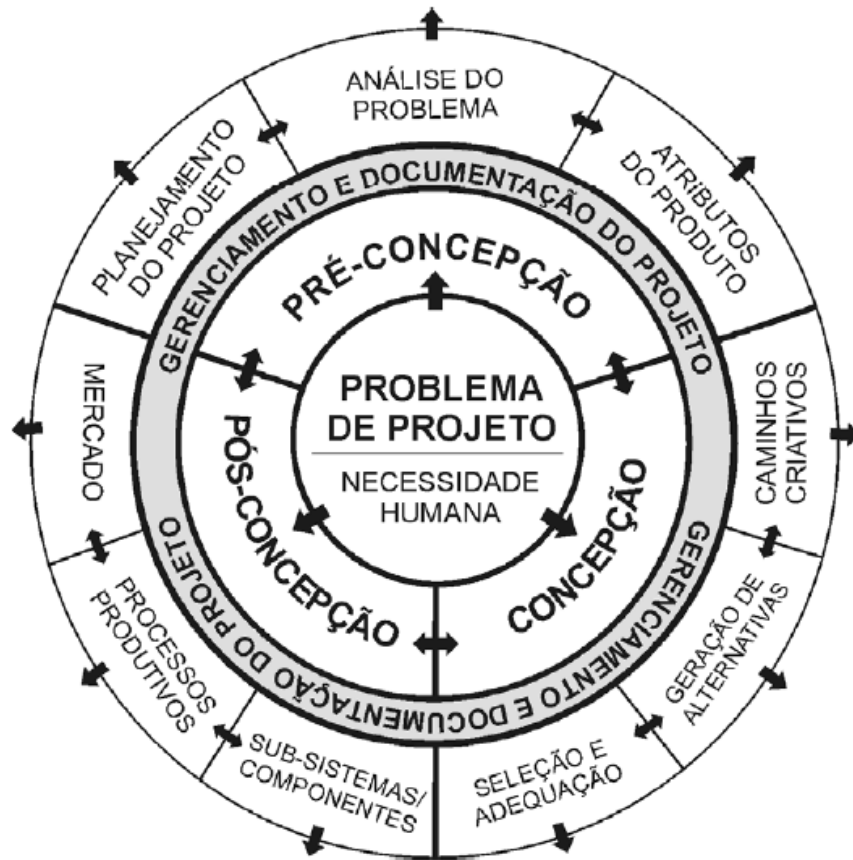
Figura 2 - Etapas básicas: preconcepção, concepção e pós-concepção



Fonte: Santos (2005).

Em seguida, para cada etapa básica são indicados desdobramentos mínimos, que ajudam a nortear o início do projeto. Essas etapas auxiliam na aplicabilidade do método de maneira multidisciplinar, pois abordam atividades como: planejamento do projeto, gestão do projeto, definição de conceitos, criação, comercialização, ergonomia, fabricação, entre outros (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura básica com desdobramentos mínimos



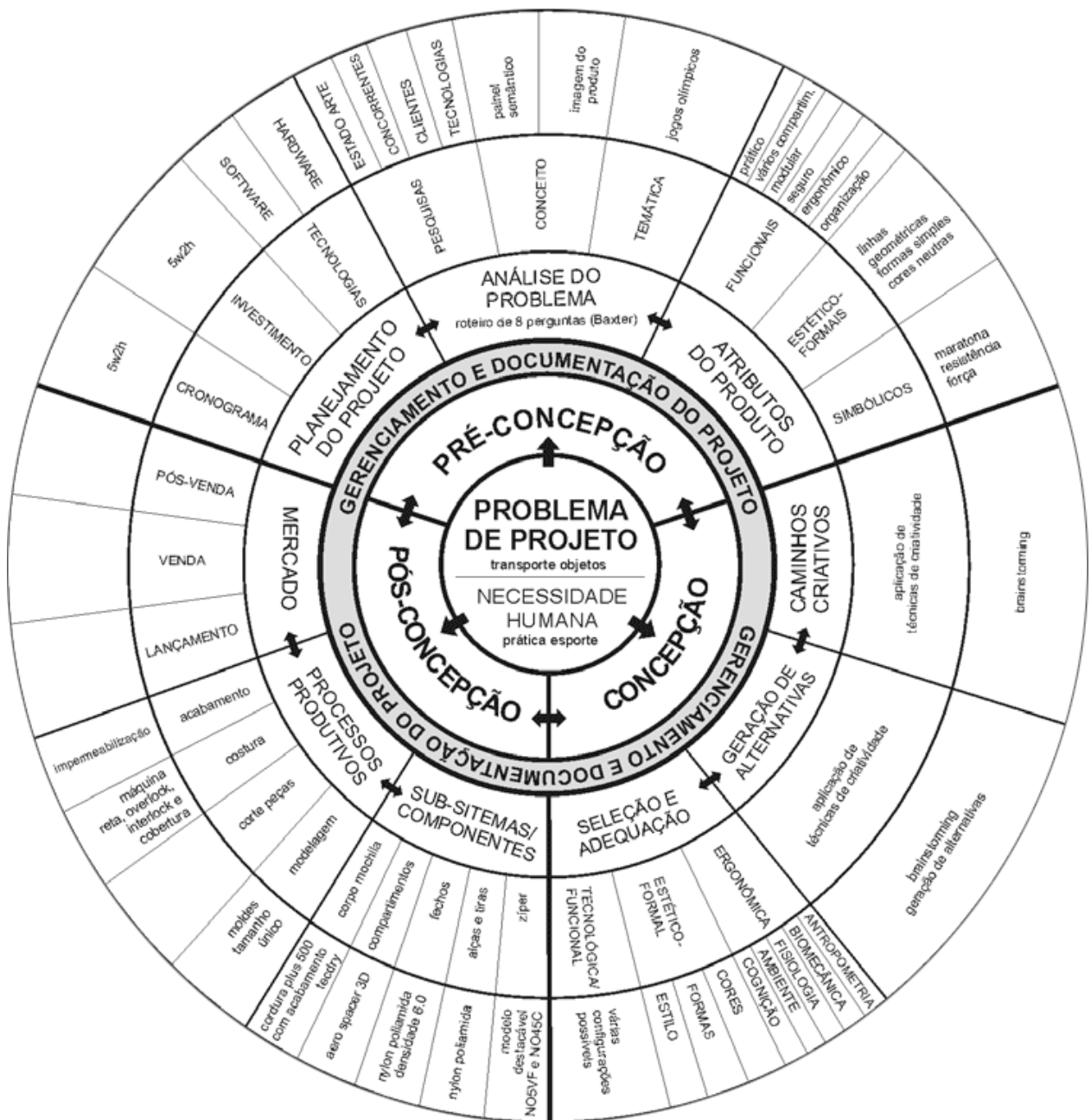
Fonte: Santos (2005).

A partir daí, o aluno pode iniciar desdobramentos auxiliares. Estes não precisam seguir uma lógica linear, podendo ser trabalhados de maneira simultânea então estimula também o trabalho em equipe. Nesses desdobramentos o aluno descreve a atividade a ser desenvolvida, e adicionando os níveis de detalhamento que desejar.

Quanto mais desdobramentos auxiliares (primeiro nível, segundo, terceiro, etc.) forem realizados, mais informações ficarão sistematizadas à disposição do projeto. Isso reduz as incertezas e aumenta proporcionalmente a qualidade do trabalho realizado e as possibilidades de se atingir resultados superiores (SANTOS, 2005). Pra auxiliar o desenvolvimento, os desdobramentos específicos podem ser sugeridos pelo professor dependendo da experiência do aluno (Figura 4).



Figura 4 - Exemplo de estrutura com várias etapas preenchidas



Fonte: Santos (2005).

## 2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO (UX)

Segundo Vu (2011) a Experiência do Usuário ou *User Experience* (UX) é um termo relativamente novo que engloba não apenas a usabilidade, mas também Design Gráfico e Design em geral como ferramenta de persuasão, portanto inclui todos os aspectos da interação do usuário com um produto ou serviço. Porém, para fins desta pesquisa, o foco será na usabilidade da interação do usuário com a interface digital do MD3E.

## 2.3 USABILIDADE

A norma ISO 9241-11 (ABNT, 2002) define Usabilidade como: “Medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”.

Definição de usabilidade segundo Peerce (2005): “considerada como o fator que assegura que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis da perspectiva do usuário”.

Segundo Cybis e Betiol (2007, p.15):

A usabilidade é a qualidade que caracteriza o uso dos programas e aplicações. (...) não é uma qualidade intrínseca de um sistema, mas depende de um acordo entre as características de sua interface e as características de seus usuários ao buscarem determinados objetivos em determinadas situações de uso.

Hsiao (2011) argumenta que a *affordance* (qualidade de um objeto que permite ao usuário identificar o funcionamento de um produto sem a necessidade de prévia explicação) é essencial para boa usabilidade. Chamorro-Koc (2009) descreve um experimento que determinou que a aparência percebida de um produto interferisse na sua usabilidade e a percepção do contexto de uso. As relações encontradas foram traduzidas em princípios de design.

A usabilidade, no caso deste trabalho, será estudada com enfoque na usabilidade de sistemas digitais e sua interação com o usuário. Alguns autores a serem estudados incluem as heurísticas propostas por Jacob Nielsen (1994), as considerações sobre métodos de Jordan (1998) e as especificações das normas ISO 9241 que descreve usabilidade como: “a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em determinado contexto de operação, para a realização de tarefas de maneira eficaz, eficiente e agradável”. Segundo a norma os princípios gerais a serem considerados no desenvolvimento centrado no usuário são:

**Contexto de uso** - Ambiente físico: local, usuários, tarefas, equipamentos e materiais; aspectos sociais: localização, cultura, comportamento;

**Eficácia** - Precisão com que os usuários atingem objetivos específicos gerando resultados esperados;

**Eficiência** - Como recursos são gastos na precisão com que os usuários atingem seus objetivos;

**Satisfação** - Ausência de desconforto utilizando o produto e sua aceitabilidade medidos por métricas subjetivas e/ou objetivas.

## 2.4 INTERFACE

Interface é o elemento que permite o contato entre um sistema e o ser humano. Através da sua mediação, o usuário tem contato com a máquina. Segundo Benyon (2011) esse contato pode ser de natureza física, perceptiva ou conceitual. Essa comunicação deve ter mecanismos de instruções (do usuário para o sistema) e de retorno (do sistema para usuário).

Segundo Vu (2011) um exemplo dos primeiros estudos de interfaces se iniciou com treinamentos adaptativos utilizados por psicólogos da aviação na década de 1970. Inicialmente, o conceito era focado no aumento da dificuldade de uma tarefa para a aprendizagem do piloto em treinamento. Uma extensão lógica de adaptação automática possibilitada por o advento de relativamente pequenos computadores digitais no início de 1970 (em comparação com o analógico anteriormente dispositivo) foi a introdução de orientação visual sintética. Esta extensão da adaptação automática está avançando em direção ao acesso universal a interfaces digitais, adequando-as às capacidades cognitivas de vários grupos de usuários. Para atingir isto, o primeiro passo é compreender as capacidades e limitações dos usuários com base em seu comportamento para que o retorno da interface seja sempre significativo e compreensível para o usuário.

Ainda segundo Vu (2011) a interface tem natureza dinâmica, permitindo a constante intervenção do designer e/ou desenvolvedor. É de grande valia que o desenvolvedor acrescente à interfaces existentes, oferecendo novas funcionalidades para os usuários.

## 2.5 INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR

Santaella (2004) define interação como o “processo pelo qual duas ou mais coisas produzem um efeito uma sobre a outra ao trabalharem juntas”.

No âmbito das informações em formato digital, Thakkar (1990) define a Interação Humano Computador (IHC) como “o conjunto de processos, diálogos, e ações por meio dos quais o usuário humano interage com um computador”. Carvalho (2003, p.1) afirma:

O armazenamento e a manipulação de conteúdos digitais somente é possível por meio de máquinas com processadores específicos, sendo a mais conhecida, o computador. (...) o avanço tecnológico transformou o computador em uma ferramenta cada vez mais indispensável às atividades humanas. É difícil encontrar um ambiente onde o computador não esteja presente, de maneira direta ou indireta.

O Design desempenha um papel de estudo do ser humano que estará contato com o computador e desta interação. Durante o projeto de uma interface interativa é necessário se levar em consideração quem interagirá com a interface e como irá fazê-lo; também é

necessário buscar uma compreensão profunda acerca do usuário. Segundo Carvalho (2003): “Pressman (1992), considera que as interfaces bem projetadas vão adquirindo cada vez mais importância, na medida em que o uso dos computadores vai aumentando”. Esta preocupação com o projeto voltado para o usuário vai de encontro direto com o estudo da Ergonomia e Fatores Humanos.

## 2.6 ERGONOMIA E FATORES HUMANOS

A Ergonomia aplicada aos sistemas informatizados busca estudar como ocorre a interação entre os diferentes componentes do sistema a fim de elaborar parâmetros a serem inseridos na concepção de aplicativos que orientem o usuário e que contribuam para a execução da tarefa (ABRAHÃO, 2005). Segundo Vu (2011), os termos Ergonomia e Fatores Humanos estão fortemente associados com o desempenho humano em sistemas operacionais. O objetivo da Ergonomia é otimizar o projeto do mecanismo para a operação humana.

## 2.7 FATORES HUMANOS E WEB

Segundo Vu (2011) questões específicas inerentes à internet e à web têm sido estudadas desde os primórdios da internet. Em 1998 um grupo de especialistas em Fatores Humanos foi formado, o HFES (Human Factors and Ergonomics Society) e desde o início atraiu grande interesse de interessados em participar do projeto (FORSYTHE, 1998). As disciplinas estudadas no grupo incluem:

- Design de interfaces *web* e elaboração de conteúdo;
- Suporte digital ao usuário e dispositivos na internet;
- Metodologias para pesquisa, design e testes;
- Fenômenos comportamentais e sociológicos associados à *web*;
- Privacidade e segurança;
- Confiabilidade humana em administração e manutenção de redes de dados;
- Fatores humanos em comércio virtual;
- Acessibilidade universal.

Ao final do estudo desta fundamentação teórica conclui-se que para o desenvolvimento deste trabalho vários aspectos serão levados em consideração. Iniciando-se com o desenvolvimento da interface, está deverá manter as características principais do MD3E (um método aberto, onde as interferências sejam facilmente feitas, pois serão constantes),

portanto, a interface precisa atender a esta proposta. Também, o desenvolvimento seguirá as definições de Usabilidade da norma ISO 9241-11 e dos autores pesquisados, buscando que a interface seja fácil de ser utilizada, proporcionando uma experiência agradável ao usuário. O princípio de *affordance* também será constantemente considerado durante a definição dos elementos interativos que serão usados para compor a interface. Para medir o desempenho da interface a ser desenvolvida, após o estudo dos termos, considerou-se apropriado manter a utilização das métricas da pesquisa anterior de Usabilidade da ISO 9241: Eficiência, Eficácia e Satisfação.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE

Este capítulo abordará o desenvolvimento e a implementação efetiva da interface digital do MD3E, iniciando-se com os desenvolvimentos anteriores e continuando com a sua evolução nesta etapa da pesquisa. Serão apresentados a estratégia, o escopo e os elementos que serão utilizados e farão parte dos testes; estes serão analisados individualmente quanto à sua importância na IHC e coerência no conceito geral da interface.

#### 3.1 DESENVOLVIMENTOS ANTERIORES

O ponto de partida deste trabalho é a etapa anterior (GOBBI, 2015) de uma pesquisa maior. Nesta primeira etapa foi iniciado o desenvolvimento de uma interface gráfica do MD3E. O método de desenvolvimento da interface foi o de Garret (2000) que recomenda cinco planos conceituais - executados em ordem - para o desenvolvimento centrado no usuário: Plano de Estratégia, Plano de Escopo, Plano de Estrutura, Plano de Esqueleto e Plano de Superfície. Este método serviu de base para a continuação do presente trabalho utilizando-se as informações já levantadas anteriormente. Na próxima seção, cada etapa dos Planos será abordada juntamente com detalhamento da evolução entre o trabalho anterior e o presente.

#### 3.2 EVOLUÇÃO DA INTERFACE NO PRESENTE TRABALHO

O método do trabalho anterior utilizando os cinco planos conceituais será mantido nesta etapa da pesquisa.

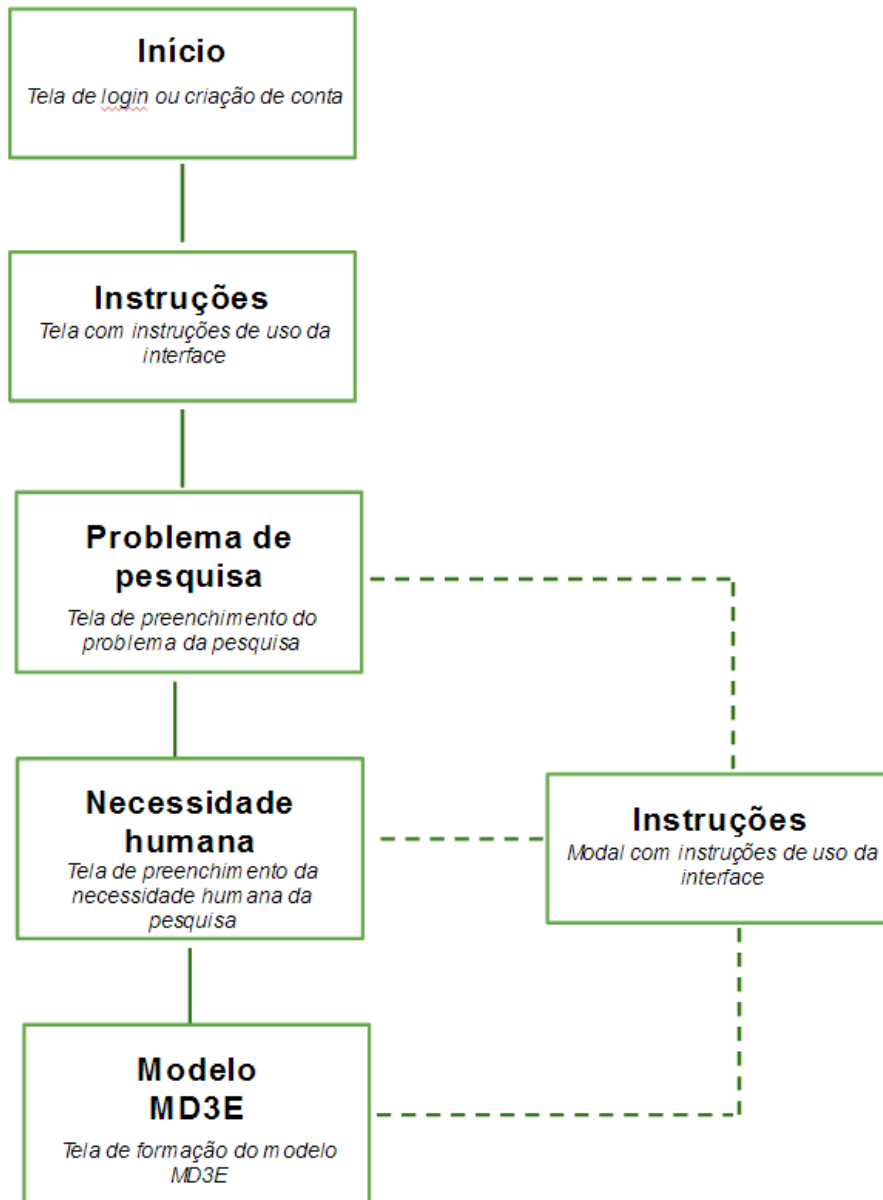
O Plano de estratégia abrange os “principais conceitos e objetivos do site, assim como as necessidades dos usuários” (MÜLLING, 2010). Para conhecer as necessidades do usuário, na pesquisa anterior (BRUSTULIN E SANTO, 2012) um estudo foi feito por com estudantes e docentes de Design em Santa Catarina e as recomendações dos usuários foram levadas em consideração para o desenvolvimento neste primeiro momento desta pesquisa maior. O resultado foi uma interface básica com a pretensão de fazer recomendações para desenvolvimentos posteriores, o que inclui o presente trabalho.

Durante o Plano de Escopo é definida a tecnologia a ser empregada na implementação da interface, as linguagens escolhidas foram HTML, CSS e Javascript. Estas linguagens foram mantidas para a versão expandida desta parte do trabalho, porém com funcionalidades e elementos mais avançados, que serão citados a seguir.

No Plano de Estrutura são organizadas as informações - a arquitetura de informação. O resultado deste processo foi o mapa do site (Figura 5). Para o presente trabalho o formato

do mapa do site foi levemente alterado para fins de clareza, mas a estrutura principal permaneceu, pois inclui as etapas básicas do modelo MD3E, que serão mantidas.

