

**ALINE GIRARDI GOBBI**

**Desenvolvimento e Implementação do MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas) em Ambiente Virtual: Projeto e Avaliação de Interface com Foco nos Fatores Humanos**

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.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Anthero Nunes  
Vianna dos Santos

**FLORIANÓPOLIS**  
**2015**

G574d Gobbi, Aline Girardi

Desenvolvimento e implementação do MD3E (Métodos de desdobramento em 3 etapas) em ambiente virtual: projeto e avaliação de interface com foco nos fatores humanos / Aline Girardi Gobbi. - 2015.

165 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos

Bibliografia: p. 103-108

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Artes, Mestrado em Design, Florianópolis, 2015.

1. Ergonomia. 2. Realidade Virtual. 3. Fatores humanos. I. Santos, Flávio Anthero Nunes Vianna dos. II. Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrado em Design. III. Título.

CDD: 620.8 - 20.ed.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UDESC

**ALINE GIRARDI GOBBI**

**Desenvolvimento e Implementação do MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas) em Ambiente Virtual: Projeto e Avaliação de Interface com Foco nos Fatores Humanos**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Design do Centro de Artes (CEART), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Design.

**Banca examinadora**

Orientador: \_\_\_\_\_ Prof.  
Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos.  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro: \_\_\_\_\_ Prof.  
Dr. Milton José Cinelli  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Membro: \_\_\_\_\_ Prof.  
Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

**Florianópolis, 30/07/2015.**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos voluntários que participaram da pesquisa, sempre atenciosos e dispostos.

Ao meu professor orientador, Dr. Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, que desde antes do início do semestre letivo se mostrou solícito em orientar este trabalho, direcionando o pensamento e raciocínio para o método científico.

Ao professor Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino e à professora Dra. Giselle Schmidt Alvez Díaz Merino, que me iniciaram ao pensamento científico já na Graduação, na iniciação científica, e sempre estiveram dispostos a esclarecer minhas muitas dúvidas.

Ao professor Dr. Alexandre Amorim dos Reis, que também me direcionou no sentido da pesquisa científica e sempre apoiou o desenvolvimento de novas pesquisas.

Ao professor Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, coordenador do PPG Design UDESC, que sempre se mostrou engajado no aperfeiçoamento do curso e pronto para auxiliar os alunos.

Ao professor Dr. Milton José Cinelli, membro da banca, que sempre esteve presente nos seminários de desenvolvimento de dissertação, sempre buscando maior conhecimento da área a fim de contribuir com esta pesquisa.

Aos meus colegas de mestrado, que sempre apoiaram e ajudaram um ao outro em todos os momentos do curso.

À secretaria do PPG Design UDESC, Jaína Sabel Bousfield, que sempre esteve atenta às necessidades do programa, dando atenção especial aos alunos, sempre de forma carinhosa e compreensiva, mesmo nas fases mais críticas do curso.

Ao meu noivo, Tiago Catecati, que sempre me apoiou em todos os momentos que necessitei.

À minha família, especialmente meu pai, que sempre me incentivou a estudar para “ir cada vez mais longe”.



## RESUMO

O avanço da tecnologia tem permitido que mais pessoas tenham acesso ao conhecimento, já que junto ao desenvolvimento tecnológico, as ferramentas de ensino também se modernizaram. Embora o Design tenha auxiliado o desenvolvimento de interfaces educacionais para as mais diversas áreas de conhecimento, não foi encontrado, nesta pesquisa, um número expressivo de sistemas informatizados voltados ao ensino do próprio Design. Uma das disciplinas fundamentais da grade curricular do ensino do Design é a disciplina de metodologia. Existem diversos métodos direcionados para o processo de Design, entre elas o método MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas), que é um método aberto e não linear. O objetivo desta pesquisa é desenvolver, implementar e testar a interface do ambiente virtual MD3E a partir dos conceitos da Ergonomia, sob a visão de especialistas, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem do Design. Para cumprir o objetivo desta pesquisa, o ambiente virtual MD3E foi desenvolvido levando em consideração os princípios do Design e da Ergonomia, sendo testado com dois grupos de especialistas na área de desenvolvimento de interfaces desde o início do processo. O primeiro grupo foi formado por especialistas que acompanharam o desenvolvimento da interface e o segundo grupo, por especialistas que ainda não haviam entrado em contato com o ambiente. Para as duas primeiras etapas de testes foram aplicados o método do percurso cognitivo e a avaliação heurística apenas com o primeiro grupo. Na terceira etapa, foram aplicados, além destes dois testes, um teste de usabilidade com o uso de métricas (tempo, número de erros e questionários de satisfação) com os dois grupos de especialistas. Ao final da pesquisa, foi observado que o ambiente virtual MD3E atendeu às expectativas do segundo grupo de especialistas com relação à usabilidade, dado que os resultados do teste de usabilidade aplicado ao final do processo não apresentou diferenças significativas comparativamente entre os dois grupos. Assim, a interface desenvolvida poderá ajudar na compreensão do método MD3E, expandindo, desta maneira, a aplicação de sistemas informatizados para a área de ensino do Design.

**Palavras-Chave:** Fatores humanos. Ergonomia. Usabilidade. MD3E. Design.



## ABSTRACT

The advancement of technology has allowed more people to have access to knowledge. Technological advances enabled teaching tools to modernize. Although the Design has aided the development of educational interfaces for many different areas of knowledge, a significant number of information systems developed to the teaching of own Design was not found in this research. One of the fundamental disciplines of the curriculum of Design education is the methodology. There are various methods directed to the Design process, including the MD3E method (Método de Desdobramento em 3 Etapas, in portuguese, or 3 Steps Method Development), which is an open and non-linear method. The objective of this research is to develop, implement and test the MD3E virtual environment interface based on the concepts of ergonomics, in the view of experts, contributing to the process of teaching and learning Design. To fulfill the objective of this research, the MD3E virtual environment was developed taking into account the principles of Design and Ergonomics, being tested with two groups of experts in interface development area since the beginning of the process. The first group consisted of experts who accompanied the development of the interface and the second group of experts who had not yet come into contact with the environment. For the first two steps we applied to the Cognitive Walkthrough Method and the heuristics evaluation only with the first group. In the third step, they were applied in addition to these two tests, a usability test using metrics (time, number of errors and satisfaction questionnaires) with two groups of experts. At the end of the study, it was observed that the MD3E virtual environment met the expectations of the second group of experts with regard to usability, as the results of usability testing applied to the end of the process showed no significant differences compared between the two groups. Thus, the developed interface can help in understanding the MD3E method, expanding in this way, the application of computerized systems for the educational area of Design.

**Keywords:** Human factors. Ergonomics. Usability. MD3E. Design.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Resultados por ano da busca pelo termo “hypermedia” na Base de Dados Scopus.....	32
Figura 2 - Resultados pela busca do termo hipermídia no site da Capes nos últimos 12 anos.....	32
Figura 3 - Resultados pela busca do termo Ambiente Virtual de Aprendizagem no site da Capes nos últimos 12 anos.....	33
Figura 4 - Resultados para a busca do termo “virtual learning environment” na plataforma Scopus, limitado aos últimos cinco anos.....	33
Figura 5 - Estrutura da usabilidade.....	35
Figura 6 - Domínios especializados da Ergonomia, segundo a Classificação Internacional de Ergonomia.....	44
Figura 7 - Modelo de competências para a ação.....	49
Figura 8 - Estrutura do MD3E.....	51
Figura 9 - Arquitetura de Informação do modelo MD3E.....	58
Figura 10 - Gráfico de relação entre o número de avaliadores e o número de problemas de usabilidade.....	64
Figura 11 - Configuração do ambiente de testes.....	66
Figura 12 - Wireframe do modelo MD3E no estado inicial.....	74
Figura 13 - Análise das respostas referentes à heurística Considerações dos Recursos do Usuário.....	78
Figura 14 - Resultado do Teste U de Mann-Whitney para os testes de hipóteses de comparativo de tempos médios para execução das tarefas do teste de usabilidade realizado com os dois grupos.....	93
Figura 15 - Resultados do teste de hipótese relativo ao questionário de satisfação SUS.....	94



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com os dados obtidos no teste de usabilidade para os dois grupos de especialistas.....	72
Tabela 2 - Tabela de resultados do questionário de satisfação aplicado com os dois grupos de participantes.....	72
Tabela 3 - Resultados do percurso cognitivo de acordo com o questionário do percurso cognitivo para o Teste 1 .....	76
Tabela 4 - Resultados da Avaliação Heurística para o Teste 1.....	78
Tabela 5 - Resultados do percurso cognitivo de acordo com o questionário do percurso cognitivo para o Teste 2 .....	82
Tabela 6 - Resultados da Avaliação Heurística para o Teste 2.....	84
Tabela 7 - Resultados do questionário do percurso cognitivo para o Teste 3, realizado com o Grupo 1.....	87
Tabela 8 - Resultado do questionário do percurso cognitivo realizado com o Grupo 2 no Teste 3. ....	88
Tabela 9 - Resultados gerais (somas) do percurso cognitivo dos dois grupos de participantes.....	89
Tabela 10 - Resultados obtidos na avaliação heurística do Teste 3, realizada com o Grupo 1.....	90
Tabela 11 - Resultados obtidos na avaliação heurística no Teste 3, realizada com o Grupo 2.....	91
Tabela 12 - Médias e medianas para o tempo de execução e número de erros de cada uma das tarefas dadas. ....	92
Tabela 13 - Resultados do questionário de satisfação SUS para cada participante e cálculo das modas. ....	93
Tabela 14 - Resultado do Percurso Cognitivo para cada teste aplicado .....	98
Tabela 15 - Comparativo entre as respostas ao atendimento das heurísticas dos testes realizados.....	99



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Princípios de Usabilidade.....	36
Quadro 2 - Planejamento das etapas de testes e grupos participantes. ....	62
Quadro 3 - Quadro de avaliação do percurso cognitivo .....	69



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1	PROBLEMA .....	22
1.2	HIPÓTESE .....	24
1.3	OBJETIVOS .....	24
1.3.1	Objetivo Geral .....	24
1.3.2	Objetivos Específicos .....	25
1.4	JUSTIFICATIVA .....	25
1.5	MÉTODO DE PESQUISA .....	26
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>29</b>
2.1	INTERFACE .....	29
2.2	AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM E AMBIENTE HIPERMÍDIA	
	30	
2.3	INTERAÇÃO .....	34
2.4	USABILIDADE .....	34
2.5	COGNIÇÃO.....	38
2.5.1	Atenção .....	39
2.5.2	Percepção .....	40
2.5.3	Memória.....	40
2.5.4	Aprendizado.....	41
2.5.5	Leitura, fala e audição .....	41
2.5.6	Resolução de problemas, planejamento, raciocínio e tomada de	
	decisão .....	42
2.6	ERGONOMIA E FATORES HUMANOS .....	43
2.6.1	Ergonomia Cognitiva.....	44
2.7	MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO .....	49
2.8	MD3E (MÉTODO DE DESDOBRAMENTO EM 3 ETAPAS).....	50
2.9	DESIGN, ERGONOMIA E USABILIDADE .....	52
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>55</b>
3.1	IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO MD3E EM AMBIENTE VIRTUAL DE	
	ACORDO COM OS PRINCÍPIOS DO DESIGN E DA ERGONOMIA.....	55
3.1.1	Plano de Estratégia .....	55