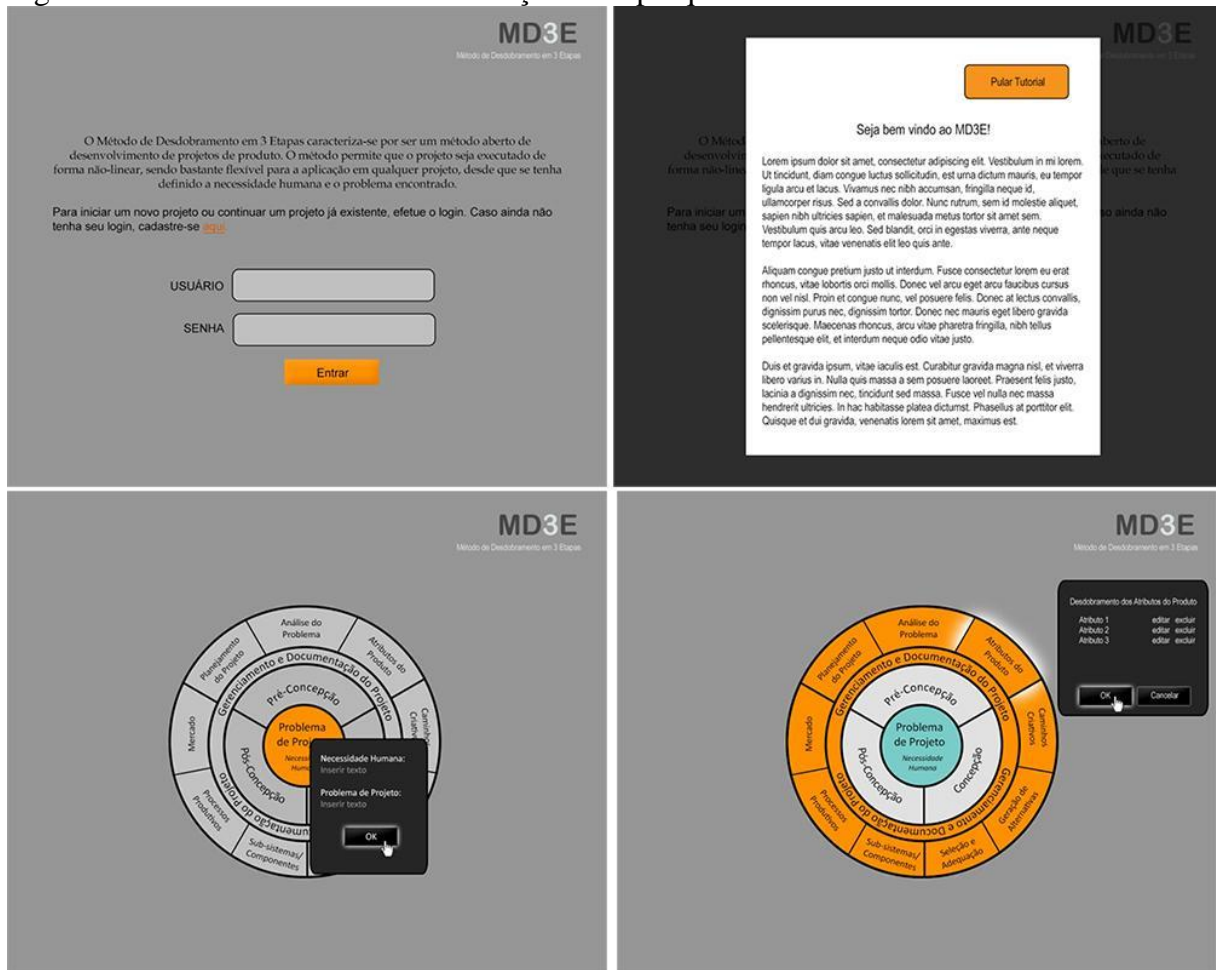
Figura 5 - Mapa do site da interface do modelo MD3E



Fonte: Elaborado pela autora.

O Plano de esqueleto aborda os componentes visuais da interface, ou seja: com quais elementos da interface o usuário vai interagir. É apresentado em formato de esboço (*wireframe*). O esboço da pesquisa anterior foi utilizado também como base do presente trabalho por se tratar das etapas principais do modelo MD3E. A Figura 6 demonstra exemplos de algumas etapas deste *wireframe*.

Figura 6 - Wireframes da interface esboçados na pesquisa anterior



Fonte: Gobbi (2015).

O Plano de superfície abrange o desenvolvimento da “parte visual do projeto, ao tratamento visual do texto, bem como aos elementos gráficos e componentes navegacionais das páginas” (GARRETT, 2000). A pesquisa anterior incluiu elementos baseados na bibliografia de Tidwell (2011) que servirão de base para este trabalho com algumas expansões, baseadas nas sugestões dos especialistas participantes da pesquisa anterior (GOBBI, 2015) e ainda nas recomendações de Tidwell (2011). O resultado da pesquisa de Gobbi (2015) foi uma versão *beta* da interface baseada nas considerações dos especialistas e serve como forte base para a continuação, contida no presente trabalho. Os seguintes aspectos da pesquisa anterior serão continuados:

1 - Utilização da interface anteriormente desenvolvida como base para a evolução da interface. Os retornos finais dos especialistas foram considerados e em grande parte aplicados nesta nova versão do aplicativo. A evolução se dá na implementação mais avançada das funcionalidades da interface;



2 - Os resultados dos testes anteriores com os especialistas servirão como referência para as métricas de Usabilidade: eficácia (número de erros cometidos durante a execução das tarefas dadas), eficiência (tempo necessário para a execução da tarefa) e satisfação (grau de satisfação do usuário com a interface).

### **3.2.1 Elementos e funcionalidades da interface**

A principal evolução desta parte do trabalho maior se dará no Plano de Esqueleto e Plano de Superfície, que serão abordados em maiores detalhes nesta seção. Chamorro-Koc (2008) ressalta a importância da relação entre o conhecimento prévio do usuário e usabilidade de um produto, portanto, a referência visual do usuário é uma forte indicação da dedução do contexto de uso de um produto (ou interface).

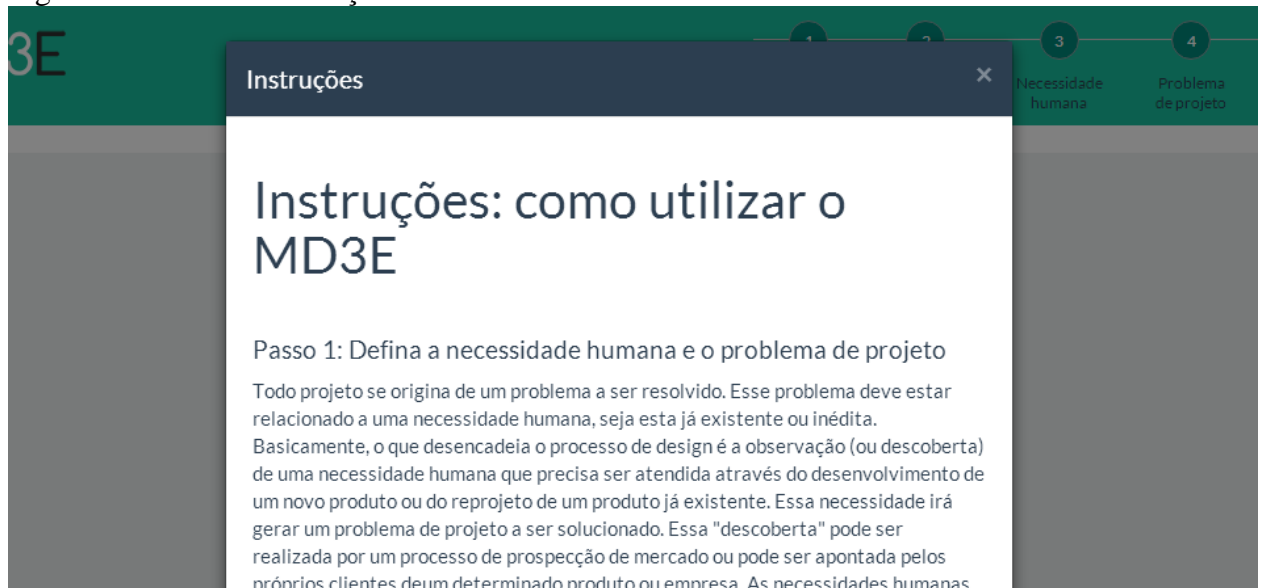
Segue uma análise dos elementos já incluídos e detalhamento dos itens que caracterizam o progresso da interface. Todos os elementos, tanto da pesquisa anterior como da presente são baseados na bibliografia de Tidwell (2011).

#### **3.2.1.1 Modal**

O modal é uma pequena janela que abre por cima de toda a tela onde o usuário está trabalhando. O objetivo deste recurso é dar foco em uma informação específica, sem opção de navegação. (GOBBI, 2015).

Além das ações de criação de desdobramento, renomeação de desdobramento e exclusão de desdobramento utilizarem este elemento, foi acrescentado um modal para acesso rápido das instruções de uso da interface. Este recurso já se apresenta na segunda tela do aplicativo, mas Nielsen (1995) recomenda acesso a ajuda e documentação sempre presentes na interface, com fácil acesso e instruções definidas (Figura 7).

Figura 7 - Modal de instruções de como utilizar o MD3E

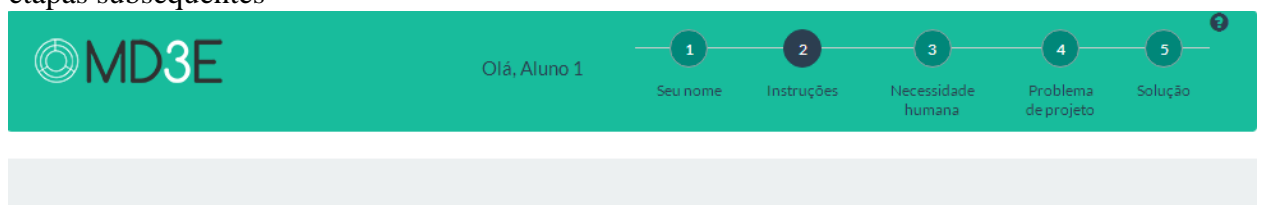


Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.1.2 Mapas de navegação

Trata-se de um indicativo na interface que mostre uma determinada ordem a ser seguida na navegação, ou o ponto onde o usuário encontra-se no momento. No caso do MD3E foi constatado que na primeira vez que o usuário acessasse o sistema, precisaria passar por quatro passos obrigatórios para que o desenvolvimento do modelo seja possível. “Foi utilizado o mapa de sequenciamento para que o usuário pudesse acompanhar os quatro passos obrigatórios na interface (1- *Login* no sistema, 2- Ler as instruções, 3- Preencher a necessidade humana do projeto, 4- Preencher o problema de projeto, 5-Solução final) e saber exatamente quantas etapas ele havia finalizado e quantas faltavam.” (GOBBI, 2015). Este recurso foi mantido com modificações apenas estéticas no presente trabalho. (Figura 8).

Figura 8 - Mapa de navegação ao topo com indicação da etapa que o usuário se encontra e as etapas subsequentes



Fonte: Elaborado pela autora.

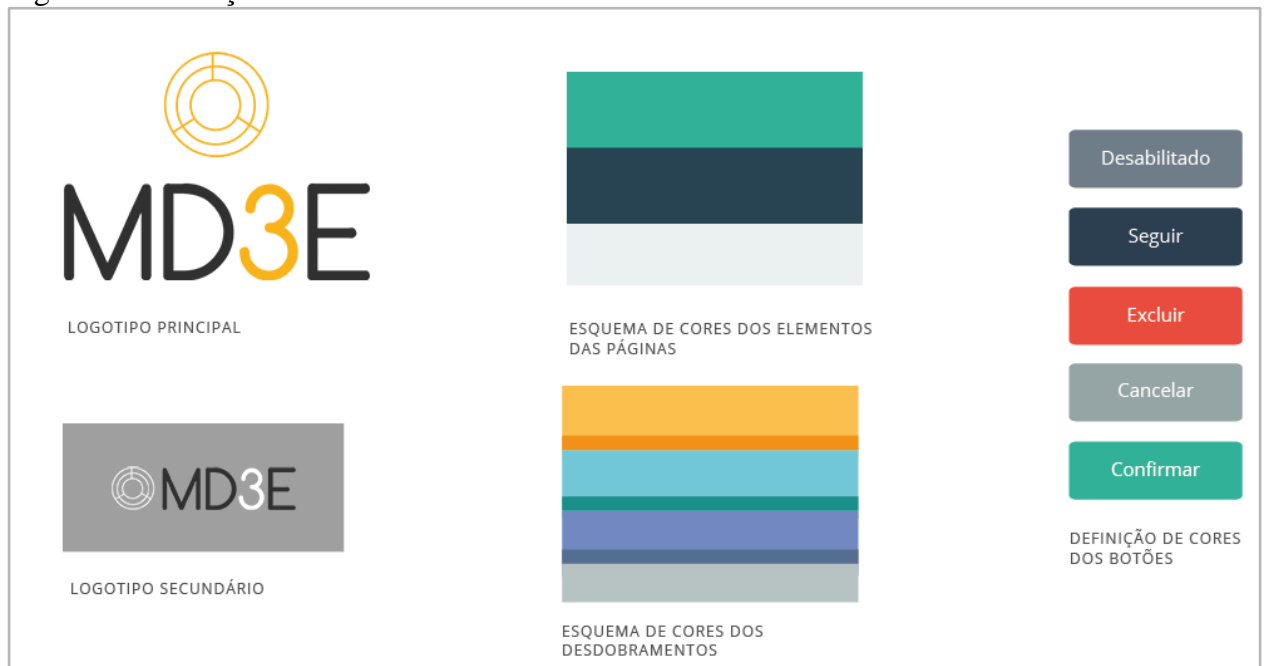
### 3.2.1.3 Coerência visual e aspectos estéticos

Segundo Gobbi (2015, p.70):

Todas as páginas em uma interface devem utilizar o mesmo *layout*, base/estrutura e estilos (cores e fontes). No ambiente MD3E foram definidos cores e estilos gráficos que foram mantidos em todas as páginas. Segundo o autor, manter a organização e fluxo visual melhora a usabilidade do sistema. (...) É recomendado que se utilizem poucas cores na interface, com variações na escala cromática.

Boa parte do estilo visual foi mantida para esta parte do trabalho. Na tela de Solução, onde se apresenta o modelo MD3E alimentado pelas informações preenchidas pelo usuário até então (Necessidade Humana e Problema de Projeto), as cores dos desdobramentos foram modificadas para aumentar o contraste entre as áreas dos desdobramentos obrigatórios (Preconcepção, Concepção e Pós-concepção). Também foram utilizados diferentes tons das mesmas cores para indicar essas áreas. Isso auxilia o usuário visualmente a separar e organizar os desdobramentos (Figura 9).

Figura 9 - Definição da coerência visual dos elementos da interface



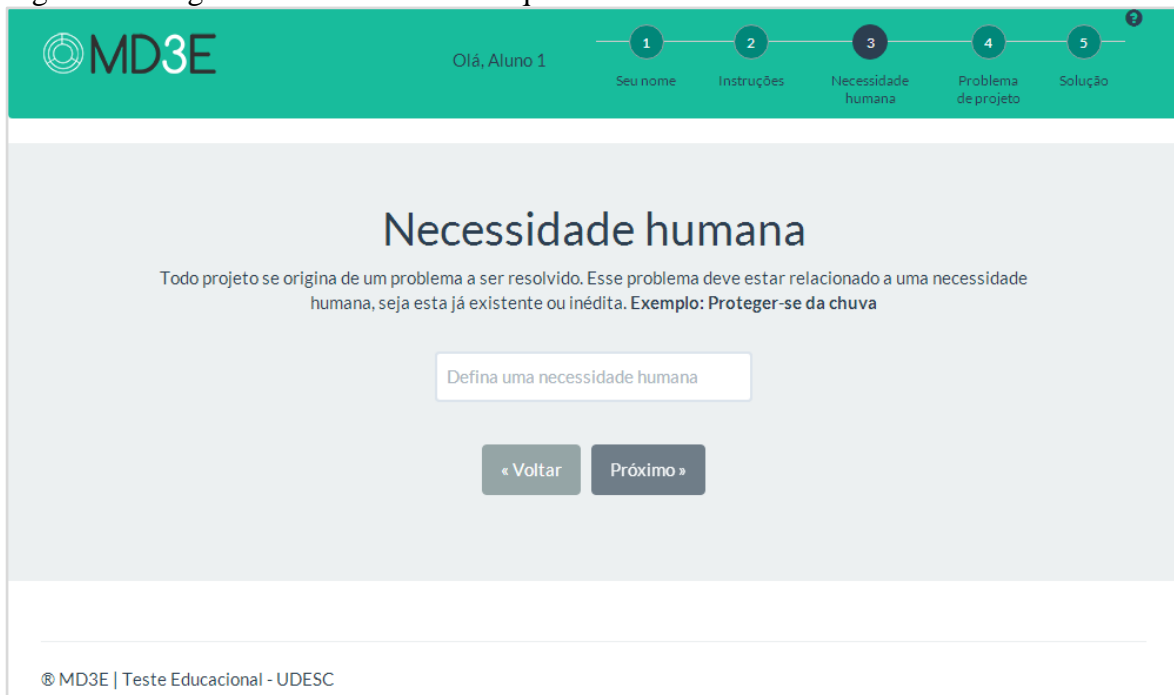
Fonte: Elaborado pela autora.

#### 3.2.1.4 Títulos

É recomendado que as seções de conteúdo tenham títulos informativos. No ambiente MD3E foram incluídos títulos em todas as seções e janelas para que o usuário pudesse se localizar na interface. (GOBBI, 2015).

Este recurso foi mantido sem modificações no presente trabalho (Figura 10).

Figura 10 - Página com títulos em destaque



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.1.5 Botões

Segundo Gobbi (2015, p.71):

Recomenda-se que os botões utilizados nas interfaces web sejam grandes, com nomes óbvios e fáceis de encontrar na tela. Para o ambiente MD3E foram criados padrões de botões com tamanho adequado, utilizando-se de cores que contrastam com o restante dos elementos da interface, para que as ações disponíveis ficassem claras ao usuário.

Este recurso foi mantido no presente trabalho, acrescentando-se de modificações nas cores dos botões para sinalizar ao usuário diferentes ações e suas consequências. Nielsen (1995) recomenda que erros sejam prevenidos o máximo possível antes que ocorram. Para o presente trabalho, foram utilizadas as seguintes cores para os botões de ação: verde (para ações de Salvar dados inseridos); cinza (para ações de Cancelar dados inseridos) e vermelho (para ações de exclusão de dados inseridos). Ver Figura 11.

Figura 11 - Botões de diferentes cores indicando visualmente as ações e suas consequências

The figure consists of two screenshots of a software interface. The top screenshot is titled "Análise do Problema" and features a text area for optional comments, a section for "Desdobramentos: (máx 4)" with a green "+" button, and a section for "Desdobramentos Inseridos:" with a red "-" button. At the bottom right are "Salvar" (green) and "Cancelar" (grey) buttons. The bottom screenshot is titled "Mercado" and has the same layout as the top one, but includes an additional red "Excluir módulo" button at the bottom left.

Fonte: Elaborado pela autora.

Outra funcionalidade inserida neste trabalho foi a desabilitação automática dos botões de “Próximo” caso o campo obrigatório não fosse preenchido. Isto impede que o sistema siga o processo e sinaliza o usuário da pendência (Figura 12).

Figura 12 - Botão desabilitado pois o campo obrigatório não foi preenchido

Fonte: Elaborado pela autora.

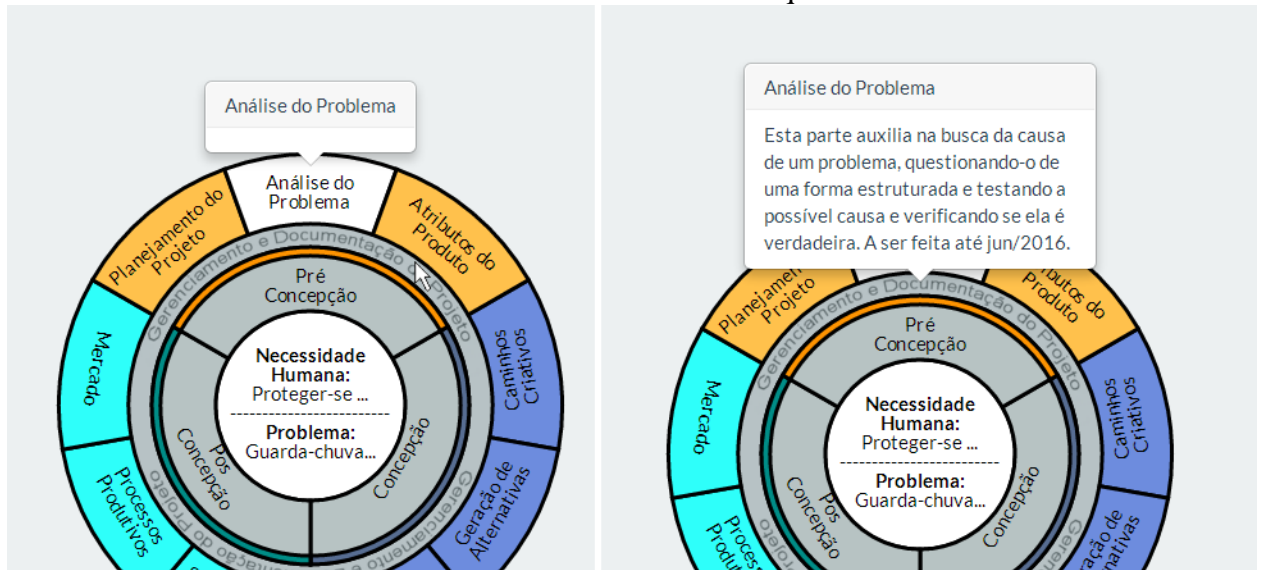
### 3.2.1.6 *Hover Tools* (ferramentas *hover*)

Segundo Gobbi (2015, p.71):

Trata-se de uma função que permite que informações sejam exibidas quando o mouse passa por determinados elementos na interface. Essas informações podem ser exibidas por meio de cores (mudança de cores para indicar o objeto a ser selecionado) ou rótulos (textos que aparecem pra indicar a função de determinados objetos da interface). A função *hover* é útil para manter a interface limpa, ao mesmo tempo em que permite o acesso a informações importantes quando necessário.

Com o passar do mouse sobre um desdobramento no modelo MD3E criado na última etapa, a cor da área do desdobramento muda para indicar a seleção. Essa função é advinda do desenvolvimento anterior. A expansão dessa ferramenta se deu pelo acréscimo nesta etapa de um *tooltip* (texto flutuante de dica) também com o passar do mouse sobre o desdobramento. Como esta área é limitada e apenas o nome do desdobramento é exibido, percebeu-se a necessidade do usuário ter a capacidade de acessar aos comentários inseridos sem a necessidade de clicar no desdobramento. Ver Figura 13.

Figura 13 - Hover tool mudando de cor ao passar o mouse e Tooltip de desdobramento, revelando os comentários inseridos sem a necessidade de clique



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.1.7 Contraste de peso de fontes

Segundo Gobbi (2015, p.72):

O uso de pesos diferentes para títulos e corpo de texto clarifica a hierarquia, melhorando a usabilidade da interface quando é necessária a leitura de textos. No ambiente MD3E, os títulos dos modais foram formatados com fontes maiores do que o restante das informações dentro do modal. Na página de instruções do ambiente, os títulos também estavam formatados em fonte maior que o restante do texto.

Além da aplicação anterior, para este trabalho foram mantidas as mesmas hierarquias de peso e tamanho de fontes nos *tooltips* e textos do modelo MD3E na última etapa do aplicativo (Figura 14).

Figura 14 - Hierarquia de tamanho e peso de fontes aplicada aos textos do aplicativo

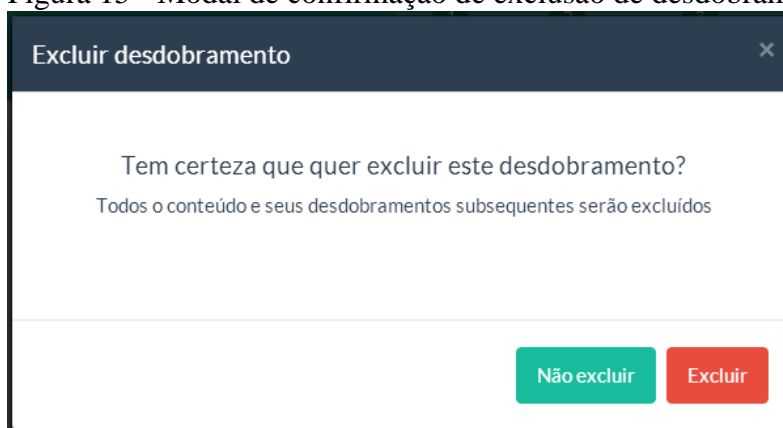


Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.1.8 Confirmação de ações

Seguindo as recomendações de prevenção de erros de Nielsen (1995) onde “deve-se confirmar a ação junto ao usuário antes da ação ocorrer”, uma nova funcionalidade foi desenvolvida durante este trabalho: após o usuário clicar no botão “Excluir” de um modal, mais um modal se apresenta para a confirmação desta ação, que não poderá ser desfeita. Este modal contém outro botão de excluir para ser confirmada a ação, um botão de cancelamento da ação e também uma explicação clara das consequências da ação caso seja confirmada (Figura 15).

Figura 15 - Modal de confirmação de exclusão de desdobramento



Fonte: Elaborado pela autora.



### 3.2.1.9 *Input prompts* (Aviso em campos de formulários)

Úteis para alertar o usuário de alguma pendência, *input prompts* foram inseridos nesta versão da interface para sinalizar que um campo obrigatório não foi preenchido e que só a partir do seu preenchimento o sistema pode continuar o processo solicitado. Exemplo: ao clicar no botão de adicionar desdobramento sem ter preenchido um texto neste campo (Figura 16).

Figura 16 - Input prompt para indicar o não preenchimento do nome do novo desdobramento

Fonte: Elaborado pela autora.

## 3.2 IMPLEMENTAÇÃO

Após o estudo e desenvolvimento dos elementos da interface, foi implementada pela autora uma interface digital para que as tarefas fossem testadas. O objetivo é simular o uso cotidiano da interface testando as ações mais comumente realizadas pelos usuários. A interface é acessada via um navegador de internet, portanto se caracteriza como uma interface digital ou *web*. Um servidor virtual hospeda os arquivos que podem ser acessados pela internet de qualquer computador.

As linguagens de programação utilizadas foram: HTML, CSS e Javascript - linguagens para *web* que proporcionam interação dinâmica da interface com o usuário. Segundo Flanagan (2011) essas 3 linguagens foram o pilar tecnológico para criação web sites, interfaces focadas no usuário e aplicativos web.

Para a estrutura das páginas foi utilizado o *framework* Bootstrap. Segundo Björemo (2010, p.2):

Um *framework* no contexto de desenvolvimento de software é um conjunto de código pré-escritos ou bibliotecas que fornecem funcionalidade comum para toda uma classe de aplicações. O *framework* pode ser visto como uma base ou um esqueleto como para construir-se uma aplicação.

Ainda segundo Björemo (2010), algumas vantagens de se utilizar um *framework* no desenvolvimento de uma aplicação incluem:

- A reutilização de código de trabalho que já foi construído, testado e utilizado por outros desenvolvedores aumenta a confiabilidade e reduz o tempo de desenvolvimento;
- Uma estrutura pré-programada pode ajudar o desenvolvedor a desenvolver boas práticas no desenvolvimento do design;
- A atualização de uma aplicação para tecnologias mais recentes é mais rápida e fácil com o uso de um *framework* por não requerer uma implementação adicional.

O *framework* Bootstrap foi desenvolvido por Mark Otto e Jacob Thornton em 2010 e foi escolhido por ser de código-aberto (software de distribuição livre para onde o código-fonte original é disponibilizado livremente disponível para ser utilizado e modificado), pela sua grande gama de recursos disponíveis e por sua alta compatibilidade com todos os navegadores modernos.

Nesta etapa espera-se implementar a interface digital do MD3E com maior atenção possível aos elementos que a compõe para que seja efetivamente um avanço na pesquisa maior e possa ser dada a continuidade devida.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este capítulo abordará os materiais e métodos utilizados neste trabalho para alcançar os objetivos da pesquisa, desde o planejamento dos experimentos, os indivíduos, o ambiente de teste, com será feita a coleta de dados, a definição das tarefas dos testes e as métricas a serem consideradas.

### **4.1 TESTES DE USABILIDADE**

Pra testar a eficiência, eficácia e satisfação, serão definidas tarefas consideradas essenciais para a boa utilização da ferramenta e serão medidos os erros dos sujeitos ao realizarem tarefas em quanto tempo conseguem realizá-las e qual seus níveis de satisfação durante e experiência.

#### **4.1.1 Planejamento dos testes experimentais**

A metodologia do teste de usabilidade será baseada na ISO 9241-11 que diz respeito a como um produto é utilizado por um usuário para alcançar objetivos de eficiência, eficácia e satisfação. Para isso, serão utilizados testes de uso da interface e questionários.

#### **4.1.2 Considerações éticas**

Este projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo CEPESH/UDESC (Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo pesquisa com seres humanos) sob o CAAE 50687115.6.0000.0118. Todos os participantes dos testes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I) tal qual um Consentimento para Fotografias, Vídeos e Gravações (Apêndice II). Todos os outros procedimentos detalhados no projeto de pesquisa aprovado foram seguidos para corresponder aos princípios éticos com pesquisas envolvendo seres humanos.

#### **4.1.3 Indivíduos do estudo**

O MD3E é um método aberto de projeto para uso no ensino de Design. Seus objetivos incluem incentivar a interferência do aluno na estrutura do método, fornecer uma base sobre a qual o aluno poderá construir o conhecimento e incentivar no aluno uma postura proativa, crítica e reflexiva com relação à atividade de projeto (SANTOS, 2005). Segundo Vu (2011), os usuários do teste de usabilidade devem ser o público-alvo do sistema, com características homogêneas.

Os indivíduos do estudo serão justamente os usuários ao que o método se propõe a enfocar: docentes e discentes em Design. Portanto, foi definida como amostra para os testes de usabilidade alunos de graduação em Design da UDESC (Universidade Federal do Estado de Santa Catarina), matriculados e cursando disciplinas a partir da quinta fase (por já terem concluído as disciplinas básicas do curso) e professores de disciplinas do curso de Design da mesma instituição. Todos os sujeitos serão maiores de 18 anos e que aceitem voluntariamente a participar do estudo, assinando o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

Sobre o número de participantes, Nielsen e Landauer (2012) afirmam que 31% em média dos problemas de usabilidade são encontrados por um usuário e que 5 usuários são capazes de identificar 85% dos problemas de usabilidade. Este número é recomendado para análise qualitativa de dados. Porém, ainda segundo Nielsen em um estudo anterior (2002), para fins de coleta de dados quantitativa o número mais razoável seria de 20 pessoas. Este número apresenta uma probabilidade de 50% dos resultados obterem uma margem de erro de 8%. Como esta pesquisa contempla uma continuação com prováveis novos testes, após novos aprimoramentos, foi considerado importante que os número possam ser comparáveis a novos testes tal qual a coleta de dados qualitativos para uma observação mais completa. Por este motivo o número de sujeitos que participarão dos testes desta pesquisa foi definido em 20, pois se espera que a maioria dos problemas seja encontrada e eventuais retornos dos sujeitos testados possam ser reunidos para compilação de dados qualitativos e quantitativos. A escolha de professores para integrarem a amostra se deu não só por considerar-se importante receber retorno de docentes (já que devem participar ativamente do processo no uso futuro da ferramenta), mas porque se pretende comparar também os resultados deles com os dos alunos para enriquecimento das informações coletadas através dos dados. Segundo Nielsen (2000) existe a necessidade de realizar os testes com mais de 15 pessoas apenas se os grupos de usuários forem altamente distintos e esta comparação entre resultados de alunos e professores devem auxiliar se existe ou não esta distinção. Portanto, foi definido como quantidade da amostra: 15 alunos de Design e 5 professores de Design.

Estão excluídos dos testes alunos e professores de outros cursos da UDESC (que não do curso de Design), alunos não devidamente matriculados, indivíduos menores de 18 anos e os alunos cursando disciplinas anteriores à quinta fase por ainda não terem concluído as disciplinas básicas do curso. Assim pretende-se nivelar da melhor maneira possível um conhecimento mínimo dos alunos sobre desenvolvimento de projeto.

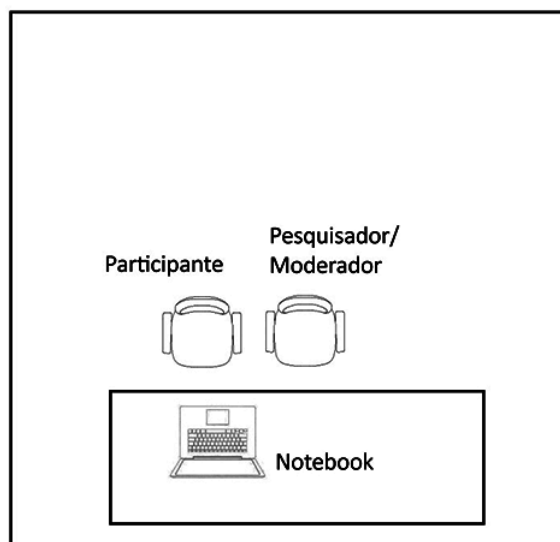
Os resultados dos testes de usabilidade dos alunos e professores serão comparados com os resultados dos testes de 8 especialistas em Design e Usabilidade, participantes de

etapa anterior da pesquisa (GOBBI, 2015). Metade deles (quatro) participou de avaliações da interface baseadas em heurística durante todas as etapas do seu desenvolvimento e ao final participaram de uma avaliação de usabilidade onde também puderam expor recomendações para o futuro desenvolvimento da pesquisa. A outra metade participou apenas da avaliação final de usabilidade, sem acompanhar o desenvolvimento. As sugestões dadas por estes especialistas serviram como uma das bases para os aprimoramentos desta etapa da interface, e os resultados de suas avaliações servirão como base para comparação dos resultados dos indivíduos desta etapa e avaliar se houve melhora na usabilidade da interface.

#### 4.1.4 Ambiente de teste

Os testes serão realizados em uma sala do CEART (Centro de Artes da Universidade de Santa Catarina). O ambiente dos testes em si será composto por uma sala com duas cadeiras e uma mesa com um computador (Figura 17). O computador estará equipado com o software Morae® que captará a interação do usuário com a interface para estudo posterior. Todos os indivíduos utilizarão o mesmo computador para que a coleta dos dados - que inclui tempo de execução das tarefas - não seja influenciada por tempo de processamento dos dados da interface.

Figura 17 - Configuração do ambiente de testes



Fonte: Gobbi (2015)

Neste ambiente, foi adotado o seguinte protocolo:

1. Assinatura do TCLE e preenchimento de ficha cadastral;

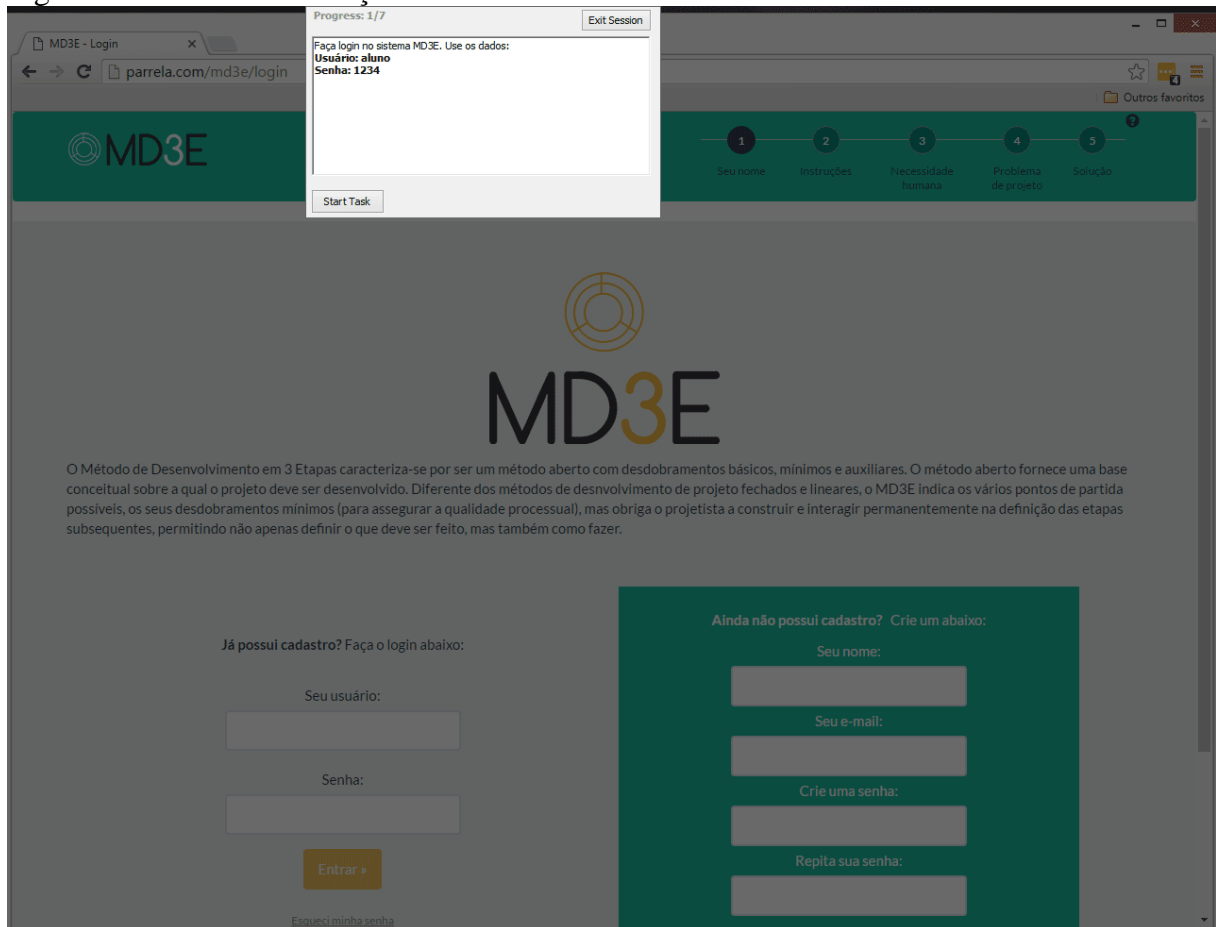
2. Acomodação do sujeito na posição sentada, ficando de frente para o computador;
3. Breve explicação ao sujeito sobre a pesquisa e objetivo - que é a de testar a interface e não o desempenho do usuário;
4. Breve explicação sobre o MD3E e seu funcionamento para fins de nivelamento do conhecimento do método. Foi utilizada uma folha impressa com as etapas básicas do modelo MD3E para auxiliar a ilustrar a explicação;
5. Breve explicação sobre o funcionamento do software de testes (Morae®);
6. Início da aplicação das tarefas.

#### **4.1.5 Coleta de dados**

Para os testes foi utilizado o *software* Morae®, desenvolvido pela TechSmith Corporation®, próprio para soluções de testes de usabilidade. O *software* inclui captação da tela mostrando a interação do usuário com o computador através dos cliques e caminho do mouse e gravação do som do ambiente através de um microfone. Ele também tem funções de tabulação e geração de gráficos dos resultados dos testes. O processo, explicado ao usuário antes do início dos testes, segue os passos:

- 1- Uma janela com a descrição da tarefa a ser concluída se abre na parte superior da tela e o conteúdo do aplicativo segue atrás, esmaecido (Figura 18);
  - 2- Esta janela tem um botão denominado “Iniciar tarefa” em que o usuário foi orientado a clicar quando acreditasse que tinha compreendido a tarefa e estava pronto para iniciá-la. Após o clique, a parte descrição da tarefa da janela se recolhia e a janela se resumia aos dois botões “Finalizar tarefa” e “Mostrar tarefa”; também, o conteúdo do aplicativo que estava atrás esmaecido era revelado totalmente;
  - 3- O usuário também foi orientado a clicar no botão “Finalizar tarefa” quando acreditasse que a tivesse concluído;
- Opcional: O usuário também tinha a opção de revelar novamente a tarefa para sanar alguma dúvida clicando no botão “Mostrar tarefa”.

Figura 18 - Janela de instruções antes do início da tarefa



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1.6 Definição das tarefas

Pra testar a eficiência e eficácia da interface, serão definidas tarefas consideradas essenciais para a boa utilização da ferramenta e será medido se os usuários conseguem completar as tarefas, em quanto tempo e se estão satisfeitos com a experiência de realização da tarefa. (ISO 9241-1). As tarefas serão divididas em 2 partes:

Primeira: teste com tarefas a serem executadas e resposta a questionário de 3 perguntas relacionadas àquela tarefa específica;

Segunda: um questionário de satisfação que aborda a experiência geral do indivíduo interagindo com a interface.

#### 4.1.7 Teste com tarefas e questionário pós-tarefa de satisfação

As tarefas a serem cumpridas pelos sujeitos serão as mesmas aplicadas na pesquisa anterior (GOBBI, 2015) para que os resultados possam ser equiparados. Além disso, uma nova tarefa (tarefa 6) foi acrescentada para testar uma nova funcionalidade (Quadro 1). Essas

tarefas foram selecionadas por representarem as funções mais importantes ao funcionamento da interface.

Quadro 1 - Tarefas a serem executadas nos testes e as instruções dadas aos participantes

<b>Tarefa</b>	<b>Ação</b>	<b>Instrução dada</b>
<b>Tarefa 1</b>	Efetuar o login no ambiente MD3E	“Faça login no sistema MD3E. Use os dados: <b>Usuário: aluno</b> <b>Senha: 1234</b> ”
<b>Tarefa 2</b>	Inserir a necessidade humana e o problema de projeto	“Descreva a necessidade humana de seu projeto. Use o exemplo: <b>Se proteger da chuva</b> . Insira o problema de projeto. Use o exemplo: <b>Guarda-chuvas frágeis</b> ”
<b>Tarefa 3</b>	Realizar três desdobramentos	“Crie 3 desdobramentos a partir do módulo <b>"atributos do produto"</b> ; nomeie-os como: <b>funcional, estético e simbólico.</b> ”
<b>Tarefa 4</b>	Inserir comentários	“Insira um comentário no desdobramento criado denominado <b>"funcional"</b> . Utilize a seguinte frase: <b>"Guarda-chuvas devem proteger da chuva"</b> .”
<b>Tarefa 5</b>	Excluir um desdobramento	“Exclua o desdobramento criado denominado <b>"simbólico"</b> .”
<b>Tarefa 6</b>	Renomear um desdobramento	“Mude o nome do desdobramento <b>"funcional"</b> para <b>"prático"</b> ”

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo método de Sauro (2009), para obter-se um retorno mais específico do nível de satisfação, ao final da conclusão de cada tarefa será aplicado um questionário reduzido de satisfação relativo apenas à tarefa que acabou de ser executada (Quadro 2). As respostas serão assinaladas uma escala Likert de 5 pontos, com os níveis das respostas que variam de acordo com cada pergunta (Figura 19).



Quadro 2 - Perguntas do questionário pós-tarefa

Pergunta	Descrição
<b>Pergunta 1</b>	Você achou que completar essa tarefa foi fácil ou difícil?
<b>Pergunta 2</b>	Você está satisfeito com a maneira como completou esta tarefa?
<b>Pergunta 3</b>	Como você classificaria o tempo que demorou para completá-la?

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 19 - Questionário pós-tarefa apresentado aos participantes

Quest tarefa 1

Selecione:

1. Você achou que completar essa tarefa foi fácil ou difícil?

1 2 3 4 5  
Muito difícil      Muito fácil

2. Você está satisfeito com a maneira como completou esta tarefa?

1 2 3 4 5  
Muito insatisfeito      Muito satisfeito

3. Como você classificaria o tempo que demorou para completá-la?

1 2 3 4 5  
Muito tempo      Pouco tempo

Done

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1.8 Questionário geral de satisfação

No segundo momento, será aplicado um questionário sobre a interface em geral para se obter dados sobre a satisfação do sujeito perante a interface. O questionário é baseado no sistema SUS (System Usability Scale) de John Brooke (BROOKE, 1986). Este questionário é indicado para a avaliação de produtos e serviços digitais como aplicativos, *web sites* e

sistemas. As respostas são assinaladas numa escala Likert de 1 a 5. Ver Quadro 3 para a lista de perguntas e Figura 20 para exemplo de como eram dispostas no software de testes.