3.1.2	<b>Plano de Escopo .....</b>	57
3.1.3	<b>Plano de Estrutura .....</b>	57
3.1.4	<b>Plano de Esqueleto .....</b>	58
3.1.5	<b>Plano de Superfície.....</b>	59
3.2	<b>PLANEJAMENTO DOS TESTES EXPERIMENTAIS .....</b>	59
3.2.1	<b>Considerações éticas .....</b>	63
3.2.2	<b>Indivíduos do estudo .....</b>	63
3.3	<b>DEFINIÇÃO DAS TAREFAS .....</b>	65
3.4	<b>CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE .....</b>	65
3.5	<b>AVALIAÇÃO HEURÍSTICA.....</b>	66
3.5.1	<b>Aplicação da Avaliação Heurística .....</b>	67
3.6	<b>PERCURSO COGNITIVO (COGNITIVE WALKTHROUGH).....</b>	68
3.6.1	<b><i>Think Aloud</i> .....</b>	69
3.7	<b>TESTE DE USABILIDADE UTILIZANDO MÉTRICAS.....</b>	71
4	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	73
4.1	<b>TESTE 1: TESTE COM WIREFRAMES .....</b>	73
4.1.1	<b>Análise dos Resultados para o Percurso Cognitivo .....</b>	73
4.1.2	<b>Análise dos Resultados para a Avaliação Heurística .....</b>	77
4.1.3	<b>Desenvolvimento da interface com base nos resultados dos testes com wireframes.....</b>	79
4.2	<b>TESTE 2: TESTE COM A PRIMEIRA VERSÃO DA INTERFACE GRÁFICA .....</b>	80
4.2.1	<b>Análise dos Resultados para o Percurso Cognitivo .....</b>	80
4.2.2	<b>Análise dos Resultados para a Avaliação Heurística .....</b>	83
4.2.3	<b>Modificações realizadas na interface com base nos resultados dos testes .....</b>	84
4.3	<b>TESTE 3: TESTE COM A SEGUNDA VERSÃO DA INTERFACE .....</b>	85
4.3.1	<b>Análise dos resultados para o percurso cognitivo .....</b>	85
4.3.2	<b>Análise comparativa dos resultados para a avaliação heurística .....</b>	90

**4.3.3 Análise Comparativa dos resultados para o teste de usabilidade**  
**91**

**5 CONCLUSÃO, CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA**  
**TRABALHOS FUTUROS..... 95**



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da informática e da tecnologia, com o acesso cada vez mais abrangente, em termos populacionais, aos recursos que essas tecnologias disponibilizam, tem proporcionado aplicações cada vez mais amplas, destacando-se a área do ensino. Existem diversas plataformas virtuais voltadas ao ensino à distância nas mais diversas áreas, como por exemplo, ensino de bases iniciais como matemática, geografia, química (ISOTANI e BRANDÃO, 2001; MUSSOI, 2006, ABREU et. al, 2006) bem como ensino em áreas mais específicas como medicina e enfermagem (ALVEZ et. al, 2011; CAETANO e PEREZ, 2007). Embora exista muito estudo sobre as aplicações do Design no desenvolvimento de materiais e aplicativos para o ensino à distância, neste estudo não foram encontradas aplicações para o ensino do próprio Design nesta modalidade, indicando uma possível lacuna nessa área.

Os sistemas informatizados podem facilitar o processo de aprendizagem, visto que os processos tecnológicos tendem a otimizar o tempo, o espaço e a compreensão de questões bastante complexas. O ideal é que estes sistemas de aprendizagem sejam flexíveis e se adaptem aos objetivos do projeto. Esses ambientes são planejados para dar condições de alteração de comportamentos e hábitos de trabalho, viabilizar o diálogo, a reflexão e o registro crítico de percursos cognitivos (FRANÇA, 2008).

O software educativo tem como objetivo auxiliar a aprendizagem e contribuir para a educação em geral. Tais plataformas são implantadas a partir dos conhecimentos relativos à área do Design, com o objetivo de torná-las atrativas, fáceis de usar e interativas. Para isso o Design se utiliza de outros campos de conhecimento como ferramentas específicas, dentre estes, a Ergonomia e a Usabilidade. Para NIELSEN (1999), nem sempre o meio está sendo usado para facilitar a vida do usuário e não é raro ver pessoas frustradas ou perdidas em sistemas informatizados mal elaborados.

As interfaces que dificultam ou até mesmo impedem o uso de um sistema informatizado podem aborrecer os usuários e deixá-los frustrados, o que pode afetar sua autoestima, visto que o usuário pode se culpar por não conseguir realizar a tarefa (CYBIS; BETIOL e FAUST; 2010). Segundo Montalvão e Damázio (2008), o

aborrecimento e as frustrações podem ter consequências na qualidade de vida e até mesmo na saúde dos usuários, principalmente quando existe a obrigação de interação com o sistema em ambientes profissionais ou de ensino. A incapacidade que o usuário sente ao tentar utilizar uma determinada ferramenta sem alcançar sucesso pode causar estresse, ansiedade e outras psicopatologias. Sistemas informatizados para aprendizagem mal projetados podem prejudicar o aprendizado do aluno, causando perda de interesse pelo ensino.

## 1.1 PROBLEMA

Apesar da aplicabilidade do software como ferramenta de ensino em diversas áreas, o uso para o ensino do Design ainda é pouco expressivo, conforme observado nesta pesquisa. 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.

Existem problemas de Ergonomia e Usabilidade em softwares voltados ao ensino que acabam por desestimular o uso de novas tecnologias para a educação, bem como causar frustração e irritação nos usuários, desencorajando os mesmos no aprendizado tanto do conteúdo passado por meio da ferramenta como da própria ferramenta (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2010; MONT'ALVÃO e DAMÁZIO, 2008; SANTAELLA, 2004). Segundo Nunes e Gonçalves (2011), em alguns casos, essas ferramentas não se adequam aos objetivos de ensino de determinado contexto, situação que pode comprometer a utilização do sistema, tanto no sentido de não atingir seu propósito quanto no de gerar frustração ou desinteresse do usuário:

Em muitas ocasiões, os usuários sentem-se perdidos na navegação do sistema devido a problemas de incompreensão dos elementos gráficos no hipertexto. Nesse caso, o Design das interfaces mostra-se confuso, contendo elementos que não sinalizam a navegação do sistema, comprometendo a interação para a realização das tarefas traçadas pelos usuários (CARUSI e MONT'ALVÃO, 2010, p. 1).

Dentre os principais problemas apontados em interfaces computacionais voltadas para o ensino estão:

- Falta de apresentação de títulos claros e de indicadores de localização dentro do sistema interativo (CYBIS, BETIOL E FAUST, 2007).
- *Feedback* imediato: A ausência de *feedback* ou sua demora podem ser desconcertantes para o usuário, que pode suspeitar de uma falha no sistema e tomar atitudes prejudiciais para os processos em andamento.
- Excesso de itens/informações a serem tratadas: As interfaces precisam ser econômicas sob o ponto de vista cognitivo isto é, que lhes economizem leitura e memorização desnecessárias, evitando assim problemas relacionados à carga mental. Quanto maior a carga de trabalho cognitivo para o usuário, ou quanto mais ele for distraído por informação desnecessária, maior será a probabilidade de vir a cometer erros (SILVA FILHO et. al., 2008).
- Problemas na identificação de links: Os links confundem-se com destaque no meio de textos ou outros elementos gráficos da interface.
- Menus retráteis que podem não ser percebidos por usuários menos experientes (SCHERRE, 2010).

Nesta pesquisa, pretende-se implementar o método de desenvolvimento de projeto denominado MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas) em um ambiente virtual de aprendizagem. Devido à existência de problemas comuns no projeto de interfaces voltadas para o ensino, não basta que o método de desenvolvimento de projeto MD3E esteja disponível em ambiente virtual para que se tenha a aceitação desta ferramenta de ensino, mas é necessário que esta seja implementada de forma a considerar os Fatores Humanos.

Visto que o objetivo destas novas ferramentas de ensino apoiadas na tecnologia é de melhorar a eficácia, a eficiência e a satisfação do usuário (preceitos da Usabilidade) é essencial que as interfaces atendam a estes requisitos durante a fase de desenvolvimento. Desta forma, depara-se com o seguinte problema de pesquisa:

O método MD3E, desenvolvido em ambiente virtual com vistas para a Ergonomia, atenderá às expectativas dos especialistas com relação à Usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) ao final do processo de desenvolvimento do projeto?

## 1.2 HIPÓTESE

A hipótese levantada nesta dissertação é que o método MD3E, desenvolvido em ambiente virtual com vistas para a Ergonomia, atenderá às expectativas dos especialistas com relação à Usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) ao final do processo de desenvolvimento.

A proposta, nesta dissertação, é adotar a Ergonomia como disciplina que forneça a base teórica e metodológica para este estudo. Belloni (2006, p. 62) levanta a questão da importância dos materiais pedagógicos primarem tanto pela qualidade técnica quanto pela qualidade didática e pedagógica. Refere-se à Ergonomia como fornecedora dos “critérios para a avaliação da qualidade técnica de qualquer artefato técnico destinado ao uso pela pessoa humana”.

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 et al. 2005).

De acordo com Braglia e Gonçalves (2009), os ambientes virtuais têm grande potencial na qualificação das mediações de ensino. Os ambientes virtuais de aprendizagem possibilitam criar formas de aprendizagem atraentes e motivadoras. A combinação de mídias auxilia no processo de educação por prender a atenção, entusiasmar e entreter o usuário. Além disso, o processo de ensino também se torna mais eficaz por permitir que as informações sejam transmitidas de maneiras variadas, estimulando diversos sentidos ao mesmo tempo.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver, implementar e testar a interface do ambiente virtual para ensino do MD3E a partir dos conceitos da Ergonomia, sob a visão de especialistas, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem do Design.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a pesquisa feita com usuários relativos aos requisitos para a elaboração do ambiente MD3E.
- Levantar e escolher os métodos de avaliação ergonômica para aplicação em interfaces gráficas.
- Promover a informatização do método MD3E com vistas para os princípios do Design e da Ergonomia Cognitiva.
- Testar o software com especialistas na etapa de desenvolvimento, a fim de analisar a concordância com os critérios ergonômicos, por meio de avaliação heurística e percurso cognitivo.
- Testar o software com outro grupo de especialistas para avaliar a usabilidade ao final do processo.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Com o advento da informática, muitos aspectos da vida diária sofreram mudanças. As pessoas em geral precisaram aprender a interagir com sistemas informatizados para trabalhar, estudar e praticar atividades de lazer, entre outras. As modificações no trabalho, com a informatização, foram muito abrangentes e de extrema importância, visto que possibilitaram a automatização de vários procedimentos burocráticos e permitiram uma redução no tempo de execução de diversas tarefas. No âmbito educacional a informatização também exerceu enorme influência sobre os processos didáticos. Pesquisas *online*, ferramentas de texto, de modelamento virtual, vídeos e ambientes virtuais fazem parte do universo dos estudantes e de professores. Os sistemas informatizados podem facilitar o processo de aprendizagem, otimizando o tempo, o espaço e a compreensão de questões complexas.

Para fins educacionais, surgiu o software educativo, que tem como objetivo específico contribuir para processos de aprendizagem. Dentro do contexto dos softwares educativos, umas das ferramentas que mais vem ganhando destaque nos últimos anos é o surgimento dos ambientes virtuais, ou ambientes midiáticos, que

possibilitam a interação e a navegação não linear, proporcionando grande flexibilidade, aspecto importante a ser considerado no Design deste tipo de interface, por levar em consideração os aspectos cognitivos dos usuários.

Existem atualmente diversos ambientes virtuais de aprendizagem para as mais diversas áreas, como a biologia, a física, matemática, medicina, entre outras, mas ainda são poucas as aplicações desses sistemas para o ensino do Design.

O Design é uma das áreas de conhecimentos que propicia a criação destes ambientes virtuais de aprendizagem, por meio da aplicação de teorias relativas à forma, função, projeto e interação humano-computador. Para tal, o Design se utiliza de outros campos de conhecimento, como a Ergonomia e a Usabilidade, com o fim de adaptar as interfaces aos usuários.

Além de não terem sido encontradas referências de ambientes virtuais de aprendizagem específicos para o ensino de Design, os ambientes existentes que contemplam outras áreas de estudo possuem diversos problemas relacionados à Ergonomia e à Usabilidade (Belloni, 2006). Nielsen (1999) afirma que nem sempre o meio está sendo usado para facilitar a vida do usuário e não é raro ver pessoas frustradas ou perdidas em sistemas informatizados mal feitos.

Este estudo justifica-se por, primeiramente, demonstrar como os princípios da Ergonomia Cognitiva podem ser aplicados em ambientes virtuais de aprendizagem com o fim de melhorar sua aceitação por parte do público-alvo. Em segundo lugar, devido à lacuna existente relativa à escassez de ambientes virtuais de aprendizagem voltados para o ensino do Design, torna-se importante valorizar este tipo de ferramenta para o ensino.

## 1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Para alcançar os resultados pretendidos com esta pesquisa foram realizadas duas etapas. A primeira etapa consistiu na realização da revisão bibliográfica referente aos conceitos utilizados neste estudo, a partir da definição do problema, da hipótese e dos objetivos. Além disso, foi realizada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que tem por finalidade obter informações atuais de pesquisas referentes ao tema abordado. A RBS realizada permitiu a compilação de dados relacionados ao tema de artigos publicados em revistas da área nos últimos cinco

anos. Esses dados são importantes fontes de informação sobre o estado atual da pesquisa na área, o estado da arte. Esta primeira etapa da pesquisa caracteriza-se por ser um estudo do tipo exploratório.