Quadro 3 - Perguntas do questionário pós-teste

<b>Pergunta</b>	<b>Descrição</b>
<b>Pergunta 1</b>	Eu acredito que gostaria de utilizar o sistema MD3E com frequência.
<b>Pergunta 2</b>	Acredito que o sistema é desnecessariamente complexo.
<b>Pergunta 3</b>	O sistema é fácil de utilizar.
<b>Pergunta 4</b>	Eu acredito que precisaria de assistência para utilizar o sistema.
<b>Pergunta 5</b>	Acredito que as várias funções do ambiente MD3E estão bem integradas.
<b>Pergunta 6</b>	Acredito que existe muita inconsistência no sistema proposto.
<b>Pergunta 7</b>	Imagino que a maioria das pessoas conseguirá aprender a usar o ambiente MD3E de forma rápida.
<b>Pergunta 8</b>	Achei o sistema muito denso/estranho em sua utilização
<b>Pergunta 9</b>	Senti-me muito confiante utilizando o ambiente MD3E.
<b>Pergunta 10</b>	Precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar o ambiente MD3E.

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 - Questionário final apresentado aos participantes

The image shows a screenshot of a web-based questionnaire titled "Quest satisfação final". It contains six items, each with a 5-point Likert scale from "Discordo totalmente" (1) to "Concordo totalmente" (5). The items are:

- 1. Eu acredito que gostaria de usar o sistem MD3e com frequência**
- 2. Acredito que o sistema é desnecessariamente complexo**
- 3. O sistema é fácil de utilizar**
- 4. Eu acredito que precisaria de assistência para utilizar o sistema**
- 5. Acredito que as várias funções do ambiente MD3E estão bem integradas**
- 6. Acredito que existe muita inconsistência no sistema proposto**

Each item is followed by a horizontal line and a set of five radio buttons labeled 1 through 5, with "Discordo totalmente" on the left and "Concordo totalmente" on the right.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.1.9 Pré-teste

Um pré-teste foi realizado na última semana do mês de fevereiro de 2016 na sala multiuso do Centro de Artes da UDESC. O local e ambiente foram os mesmo dos testes reais. Foi solicitado que dois alunos de Design da instituição realizassem individualmente o teste já previamente estruturado dentro das etapas estabelecidas. O objetivo era de identificar a compreensão do processo pelo indivíduo, se os textos explicativos eram claros e como se daria a interação com a ferramenta Morae® para identificar possíveis pontos a serem melhorados no protocolo. Após o pré-teste, o desempenho dos alunos foi considerado normal e sem dificuldades com relação ao processo. Os alunos reportaram facilidade compreendendo

as explicações das tarefas e dos questionários e também com a ferramenta de captação Morae®. Algumas pequenas mudanças de grafia foram feitas visando melhor estrutura dos textos.

## 4.2 MÉTRICAS

As métricas utilizadas serão baseadas como parâmetros eficácia, eficiência e satisfação. Todas seguem os requisitos da norma ISO 9241:11. Serão utilizadas as mesmas métricas do estudo anterior (GOBBI, 2015) para comparação estatística.

### 4.2.1 Eficácia

Para medir se a interface é eficaz será usado como parâmetro o número de erros executando-se a tarefa. Os resultados de cada sujeito serão tabulados. A taxa ideal será medida pelos resultados da pesquisa anterior, ou seja, o número de erros cometidos pelos especialistas ao completar as tarefas (Quadro 4).

### 4.2.2 Eficiência

A eficiência será obtida em função do tempo de execução dessas tarefas. Para saber se os usuários completaram a tarefa em um tempo ideal, primeiro precisa-se saber qual é esse tempo. Lewis (1982) sugere algumas alternativas para este cálculo:

1. Os desenvolvedores da interface analisam a tarefa e decidem os critérios;
2. Identificar um especialista na interface e registrar seu tempo de execução. Definir algum múltiplo desse tempo como o máximo tempo aceitável (exemplo: 1.5x);
3. Definir critérios baseados em outros históricos de uso do produto;
4. O tempo será acordado entre todas as partes responsáveis pelo produto.

Para este trabalho serão utilizados como parâmetros o resultado da média de tempo de execução de cada tarefa dos especialistas testados anteriormente e o número de erros cometidos por eles (Quadro 4).

Quadro 4 - Médias e medianas para o tempo de execução e número de erros de cada uma das tarefas dadas

Tarefas	Métricas	Média Grupo 1	Média Grupo 2	Mediana Grupo1	Mediana Grupo2
Tarefa 1	Tempo de execução (s)	20,61	14,39	19,77	13,89
	Número de erros	0	0	0	0
Tarefa 2	Tempo de execução (s)	37,92	42,12	35,78	45,93
	Número de erros	0	0	0	0
Tarefa 3	Tempo de execução (s)	65,29	125,21	55,98	131,06
	Número de erros	0	0	0	0
Tarefa 4	Tempo de execução (s)	25,24	37,06	25,94	37,40
	Número de erros	0	0	0	0
Tarefa 5	Tempo de execução (s)	20,93	27,64	19,72	28,37
	Número de erros	0	0	0	0

Fonte: Gobbi (2015).

### 4.2.3 Satisfação

Segundo Sauro (2009), testes pós-tarefas fornecem um valioso complemento a testes de usabilidade e não levam muito tempo para serem aplicados. Para testes de satisfação, uma escala Likert é considerada fácil de ser compreendida pelos participantes dos testes, fácil de ser gerenciada por parte dos administradores do teste e altamente correlacionável com outras medidas, sendo ideal para a medição com uma amostra pequena.

A satisfação será calculada pela média das respostas a 3 perguntas feitas após cada tarefa. A confiabilidade da média entre 3 respostas é melhor do que apenas uma resposta (Sauro). As respostas serão assinaladas uma escala Likert, de 1 a 5, com as respostas variantes pertinentes a cada pergunta.

Ao final da execução de todas as tarefas será aplicado um questionário referente a opinião do sujeito diante da interface em geral. Este questionário de 10 perguntas também terá as repostas possíveis distribuídas numa escala Likert de 1 a 5. Os resultados (Tabela 1) servirão como parâmetro para comparação com a pesquisa anterior (GOBBI, 2015).

Tabela 1 - Resultados do questionário de satisfação SUS para cada participante

		Questionário de Satisfação SUS									
		Pergunta									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor (escala likert)	GRUPO 1										
	P1	4	1	5	1	4	1	4	1	5	1
	P2	5	1	4	2	5	1	5	2	4	1
	P3	5	1	4	2	5	1	5	1	4	2
	P4	5	1	4	2	5	1	4	1	4	1
	MEDIANA G1	5	1	4	2	5	1	4 e 5	1	4	1
	GRUPO 2										
	P5	5	1	5	1	5	1	5	1	4	1
	P6	4	1	5	1	5	1	5	1	4	1
	P7	4	1	4	2	4	2	5	1	5	1
	P8	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1
	MEDIANA G2	4 e 5	1	4 e 5	1	5	1	5	1	4 e 5	1
	MEDIANA GERAL	5	1	4	1 e 2	5	1	5	1	4	1

Fonte: Gobbi (2015).

#### 4.2.4 Retenção de amostras

O desempenho dos indivíduos na realização das tarefas será gravado em vídeo e áudio através do software de captação Morae®. As respostas aos questionários também captados pelo Morae® também serão guardados. Esses arquivos digitais pretendem ser consultados na etapa de análise de dados desta pesquisa e arquivados por no máximo 5 anos em HD (disco rígido) e/ou *pen drive* (memória móvel) após o término desta pesquisa. Todos os registros são anônimos e cada indivíduo será identificado por um número. Após o período de 5 anos os registros serão destruídos.

## **5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS**

Neste capítulo será apresentada primeiramente a metodologia de análise de dados de cada métrica dos testes de usabilidade que foram aplicados a alunos e professores de Design. Depois serão apresentados os resultados dos testes apresentados através de estatística descritiva e testes estatísticos comparando os resultados dos estudantes e professores com os dos especialistas da pesquisa anterior.

### **5.1 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS**

Os dados coletados foram as métricas baseadas nos parâmetros de eficácia, eficiência e satisfação. Todas seguem os requisitos da norma ISO 9241:11. Para medir se a interface é eficaz será usado como parâmetro o número de erros dos usuários executando-se as tarefas dos testes. Os resultados de cada sujeito foram tabulados. O resultado foi comparado com a taxa ideal que foi medida na etapa anterior da pesquisa anterior feita com especialistas (GOBBI, 2015).

A eficiência foi obtida em função do tempo de execução dessas tarefas pelos usuários; o resultado do tempo foi comparado com o tempo ideal, identificado pelos especialistas nesta mesma etapa anterior da pesquisa.

A satisfação foi calculada pela média de 3 perguntas feitas após cada tarefa. A confiabilidade da média entre 3 respostas é melhor do que apenas uma resposta (SAURO, 2009).

Para medir a satisfação do usuário, foi aplicado ao final do teste de usabilidade um questionário com 3 perguntas. As respostas são assinaladas uma escala Likert, de 1 a 10, com as respostas variantes pertinentes a cada pergunta.

Ao final da execução de todas as tarefas, foi aplicado um questionário referente a opinião do sujeito diante da interface no geral. Este questionário de 10 perguntas também terá as repostas possíveis distribuídas numa escala Likert de 1 a 5. Os resultados serviram como parâmetro para comparação com a pesquisa anterior (GOBBI, 2015).

#### **5.1.1 Ajustes nos dados coletados**

Como o objetivo do uso do Morae® era de facilitar a captação da interação e depois a tabulação dos resultados, a sua interferência deve ser nula. Por essa razão, todas as captações das interações dos usuários foram posteriormente corrigidas pela pesquisadora, eliminando enganos utilizando o software Morae®. Por exemplo: alguns usuários se esqueciam de clicar

no botão “Finalizar tarefa” mesmo após acreditarem a terem concluído, o que interfere na métrica de tempo da tarefa concluída. Essas correções foram necessárias para nivelar os usuários e obter os dados com maior fidelidade possível, com foco unicamente na interação da interface a ser testada.

### 5.1.2 Erros

Anteriormente aos testes foi determinado pela pesquisadora um caminho ideal para a completude bem sucedida das tarefas. Qualquer caminho diferente que o usuário tenha tomado foi considerado e computado como erro. Para fins estatísticos, todos os erros cometidos foram contabilizados igualmente, mas uma análise mais profunda dos erros será feita posteriormente. Foram consideradas tarefas completas as que foram finalizadas com sucesso, com ou sem presença de erros.

### 5.1.3 Tempo

Para contabilizar o tempo correto de cada tarefa foi desconsiderado o tempo que os alunos despenderam com alguma pergunta ou comentário que os fizeram parar de prosseguir a tarefa e o tempo da explicação e respostas a essas perguntas pelo pesquisador. Ou seja: foi cronometrado somente o tempo de o usuário efetivamente iniciou e finalizou a execução da tarefa.

## 5.2 RESULTADOS DESCRITIVOS

Nesta seção serão apresentados os resultados dos testes de usabilidade e uma análise qualitativa será feita de cada métrica considerada.

A pesquisa anterior realizou testes de usabilidade com 8 especialistas. Segundo Gobbi (2005):

Optou-se, então, por realizar os testes com quatro especialistas (...) e mais quatro especialistas (que não tenham entrado em contato com o ambiente MD3E) (...) totalizando oito especialistas (...).

A pesquisa atual realizou os mesmos testes com 20 usuários: 15 alunos e 5 professores de Design. Segue na Tabela 2 a frequência absoluta (n) e frequência relativa (%) dos sujeitos, incluindo ambos os grupos da pesquisa anterior e da presente, dividida entre professores e alunos:



Tabela 2 - Frequência absoluta e relativa dos sujeitos dos testes

		Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Frequência relativa acumulada
Valido	Especialistas	8	28,6	28,6
	Alunos	15	53,6	82,1
	Professores	5	17,9	100
	Total	28	100	

Fonte: Elaborado pela autora.

Segue na tabela 3 a frequência de sujeitos dos testes do grupo dicotômico (usuários totais e especialistas):

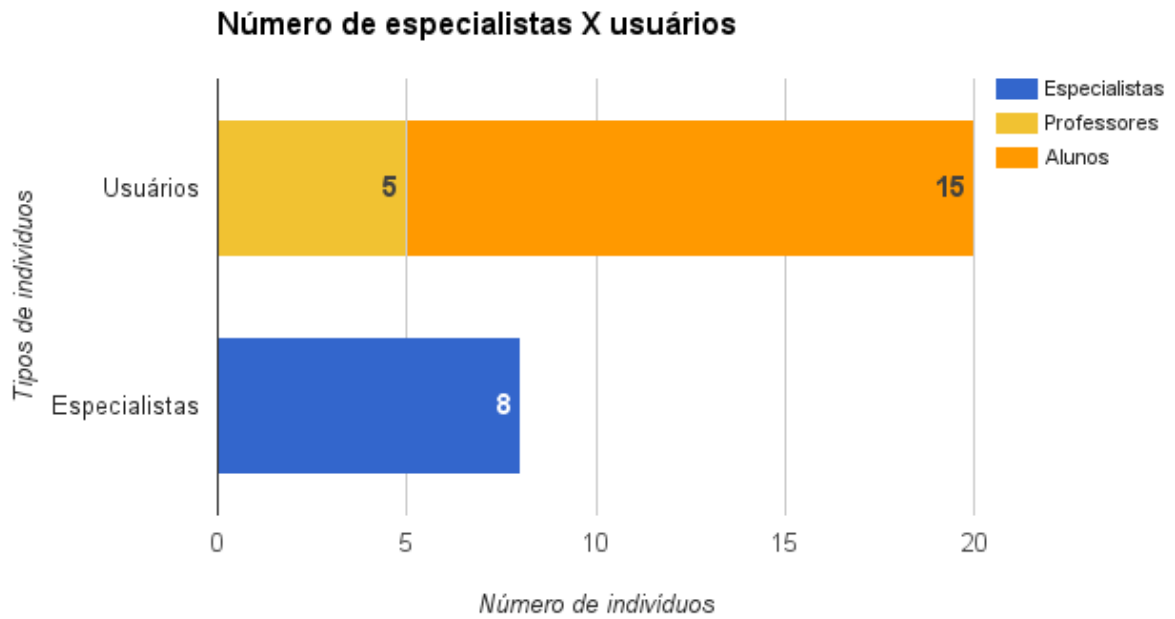
Tabela 3 - Frequência absoluta e relativa dos sujeitos dos testes do grupo dicotômico

		Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Frequência relativa acumulada
Valido	Especialistas	8	28,6	28,6
	Usuários	20	71,4	100
	Total	28	100,0	

Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 1 demonstra o número e proporção de usuários e especialistas que participam dos testes de usabilidade nas duas etapas da pesquisa.

Gráfico 1 - Número de usuários e especialistas que participam dos testes

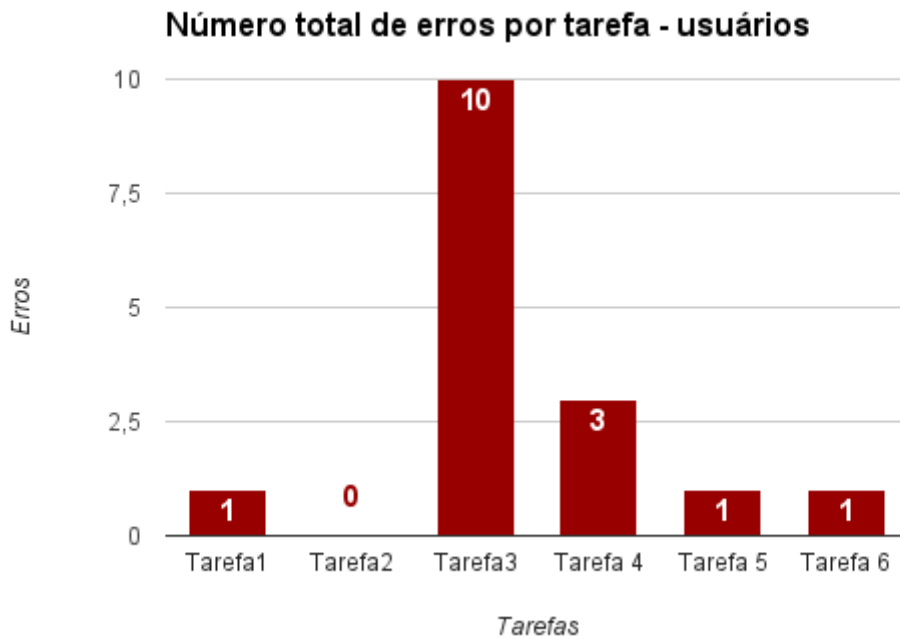


Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.2.1 Resultados - eficácia

A eficácia foi medida pelo número de erros cometidos pelos indivíduos ao realizar as tarefas. Segue uma análise descritiva da quantidade de erros cometida pelos usuários (alunos e professores) durante as tarefas do teste de usabilidade (Gráfico 2):

Gráfico 2 - Número total de erros por tarefa



Fonte: Elaborado pela autora.

No Gráfico 2 percebe-se que os usuários cometeram erros em todas as tarefas, exceto na tarefa 2. A maioria dos erros foi cometida na tarefa 3 (10 ocorrências). Uma análise mais profunda sobre os erros será feita na seção a seguir.

### 5.2.2 Análise dos erros

Durante a análise dos testes com os usuários foi observado que os mesmo 4 tipos de erros foram cometidos por todos os sujeitos em todas as tarefas. Os tipos de erros foram numerados pela ordem em que foram observados:

Erro 1 - Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento;

Erro 2 - Inserir dados de *login* na área de cadastro;

Erro 3 - Não clicar no botão “Adicionar” para inserir um desdobramento;

Erro 4 - Inserir nome de desdobramento no campo de comentários.

Segue gráficos relativos à ocorrência de cada erro (Gráfico 3), a proporção de cada erro pela ocorrência total de erros (Gráfico 4) e o número de erros por sujeito (Gráfico 5):

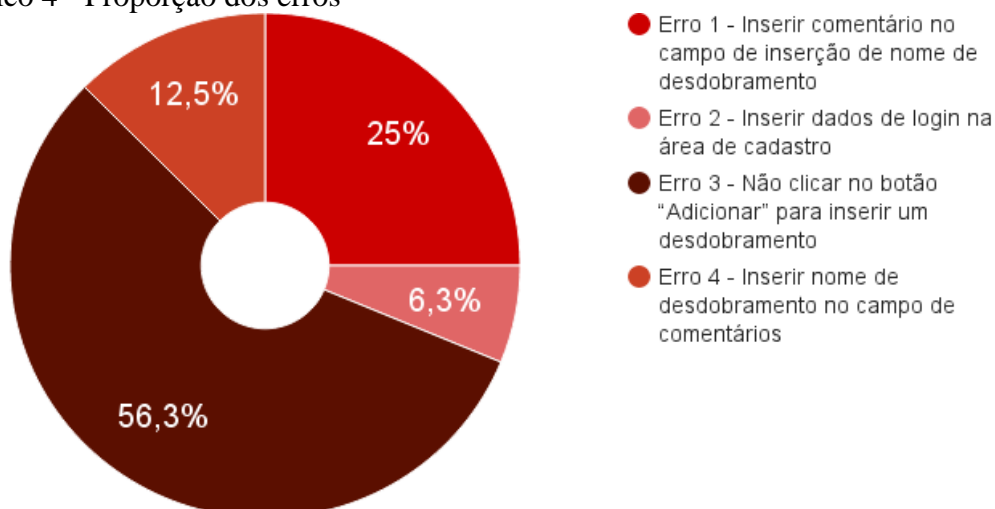
Gráfico 3 - Ocorrência total dos erros em todas as tarefas



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que ao total, 16 erros totais foram cometidos distribuídos por 4 tipos de erros. O erro com maior ocorrência foi o erro 3 (Não clicar no botão “Adicionar” para inserir um desdobramento), com 9 ocorrências, seguido do erro 1 (Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento), com 4 ocorrências, depois o erro 4 (Inserir nome de desdobramento no campo de comentários), com 2 ocorrências e o erro 2 (Inserir dados de login na área de cadastro) ocorreu uma vez.

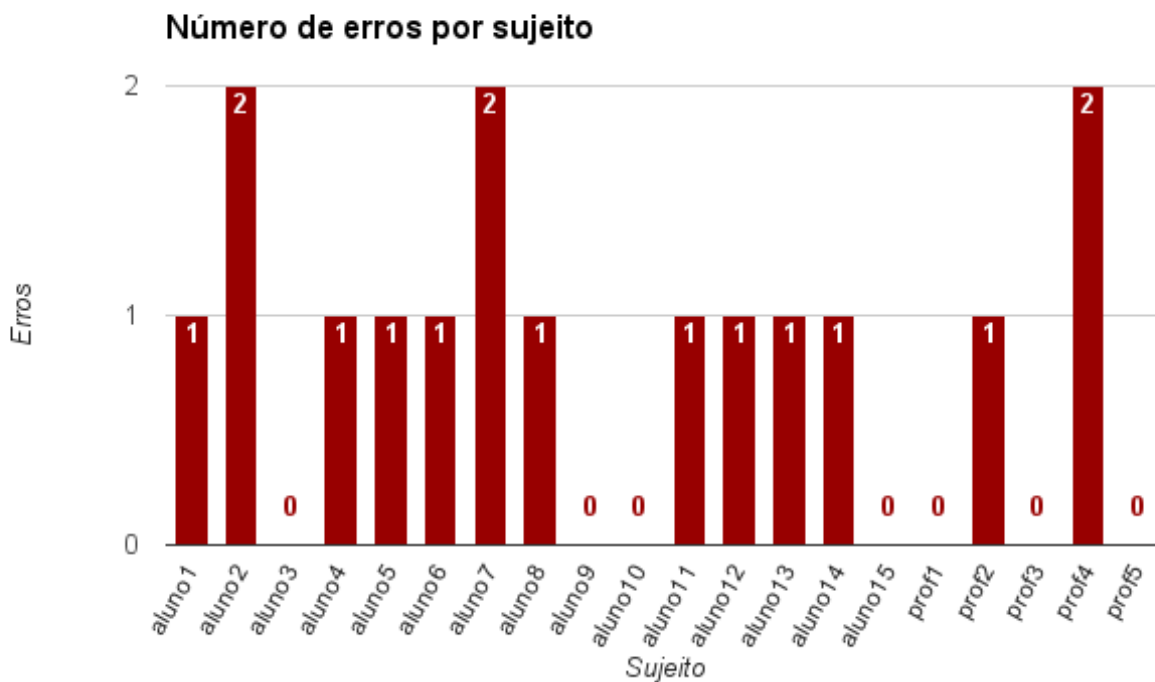
Gráfico 4 - Proporção dos erros



Fonte: Elaborado pela autora.

O gráfico mostra 56,3% dos erros cometidos foram do tipo 3 (Não clicar no botão “Adicionar” para inserir um desdobramento), seguido do erro 1 (Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento) com 25%, o erro 4 com 12,5% (Inserir nome de desdobramento no campo de comentários) e 6,3% dos erros foram do tipo 2 (Inserir dados de *login* na área de cadastro). Segue no Gráfico 5 o número de erros por sujeito:

Gráfico 5 - Número de erros cometidos por sujeito



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 5 mostra que 10 usuários (9 alunos e 1 professor) cometeram 1 erro cada um; 3 usuários (2 alunos e 1 professor) cometeram 2 erros cada e 7 usuários (4 alunos e 3 professores) não cometeram nenhum erro ao executar as tarefas dos testes.

Por esta pesquisa ter caráter de análise de dados quantitativo e qualitativo, todos os erros cometidos além de contabilizados para fins estatísticos serão analisados como possíveis problemas da interface, por menor que seja sua incidência, impacto e persistência. Esta análise mais profunda também se considerou necessária para que as tarefas sejam mais detalhadamente avaliadas para desenvolvimentos futuros. Será utilizada a sugestão de classificação de severidade proposta por Nielsen (1995), onde os problemas da interface identificados através de erros dos usuários são classificados de acordo com a combinação de 3 fatores:

**Frequência:** A ocorrência do erro é comum ou rara?

**Impacto:** É fácil ou difícil para o usuário encontrar se recuperar do erro cometido?

**Persistência:** Consegue o usuário se evitar o erro uma vez que ele aprende como se recuperar ou o erro interferirá outras vezes?

Os erros serão analisados individualmente e inseridos em um quadro para facilitar a visualização (Quadro 5):

Quadro 5 - Erros cometidos pelos usuários e suas frequência, impacto e persistência

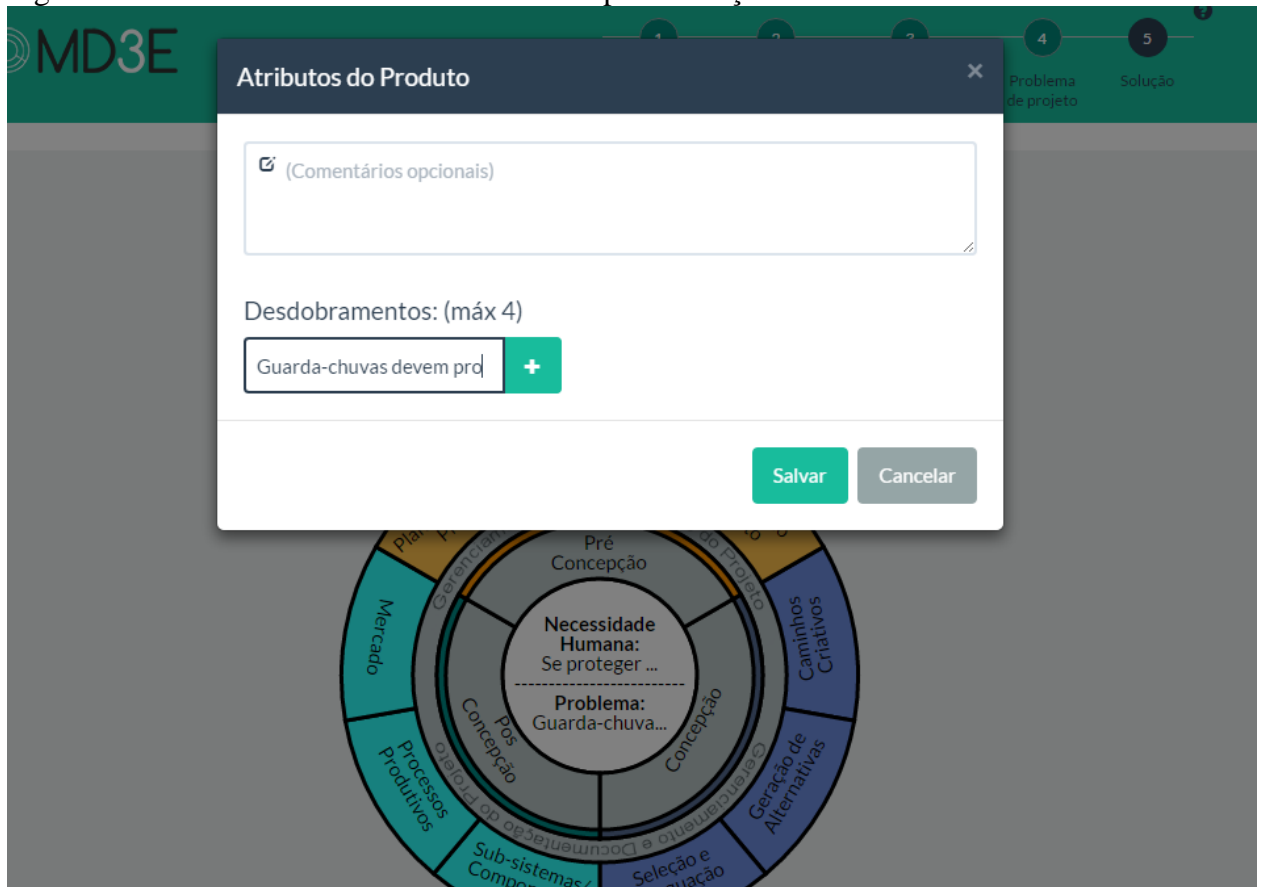
	Frequência	Ocorrências	Impacto	Persistência
Erro 1 - Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento	média	4	baixo	baixa
Erro 2 - Inserir dados de login na área de cadastro	baixa	1	baixo	baixa
Erro 3 - Não clicar no botão “adicionar” para inserir um desdobramento	alta	9	baixo	média
Erro 4 - Inserir nome de desdobramento no campo de comentários	baixa	2	baixo	baixa

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.2.2.1 Erro 1 - Inserir comentário no campo de inserção de nome de desdobramento

Este erro faz parte da Tarefa 5 e teve 4 ocorrências (frequência considerada média) e é considerado de baixo impacto por ser fácil sua recuperação: o participante ao visualizar no gráfico criado o comentário inserido no lugar do nome do desdobramento, só precisa clicar novamente para redigitá-lo no campo correto. A persistência é baixa, pois uma vez aprendido o campo de inserção, percebeu-se que nenhum participante não cometeu o erro novamente. Pela observação dos indivíduos, entende-se que este erro deve-se a uma falta de atenção aos rótulos dos campos, ainda assim recomenda-se uma revisão dos rótulos para verificar se existe suficiente coerência visual e aspectos estéticos como hierarquia e contraste “melhorando a usabilidade da interface quando é necessária a leitura de textos” (GOBBI, 2015). (Ver Figura 21). Estes aspectos estão detalhados no item 3.1.2.

Figura 21 - Comentário sendo inserido no campo de criação de novo desdobramento



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.2.2.2 Erro 2 - Inserir dados de *login* na área de cadastro

Este erro faz parte da Tarefa 1 e teve apenas uma incidência durante os testes. Também é considerado de baixo impacto pela fácil recuperação (aviso de erro quando os dados não conferirem) e baixa persistência uma vez que todos os usuários aprenderam a localização da área de *login* e de cadastro logo após digitarem no campo errado e corrigiram seu erro. Seguindo o comentário do problema anterior, recomenda-se uma revisão da coerência visual das áreas de *login* e cadastro, talvez aumentando a fonte dos títulos das caixas aumentando o contraste visual (Figura 22).

Figura 22 - Dados de login inseridos na área de cadastro

O Método de Desenvolvimento em 3 Etapas caracteriza-se por ser um método aberto com desdobramentos básicos, mínimos e auxiliares. O método aberto fornece uma base conceitual sobre a qual o projeto deve ser desenvolvido. Diferente dos métodos de desenvolvimento de projeto fechados e lineares, o MD3E indica os vários pontos de partida possíveis, os seus desdobramentos mínimos (para assegurar a qualidade processual), mas obriga o projetista a construir e interagir permanentemente na definição das etapas subsequentes, permitindo não apenas definir o que deve ser feito, mas também como fazer.

Já possui cadastro? Faça o login abaixo:

Seu usuário:

Senha:

[Entrar »](#)

[Esqueci minha senha](#)

Ainda não possui cadastro? Crie um abaixo:

Seu nome:

Seu e-mail:

Crie uma senha:

Repita sua senha:

[Cadastrar-se](#)

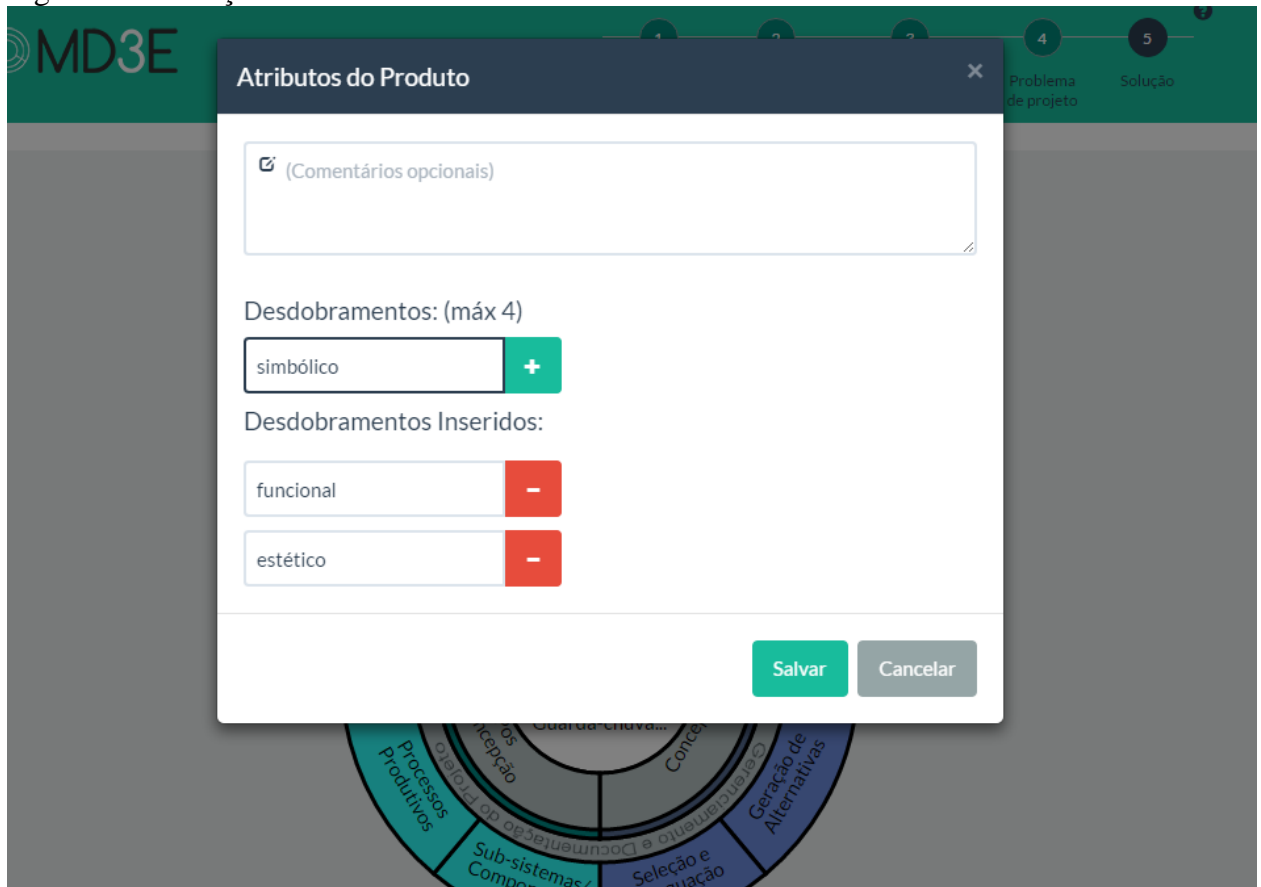
Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.2.2.3 Erro 3 - Não clicar no botão “adicionar” para inserir um desdobramento

A tarefa 4 solicitava a criação de 3 desdobramentos (“funcional”, “estético” e “simbólico”) a partir de um desdobramento existente. Durante as incidências observou-se que os indivíduos não clicavam no botão “Adicionar”, simbolizado por um sinal de adição e necessário para confirmação de inserção do desdobramento; ou clicavam nas primeiras duas inserções, porém não na terceira (Figura 23). Este foi o erro mais frequente com 9 incidências. Tem impacto considerado baixo, pois a recuperação é simples uma vez que o usuário percebe que o desdobramento digitado não foi inserido na lista de desdobramentos inseridos ou no gráfico gerado. Porém a persistência é considerada média, pois observou-se que boa parte dos indivíduos cometia o erro mesmo após 2 inserções bem sucedidas. Pela alta incidência (9 ocorrências), recomenda-se uma interferência mais drástica, como uma total releitura na forma como os desdobramentos são inseridos para que a ação seja mais intuitiva. Uma solução menos drástica que pode ser testada é a nomeação do rótulo do botão de adicionar como “Adicionar” ao invés do símbolo; isso talvez facilite a leitura da ação que o botão convém.



Figura 23 - Inserção de 3 desdobramentos durante a tarefa 4

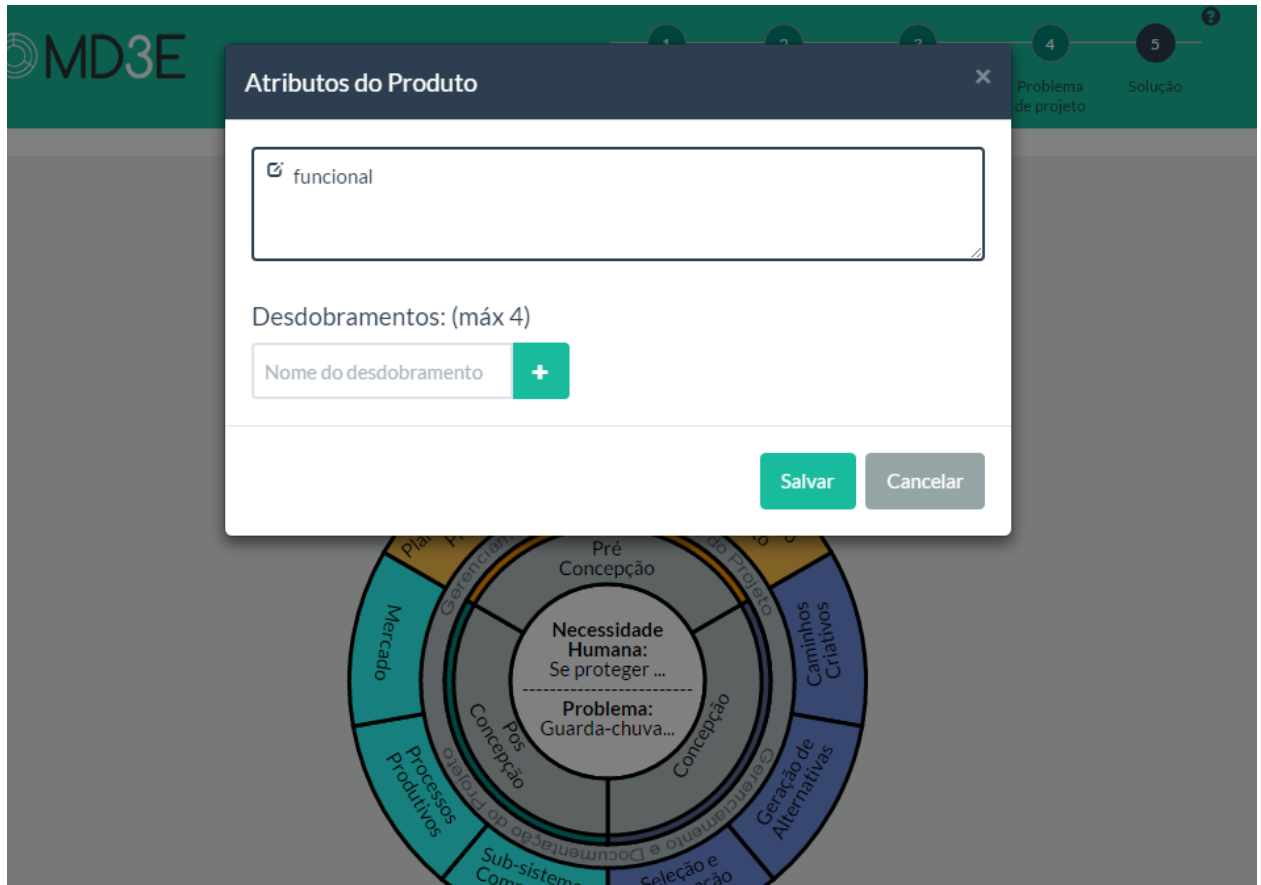


Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.2.2.4 Erro 4 - Inserir nome de desdobramento no campo de comentários

Erro cometido durante a execução da Tarefa 4, quando solicitada a criação de 3 desdobramentos (“funcional”, “estético” e “simbólico”) a partir de um desdobramento existente. Neste erro, os indivíduos tentaram inserir um desdobramento digitando seu nome na caixa designada para comentários. Com baixa incidência (2 ocorrências), este é outro problema considerado de baixo impacto e baixa persistência por ser de fácil aprendizagem e recuperação (Figura 24). Também recomenda-se uma revisão da coerência visual dos rótulos do campo “Comentários”, talvez inserindo um título acima do campo proporcionando maior contraste visual.

Figura 24 - Inserção de nome de desdobramento (criação de novo desdobramento) no campo de comentários



Fonte: Elaborado pela autora.

Após esta análise detalhada sobre os erros cometidos pelos usuários como possíveis pontos a serem melhorados na interface, recomenda-se para futuros desenvolvimentos atenção a esta análise, pois, retornando a Vu (2011), a interface tem natureza dinâmica permitindo a constante intervenção do designer e/ou desenvolvedor.