A segunda etapa da pesquisa consistiu no desenvolvimento e implementação do modelo MD3E (SANTOS, 2005) em ambiente virtual, sendo este o objeto do estudo de desta pesquisa. Para o desenvolvimento e implementação do ambiente MD3E foram analisadas pesquisas anteriores que levantaram os requisitos deste projeto (BRUSTULIN e SANTOS, 2012), e a aplicação dos princípios do Design e da Ergonomia Cognitiva para que fosse possível realizar o teste de usabilidade da interface.

Desde o início do desenvolvimento da interface foram feitos testes ergonômicos, realizado em 3 etapas, com especialistas da área de Design, especialistas no desenvolvimento de interfaces gráficas. Espera-se que o método MD3E implementado em ambiente virtual, com vistas para a Ergonomia e para os princípios do Design, proporcione usabilidade do ponto de vista dos especialistas, expandindo a aplicação de sistemas informatizados para a área de ensino do Design. Esta segunda etapa classifica a pesquisa como hipotético-dedutiva, visto que serão realizados testes de observação e experimentação a fim de corroborar ou contestar uma hipótese (MARCONI e LAKATOS, 2011).



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o melhor entendimento desta pesquisa, é necessário que se realize uma pesquisa bibliográfica, buscando autores que tratam sobre o tema proposto, com o objetivo de entender as definições dos principais termos utilizados, bem como a contextualização dos mesmos dentro da comunidade científica.

### 2.1 INTERFACE

A interface é o elemento que faz mediação entre o usuário e o trabalho próprio de uma máquina. Por meio da interface pode-se comunicar (interagir) com o sistema (PASSARELI, 2007). Vidal e Carvalho (2008) afirmam, também, que uma interface é um ponto de contato ou o espaço de interação entre dois sistemas ou entre o homem e o sistema.

Segundo Lévy (2004, p. 142),

A noção de interface remete a operações de tradução, de estabelecimento de contato entre meios heterogêneos. Lembra ao mesmo tempo a comunicação (ou o transporte) e os processos transformadores necessários ao sucesso da transmissão. A interface mantém juntas as duas dimensões do devir: o movimento e a metamorfose. É a operadora da passagem.

Ainda segundo o autor, um conjunto de programas e aparelhos que possibilitam a comunicação entre um sistema informático e seus usuários humanos caracteriza-se como uma interface homem/máquina.

Benyon (2011) complementa, afirmando que a interface refere-se a todas as peças de um sistema com as quais a pessoa tem contato, física, perceptiva ou conceitualmente:

O autor ainda afirma que a interface precisa oferecer mecanismos para que as pessoas possam dar instruções ou dados ao sistema, e o sistema precisa informar o que está sendo executado, fornecendo retorno.

De acordo com Yan (2011), a interface é um meio de transmissão e troca de informações e, quando se trata de interface humano-computador, é também uma porta de comunicação entre o ser humano e o computador. Devido às suas características próprias, as interfaces humano-computador têm como uma de suas principais aplicações os ambientes virtuais, sendo estes mediadores de informações formados principalmente por cor, letra, figuras, símbolos e outros elementos visuais e midiáticos que tem por objetivo facilitar a comunicação entre o ser humano e o computador.

## 2.2 AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM E AMBIENTE HIPERMÍDIA

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA's), segundo Renneberg (2010), são mídias que utilizam o ciberespaço para veicular um conteúdo específico e permitir a interação e colaboração no processo de aprendizagem. Pereira (2007) cita que AVA's utilizam a internet para possibilitar de maneira integrada e virtual: (1) o acesso à informação por meio de materiais didáticos, assim como o armazenamento e disponibilização de documentos (arquivos); (2) a comunicação síncrona e assíncrona; (3) o gerenciamento dos processos administrativos e pedagógicos; (4) a produção de atividades individuais ou em grupo.

Segundo Torres (2002) o ambiente virtual possui as seguintes propriedades:

- **Densidade:** alta capacidade de armazenamento de informações que não se saturam, já que é sempre possível ampliar esse espaço, como por exemplo, no momento em que se cria um novo web site;
- **Ubiquidade:** uma mesma informação está em lugares distintos e pode ser acessada em suportes diferentes;
- **Deslocação:** é possível deslocar-se rapidamente neste espaço, de um endereço em URL, por exemplo, passa-se facilmente a outro, em qualquer ponto da Internet;
- **Hipertextualidade:** o texto obedece a uma geometria de acesso não linear e pode ser interligado a outros textos por meio de hiperlinks ou ícones.

De acordo com Santaella (2004), a hipermídia é uma linguagem totalmente interativa. O leitor não pode usá-la de modo reativo ou passivo. Ao final de cada

página ou tela, é preciso escolher para onde seguir. É o usuário que determina qual informação deve ser vista, em que sequência ela deve ser vista e por quanto tempo. Quanto maior a interatividade, mais profunda será a experiência de imersão do leitor, imersão que se expressa na sua concentração, atenção, compreensão da informação e na interação instantânea e contínua de acordo com os estímulos recebidos.

Segundo Burgos (2009, p. 1) pode-se entender a hipermídia como:

uma interface computacional virtual ou digital, na qual se fixam linguagens verbais e não verbais, as quais se interconectam de forma não linear. Essas linguagens circulam hibridizadas na interface e formam hipertextos virtuais, imagens, vídeos, animações, hiperlinks e ícones, monocromáticos ou policromáticos, que podem ou não estar acompanhados de sons ou de gráficos vetoriais.

Por fim, é necessário compreender que uma interface hipermídia ou um ambiente virtual é, acima de tudo, um meio de comunicação e que, para cumprir seu papel, precisa transmitir para seu público a mensagem de forma eficaz. Visando este objetivo, são aplicados parâmetros de usabilidade e Ergonomia em seu desenvolvimento com o propósito de reduzir ou eliminar as possibilidades de erro ou ruído semântico.

Foi realizada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) utilizando os termos “ambiente virtual de aprendizagem” e “hipermídia” com o objetivo de levantar dados numéricos relativos ao uso destes dois termos na comunidade acadêmica. O resultado da pesquisa foi limitado para os dados dos últimos cinco anos, visto que se sabe que a evolução da tecnologia se dá de forma acelerada, e por tratar-se de um tema que envolve tecnologias para educação, este filtro torna-se importante quando se buscam dados mais recentes.

Esta informação é corroborada pelo fato da própria palavra hipermídia (*hypermedia*) apresentar poucos resultados na base de dados Scopus (pesquisa feita pelo termo em inglês) e apenas seis resultados para o termo em português no portal da CAPES, o que demonstra que a palavra caiu em desuso nos últimos anos conforme apresentado pela Figura 1 e pela Figura 2.

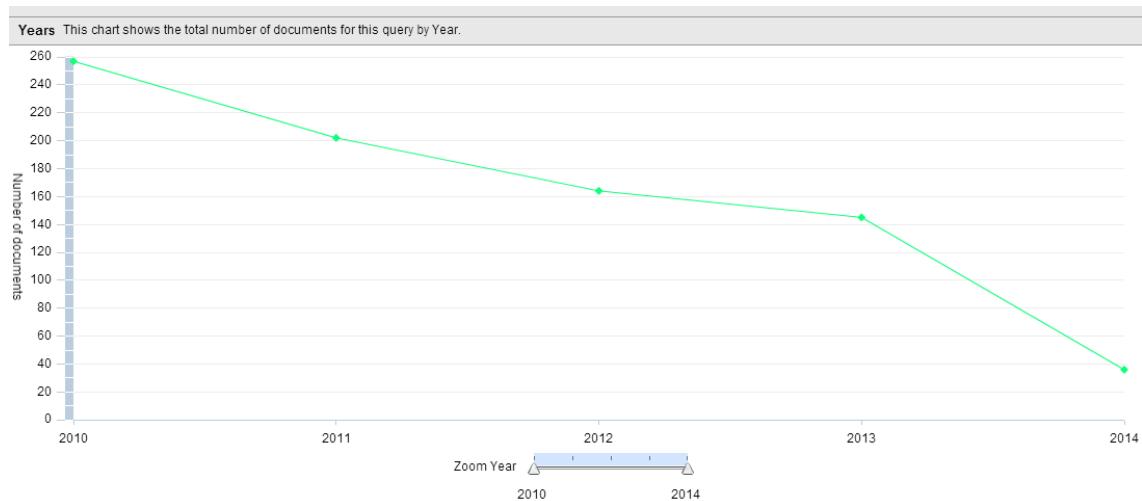


Figura 1 - Resultados por ano da busca pelo termo “hypermedia” na Base de Dados Scopus.

Fonte: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (2015)

Para a verificação do uso do termo no Brasil, foi utilizada a plataforma de pesquisa Capes, realizando a busca pelo termo hipermídia. O filtro de pesquisa do portal mostra a distribuição de artigos por ano:

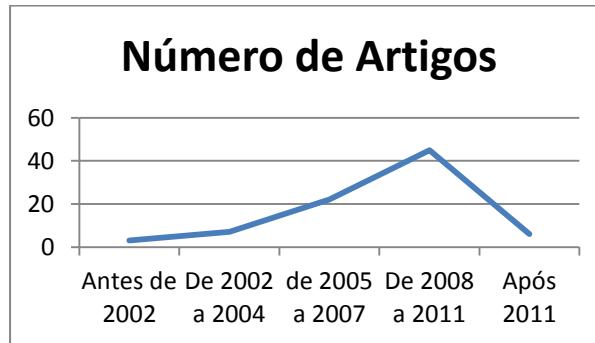


Figura 2 - Resultados pela busca do termo hipermídia no site da Capes nos últimos 12 anos.

Fonte: [www.periodicos.capes.gov.br/](http://www.periodicos.capes.gov.br/) (2015)

Os resultados mostram que houve um ápice de publicações envolvendo o termo hipermídia entre 2005 e 2011, porém nos últimos anos o termo tem caído em desuso no Brasil. De 2011 até o presente, o número de artigos publicados foi de apenas seis.

Já a expressão ambiente virtual de aprendizagem ficou consagrada no Brasil e foram encontrados mais resultados, sendo que estes permaneceram mais estáveis após seu crescimento (Figura 3).

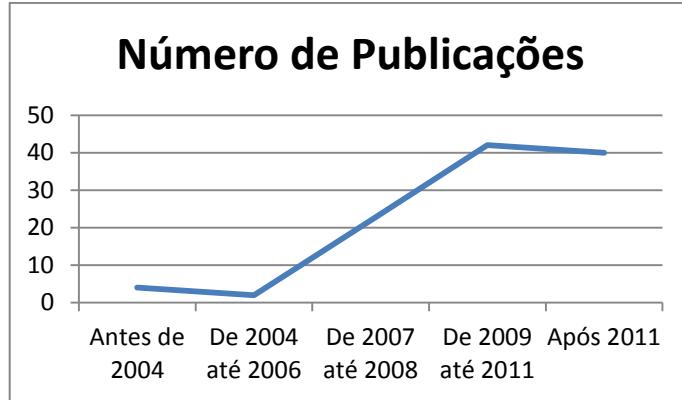


Figura 3 - Resultados pela busca do termo Ambiente Virtual de Aprendizagem no site da Capes nos últimos 12 anos.

Fonte: [www.periodicos.capes.gov.br/](http://www.periodicos.capes.gov.br/) (2015)

A busca pelo termo em inglês “*virtual learning environment*” trouxe mais resultados, sendo que o número de artigos publicados por ano (o filtro de pesquisa do site permite acessar apenas os resultado dos últimos 12 anos) se manteve mais estável (Figura 4) embora a quantidade de artigos relativos ao ano de 2014 encontra-se baixa devido ao fato de a pesquisa ter sido realizada na metade do ano corrente.



Figura 4 - Resultados para a busca do termo “*virtual learning environment*” na plataforma Scopus, limitado aos últimos cinco anos.

Fonte: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (2014)

Para este trabalho, optou-se por utilizar o termo ambiente virtual de aprendizagem, ou simplesmente ambiente virtual, por estar mais firmemente estabelecido nos últimos cinco anos, em detrimento do termo hipermídia, que aparece com menor frequência a cada ano, segundo RBS realizada.

## 2.3 INTERAÇÃO

Segundo Ferreira (2008, p. 484), interação refere-se à “ação que se exerce mutuamente entre duas ou mais coisas, ou duas ou mais pessoas”.

Uma definição mais geral da palavra é dada por Santaella (2004, p.154), como sendo um “processo pelo qual duas ou mais coisas produzem um efeito uma sobre a outra ao trabalharem juntas”.

Preece, Rogers e Sharp (2013) comentam sobre a construção da interação e apontam conceitos importantes para o desenvolvimento de uma boa experiência de interação, tais como modelos conceituais e as metáforas de interface. Os modelos conceituais referem-se a uma descrição de alto nível de como um sistema é organizado e operado. É uma abstração que esboça o que as pessoas podem fazer com um produto e quais conceitos são necessários para interagir com ele.

Já as metáforas, segundo os autores, são um componente central de um modelo conceitual, fornecendo uma estrutura semelhante, de alguma forma, a aspectos de uma entidade (ou entidades) familiar (es), tendo também seus próprios comportamentos e propriedades. Como exemplo de metáforas de interface pode-se citar a área de trabalho do computador, o carrinho de compras em sites de *e-commerce* e as ferramentas de busca, que são baseados em sistemas e produtos de uso cotidiano.

## 2.4 USABILIDADE

A Norma ISO 9241/210 (2010) define usabilidade como medida em que um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários específicos para se atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um determinado contexto de uso (Figura 5). De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2013, p. 35), a usabilidade pode ser definida como “o fator que assegura que os produtos sejam fáceis de usar, eficientes e agradáveis, da perspectiva do usuário”.

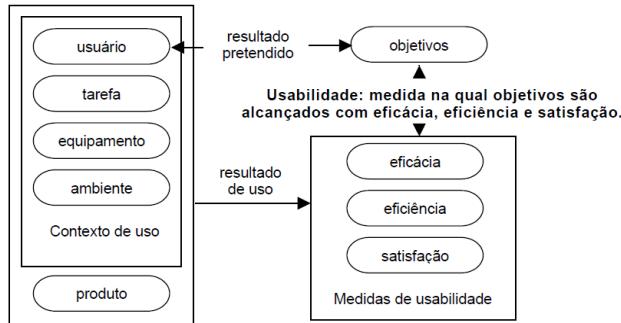


Figura 5 - Estrutura da usabilidade.  
Fonte: Norma ISO 9241/11 (1998).

Jordan (1998), explica que a definição de usabilidade presente na norma ISO 9241/11 deixa claro que a usabilidade não é apenas uma propriedade de um produto isoladamente, mas depende de quem está utilizando o produto, o objetivo que se está tentando alcançar, e o contexto de uso do produto. Usabilidade, portanto, é uma propriedade de interação entre o produto, o usuário e a tarefa a ser completada. O autor enfoca as características que o produto deve ter para proporcionar usabilidade, e propôs 10 princípios:

1. Consistência: Tarefas similares devem ser possíveis de serem executadas de forma similar.
2. Compatibilidade: O método de operação do produto deve ser compatível com as expectativas do usuário, baseado em suas experiências com outros tipos de produtos.
3. Consideração dos recursos do usuário: O produto deve ser projetado levando-se em consideração a demanda por recursos do usuário.
4. *Feedback*: O sistema/produto deve indicar quando o usuário executou uma ação e as consequências desta ação.
5. Prevenção de erros e recuperação: A possibilidade de erros deve ser minimizada, e, quando ocorrerem, deve haver a possibilidade de serem corrigidos de forma rápida e simples.
6. Controle do usuário: Significa permitir que o usuário possa fazer as adaptações a ele adequadas para a utilização do produto.
7. Clareza visual: As informações exibidas ao usuário devem ser de rápida leitura e fácil entendimento, sem causar confusão.

8. Priorização da funcionalidade e informação: As funcionalidades e informações mais importantes devem estar facilmente acessíveis ao usuário.
9. Transferência apropriada de tecnologia: Fazer uso apropriado da tecnologia desenvolvida em outros contextos para aumentar a usabilidade do produto.
10. Evidência: Consiste em projetar produtos que indiquem sua forma de operação, sem que o usuário precise ter um conhecimento prévio do mesmo.

Outros autores também formularam princípios (também chamados de heurísticas) referentes à usabilidade, conforme descrito no

Quadro 1:

Nielsen (1994)	Jordan (1998)	Scapin e Bastien (1993)
1. Visibilidade do status do sistema	1. Coerência	1. Condução
2. Correspondência entre o sistema e o mundo real	2. Compatibilidade	2. Carga de trabalho
3. Controle do usuário e liberdade	3. Consideração dos recursos do usuário	3. Controle explícito
4. Consistência e padrões	4. Feedback	4. Adaptabilidade
5. Prevenção de erros	5. Prevenção de erros e recuperação	5. Gestão de Erros
6. Reconhecimento em vez de recordação	6. Controle do usuário	6. Homogeneidade/Consistência
7. Flexibilidade e eficiência de utilização	7. Clareza visual	7. Significado dos códigos e denominações
8. Estética e Design minimalista	8. Priorização da funcionalidade e da informação	8. Compatibilidade
9. Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e resolver erros (ou corrigi-los)	9. Transferência adequada de tecnologia	
10. Ajuda e documentação	10. Explicitação	

Quadro 1 - Princípios de Usabilidade.

Fonte: Nielsen (2010), Jordan (1998) e Scapin e Bastien (1993).

As origens remotas da usabilidade estão em iniciativas de cientistas como Carl, Moran, Newell e Norman que descreveram os processos cognitivos que as pessoas realizam durante a interação com computadores, tais como percepção,

memória, atenção, aprendizado, etc. O objetivo desses cientistas era conhecer os aspectos que favorecessem concepções de interfaces Humano-Computador de maneira que se tornassem mais agradáveis de utilizar (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2010).

De acordo com Mayhew (1999) as primeiras referências metodológicas ligadas à engenharia de usabilidade foram oferecidas por Gould e Lewis (1985), que abordaram aspectos da usabilidade baseados em três estratégias:

1. Foco principal nos usuários e nas tarefas;
2. Medição empírica;
3. Design Iterativo.

É importante ressaltar que, de acordo com Moraes e Montalvão (2004) e Correia e Soares (2004) a preocupação com a usabilidade só tem ocorrido ao final do ciclo de Design, durante a avaliação do produto já finalizado. Resulta que poucas modificações são implementadas e, se algumas realmente substantivas o são, implicam em custos elevados.

É importante, portanto, que desde o início da atividade projetual a consideração dos aspectos relativos à usabilidade estejam presentes, como já enfatizava Mayhew (1999) nas primeiras referências metodológicas relacionadas à usabilidade, quando o autor aborda o Design iterativo (repetição de uma sequência de passos até que o resultado desejado seja alcançado) (ISO 9241:210, 2011).

Partindo-se do embasamento histórico da origem da usabilidade, percebe-se que o termo sempre esteve relacionado aos aspectos cognitivos e mais especificamente à Ergonomia Cognitiva. Mayhew (1992) afirmava que o determinante mais importante do desempenho do usuário é a capacidade de processamento da mente humana. Para o autor, entender como a pessoa pensa, raciocina, aprende, e se comunica é fundamental para se projetar sistemas interativos que facilitem a tarefa cognitiva.

A motivação e a atitude também possuem um papel significativo no desempenho dos requisitos motores, cognitivos ou perceptuais. Contudo, um sistema interativo pode ser projetado ergonomicamente com a finalidade de minimizar as emoções negativas que ocorrem muitas vezes, como o medo,

ansiedade, temor, enfado, apatia, e outros semelhantes e incrementar motivação e atitudes favoráveis. (MORAES e SANTOS, 2004).

## 2.5 COGNIÇÃO

O sistema cognitivo interpreta e dá sentido ao mundo. O papel da cognição é de interpretar e compreender os eventos do ambiente (LINDEN, 2007). O autor afirma que o sistema cognitivo é responsável pelos processos mentais denominados superiores, tais como:

- compreender: interpretar e atribuir significado a características do ambiente;
- avaliar: julgar o próprio comportamento e o ambiente;
- planejar: pensar e determinar como solucionar problemas;
- decidir: comparar alternativas possíveis e escolher a mais adequada para a resolução de determinado problema.

Os significados criados pelo sistema cognitivo são resultado de interpretações dos estímulos físicos, sociais, de respostas afetivas, de comportamentos, de significados simbólicos e sensações (VIDAL e CARVALHO, 2008).

Segundo Cybis, Bettiol e Faust (2010) a cognição humana se caracteriza pelo tratamento e produção de conhecimento de natureza simbólica na forma de representações mentais produzidas por cada indivíduo, com base em suas experiências com a realidade. Os conhecimentos, em sua natureza simbólica, assumem na mente das pessoas formas análogas aos estímulos a que estão associados, principalmente visuais e verbais.

A cognição também foi descrita de acordo com tipos específicos de processos (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013):

- Atenção
- Percepção
- Memória
- Aprendizado

- Leitura, fala e audição
- Resolução de problemas, planejamento, raciocínio e tomada de decisões

O estudo dos processos cognitivos fornece uma base teórica para a elaboração de listas de recomendação voltadas para o Design de interface, permitindo que a interface concebida esteja adequada ao usuário.

### 2.5.1 Atenção

A atenção é o meio pelo qual se processa uma quantidade limitada de informação a partir de uma grande quantidade de informação disponibilizada pelos sentidos, pela memória armazenada e por outros processos cognitivos (STERNBERG, 2013).

No Design de interfaces, o estudo da atenção se tornou muito importante para a elaboração de listas de recomendação que proporcionassem a adequação da interface aos interesses do usuário, de forma que informações importantes sejam alvo de atenção no momento adequado. Preece, Rogers e Sharp (2013, p. 70) ressaltam os seguintes aspectos a serem considerados:

- Fazer com que a informação fique destacada quando for necessária durante a realização de uma tarefa;
- Utilizar técnicas como gráficos, cores, formatação de texto (sublinhado/negrito), ordenação de itens, sequenciamento de informações diferentes e espaçamento de itens.
- Evitar o excesso de informação na interface, tanto no que se refere à quantidade de conteúdo como no uso de mídias diferentes e excesso de cores.
- Utilizar ferramentas de busca e formulários de preenchimento simples, que são mais fáceis de serem encontrados.

### 2.5.2 Percepção

A percepção é um processo complexo, que envolve outros processos cognitivos, tais como a memória, a atenção e a linguagem (PREECE, ROGERS E SHARP, 2013). Sternberg (2013, p. 65) a define como “um conjunto de processos pelos quais é possível reconhecer, organizar e entender as sensações provenientes dos estímulos ambientais”.

O estudo da percepção se torna de grande relevância para área o Design visto que um dos princípios gerais do Design “estabelece que a informação deve ser representada de uma forma apropriada para facilitar a percepção e o reconhecimento de seu significado subjacente” (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). Os mesmos autores apontam recomendações neste aspecto:

- Os ícones e outras representações gráficas devem ser de fácil entendimento de significado.
- Utilização de bordas e espaçamentos para agrupamento de informações, facilitando a percepção e localização de itens.
- Os sons devem ser fáceis de ouvir e de distinguir.
- Uso de texto legível, com bom contraste entre cor da fonte e fundo.
- O *feedback* tátil, quando utilizado em ambientes virtuais deve permitir que os usuários reconheçam o significado das sensações de toque que estão sendo emuladas. Por exemplo, a sensação de apertar deve ser representada de uma forma tátil diferente da sensação de arrastar.

### 2.5.3 Memória

A memória é o recurso que permite recordar conhecimentos que nos permitem agir de forma adequada (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

De acordo com os autores, a maneira como a informação é interpretada no momento em que se entra em contato com ela (por meio dos órgãos dos sentidos) afeta a maneira como ela é representada na memória e quanto fácil poderá ser recuperada. Da mesma maneira, o contexto no qual as informações estão inseridas é outro fator que afeta a facilidade ou dificuldade de recuperação da memória.

Os autores destacam, no estudo da memória, a capacidade de reconhecimento de informações. As pessoas são melhores em reconhecer informações do que recordar-se delas. Sternberg (2013) também destaca que a memória de reconhecimento usualmente é muito melhor do que a de recordação. Foi demonstrado também que imagens são mais fáceis de serem reconhecidas do que palavras e sons, devido ao armazenamento icônico, que prevê que as imagens visuais são armazenadas sob a forma de ícones.