### 5.2.3 Resultados – eficiência

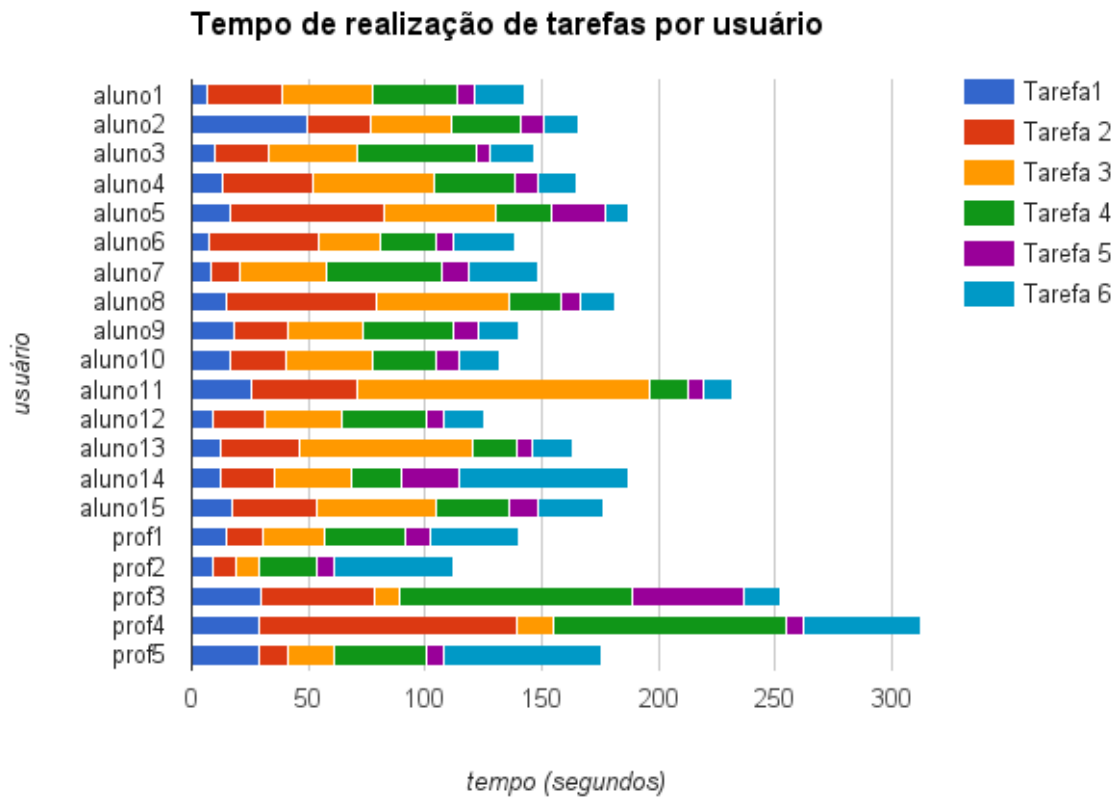
A eficiência foi determinada pelo tempo levado para a execução das tarefas. A Tabela 4 mostra o tempo de execução de cada tarefa por usuário (em segundos). O Gráfico 6 ilustra estes tempos. As tarefas consideradas foram da tarefa 1 a tarefa 6:

Tabela 4 - Resultado do tempo de execução das tarefas por usuário

<b>Sujeito</b>	<b>Tarefa 1</b>	<b>Tarefa 2</b>	<b>Tarefa 3</b>	<b>Tarefa 4</b>	<b>Tarefa 5</b>	<b>Tarefa 6</b>	<b>Total</b>
aluno1	6,67	31,89	38,92	36,5	6,91	21,39	142,28
aluno2	49,16	27,22	34,98	29,8	9,98	14,99	166,13
aluno3	9,59	23,61	38,11	50,54	5,76	19,55	147,16
aluno4	13,17	38,86	51,7	34,99	9,64	16,79	165,15
aluno5	16,54	66,22	47,33	23,85	23,79	9,34	187,07
aluno6	7,71	46,63	26,12	24,23	7,79	26,3	138,78
aluno7	8,05	12,88	36,71	49,76	11,31	29,49	148,2
aluno8	14,96	64,35	57,13	22,11	8,21	14,73	181,49
aluno9	17,99	23,55	31,87	38,95	10,86	16,72	139,94
aluno10	16,83	23,58	37,21	27,01	10,2	17,19	132,02
aluno11	25,57	45,64	125,1	16,72	6,12	12,78	231,93
aluno12	8,92	22,4	33,18	36,1	7,68	16,71	124,99
aluno13	12,05	34,3	74,15	18,58	6,94	17,53	163,55
aluno14	12,39	22,83	32,95	21,59	25,16	71,96	186,88
aluno15	17,38	36,51	50,8	31,78	12,1	27,84	176,41
prof1	14,48	15,82	26,8	34,77	10,14	38,05	140,06
prof2	8,89	9,84	10,2	24,51	7,53	51,2	112,17
prof3	29,31	49,05	10,31	100,07	48,35	15,62	252,71
prof4	29,09	110,12	15,55	100,4	6,94	50,53	312,63
prof5	28,8	12,61	19,63	39,95	6,83	68,19	176,01

Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 6 - Tempo de execução das tarefas por usuário

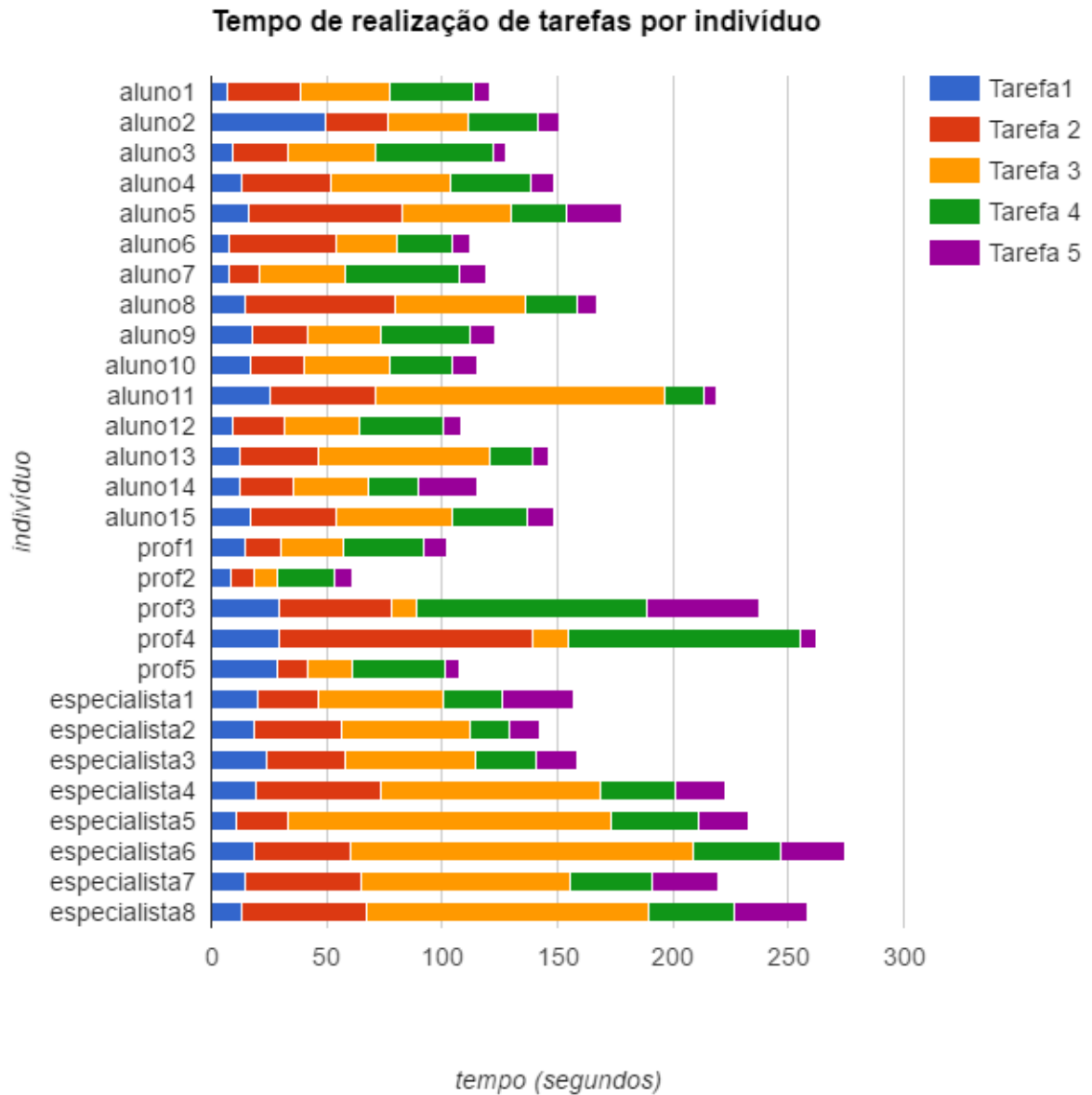


Fonte: Elaborado pela autora.

Pelos resultados na tabela de resultados e no gráfico percebe-se, em geral, uma coerência entre os tempos de realização das tarefas. Algumas discrepâncias ocorreram, por exemplo, no aluno 11, que demorou 125,1 segundos para executar a tarefa 3, mas manteve-se equivalente aos outros nas demais tarefas. Também o professor 3 e professor 4 que demoraram um tempo muito maior do que os demais para realização da tarefa 4 (100,97 segundos e 100,4 segundos respectivamente). As razões possíveis para tais discrepâncias foram observadas durante a aplicação do teste, onde os indivíduos citados cometeram erros durante a execução das tarefas citadas e o tempo adicional foi para a tentativa de recuperação do erro, que foram bem-sucedidas em todos os casos.

O Gráfico 7 mostra o tempo de execução das tarefas 1 a 5, que foram executadas pelos usuários (professores e alunos) e especialistas:

Gráfico 7 - Tempo de execução das tarefas por indivíduo



Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se, de maneira geral, também uma coerência entre os tempos de execução das tarefas dos especialistas entre si; também que esses tempos dos especialistas se mostram maiores do que os dos usuários. Para uma análise mais precisa, segue no Quadro 6 a análise

descritiva: medidas de posição (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio padrão) das tarefas 1 a 5, também considerando o grupo dicotômico (especialistas e usuários):

Quadro 6 - Análise descritiva dos tempos das tarefas do grupo dicotômico

Grupo dicotômico			Estatística
Tempo tarefa 1	Especialistas	Média	17,5013
		Mediana	18,6700
		Desvio padrão	4,27292
		Amplitude interquartílica	6,69
	Usuários	Média	17,3775
		Mediana	14,7200
		Desvio padrão	10,44582
		Amplitude interquartílica	14,59
Tempo tarefa 2	Especialistas	Média	40,0213
		Mediana	39,6150
		Desvio padrão	12,29338
		Amplitude interquartílica	25,24
	Usuários	Média	35,8955
		Mediana	29,5550
		Desvio padrão	23,71592
		Amplitude interquartílica	23,88
Tempo tarefa 3	Especialistas	Média	95,2500
		Mediana	92,7100
		Desvio padrão	38,43252

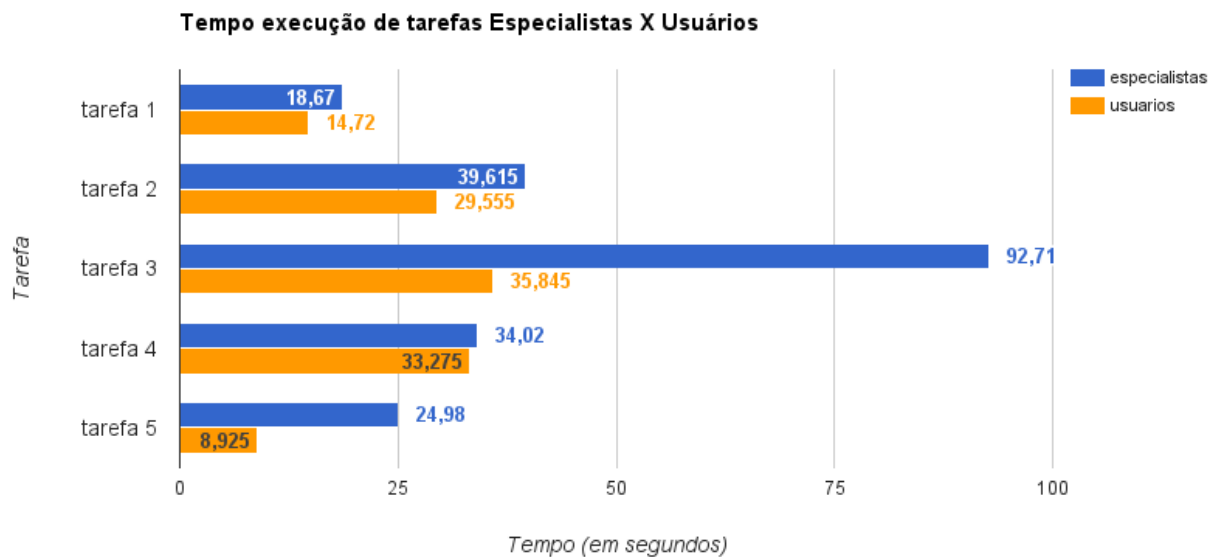
		Amplitude interquartílica	79,47
	Usuários	Média	39,9375
		Mediana	35,8450
		Desvio padrão	35,8450
		Amplitude interquartílica	23,64
Tempo tarefa 4	Especialistas	Média	31,1488
		Mediana	34,0200
		Desvio padrão	7,67185
			12,07
	Usuários	Média	38,1105
		Mediana	33,2750
		Desvio padrão	23,19493
		Amplitude interquartílica	15,76
Tempo tarefa 5	Especialistas	Média	24,2837
		Mediana	24,9800
		Desvio padrão	6,70309
		Amplitude interquartílica	11,74
	Usuários	Média	12,1120
		Mediana	8,9250
		Desvio padrão	9,99864
			Amplitude interquartílica

Fonte: Elaborado pela autora.

Pelos dados da análise dos tempos de execução das tarefas, vê-se que houve uma grande discrepância entre os tempos de execução da tarefa e na comparação entre os tempos dos especialistas e usuários. As tarefas que no geral foram executadas com mais rapidez foram as tarefas 1 e 5, seguidas das tarefas 2 e 4. A tarefa 3 foi a que exigiu mais tempo para sua execução e também a que teve maior diferença entre os tempos dos especialistas e os usuários (mediana dos usuários: 35,845 segundos e dos especialistas: 92,71 segundos).

Segue gráficos comparativos entre a mediana dos tempos (em segundos) entre especialistas e usuários (Gráfico 8):

Gráfico 8 - Comparativo de tempo de execução de tarefas entre especialistas e usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que em todas as tarefas os usuários as executaram em menos tempo do que os especialistas em uma forte indicação que as melhorias aplicadas na interface tiveram um efeito positivo na execução das tarefas. Algumas deduções deste resultado podem incluir:

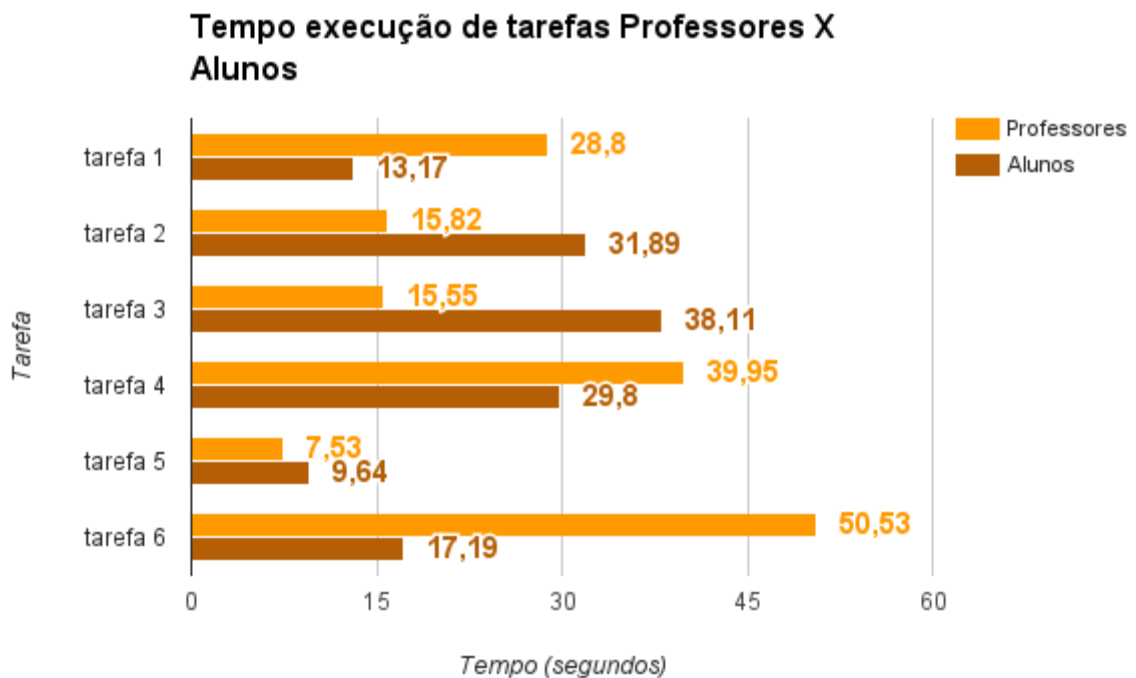
- Melhoria no sistema de instruções (do usuário para o sistema) e de retorno (do sistema para usuário) (BENYON, 2011) através da adição de funcionalidades como mapa de navegação, *tooltips* e modais com retorno;
- Melhoria na *affordance* da interface (HSIAO, 2011), pois os usuários conseguiram cumprir com os objetivos da tarefa deduzindo mais rapidamente as funções dos botões, campos e outros elementos interativos;
- Melhoria na aparência percebida da interface (CHAMORRO-KOC, 2009) através de princípios gráficos como coerência visual e aspectos estéticos. Os elementos desta



versão da interface foram modificados para aumentar o contraste visual e para aumentar a capacidade da indicação das funções utilizando cores.

Para obter maior número de informações qualitativas utilizando-se dos resultados dos testes, também foram comparados a mediana dos tempos (em segundos) de execução das tarefas entre alunos e professores (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Comparativo de tempo de execução de tarefas entre professores e alunos



Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os professores, a tarefa que foi executada com mais rapidez foi a tarefa 5 (7,53 segundos) e que levou mais tempo foi a tarefa 6 (50,53 segundos). Entre os alunos a tarefa mais rápida também foi a tarefa 5 (9,64 segundos) e a que levou mais tempo foi a tarefa 3 (38,11 segundos). Observam-se as maiores discrepâncias nas tarefas 3 e 5: os professores executaram a tarefa 3 com muito mais rapidez do que os alunos e os alunos foram muito mais rápidos executando a tarefa 6 do que os professores. Não se encontrou um motivo aparente para essas diferenças. Também se percebe que não houve uma proporção constante de diferenças entre alunos e professores em todas as tarefas, sendo que os resultados dos tempos no geral se alternam. Analisando-se essa comparação, sugere-se que os dois grupos podem considerados juntos como usuários, não havendo nenhum tipo de vantagem de um sobre o outro, ou seja: para esta pesquisa professores e alunos estão em condições semelhantes diante do contexto de utilização da interface testada.

### 5.2.4 Resultados – satisfação

A satisfação foi medida através de questionários de 3 perguntas após a conclusão de cada uma das 6 tarefas e por um questionário geral de 10 perguntas baseado no método SUS. Os questionários pós-tarefa continham 3 perguntas e suas respostas eram dispostas em uma escala Likert de 5 pontos. Para análise estatística as respostas dos questionários pós-tarefa foram classificadas em alta (pontos 4 e 5), média, (ponto 3) e baixa (pontos 1 e 2). Os resultados incluem a resposta dos alunos e professores. Não houve comparação com os resultados dos especialistas porque eles não responderam a estes questionários pós-tarefa, apenas o questionário de satisfação geral. Seguem no Quadro 7 os resultados do número da satisfação por tarefa:

Quadro 7 - Nível de satisfação por número de usuários

	Satisfação - questionários pós-tarefa (nível por tarefa)		
	Alta	Média	Baixa
Tarefa 1	19	1	0
Tarefa 2	16	4	0
Tarefa 3	14	4	2
Tarefa 4	14	4	2
Tarefa 5	18	2	0
Tarefa 6	15	5	0

Fonte: Elaborado pela autora.

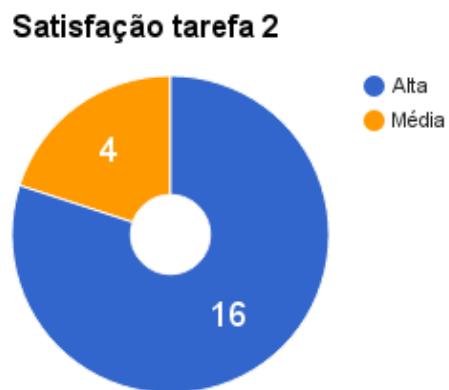
Segue gráficos comparativos (Gráfico 10 a 15) das respostas por tarefa, considerando-se o número de repostas dos usuários dentro das categorias: satisfação alta, satisfação média e satisfação baixa:

Gráfico 10 - Nível de satisfação da tarefa 1 por número de usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 11 - Nível de satisfação da tarefa 2 por número de usuários



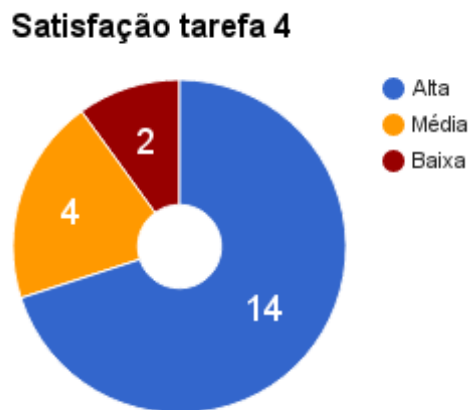
Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 12 - Nível de satisfação da tarefa 3 por número de usuários



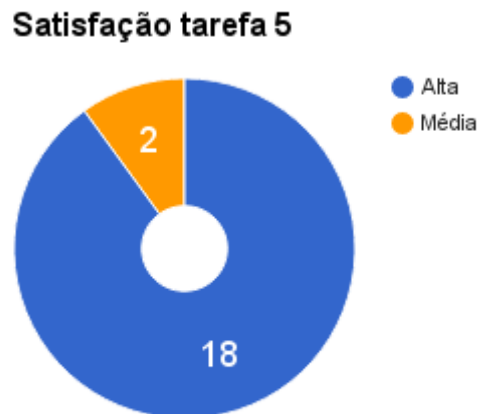
Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 13 - Nível de satisfação da tarefa 4 por número de usuários



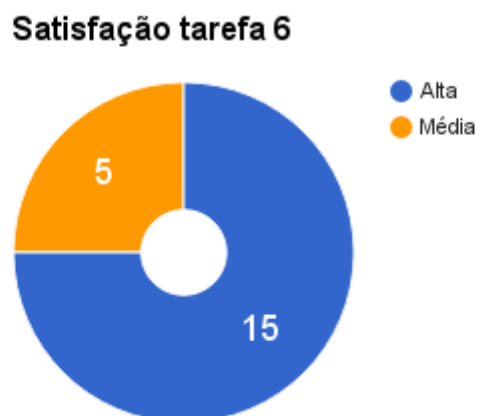
Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 14 - Nível de satisfação da tarefa 5 por número de usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 15 - Nível de satisfação da tarefa 6 por número de usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que a tarefa com maior número de usuários (alunos e professores) que declararam o nível de satisfação alto foi a tarefa 1 (19 usuários), seguida da tarefa 5 (18 usuários), tarefa 2 (16 usuários), tarefa 6 (15 usuários) e tarefas 3 e 4 (14 usuários).