As aplicações do estudo da memória no Design são bastante variadas e inclusive fazem partes de heurísticas de usabilidade, como a de Nielsen (1994), que recomenda que se façam sistemas que permitam ao usuário reconhecer informações em vez de relembrar. Na construção de interfaces gráficas podem ser utilizados recursos como menus e ícones para facilitar a execução das tarefas.

#### **2.5.4 Aprendizado**

De acordo com Preece, Rogers e Sharp (2012), as pessoas, de maneira geral, não possuem o costume de ler manuais de instruções e preferem aprender as coisas por meio da exploração (tentativa e erro).

A aprendizagem baseada na web, com o uso de sistemas multimídias possibilita a interação com formas alternativas de informação (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). Os autores recomendam, portanto, que estas interfaces sejam projetadas de forma que incentivem a exploração e que restrinjam e guiem o usuário na seleção de ações apropriadas para a execução da tarefa.

#### **2.5.5 Leitura, fala e audição**

Leitura, fala e audição são três formas de processamento de linguagem. Algumas pessoas retêm maior número de informações ouvindo ao invés de ler. É importante que se escolha a forma adequada de transmitir informações ao se projetar interfaces (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). Seguem algumas recomendações dadas pelos autores:

- Opções de menu e instruções falados devem ser mínimas visto que as pessoas consideram difícil lidar com menus que apresentem mais de três ou quatro opções.
- A entonação de vozes artificiais deve ser acentuada já que é mais difícil de compreender do que a voz humana.
- Deve ser oferecida a possibilidade de ampliação de texto em telas sem que a formatação seja alterada.

### **2.5.6 Resolução de problemas, planejamento, raciocínio e tomada de decisão**

São processos que envolvem a cognição reflexiva, implicando em pensar sobre o que fazer, as opções disponíveis e as consequências de se realizar uma determinada ação (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

De acordo com os autores, a cognição reflexiva depende da experiência ou da habilidade do usuário. Pessoas inexperientes possuem um conhecimento limitado e muitas vezes fazem suposições sobre o que fazer utilizando conhecimentos sobre situações semelhantes. Elas tendem a agir por tentativa e erro, iniciando, portanto, de maneira lenta, cometendo erros e geralmente sendo ineficientes.

Com relação à tomada de decisões, especificamente, pesquisas em psicologia cognitiva demonstram que as pessoas tendem a usar heurísticas simples para tomar uma decisão (GIGERENZER et al, 1999), o que implica em ignorar a maioria das informações disponíveis, confiando apenas nas que estão mais acessíveis.

Diante de todas estas questões relativas à resolução de problemas, planejamento, raciocínio e tomada de decisões, no projeto de interfaces ergonômicas é recomendado que sejam dadas informações suficientes e na forma correta para facilitar a escolha certa (JORDAN, 1998; PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

## 2.6 ERGONOMIA E FATORES HUMANOS

Segundo Dempsey et al. (2005, p. 5), “Ergonomia é o projeto e a engenharia de sistemas homem-máquina com o propósito de aumentar a performance humana”.

Já o conceito de Fatores Humanos envolve a pesquisa das características humanas, sejam elas psicológicas, sociais, físicas e biológicas, com o intuito de aplicar as informações obtidas no Design, no uso de produtos ou sistemas, com a finalidade de otimizar a performance humana, levando em conta aspectos relacionados à saúde, segurança e ambiente (Stramler, 1993).

Atualmente, a Ergonomia engloba também os aspectos relativos aos aspectos mentais do trabalho e até mesmo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2014) trata os termos Ergonomia e Fatores Humanos como sinônimos:

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é um disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e a aplicações de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.

No âmbito internacional, a Associação Internacional de Ergonomia (*International Ergonomics Association - IEA*, 2014) conceitua a Ergonomia e suas especializações. Assim, podem ser identificados três domínios de especialização da área que abordam as características específicas para cada sistema, assim como ilustra a (Figura 6). Estes domínios se relacionam à Ergonomia organizacional, cognitiva e física.

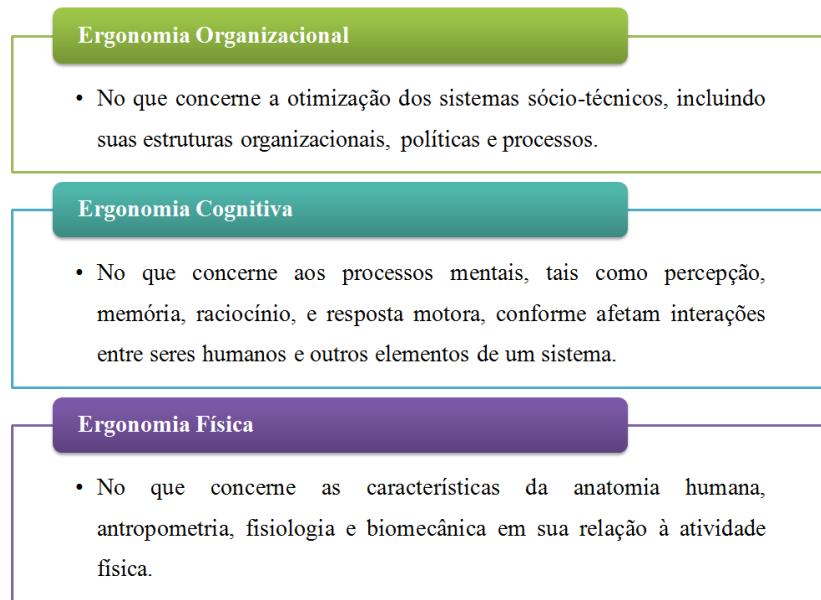


Figura 6 - Domínios especializados da Ergonomia, segundo a Classificação Internacional de Ergonomia.  
Fonte: Adaptado de IEA, 2014.

Segundo Linden (2007), houve uma ampliação do papel da Ergonomia ao longo dos anos, ao envolver questões de produtos (Design, Engenharia de Produto), processos (Engenharia de Produção, Administração, Psicologia do Trabalho) e ambientes (Arquitetura, Engenharia de Segurança).

Laville (1977) já afirmava que a Ergonomia possui um caráter multidisciplinar, visto que se baseia em conhecimentos de outras áreas científicas, como a fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, Design, gestão industrial, dentre outras e desenvolveu métodos e técnicas específicos para a aplicação desses conhecimentos na melhoria do trabalho e das condições de vida (GONÇALVES, 1998).

Para o Design, esses métodos e técnicas são essenciais para a concepção de objetos, visto que os produtos são considerados um meio para que o homem possa executar determinados trabalhos e funções (CANCIGLIERI JÚNIOR, BRAMBILLA e BITTELBRUNN, 2007).

### 2.6.1 Ergonomia Cognitiva

Segundo a Associação Internacional de Ergonomia (IEA – *International Ergonomics Association*, 2011), a Ergonomia Cognitiva é uma especialização da

Ergonomia que estuda os processos mentais, sendo estas a memória, a percepção, o raciocínio e a resposta motora que afetam as interações entre o homem e outros elementos de um sistema.

Esta especialização da Ergonomia tem exercido um papel importante no desenvolvimento de produtos, visto que está ligada aos estudos das emoções humanas e do processo cognitivo envolvido na interação homem-máquina ou homem-objeto.

A Ergonomia Cognitiva tem como foco a adaptação das habilidades e limitações humanas às máquinas, à tarefa e ao ambiente, observando o uso das faculdades mentais, que permitem o raciocínio e tomada de decisões no trabalho (VIDAL e CARVALHO, 2008).

Esta especialização busca aperfeiçoar as características dos produtos (considerando produtos como qualquer objeto ou sistema em que seja possível a interação do usuário) adotando como base os processos cognitivos de um perfil de usuários pré-determinados. A consideração da lógica do processamento cognitivo aplicada no projeto de produtos garante a satisfação dos requisitos ergonômicos (MONTALVÃO e DAMAZIO, 2008).

Na interação usuário-máquina, é importante que se observe que o homem possui recursos percepto-cognitivos limitados (como a quantidade de informações que ele consegue absorver e tratar simultaneamente) e que essas limitações variam devido a fatores como a formação do indivíduo, suas experiências, idade e conhecimento prévio da tecnologia. Por este motivo, produtos e equipamentos que são produzidos sem levar em consideração a lógica e as características dos usuários acabam causando constrangimentos com relação à sua utilização. O usuário sente-se frustrado por não conseguir executar uma determinada função, ou quando a interface impõe limites no que tange às operações possíveis (ABRAHÃO et al., 2003).

Nget al. (1998), apud Montalvão e Damázio (2008) afirmam que um dos princípios básicos para projetar qualquer sistema ou produto deve ser sempre ter o usuário em mente. O projeto centrado no usuário se torna possível pelo estudo de seu processo cognitivo e sua habilidade e capacidade de processar informações. A consideração do usuário no desenvolvimento de um projeto é imprescindível para que o produto final cumpra com os requisitos de usabilidade.

Os objetivos da Ergonomia Cognitiva, em sua aplicação prática são (ABRAHÃO et al., 2005; SILVINO, 2004):

- 1) explicitar como se articulam os processos cognitivos face às situações de resolução de problema nos seus diferentes níveis de complexidade;
- 2) compreender a cognição humana de forma situada e finalística, ou seja, em um contexto de ação e voltada para um objetivo específico;
- 3) investigar os processos cognitivos para compreender como um indivíduo gerencia seu trabalho e as informações disponibilizadas para, assim, aprender a articulação que ele constrói e leva a realizar uma determinada ação;
- 4) otimizar as características do dispositivo técnico adotando como base ou referência os processos cognitivos de uma determinada população em face de um determinado artefato.

Subjacentes a estes objetivos, alguns conceitos em Ergonomia Cognitiva, apresentados a seguir auxiliaram a compreender a interação humano-interface.

#### **2.6.1.1 Memória de Trabalho**

A memória de trabalho, também chamada de memória de curto prazo, mobiliza a atenção. Ela é utilizada quando, por exemplo, existe a necessidade de gravar um número de telefone para discá-lo logo em seguida (LÉVY, 2003).

Assim, pode-se que a memória de trabalho é a breve, é a memória imediata do material que está sendo processado no momento. Uma parte da memória de trabalho também é usada para coordenar as atividades mentais que estão ocorrendo. A memória de trabalho permite que uma informação se mantenha ativa e acessível, de modo que ela possa ser usada numa grande variedade de tarefas cognitivas (VIDAL e CARVALHO, 2008).

Um modelo desenvolvido que possui suporte empírico trata da estrutura da memória em termos de memória de trabalho e de memória de longo prazo, sendo a primeira uma parte ativada da segunda. A memória de trabalho funciona como um gestor da memória, dado que as informações recuperadas são reconstruídas nela, a partir do material existente na memória de longo prazo (STERNBERG, 2010).

### **2.6.1.2 Modelos Mentais**

De acordo com Sternberg (2010, p. 251), modelos mentais “são estruturas do conhecimento que os indivíduos elaboram para compreender e explicar suas experiências”.

Na perspectiva da psicologia cognitiva, os modelos mentais são definidos como construções internas do mundo externo que é manipulado, possibilitando que sejam feitas previsões e inferências. Acredita-se que para a execução deste processo, é necessário o desenvolvimento e a execução de um modelo mental, que pode envolver tanto processos mentais inconscientes como conscientes, nos quais imagens e analogias são ativadas (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

De acordo com os autores, um sistema ou produto bem-sucedido é aquele baseado em um modelo mental que permite que os usuários aprendam a usar o sistema de forma rápida e eficaz. Supõe-se que os modelos mentais são utilizados pelos indivíduos para raciocinar e aprender sobre um sistema.

### **2.6.1.3 Competências para a ação**

No estudo da Ergonomia Cognitiva, a noção de competências está relacionada às “dimensões do conhecimento necessário para a ação e da habilidade em agir” (SILVINO, 2004, p. 25). O estudo das competências para a ação permitem, portanto, a compreensão das ações do usuário, sendo possível entender como o mesmo evita e corrige erros e quais as etapas que considera mais importantes no desenvolvimento da tarefa (SCHERRE, 2010).

### **2.6.1.4 Representação para a ação**

Representação para a ação refere-se aos “traços de memória que são evocados mais (ou menos) facilmente diante de determinados estímulos” (Silvino, 2004, p. 24). As representações são formadas pela reconstrução dos conhecimentos na memória de trabalho, o que permite que o usuário compreenda uma determinada situação e elabore estratégias de ações possíveis (SCHERRE, 2010).

Segundo o mesmo autor, a representação para a ação pode ser entendida como uma estrutura cognitiva, esta podendo ser um modelo mental, uma imagem ou

mesmo um esquema quem tem como função permitir que a pessoa possa compreender a situação na qual se encontra e recuperar seus conhecimentos para agir, pois permite que o usuário resgate os conhecimentos necessários e as experiências oriundas da memória.

Ao se conhecer as representações para a ação, é possível (ABRAHÃO, 2005):

- (1) identificar os elementos que auxiliam a propor alterações para a situação, de modo a facilitar a recuperação dos elementos mais relevantes para a ação;
- (2) facilitar a apreensão das informações;
- (3) não sobrecarregar a memória de trabalho com informações que o ambiente pode oferecer, causando uma possível sobrecarga de trabalho mental.

#### **2.6.1.5 Estratégias operatórias**

O termo pode ser definido como "planos de ações elaborados para resolver determinados problemas em um contexto específico" (SILVA, 2006, p. 24). Trata-se de um processo que o usuário executa com o objetivo de organizar suas competências para responder às exigências de uma determinada tarefa, levando em conta seus limites pessoais. Tal processo envolve mecanismos cognitivos como categorização, resolução de problemas e tomada de decisão que resultam em um modo operatório (ABRAHÃO, 2005).

O mesmo autor coloca ainda que, ao se conhecer as estratégias operatórias, pode-se compreender quais são os artifícios adotados para atingir os objetivos de uma determinada tarefa. É possível, a partir de então, identificar as situações mais propensas a erro, insucessos ou incidentes críticos e os fatores a eles relacionados.

#### **2.6.1.6 Modo operatório**

Trata-se de uma sequência de ações e operações que o usuário adota em função das exigências da tarefa e de suas competências (SILVA, 2006; ABRAHÃO, 2005).

O modo operatório é a parte observável do processo de execução de tarefas, por meio do qual é possível inferir as representações para ação e as estratégias

operatórias. Junto aos modos operatórios, as verbalizações durante a execução da tarefa são importantes meios de entendimento e qualificação das ações observadas.

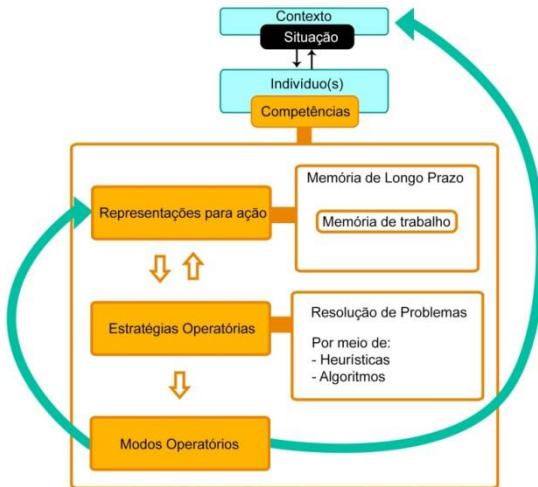


Figura 7 - Modelo de competências para a ação.

Fonte: adaptado de Abrahão et al., 2006.

É importante ressaltar que toda essa articulação, que compõe as competências, ocorre de maneira dinâmica. Por meio dos modos operatórios, o contexto é modificado. Com a modificação do contexto e pela formulação dos próprios modos operatórios, novas representações são construídas, novas estratégias são formuladas e novos modos operatórios são realizados. Apesar de cada um dos conceitos terem sido apresentados separadamente, é importante ter em mente que, em uma situação de trabalho/navegação, esse processo está em contínua interação (SCHERRE, 2010).

## 2.7 MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

O conceito de projeto definido por Back e Forcellini (2002, p. 1-1, apud SANTOS, 2005) é descrito como “uma atividade de planejar, sujeito às restrições da resolução, uma peça ou um sistema para atender de forma ótima necessidades estabelecidas, sujeito, ainda, às restrições de solução”.

De acordo com Munari (2002), o método é composto por uma sequência de operações necessárias, colocadas em ordem lógica, de acordo com a experiência,

objetivando atingir o melhor resultado utilizando-se o menor esforço. O método de projeto, portanto, trata do conjunto de tarefas e atividades logicamente ordenadas que servem de base e orientação para o desenvolvimento do projeto, fazendo com que este seja sistemático e capaz, reduzindo incertezas e aumentando a eficácia do trabalho desenvolvido (SANTOS, 2005).

O processo de projeto de produtos constitui-se de um conjunto de atividades, procedimentos e regras que devem ser realizadas e aplicadas sistematicamente, desde a definição do problema de projeto até a solução detalhada do produto, realizado de forma multidisciplinar (OGLIARI, 1999). Essa estrutura se encontra presente também em métodos voltados para o Design.

De acordo com Frisoni (2000) a aplicação de métodos de projeto contribui no sentido em que:

- Auxilia na estruturação do projeto;
- Ajuda entender melhor os problemas;
- Reduz as incertezas e aumenta a qualidade das soluções;
- Ajuda na organização dos problemas solucionando-os em partes, com mais eficiência, sem perda de tempo e maior rapidez e segurança.

## 2.8 MD3E (MÉTODO DE DESDOBRAMENTO EM 3 ETAPAS)

O Método de Desdobramento em 3 Etapas (MD3E), proposto por Santos (2005), é um método de desenvolvimento de projeto que caracteriza-se por ser aberto, com desdobramentos básicos, mínimos e auxiliares (Figura 8).

O método aberto demanda interferências em sua estrutura no decorrer do projeto, fazendo com que etapas sejam acrescentadas, retiradas e/ou desdobradas de acordo com os objetivos pretendidos. Não é imposto um modelo pronto, com caminhos pré-estabelecidos a serem percorridos. Para o início da aplicação do método é necessária a definição do problema de projeto a partir de uma necessidade humana, parte central do método. A partir dessa etapa central são feitos os desdobramentos, divididos em três grandes momentos: a pré-concepção, a concepção e a pós-concepção, denominadas de etapas básicas. A partir dessas três etapas básicas o método é desdobrado em várias atividades a serem desenvolvidas

até que o projeto esteja completo, passando pelo gerenciamento e a documentação, duas atividades que devem permear todo o trabalho.

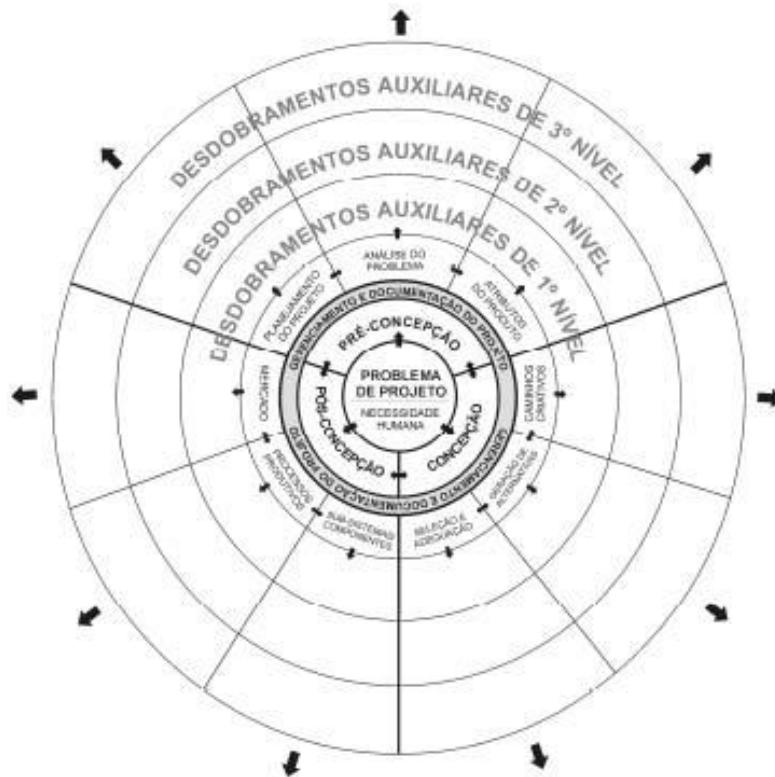


Figura 8 - Estrutura do MD3E.  
Fonte: SANTOS, 2005.

Para cada etapa básica (pré-concepção, concepção e pós-concepção) é indicado um conjunto de desdobramentos mínimos, que são atividades que devem ser realizadas para que cada etapa básica possa ser desenvolvida.

O método aberto pode, desta forma, ter vários enfoques distintos, porém complementares, atuando juntos para o desenvolvimento do projeto e assegurando a aplicabilidade do método aberto em atividades interdisciplinares, já que o mesmo engloba atividades que vão desde o planejamento e a gestão do projeto até a sua comercialização, passando por toda a parte de conceituação, criação, adequação, Ergonomia e definição de materiais, componentes e processos de fabricação.

O método não exige uma sequência pré-determinada a ser seguida, portanto, o projeto pode ser iniciado a partir de várias frentes de trabalho simultâneas. A seleção dessa sequência de atividades é definida dependendo do projeto a ser feito

e suas necessidades específicas. O importante é que o projeto siga uma sequência lógica e coerente, não necessariamente linear e sequencial.

A partir dos desdobramentos mínimos obrigatórios, serão desenvolvidos os desdobramentos auxiliares, que podem ter vários níveis. Esses desdobramentos auxiliares irão descrever as atividades a serem desenvolvidas, chegando até o detalhamento das mesmas, definindo o que e como fazer, diferentemente dos métodos fechados tradicionais que na maior parte das vezes apresentam apenas o que fazer, sem espaço para indicação de como realizar o projeto ou registrar os resultados alcançados.

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.

## 2.9 DESIGN, ERGONOMIA E USABILIDADE

Segundo o *International Council of Societies of Industrial Design* (<http://www.icsid.org/>, 2015), Design é uma atividade criativa que tem como objetivo incorporar qualidades de características variadas aos objetos, processos, serviços e seus sistemas em todo o seu ciclo de vida. Desta maneira, o Design pode ser considerado um fator central de humanização inovadora de tecnologias e um fator crucial para os intercâmbios culturais e econômicos (ICSID, 2015).

No desenvolvimento de ambientes virtuais, utiliza-se com maior frequência o termo Design de interface para referir-se ao processo de projeto da interface.

De acordo com Dias (2002), os indivíduos necessitam da interface para que possam utilizar os sistemas de forma mais simplificada, de forma que a assimilação do conteúdo seja maior, o que reforça a necessidade da centralização dos projetos nos usuários, visando melhor usabilidade.

Norman (2008) lista algumas recomendações para de interfaces, no sentido do que ela deveria prover:

- Limitar as ações disponíveis em cada momento, priorizando o que provavelmente será utilizado pelo usuário;

- Oferecer a visualização do sistema para que o usuário obtenha a sensação de controle do mesmo, através de metáforas e das possibilidades encontradas;
- Oferecer respostas (*feedback*) aos usuários de forma que este seja capaz de identificar onde se encontra dentro da interface, o que está acontecendo no sistema e o que acontece cada vez que executa uma ação;
- Facilitar o entendimento da interface de forma natural, correspondendo às expectativas dos usuários.

Para que um ambiente virtual de aprendizagem torne-se acessível, não basta a aplicação das normas de acessibilidade, usabilidade e naveabilidade, pois o desenho gráfico interfere na comunicabilidade de interfaces e sistemas. Comunicabilidade refere-se à capacidade dos usuários entenderem o Design tal como concebido pelos projetistas (designers). Quando um usuário entende as decisões que o projetista tomou ao construir a interface, aumentam suas chances de fazer um bom uso daquele sistema. Em sistemas com alta comunicabilidade, os usuários são capazes de responder (PRATES, 2000, p. 31):

- a) para que o sistema serve?
- b) qual é a vantagem de utilizá-lo?
- c) como funciona?
- d) quais são os princípios gerais de interação com o sistema?

Ao projetar a interface gráfica para um ambiente virtual de aprendizagem, o designer, além de responder estas perguntas, deve empregar sistemas simbólicos nos quais os usuários fomentem analogias com os elementos verbais e não verbais presentes nas práticas sociais dos usuários.