As tarefas com maior número de usuários que declararam insatisfação foram as tarefas 3 e 4 (2 usuários cada). Esperava-se certa dificuldade com a execução destas tarefas por serem consideradas as tarefas mais complexas e não usuais. Isso se enquadra na norma de contexto de uso (JORDAN, 1998), pois o usuário pode ter dificuldade ao interagir com elementos da interface fora de sua realidade ou contexto que está acostumado. O formato do modelo MD3E

graficamente representado por um círculo não é usual e pode causar dúvidas quanto as interações permitidas e o que deve ser feito. Com isso, muitos usuários sinalizaram insatisfação com o seu desempenho realizando essas tarefas. Porém, este formato é essencial para a aplicação dos desdobramentos e visualização da possibilidade de trabalhos simultâneos. Segundo Rebelo (2011) a complexidade de uma interação nova e mais complexa demanda um maior desempenho dos usuários. Por esse motivo, para melhor guiar o usuário uma opção que pode ser considerada neste caso é, ao primeiro uso da ferramenta, a apresentação uma tela de demonstração antes da interação do usuário. Esta tela poderia ser translúcida, apontando e explicando sucintamente as várias funções disponíveis na tela. Esta etapa seria obrigatória no primeiro uso da ferramenta pelo usuário, mas facilmente ignorada por um botão de saída, por exemplo. Isso poderia melhorar a aceitabilidade na utilização do produto (JORDAN, 1998) melhorando a satisfação do usuário ao interagir com a interface.

Também foi aplicado com os usuários o mesmo questionário de satisfação baseado no SUS que os especialistas responderam. Para análise estatística, as respostas dos questionários pós-tarefa foram classificadas em alta (pontos 4 e 5), média, (ponto 3) e baixa (pontos 1 e 2). A Tabela 5 contém os resultados com usuários separados e Tabela 6 o grupo dicotômico.

Tabela 5 - Nível de satisfação no questionário geral por número de sujeitos: especialistas e usuários separados

	Satisfação - questionário geral		
	Alta	Média	Baixa
Número de alunos	11	3	1
Número de professores	3	2	0
Número de especialistas	8	0	0

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 6 - Nível de satisfação no questionário geral por número de sujeitos: especialistas e usuários agrupados

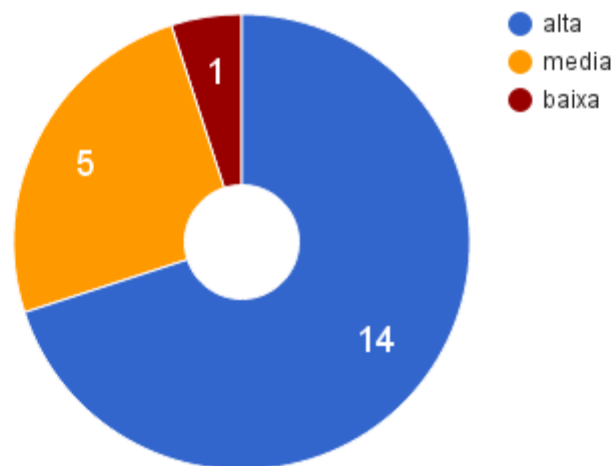
	Satisfação - questionário geral		
	Alta	Média	Baixa
Número de usuários	14	5	1
Número de especialistas	8	0	0

Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 16 demonstra a distribuição do nível de satisfação dos usuários e o Gráfico 17 demonstra a distribuição dos especialistas.

Gráfico 16 - Distribuição do nível de satisfação dos usuários

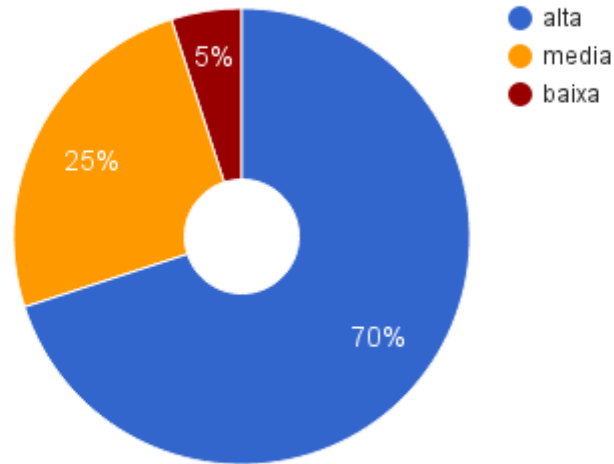
**Nível de satisfação - número de usuários**



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 17 - Distribuição do nível de satisfação dos usuários por porcentagem

### Nível de satisfação - porcentagem de usuários

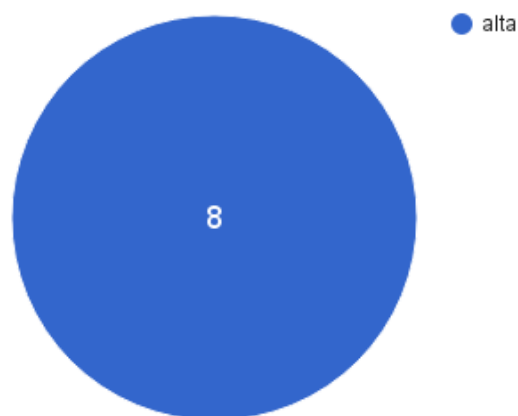


Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 18 demonstra a distribuição do nível de satisfação dos especialistas.

Gráfico 18 - Distribuição do nível de satisfação dos especialistas por porcentagem

### Nível de satisfação - número de especialistas



Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se que a satisfação geral da ferramenta pelos usuários foi em boa parte alta (14 usuários), seguido de satisfação média (5 usuários) e baixa (1 usuário). Estes resultados



apontam um bom desempenho da interface nesta etapa, porém, é baixo quando comparado aos resultados dos especialistas, onde todos classificaram sua satisfação geral com a interface como alta (8 especialistas). A pesquisa anterior (GOBBI, 2015) já havia previsto um comportamento deste tipo:

Não parece apropriado aplicar um teste de satisfação em uma interface que está no início de seu desenvolvimento, por exemplo, quando a mesma está na fase de construção dos *wireframes*, já que a função estética da interface ainda não foi pensada, o que poderia interferir nos aspectos relativos à satisfação do usuário (LÖBACH, 2001).

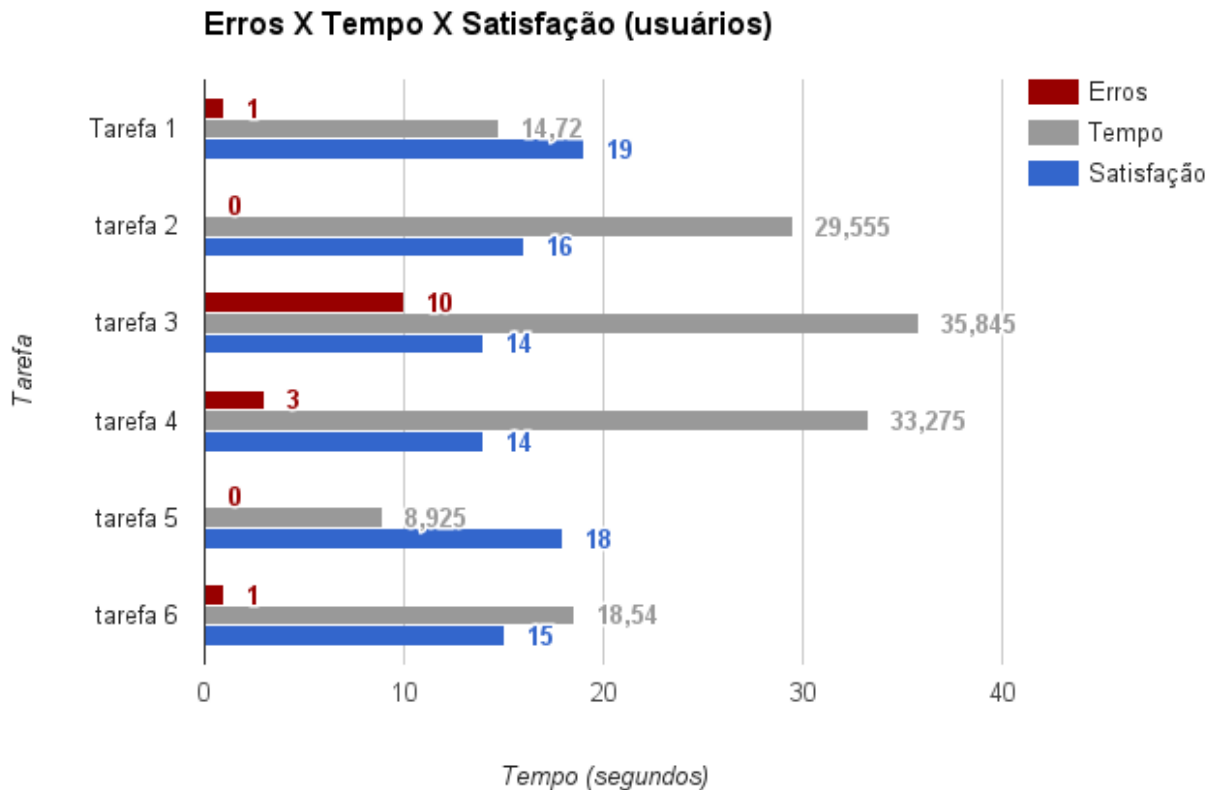
Uma explicação possível pode ser baseada na pesquisa de Nielsen (2012) que conclui que se as pessoas conseguem utilizar a interface com mais facilidade, elas tendem a classificá-la como pontos mais altos em questionários de satisfação em cerca de 70% dos casos. Metade dos especialistas testados na etapa anterior acompanhou o desenvolvimento da interface desde o início, fazendo com que estivessem mais familiarizados com a ferramenta e talvez conseguissem utilizá-la com mais facilidade, obtendo mais satisfação geral. Os usuários testados (alunos e professores) não conheciam a ferramenta e logicamente tiveram uma maior curva de aprendizado para poder utilizá-la. A curva de aprendizado se refere à rapidez com que um novo usuário do sistema aprende a utilizá-lo e é um componente importante na avaliação da usabilidade, segundo Nielsen (1993).

### 5.3 RESULTADOS COMPARATIVOS

Nesta seção serão comparados os dados de tempo, erros e satisfação coletados para melhor compreensão do resultado dos testes. A análise aplicada a estes dados será descritiva com caráter qualitativo e não tem valor estatístico. Os gráficos seguintes tem a função de comparar visualmente os resultados e não equipará-los.

Segue no Gráfico 19 um comparativo entre os índices dos usuários (alunos e professores) de erros, tempo e satisfação. Foram considerados: a mediana dos tempos de execução, a soma dos erros cometidos por tarefa e os níveis de satisfação considerados altos. O gráfico tem propósito ilustrativo, apenas para comparação das proporções de cada índice.

Gráfico 19 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos usuários



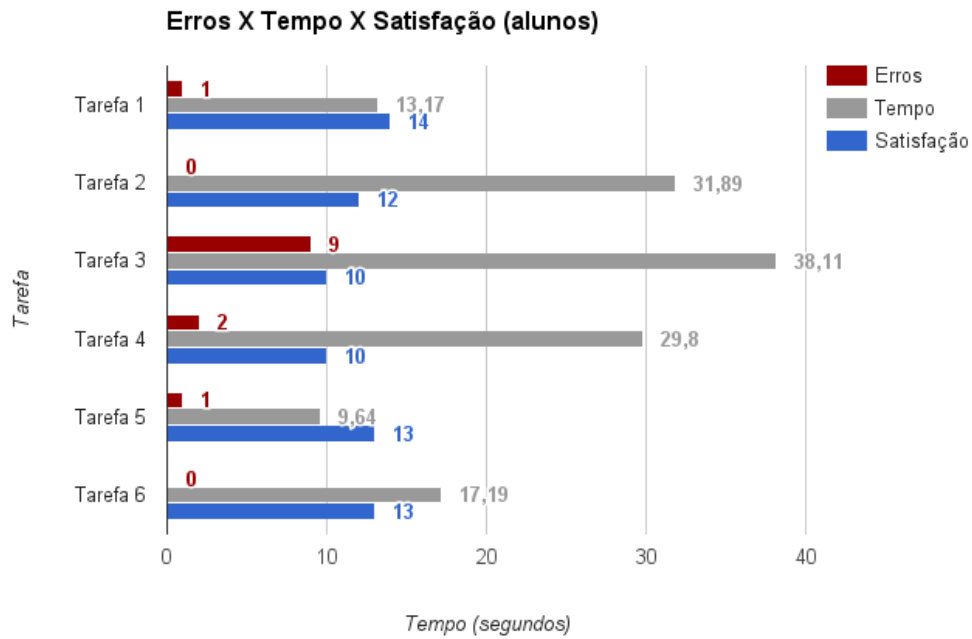
Fonte: Elaborado pela autora.

De uma maneira geral, observa-se que as tarefas que demoraram mais tempo para serem executadas foram onde os usuários cometeram mais erros e que também receberam o menor número de satisfação considerada alta. Por exemplo, a tarefa 3 foi a que teve o maior tempo de execução (mediana 3,84 segundos), o maior número de erros (10 ocorrências) e o menor índice de alta satisfação (14 respostas de um total de 20). O mesmo acontece com a tarefa 4 que teve o segundo maior tempo de execução (mediana 33,27 segundos), o segundo maior número de erros (3 ocorrências) e o menor índice de satisfação juntamente com a tarefa 4 (14 respostas). Na situação oposta, vê-se que na tarefa 5, o tempo de execução foi o menor (8,9 segundos), não houve erros e o nível de satisfação foi o segundo mais alto (18 respostas).

Percebe-se, então, que o número de erros e o tempo para execução das tarefas são inversamente proporcionais ao nível de satisfação do usuário. Esses resultados reafirmam o relacionamento entre as variáveis; segundo Nielsen (2012), métricas de desempenho (como tempo e erros) e satisfação estão fortemente relacionadas e para melhor desenvolvimento do

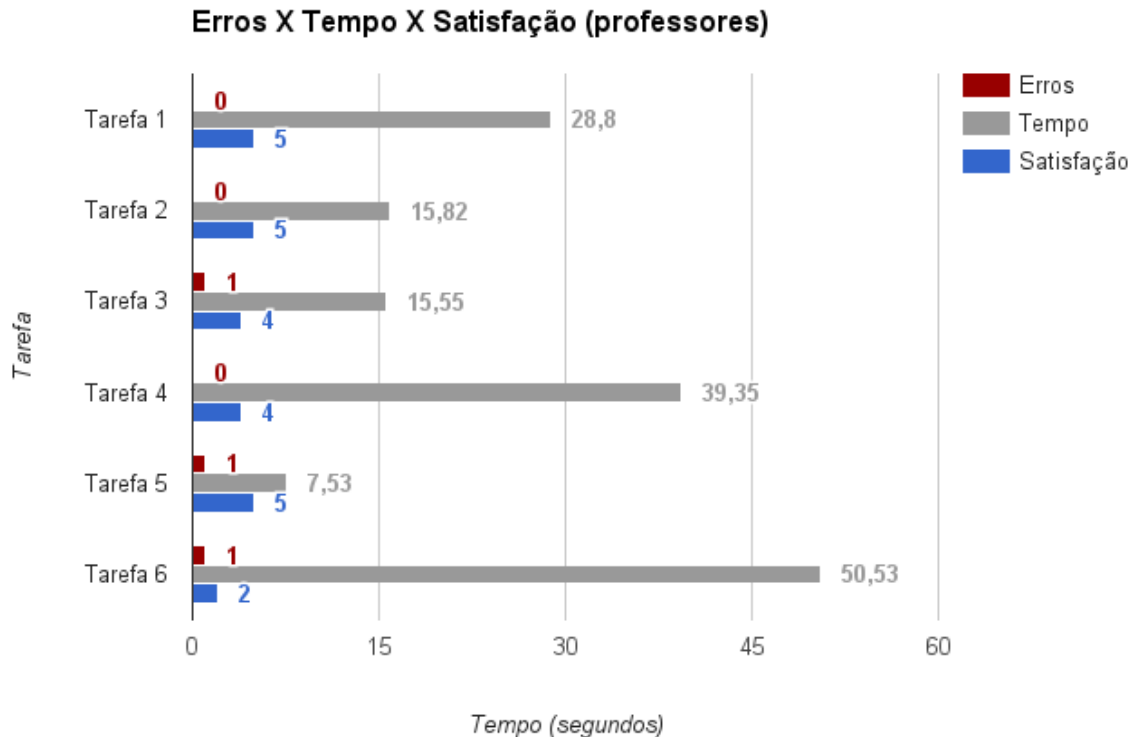
projeto, ambas devem ser consideradas. Desmembrando-se os resultados em alunos e professores (Gráficos 20 e 21), observa-se o mesmo padrão:

Gráfico 20 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos alunos



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 21 - Comparativo entre os erros, tempo e nível alto de satisfação por tarefa dos professores



Fonte: Elaborado pela autora.

Novamente percebe-se que o número de erros e o tempo para execução das tarefas são inversamente proporcionais ao nível de satisfação do usuário, ou seja: os usuários se manifestaram mais satisfeitos com a sua execução da tarefa quando obtiveram menos erros e demoraram menos tempo para executá-la. Estes resultados reafirmam a noção de que dados quantitativos e qualitativos são relacionados e o estudo de ambos é importante para a compreensão da interação do usuário com a interface (NIELSEN, 2012; CHAMORRO-KOC, 2009).

#### 5.4 RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Os resultados apresentados foram obtidos através de testes de hipótese. A hipótese nula ( $H_0$ ) demonstra que não existe relacionamento entre duas variáveis na população ou entre os dois grupos. A hipótese alternativa ( $H_1$ ) é qualquer cenário que difere da hipótese nula ( $H_0$ ) e demonstra que existe uma relação entre variáveis ou diferença entre grupos.

Para este trabalho foi adotado um nível de significância de 5% para nível de confiabilidade dos dados de 95%, então:

**Para  $p > 0,05$  = H0 verdadeira**  
**Para  $p \leq 0,05$  = H1 verdadeira**

Os testes estatísticos foram realizados no software IBM SPSS Statistics.

#### **5.4.1 Erros (eficácia)**

Estatisticamente não foi possível realizar a comparação de grupos com as variáveis erros. Foi considerada a variável erro como categórica (houve erro/não houve erro), porém no grupo de especialistas, nenhum indivíduo cometeu erros impossibilitando de realizar a análise pelo teste de qui-quadrado. Por este motivo na métrica “Erros”, dentro da Usabilidade, a hipótese não se confirma, por terem ocorridos erros na execução de tarefas por muitos alunos e professores, mas por nenhum especialista.

#### **5.4.2 Tempo (eficiência)**

Foi realizado um teste de normalidade para verificar a distribuição dos dados e optar por testes paramétricos ou não-paramétricos (Tabela 7).

Tabela 7 - Teste de normalidade pra verificar a distribuição dos dados de Tempo

Grupo dicotômico		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tempo tarefa 1	Especialistas	,232	8	,200	,956	8	,768
	Usuários	,227	20	,008	,832	20	<b>,003</b>
Tempo tarefa 2	Especialistas	,175	8	,200	,920	8	,433
	Usuários	,150	20	,200	,843	20	<b>,004</b>
Tempo tarefa 3	Especialistas	,221	8	,200	,881	8	,193
	Usuários	,216	20	,015	,815	20	<b>,001</b>
Tempo tarefa 4	Especialistas	,216	8	,200	,862	8	,125
	Usuários	,216	20	,001	,720	20	<b>,000</b>
Tempo tarefa 5	Especialistas	,216	8	,200	,927	8	,485
	Usuários	350	20	,000	,592	20	<b>,000</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste caso, optou-se por testes não paramétricos, pois um dos dois grupos apresentou distribuição não normal dos dados (valores em negrito na Tabela 8). Foi utilizado o Teste U de Mann-Whitney, teste não paramétrico utilizado para comparar dois grupos independentes (usuários e especialistas). Ver tabela 8.

Tabela 8 - Teste comparação entre usuários e especialistas do tempo de execução das tarefas

Grupo dicotômico		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tempo tarefa 1	Especialistas	8	16,88	135,00
	Usuários	20	13,55	271,00
	Total	28		
Tempo tarefa 2	Especialistas	8	17,38	139,00
	Usuários	20	13,35	267,00
	Total	28		
Tempo tarefa 3	Especialistas	8	23,00	184,00
	Usuários	20	11,10	222,00
	Total	28		
Tempo tarefa 4	Especialistas	8	14,25	114,00
	Usuários	20	14,60	292,00
	Total	28		
Tempo tarefa 5	Especialistas	8	22,50	180,00
	Usuários	20	11,30	226,00
	Total	28		

Fonte: Elaborado pela autora.

Segundo teste estatístico, apesar de os usuários terem executado todas as tarefas em menor tempo que os especialistas houve diferença significativa estatística apenas nas tarefas 3 e 5 (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultado teste estatístico para verificar diferença significativa entre os tempos de execução das tarefas dos especialistas e usuários

	Tempo tarefa 1	Tempo tarefa 2	Tempo tarefa 3	Tempo tarefa 4	Tempo tarefa 5
Mann-Whitney U	61,000	57,000	12,000	78,000	16,000
Wilcoxon W	271,000	267,000	222,000	14,000	226,000
Z	-,966	-1,170	-3,458	-,102	-3,255
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,334</b>	<b>,242</b>	<b>,001</b>	<b>,919</b>	<b>,001</b>
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,354	,258	,000	,940	,001

Fonte: Elaborado pela autora.

Como a tarefa 6 não foi feita com os especialistas foi feito o teste comparando apenas professores e alunos (Tabela 10). Não houve diferença significativa entre professores e alunos na tarefa 6. Acredita-se que se deve pelo número de professores ser muito pequeno (*n* muito baixo).

Tabela 10 - Resultado teste estatístico para verificar diferença significativa entre os tempos de execução das tarefas dos alunos e professores na Tarefa 6

	Tempo tarefa 6
Mann-Whitney U	15,000
Wilcoxon W	135,000
Z	-1,964
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,050</b>
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,053

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.4.3 Questionários (satisfação)

Pela frequência dos especialistas (oito indivíduos) não é possível fazer comparação com resultados estatísticos significativos entre os dados de satisfação pelas respostas ao questionário geral de satisfação.