Os usuários podem sentir-se perdidos na navegação do sistema devido a problemas de incompreensão de elementos gráficos no hipertexto. O design da interface mostra-se confuso, contendo elementos que não sinalizam a navegação do sistema, comprometendo a interação para a realização das tarefas traçadas pelos usuários (CARUSI e MONT'ALVÃO, 2010).

Para que um ambiente virtual atinja seu objetivo como facilitador do processo de ensino-aprendizagem, é importante a consideração de alguns atributos essenciais, tais como, uma navegação intuitiva que permita a localização dos conteúdos de forma rápida e sensorial, relação explícita das imagens fixas ou em movimento com o assunto apresentado, e vídeos com informações complementares ao que está sendo estudado (SILVA FILHO et. al, 2008).

De acordo com Burgos (2006), os ambientes virtuais precisam ser fáceis de navegar e isso se dá no instante em que se estabelece uma relação ergonômica entre conteúdo veiculado, composição gráfica da página e suporte. Por este motivo, a Ergonomia entra como ferramenta de Design importante na concepção de uma interface que proporcione uma comunicação eficaz.

É interessante observar que muito do que já se espera das interfaces no sentido do Design está diretamente ligado às recomendações mais recorrentes relacionadas à usabilidade (PICCOLI, 2011). Portanto, pode-se dizer que os princípios do Design e da usabilidade se interseccionam, estão diretamente relacionados, visto que o Design tem como objetivo de resultado o bom projeto, e o bom projeto é aquele que leva em consideração os princípios da usabilidade.

Para a aplicação do Design, com o objetivo de se obter um produto com boa usabilidade, é necessária a aplicação dos princípios da Ergonomia Cognitiva no projeto do produto. A Ergonomia Cognitiva é a principal base de conhecimento sobre aspectos relativos à usabilidade do sistema e interação homem-máquina.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa possui um caráter teórico-prático, dividido em dois momentos, após a etapa da elaboração do referencial teórico:

- 1-) Desenvolvimento da interface e implementação do método MD3E em ambiente virtual, seguindo os princípios do Design e da Ergonomia.
- 2-) Teste da interface de acordo com os requisitos ergonômicos.

#### 3.1 IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO MD3E EM AMBIENTE VIRTUAL DE ACORDO COM OS PRINCÍPIOS DO DESIGN E DA ERGONOMIA

Para a execução do projeto, o método escolhido foi o desenvolvido por James Garrett (2000), quanto aos elementos da experiência dos usuários. Com o objetivo de projetar por meio de camadas, a partir da base (*bottom to top*), o autor recomenda cinco planos conceituais para o desenvolvimento de um projeto centrado no usuário, sendo eles: Plano de Estratégia, Plano de Escopo, Plano de Estrutura, Plano de Esqueleto e Plano de Superfície.

##### 3.1.1 Plano de Estratégia

Diz respeito à etapa na qual são traçados os “principais conceitos e objetivos do site, assim como as necessidades dos usuários” (MÜLLING, 2010).

Pretende-se implementar o método de desenvolvimento de produto MD3E em ambiente virtual com fins de ensino e aprendizagem, em cursos de Design Industrial em Santa Catarina e para tal é necessário, primeiramente, conhecer as necessidades do usuário. Por este motivo Brustulin e Santos (2012) realizaram uma pesquisa com estudantes de cursos de Design Industrial de Santa Catarina para fazer um levantamento dos principais requisitos do software a ser implementado, que são descritos de forma resumida a seguir:

- Para muitos dos entrevistados, o compartilhamento de informações é de muita importância dentro de um software, sendo um quesito primordial no desenvolvimento.

- Juntamente com a personalização do software, os usuários responderam ser importante ter uma opção de adaptar o software ao nível do usuário.
- Os entrevistados citam ser importante que o software indique quando o parceiro de sua equipe faz uma alteração no projeto, mantendo seus parceiros informados de todas as etapas do trabalho, evitando surpresas posteriores. Desta maneira pode haver o controle de participação entre os colegas da equipe.
- Foi relatado que seria importante que o ambiente propiciasse uma boa interação entre os membros do grupo, por isso destacou-se a integração do software com outros recursos tais como bate-papo (grupos de discussão), ferramenta para tirar dúvidas, notas e lembretes (pessoais e para o grupo), possuir recursos para a criação de cronograma e possuir recurso para a criação de briefing.

A pesquisa de requisitos de software foi realizada também com docentes de Cursos de Design Industrial que apontaram os seguintes aspectos:

- Dentre as funcionalidades indispensáveis desta plataforma deverão estar a facilidade do sistema, visualização de todo o corpo do trabalho a ser realizado e o envio de *feedback* do que o sistema altera.
- Uma funcionalidade importante nesta plataforma seria permitir que os alunos pudessem carregar arquivos pessoais, sendo estes arquivos de documentos, fotos e gravações. Desta maneira, todos os membros da equipe ficariam inseridos em todo o projeto, ao mesmo tempo. Poderiam inclusive, receber uma mensagem avisando sobre a atualização do projeto.
- Na opinião dos professores o método precisaria de algumas ferramentas adicionais, sendo as principais: o diferencial semântico, caderno de especificações (briefing) e a ferramenta 5W2H.
- Uma característica que traria grande diferencial no software seria o usuário utilizá-lo para auxiliar a criação da ferramenta briefing, pois enquanto se é iniciante isto é um empecilho para o aluno.

Não existe a pretensão, neste primeiro momento, de atender a todas as especificações dados tanto pelo corpo discente como pelo corpo docente. O objetivo deste projeto em específico é a elaboração de uma versão beta, que contemple alguns dos requisitos fornecidos por meio da pesquisa de Brustulin e Santos (2012), mas, acima de tudo, que contemple os critérios do Design e da Ergonomia.

O objetivo é que a plataforma permita uma fácil visualização do método MD3E e permita uma interação básica para o início de um projeto de Design.

### **3.1.2 Plano de Escopo**

O Plano de Escopo, iniciado a partir da finalização do Plano de Estratégia, refere-se à maneira como serão atingidos os objetivos do projeto, bem como as especificações funcionais: o que o website deverá comportar e o tipo de tecnologia a ser empregada, por exemplo (MÜLLING, 2010).

O ambiente virtual MD3E deverá comportar as funções de preenchimento das informações relativas a cada etapa do projeto, desdobramento das etapas de projeto (tendo um limite estabelecido, a princípio) e visualização global de todas as etapas, com informações a respeito de quais das etapas estão concluídas, as etapas em edição e as etapas ainda não iniciadas.

A tecnologia a ser empregada para o desenvolvimento do software será HTML e Javascript.

### **3.1.3 Plano de Estrutura**

Na etapa de Plano de Estrutura, segundo Mülling (2010), devem-se organizar os dados obtidos nas etapas anteriores, com o objetivo de estruturar, de fato, o projeto, organizando o conteúdo. É a fase de surgimento da arquitetura de informação e do mapa do site.

O ambiente MD3E, inicialmente, terá 4 telas principais, ficando da seguinte forma (Figura 9):

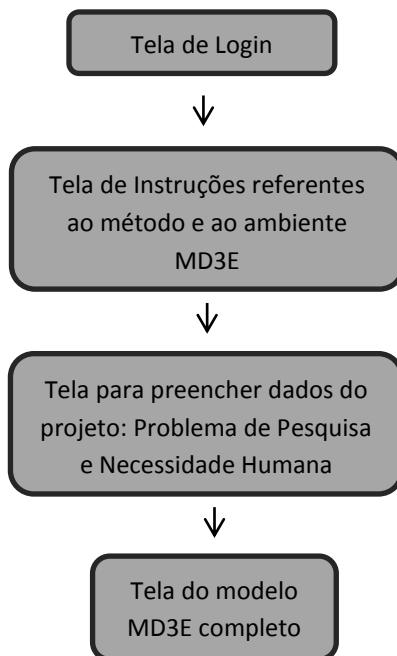


Figura 9 - Arquitetura de Informação do modelo MD3E.  
Fonte: a autora.

Tendo em vista o próprio formato do método MD3E, não linear e aberto, não é necessário expor a arquitetura de informação para o ambiente a partir da tela do modelo completo. O modelo permite que o usuário inicie o projeto a partir dos desdobramentos mínimos obrigatórios, seguindo em qualquer direção que seja adequada ao projeto em questão.

### 3.1.4 Plano de Esqueleto

É durante o Plano de Esqueleto que se volta à atenção ao Design de interface, projetando os componentes visuais do *website* e o Design de navegação. É também neste momento que os *wireframes* devem ser construídos, auxiliando o processo de aprovação do site, demonstrando rapidamente o que existirá no site (MÜLLING, 2010).

Os *wireframes* são um esboço da interface pretendida. Os *wireframes* para o modelo MD3E foram construídos seguindo os princípios do Design e recomendações ergonômicas a serem testados por especialistas na primeira etapa de testes (Apêndice A), seguindo a recomendação de testar a interface desde o início de sua concepção (Nielsen, 2014).

Na interface gráfica do modelo MD3E optou-se por denominar as áreas de clique relativas às etapas de desenvolvimento de projeto (tanto as etapas básicas como os desdobramentos) como “módulos”, pois o termo “botão” não se adequa ao tipo de interface a ser desenvolvida, embora as funções sejam as mesmas (ativar funções).

### **3.1.5 Plano de Superfície**

Finalmente, após a finalização das quatro etapas anteriores, o Plano de Superfície tem início, sendo a fase em que a atenção será voltada, de fato, à parte visual do projeto, ao tratamento visual do texto, bem como aos elementos gráficos e componentes navegacionais das páginas (GARRETT, 2000). Mülling (2010) aponta esta etapa como a prova final de que os objetivos do *site* foram alcançados.

É importante que em todas as etapas do desenvolvimento do projeto sejam considerados os princípios do Design, da Ergonomia e da Usabilidade. Por isso, o ambiente MD3E será desenvolvido levando em consideração estes princípios e os testes relativos à interface serão realizados desde o início a concepção da mesma (plano de esqueleto).

Para a concepção gráfica do ambiente MD3E foram utilizados os princípios do Design, conforme recomendações de Tidwell (2011), detalhadas no Apêndice B.

## **3.2 PLANEJAMENTO DOS TESTES EXPERIMENTAIS**

Para o planejamento adequado dos testes a serem realizados com a interface, foi necessário pesquisar as avaliações ergonômicas existentes a fim de selecionar as mais adequadas ao objeto de estudo.

A etapa de testes é parte integrante do processo de Design (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). A partir da coleta de informações a respeito da interação dos usuários ou de especialistas com um determinado produto ou sistema, é possível testar a usabilidade do sistema com o objetivo de melhorar o Design.

As avaliações de usabilidade ocorrem em fases do ciclo de desenvolvimento diferenciados dependendo do tipo de produto. As avaliações realizadas durante o processo de desenvolvimento, desde os esboços iniciais e protótipos até os ajustes e aperfeiçoamento de um Design quase finalizado são denominadas avaliações formativas. Já as avaliações que são realizadas para testar o sucesso de um produto já finalizado, são denominadas avaliações somativas (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

Para o teste com o ambiente MD3E, as avaliações formativas em ambientes que não envolvem usuários mostraram ser as mais adequadas para o objeto de estudo, já que as avaliações deveriam ocorrer desde o início do processo, em etapas anteriores ao Design da interface. Dentre os testes deste tipo, os mais conhecidos são (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013):

- Avaliação heurística: Baseada em heurísticas desenvolvidas originalmente para aplicação baseadas em telas (Nielsen e Mack, 1994; Nielsen e Tahir, 2002). Foram adaptadas para a avaliação de produtos baseados na web, sistemas móveis, tecnologias colaborativas, entre outros.
- Percurso cognitivo: Envolve simular um processo de resolução de problema de um usuário em cada etapa do diálogo humano-computador e verificar passo a passo como o usuário interage com o sistema.
- Analytics: Trata-se da medição, coleta, análise e geração de relatórios de dados da internet a fim de compreender e otimizar o uso da web.
- Modelos: Utilizados principalmente para comparar a eficácia das diferentes interfaces de uma mesma aplicação, por exemplo, o arranjo ideal e a localização de funcionalidades. Uma abordagem bem conhecida é o *Keystroke Level Model* (KLM), que fornece previsões numéricas de desempenho do usuário.

Optou-se pela combinação das avaliações heurísticas e percurso cognitivo para os primeiros testes com a interface, e, além destes, um teste de usabilidade na avaliação final.