#### 5.4.4 Satisfação X Erros X Tempo

Observando o  $n$ , não é possível fazer uma comparação da variável tempo com as variáveis erros e satisfação. Em algumas tarefas não houve sujeitos com baixa satisfação e quando houve esse  $n$  foi muito baixo.

#### 5.4.5 Resultado – hipótese

Retomando-se a hipótese inicial H1 de que: implantando-se o que foi indicado pelos especialistas no trabalho anterior e aplicando melhorias baseadas na literatura, a interface ela terá um desempenho mais efetivo junto ao usuário através do alcance de melhor desempenho dos usuários comparados com os especialistas, esta se considera refutada. O motivo da rejeição se dá pelo fato de que foram encontradas diferenças significativas nas melhorias dos resultados dos testes entre especialistas e usuários em apenas uma das três métricas. Portanto, se aceita H0, que afirma que usuários não alcançariam melhor desempenho do que os especialistas nas métricas usabilidade após as melhorias serem implementadas.

### 5.5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

De acordo com os resultados da pesquisa realizada e analisando os dados comparativos das métricas de usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) concluiu-se que houve diferenças consideráveis entre os desempenhos dos usuários (alunos e professores) e dos especialistas ao realizarem os mesmos testes com 2 versões diferentes da interface do MD3E. A versão desenvolvida e implementada nesta etapa da pesquisa aplicou melhorias na interface desenvolvida anteriormente e esperava-se uma melhoria no desempenho dos usuários ao utilizá-la. Os resultados dos testes demonstram melhorias em todas as tarefas na métrica de eficiência, medida pelo tempo levado para realização das tarefas. Em duas das tarefas (tarefa 3 e tarefa 5) houve diferenças estatisticamente significativas. Isto sugere que, ao menos nesta métrica, as melhorias na interface surtiram resultados positivos e um progresso no desenvolvimento da interface.

Na métrica de eficácia, medida pelo número de erros cometidos ao realizar uma tarefa, houve diferença nos resultados, pois os usuários cometeram no total 16 erros e nenhum dos especialistas cometeram erros. Apesar dos resultados desta métrica sugerirem uma piora na usabilidade da interface é preciso considerar que dentre o número de usuários testados (20) foi maior que o de especialistas (8) então a probabilidade de erros ocorrerem em números absolutos é maior; também, ao testar a interface com usuários que nunca tiveram contato com

ela (ao contrário de 50% dos especialistas que acompanharam o desenvolvimento da interface) é esperado que alguns erros sejam cometidos por ter sido um primeiro contato com a interface. É importante salientar que durante a análise aprofundada dos erros percebeu-se que todos eles tinham baixo impacto na experiência do usuário, pois eram de fácil recuperação, segundo análise de Nielsen (1995). Todos os usuários que cometeram erros foram, afinal, bem sucedidos na finalização das tarefas, ou seja: todos conseguiram completar todas as tarefas após se recuperarem dos erros. Também houve uma incidência mínima de usuários que cometeram o mesmo erro mais de uma vez, apontando para uma rápida curva de aprendizado, considerado um importante componente da usabilidade das interfaces (Nielsen, 1993).

Na métrica de satisfação, medida por questionários pós-tarefa e questionário geral os resultados mostram que apesar da maior parte dos usuários (70%) demonstrarem alta satisfação com as tarefas e com a interface em geral, 30% deles relataram média ou baixa satisfação. Esse número difere dos especialistas, pois todos eles assinalaram alta satisfação com a interface na etapa anterior. Vale ressaltar que um dado importante coletado foi o dos níveis de satisfação por tarefa, via questionários pós-tarefa. Esses dados auxiliam na compreensão da satisfação e insatisfação mais detalhadamente associando os resultados com os resultados das outras métricas. Como já citado, de acordo com pesquisa de Nielsen (2012) as pessoas que conseguem utilizar a interface com mais facilidade tendem a classificá-la como pontos mais altos em questionários de satisfação; como demonstrado no Gráfico 19, as tarefas que obtiveram as menores classificações em satisfação foram justamente as que os usuários cometeram mais erros.

Sobre as diferenças entre alunos e professores ao realizar os testes, considerando-se todas as métricas, percebeu-se que os resultados apresentaram padrões e resultados bem semelhantes. Portanto, no que diz respeito a usabilidade desta interface, alunos e professores neste caso podem ser considerados como uma única amostra coesa, sem grandes distinções (Nielsen, 2000) para futuros testes.

Apesar de apenas a métrica eficiência poder ter resultados medidos estatisticamente, as demais diferenças apesar de não significativas via estatística são válidas para os grupos testados e são de grande valia para a compreensão da IHC da interface desenvolvida e para sugestão de melhorias para desenvolvimentos futuros. Segundo Nielsen (2004) resultados qualitativos, ainda que sem valor estatístico, fornecem resultados válidos para a compreensão do comportamento dos usuários ao interagir com a interface.

## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A motivação deste trabalho foi de contribuir a uma pesquisa maior que tem a pretensão de ampliar a aplicabilidade de interfaces digitais para o uso do ensino de Design. A partir da lacuna destes recursos, o desenvolvimento, implementação e avaliação da usabilidade de uma interface para este objetivo se mostraram importantes. Para evitar “frustração do usuário no uso, comprometendo o aprendizado e desencorajando o uso da ferramenta (NIELSEN, 2005)” no uso de uma ferramenta, procurou-se seguir um processo apropriado, embasado em literatura de IHC e Usabilidade durante toda a pesquisa. O processo aplicado nesta pesquisa foi considerado apropriado e bem sucedido pelas seguintes razões:

1. A escolha da amostra (alunos e professores) demonstrou que ambos tiveram padrões de resultados semelhantes e podem continuar a participar na avaliação desta interface futuramente. O número da amostra também foi considerado pertinente e suficiente, pois houve poucas discrepâncias e os resultados foram propensos a se repetir, indicando coerência nos resultados;
2. O uso de um *software* para aplicação dos testes - quando utilizado apropriadamente - se mostrou muito útil na coleta dos dados, na sua observação, estudo posterior e a minimizar a interferência do moderador;
3. As tarefas dos testes foram curtas, objetivas e abrangeram todas as principais funcionalidades da interface. Com isso foi possível identificar as facilidades e dificuldades na sua interação e apontar precisamente os erros cometidos, que se resumiram aos mesmos quatro. As sugestões da resolução dos erros no capítulo de Resultados são de fácil implementação. Também, a inserção de uma nova tarefa para testar uma nova usabilidade foi importante para avaliar a interação dos usuários e identificar um erro e potencial problema na interface;
4. A aplicação de curtos questionários de satisfação logo após a execução das tarefas mostrou-se importante para compreender as impressões específicas dos usuários com as tarefas e para correlacionar com as outras métricas. Confirmou-se que na maioria dos casos o nível de satisfação era inversamente proporcional aos erros e e tempo de realização das tarefas.

Alguns desafios do processo e pontos a serem melhorados em pesquisas futuras incluem:

1. O uso do *software* para aplicação dos testes foi útil na captação dos dados, mas exigiu dos sujeitos testados uma prática não usual no uso cotidiano, pois solicita o clique em um botão para sinalizar o início e final da conclusão da tarefa. Durante os teste observou-se certa dificuldade com o uso do software por este motivo. Apesar de ajustes terem sido realizados pela pesquisadora para eliminar essas interferências sugere-se para desenvolvimentos futuros que algumas tarefas testes sejam realizadas antes do teste em si para que os sujeitos se familiarizem com esta ação;
2. Apesar dos questionários aplicados em respostas objetivas (escala Likert) terem proporcionado retornos fundamentais na avaliação da satisfação dos indivíduos testados, outras maneiras subjetivas para coletar retornos dos usuários também poderiam ter sido aplicadas, como técnica *think aloud*, quando o participante do teste vocaliza o que está pensando e o que está tentando executar na interação de uma interface (ERIKSON; SIMON,1985) ou a simples aplicação de questionários com respostas abertas a comentários livres.

A hipótese de que a interface - após aplicadas melhorias baseadas nas sugestões dos especialistas e em literatura - teria melhor usabilidade do que o desenvolvimento anterior foi confirmada em uma das três métricas medidas. Isso sugere que apesar do seu aperfeiçoamento, o projeto da interface é sujeito a falhas e apenas a realidade de uso do produto pode indicar de forma real sua efetividade. Os resultados servem de valia para a continuação do desenvolvimento da interface, buscando-se o aprimoramento da mesma. Além disso, muitos dados qualitativos foram coletados e detalhados, os quais também podem ser considerados durante desenvolvimentos futuros. A recomendação é manter os elementos que obtiveram bons índices de eficiência, eficácia e satisfação e promover o aperfeiçoamento dos que obtiveram baixos índices; posteriormente promover novos testes.

Os objetivos principais foram considerados atingidos totalmente por terem ocorrido de maneira bem sucedida o desenvolvimento, implementação e avaliação junto ao usuário de uma versão aprimorada da interface digital do MD3E, contribuindo para a pesquisa maior anteriormente iniciada e para o maior entendimento de como potenciais usuários finais interagem com a interface. Os resultados dos testes também foram detalhados o máximo possível para sugerir melhorias na interface em desenvolvimentos futuros.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a análise dos resultados para que a interface seja aprimorada corrigindo-se os erros identificados, revendo as tarefas que tiveram um tempo de conclusão insatisfatório e revisando-se as tarefas que tiveram baixos índices de satisfação. Os

testes futuros podem ser feitos com amostra semelhante a desta pesquisa, em número e perfil. Futuramente uma etapa importante seria o teste da interface juntamente com sua realidade de uso: o projeto de desenvolvimento de um produto em sala de aula com um problema baseado em uma necessidade humana. A avaliação da ferramenta como método de ensino e seu impacto no aprendizado é essencial antes da disposição da ferramenta e sua disseminação para uso prático, sempre avaliando novas funcionalidades quanto a suas usabilidades conforme são implementadas.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Julia Issy. **Introdução à Ergonomia** - da prática à teoria. São Paulo: Edgard Blücher, 2009;

\_\_\_\_\_; SILVINO, Alexandre Magno Dias; SARMET, Maurício M. Ergonomia, Cognição e Trabalho Informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, 21(2), p. 163-171, 2005;

AFACAN, Yasemin; ERBUG, Cigdem. An interdisciplinary heuristic evaluation method for universal building design. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 4, p. 731-744, 2009;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9241-11**: Requisitos ergonômicos para trabalhos de escritórios com computadores, Parte 11 – Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro; 2002;

BENYON, David. **Interação Humano-Computador**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011;

BERENDS, Hans; et. al.; External designers in product design processes of small manufacturing firms. **Design Studies**, v. 32, n. 1, p. 86-108, 2011;

BJÖREMO, Martin; TRNINIĆ, Pedrarg. **Evaluation of web application frameworks**. Gothenburg: University of Gothenburg, 2010;

BRAGLIA, Israel; GONÇALVES, Berenice. Abordagem sistemática do design na implementação de hipermídias para aprendizagem. In: **CONAHPA: CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM**, 4º, 2009, Florianópolis. **Anais.....** Florianópolis: UFSC, 2009;

BROOKE, John. SUS: a retrospective. **Journal of usability studies**. Vol. 8, pp. 29-40, 2013;

BRUSTULIN, Giordan H.; SANTOS, Flávio Anthero Nunes Vianna. Aplicação do método aberto (MD3E) em projetos ergonômicos de produtos. **Human Factors in Design**, Florianópolis, UDESC, v. 1, n. 1, 2012;

CANDI, Marina. The role of design in the development of technology-based services. **Design Studies**. V. 28, n. 6, p. 559-583, 2007;

CARVALHO, José Oscar F. Papel da interação humano-computador na inclusão digital. **Transinformação**, Campinas, 15 (Edição Especial): 75-89, 2003;

CHAMORRO-KOC, Marianella; POPOVIC, Vesna; EMMISON, Michael. Human experience and product usability: principles to assist the design of user-product interactions. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 4, p. 648-656, 2009;

CHRISTIAANS, Hyugens; ALMENDRA, Rita Assoreira. Accessing decision-making in software design. **Design Studies**; Special Issue Studying Professional Software Design, v. 31, n. 6, p. 641-662, 2010;

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana H; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec, 2010. Disponível em:

<<https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>>. Acesso em 18 de junho de 2016;

ERICSSON, K. Anders; SIMON, Herbert; **Protocol Analysis: verbal reports as data**. EUA: Bradford Book, 1984;

FLANAGAN, David; **JavaScript: the definitive guide: activate your web pages**. Definitive Guides. Nweton, MA: O'Riley Media, 2011;

FORSYTHE, C. 1998. The makings of a technical group. **Internetworking: ITG Newsletter**, Junho 1998;

FRANÇA, George. Os ambientes de aprendizagem na época da hipermídia e da educação à distância. **Revista Perspectivas em Ciências da Informação**, Belo Horizonte, v.14, n.1, p. 55-65, jan./abr. 2008;

GARRETT, Jesse James. **The Elements of User Experience: modelo conceitual**. Disponível em: <<http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>>. Acesso em: 01 de setembro de 2014;

GERBER, Elizabeth; CARROLL, Maureen. The psychological experience of prototyping. **Design Studies**, v. 33, n. 1, p. 64-84, 2012;

GOBBI, Aline Girardi. **Desenvolvimento e implementação do MD3E (Método de desdobramento em 3 etapas) em ambiente virtual: projeto e avaliação de interface com foco nos fatores humanos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Design), Mestrado em Design, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2015;

GOULD, John D.; LEWIS, Clayton. Designing for Usability: key principles and what designers think. **Communications of the ACM**, v. 28, n. 3, p. 300-311, mar./1985;

HSIAO, Shih-wen; HSU, Chiao-Fei; LEE, Yin-Thing. An online affordance evaluation model for product design. **Design Studies**, v. 33, n. 2, p. 126-159, 2012;

KARWOWSKI, Waldemar; et. al. **Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design**. EUA: CRC Press, 2011;

KRUG, Steve. **Não me faça pensar - uma abordagem de bom senso à usabilidade da web**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008;

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011;

LEWIS, J. R. Testing Small System Customer Setup. In: **The Human Factors and Ergonomics Society 26th Annual Meeting**. Seattle WA, 26, 1982, **Proceedings of the HFES 26th Annual Meeting**, Seattle WA, 1982, p. 718-720;

MORGAN, T. P. **Introduction to this Special Issue on New Perspectives on Human-Computer Interaction**, v. 16, n.2-3, 1985;

MULLING, Tobias Tessmann. **Design experiencial da teoria a práxis: recomendações para o projeto de hipermídias experienciais**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-

Graduação em Design e Expressão Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUTANEN, U. Developing organisational design capability in a Finland-based engineering corporation: the case of Metso. **Design Studies**, v. 29, n. 5, p. 500-520, 2008;

NIELSEN, Jakob. **How many test users in a usability test?** Nielsen Norman Group. 2012. Disponível em: < <http://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>>. Acesso em 19 de maio de 2016.

\_\_\_\_\_. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Nielsen Norman Group. 1995. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>. Acesso em 19 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **Quantitative Studies: How Many Users to Test?** Nielsen Norman Group. 2006. Disponível em: < <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>>. Acesso em 20 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **Risks of Quantitative Studies**. Nielsen Norman Group. 2004. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/risks-of-quantitative-studies/>>. Acesso em 14 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **Severity Ratings for Usability Problems**. Nielsen Norman Group. 1995. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>>. Acesso em 22 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **Usability 101: Introduction to Usability**. Nielsen Norman Group. 2012. Disponível em: <<http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>>. Acesso em 30 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **User Satisfaction vs. Performance Metrics**. Nielsen Norman Group. 2012. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/satisfaction-vs-performance-metrics/>>. Acesso em 30 de maio de 2016;

\_\_\_\_\_. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. Nielsen Norman Group. 2000. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>>. Acesso em 30 de maio de 2016;

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2013;

PRESSMAN, Roger.S. **Software engineering: a practitioner's approach**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1992;

SAFFER, Dan. **Designing for Interaction: creating innovative applications and devices**. Berkeley, CA: New Riders, 2010;

SANTAELLA, Lucia. **Navegar no ciberespaço: o perfil cognitivo do leitor imersivo**. São Paulo: Palus, 2004;



SANTOS, Flávio Anthero Nunes Viana. **MD3E (método de desdobramento em 3 etapas):** uma proposta de método aberto de projeto para uso no ensino de design industrial. 2005. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005;

SAURO, Jeff; DUMAS, Joseph S. Comparison of Three One-Question, Post-Task Usability Questionnaires. In: **SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, Nova York, 2009. **Proceedings...** Nova York, 2009;

THAKKAR, Umesh. Ethics in the design of human-computer interfaces for the disabled. **SIGCAPH Newsletter**, New York, n. 42, p.1-7, 1990;

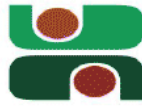
TIDWELL, Jenifer. **Designing Interfaces**. O'Reilly Media, 2011;

VU, Kim-Phuong L.; PROCTOR, Robert W. **Handbook of Human Factors in Web Design**. EUA: CRC Press, 2011;

WHITESIDE, J.; BENNET, J.; HOLTZBLATT, K. **Usability Engineering: Our Experience and Evolution in The Handbook of Human Computer Interaction**. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, pp 791-817. 1988.

## APÊNDICES

## APÊNDICE I - Termo de consentimento livre esclarecido apresentado aos participantes do teste



**UDESC**  
UNIVERSIDADE  
DO ESTADO DE  
SANTA CATARINA



Comitê de Ética em Pesquisa  
Envolvendo Seres Humanos

GABINETE DO REITOR

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada DESENVOLVIMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE DIGITAL DO MD3E A PARTIR DE CRITÉRIOS DE USABILIDADE que será composta por testes de usabilidade e questionários tendo como objetivo identificar a facilidade de uso (segundo critérios de Eficácia, Eficiência e Satisfação) de uma interface digital e verificar se possui boa usabilidade junto ao usuário. Serão previamente marcados a data e horário para o teste de uso da interface e preenchimento dos questionários. Estas medidas serão realizadas no Centro de Artes (CEART) da UDESC, em Florianópolis. O teste de usabilidade será filmado para fins de posterior conferência dos dados obtidos e para maior precisão das informações coletadas. Contudo, tais filmagens permanecerão sob sigilo, guardadas junto à pesquisadora envolvida pelo prazo de cinco (5) anos, sendo eliminadas após este período. Em momento algum as mesmas serão disponibilizadas a outras pessoas ou divulgadas. Os testes serão realizados em um computador onde será solicitado que você conclua tarefas pré-determinadas e depois responda à perguntas sobre a sua opinião sobre a facilidade de executá-las. O questionário envolve questões relacionadas às suas percepções e opiniões sobre esta interface. Não é obrigatório executar todas as tarefas nem responder a todas as perguntas.

O(a) Senhor(a) e seu/sua acompanhante não terão despesas e nem serão remunerados pela participação na pesquisa. Todas as despesas decorrentes de sua participação serão ressarcidas. Em caso de dano, durante a pesquisa será garantida a indenização.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver apenas a interação com um aplicativo em um computador, onde você utilizará um mouse e um teclado para concluir tarefas pré-determinadas. Você estará sentado(a) o tempo todo mas pode se sentir desconfortável se o período do teste de prolongar ou constrangido(a) ao executar as atividades propostas no teste de usabilidade e/ou durante o preenchimento dos questionários. Cabe lembrá-lo(a) que as atividades possuem medições não-invasivas e que a pesquisadora estará à sua disposição para prestar suporte imediato durante toda a atividade, podendo desistir de participar da pesquisa a qualquer instante.

A sua identidade será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número, bem como as imagens mencionadas anteriormente terão seu foco nas partes estudadas. Dados pessoais como nome e contato serão arquivados pelos próprios pesquisadores somente para manter a fidedignidade da pesquisa.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão tardios e irão contribuir para a melhoria na usabilidade de interfaces digitais que facilitam o desenvolvimento de projetos, por meio da identificação de problemas existentes na versão atual do mesmo, facilitando o acesso de todas as pessoas interessadas no modelo MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas – Santos, 2005).

**O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento.**

Solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos lembrando que seu anonimato será mantido. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa.

PATRICIA T. PARRELA  
(48) 9989-0503  
RUA 23 DE MARÇO, 234, FLORIANÓPOLIS, SC

ASSINATURA DO PESQUISADOR

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – CEPESH/UDESC  
Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Florianópolis – SC - 88035-901  
Fone/Fax: (48) 3664-8084 / (48) 3664-7881 - E-mail: [cepsh.reitoria@udesc.br](mailto:cepsh.reitoria@udesc.br) / [cepsh.udesc@gmail.com](mailto:cepsh.udesc@gmail.com)  
CONEP- Comissão Nacional de Ética em Pesquisa  
SEPN 510, Norte, Bloco A, 3º andar, Ed. Ex-INAN, Unidade II – Brasília – DF- CEP: 70750-521  
Fone: (61) 3315-5878/ 5879 – E-mail: [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br)

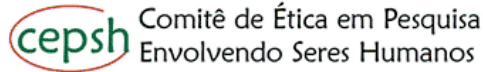
#### TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim, e que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

APÊNDICE II - Termo de consentimento para fotografias, vídeos e gravações apresentado aos participantes do teste.



GABINETE DO REITOR

### CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Permito que sejam realizadas fotografia, filmagem ou gravação de minha pessoa para fins da pesquisa científica intitulada "DESENVOLVIMENTO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DA INTERFACE DIGITAL DO MD3E A PARTIR DE CRITÉRIOS DE USABILIDADE", e concordo que o material e informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados eventos científicos ou publicações científicas. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome ou rosto em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
Local e Data

\_\_\_\_\_  
Nome do Sujeito Pesquisado

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Sujeito Pesquisado