Foram escolhidos três métodos para o teste. O primeiro método escolhido foi a avaliação heurística, que é um dos mais utilizados pelos desenvolvedores visto que não exige a presença de usuários e instalações especiais, além de ser relativamente barata e rápida (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

O teste de usabilidade com métricas (tempo médio, número de erros e satisfação), também foi escolhido (para aplicação na fase final de desenvolvimento) por ser amplamente utilizado tanto academicamente como no mercado, além de ser um método recomendado pela norma ISO 9241:11.

Por fim, foi escolhido o método do percurso cognitivo, que é menos utilizado por ser muito demorado e trabalhoso - em comparação com a avaliação heurística ou com o teste de usabilidade baseado em métricas - visto que exige que os avaliadores compreendam bem os processos cognitivos envolvidos na execução das tarefas (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). Apesar disso, o percurso cognitivo possui um bom embasamento científico para sua aplicação, baseado em estudos de psicologia cognitiva (STERNBERG, 2013). Além disso, os resultados do percurso cognitivo geralmente são mais específicos, mostrando exatamente onde se localizam os problemas de uma interface a gravidade dos mesmos.

Testes de usabilidade envolvem a observação dos usuários na interação com a interface, bem como a coleta de dados quantitativos (tempo para realização de tarefas e número de erros durante a realização da tarefa) e qualitativos (podendo ser medido por meio de questionários de satisfação). Embora estes tipos de testes sejam geralmente aplicados a usuários, durante o desenvolvimento do projeto, pode-se aplicá-lo com especialistas que se coloquem no lugar do usuário a fim de predizer as ações dos mesmos (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

Para o teste da hipótese levantada nesta dissertação, de que a implementação do ambiente MD3E com vistas para a Ergonomia atenderia às expectativas dos especialistas da área de Design e Usabilidade, foram realizadas três etapas de testes conforme o

**Quadro 2.**

Grupos	Indivíduos	Teste 1 (wireframes)	Teste 2 (interface gráfica)	Teste 3 (interface gráfica modificada)
Grupo 1	Especialistas para fase de desenvolvimento	Avaliação heurística	Avaliação heurística	Avaliação heurística
		Percorso Cognitivo	Percorso Cognitivo	Percorso Cognitivo
				Teste de Usabilidade

Grupo 2	Especialistas para fase de testes finais (sem contato com o ambiente MD3E)	-	-	Avaliação heurística
				Percorso Cognitivo
				Teste de Usabilidade

Quadro 2 - Planejamento das etapas de testes e grupos participantes.  
Fonte: a autora.

Os especialistas foram divididos em dois grupos, denominados Grupo 1 e Grupo 2. O Grupo 1 testará a interface durante o seu desenvolvimento, desde o início, podendo sugerir modificações, dar sugestões e apontar problemas. Os dois primeiros testes, na fase de desenvolvimento dos *wireframes* e posteriormente na fase de desenvolvimento da interface gráfica serão aplicados apenas com o Grupo 1, por meio da avaliação heurística e do percurso cognitivo.

O Grupo 2 será formado por especialistas em Design e usabilidade que ainda não tenham entrado em contato com o ambiente MD3E. O Teste 3 será aplicado com os dois grupos de especialistas, incluindo, além da avaliação heurística e do percurso cognitivo, um teste de usabilidade para a obtenção de métricas referentes à 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).

Segundo Nielsen (2014), o Teste 1 e o teste 2 deveriam garantir que o ambiente MD3E esteja atendendo aos princípios ergonômicos com pelo menos 75 por cento dos problemas de usabilidade da interface já identificados e corrigidos.

O Teste 3 possibilitará a obtenção de dados comparativos de desempenho entre os dois grupos. Estes dados permitirão que a hipótese desta pesquisa seja corroborada ou refutada. A hipótese será confirmada se o teste de usabilidade não demonstrar diferenças significativas com relação ao tempo de execução, número de erros e satisfação do usuário.

A divisão dos especialistas em dois grupos é necessária para a comparação dos resultados ao final do processo, visto que vários autores recomendam que as avaliações ergonômicas devam ser realizadas desde o início do projeto (MORAES E MONTALVÃO, 2004; CORREIA E SOARES, 2004; MAYEW, 1999; NIELSEN, 2014). Pretende-se testar a hipótese levantada nesta dissertação, de que o método MD3E, desenvolvido de acordo com as recomendações ergonômicas e sendo testada

desde o início por especialistas envolvidos no desenvolvimento da interface, atenderá às expectativas de outros especialistas que nunca tenham entrado em contato com a interface com relação à Usabilidade ao final do processo de desenvolvimento.

### **3.2.1 Considerações éticas**

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo pesquisa com seres humanos (CEPSH/UDESC) sob o número de CAE 37083414.3.0000.0118. Todos os participantes deverão assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A) e o consentimento para fotografias, vídeos e gravações (Anexo B). Serão dadas todas as instruções aos participantes para o prosseguimento dos testes. Será deixado claro que o participante poderá desistir da pesquisa em qualquer momento e que os dados serão mantidos em sigilo.

### **3.2.2 Indivíduos do estudo**

As avaliações que ocorrem sem envolver usuários são realizadas em ambientes onde o pesquisador precisa imaginar ou modelar como uma interface provavelmente será utilizada (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013). Serão feitas avaliações deste tipo durante o desenvolvimento da interface MD3E.

Nielsen (1994) recomenda que o número de 3 a 5 especialistas em uma avaliação heurística é suficiente para encontrar 75 por cento do total dos problemas de usabilidade. Em um artigo mais recente (Nielsen, 2012), o autor volta a abordar a questão da quantidade do número de participantes em testes de usabilidade e afirma que este número varia muito em função do tipo de projeto a ser testado. Para projetos de baixa complexidade, dois indivíduos para os testes podem ser suficientes. De acordo com um estudo realizado pela Nielsen Norman Group (Nielsen, 2012), um grande número de testes não aumenta consideravelmente o número de problemas encontrados (

Figura 10). É necessário avaliar o custo-benefício na escolha do número de participantes.

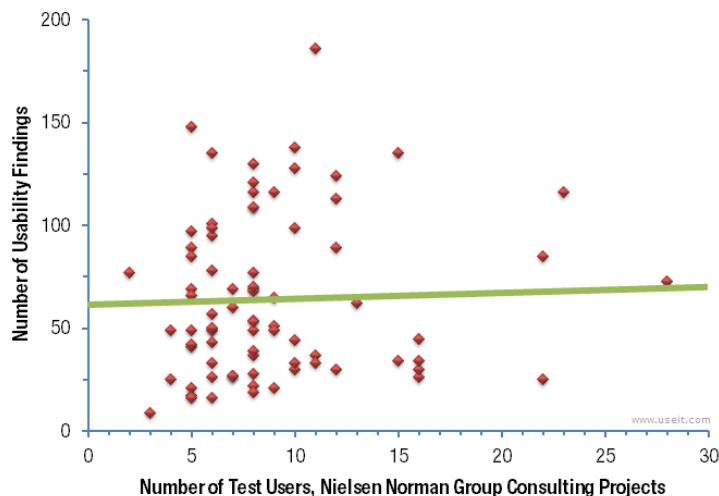


Figura 10 - Gráfico de relação entre o número de avaliadores e o número de problemas de usabilidade.  
Fonte: Nielsen (2012). Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>. Acesso em: 21 de maio de 2015.

Os testes de usabilidade no ambiente MD3E, incluindo o percurso cognitivo a avaliação heurística, serão feitos com especialistas, durante o desenvolvimento e implementação da interface. Especialistas, neste caso, refere-se às pessoas que trabalham com desenvolvimento de interfaces, principalmente web designers com experiência em avaliação de usabilidade.

De acordo com a recomendação de Nielsen (1994), o objetivo inicial era realizar cada etapa de testes com 5 especialistas. Porém, devido à especificidade da amostra (especialistas na área) e falta de disponibilidade dos potenciais participantes, foi possível contar com a participação de quatro especialistas. Optou-se, então, por realizar os testes com 4 especialistas para a realização dos Testes 1 e 2 e mais quatro especialistas (que não tenham entrado em contato com o ambiente MD3E) para o Teste 3, totalizando, portanto, 8 especialistas e 16 testes.

O número de oito especialistas se justifica de acordo com as recomendações de Nielsen (2012), porém ainda há de se reforçar que apesar de o número de indivíduos do estudo ser relativamente pequeno (em comparação com os testes envolvendo usuários, por exemplo), esta pesquisa terá um número de 16 testes no total, sendo que em cada etapa de testes será aplicado mais de um método de avaliação de usabilidade, o que reforça a credibilidade dos resultados dos testes.

Essa ideia pode ser corroborada pelos autores Lindgaard e Chattratichart (2007), que consideram que o aumento no número de tarefas dadas para os indivíduos tentarem completar produz resultados mais satisfatórios em testes de usabilidade do pelo aumento da quantidade de participantes.

### 3.3 DEFINIÇÃO DAS TAREFAS

Em todos os testes a serem empregados, o papel dos participantes dos testes será explorar a interface e tentar executar cinco tarefas dadas:

1. Efetuar o *login* no ambiente MD3E;
2. Inserir a necessidade humana e o problema de projeto no ambiente;
3. Realizar três desdobramentos (denominados funcionais, estéticos e simbólicos, como exemplo) a partir do desdobramento inicial obrigatório denominado atributos do produto;
4. Inserir comentários referentes ao desdobramento denominado funcional.
5. Excluir o desdobramento denominado funcional.

As Tarefas 1 e 2 foram escolhidas por serem obrigatórias para a interação com o sistema. As Tarefas 3 e 4 são importantes para o entendimento do método MD3E e são funções que deverão ser utilizadas com frequência, visto que permitem a execução de desdobramentos e edição dos módulos do MD3E, que são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer projeto utilizando o método. Por fim, a Tarefa 5 foi escolhida para a verificação do atendimento da heurística de prevenção de erros e recuperação (JORDAN, 1998), visto que a interface deve permitir que se consiga voltar ao estado inicial.

### 3.4 CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE

Os participantes farão o teste na sala de estudos do PPG Design, localizado na UDESC, em Florianópolis, SC. No local, o participante terá à sua disposição um computador equipado com microfone e com o software MORAE instalado, onde serão mostradas para as telas referentes a cada tarefa para que sejam indicadas as etapas que o usuário realizaria para a execução das 5 tarefas dadas (Figura 11). O

participante poderá opinar sobre aspectos da interface e de funcionamento da mesma de forma livre.

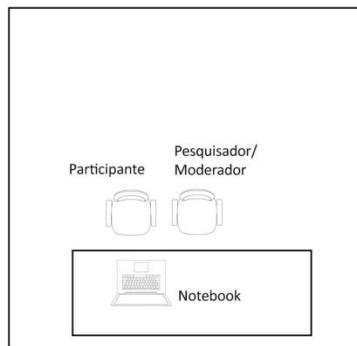


Figura 11 - Configuração do ambiente de testes.  
Fonte: a autora.

### 3.5 AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

As avaliações heurísticas propiciam um método de baixa complexidade e custo de aplicação, visto que não exige a participação de usuários. Para tanto, são recrutados especialistas da área que desempenham o papel do usuário típico, apontando os problemas que os usuários poderiam ter na interação com um determinado produto (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

Antes de aplicar uma avaliação heurística é necessário definir o conjunto de heurísticas a ser adotado. São três os principais autores que desenvolveram as heurísticas mais utilizadas na avaliação de interfaces, conforme demonstrado no Quadro 1 (Referencial Teórico desta dissertação).

A ISO 9241-110 recomenda a consideração dos seguintes princípios no projeto de sistemas interativos:

- a) adequação à tarefa;
- b) auto-descrição;
- c) conformidade com as expectativas do usuário;
- d) adequação à aprendizagem;
- e) controlabilidade;

- f) tolerância a erro;
- g) adequação à individualização.

Os princípios de Jordan (1998) são bastante abrangentes para a avaliação de interfaces computacionais e estão incluídos nas exigências da norma ISO 9241:110. Por este motivo optou-se pelo uso de tais princípios (ver Quadro 1 desta dissertação) para avaliação heurística por meio da formulação de perguntas adequadas para o teste do ambiente MD3E, especificamente.

Para a formulação das perguntas do teste foi realizada uma análise de cada uma das heurísticas de Jordan (1998) baseado em seus embasamentos da Ergonomia e da Psicologia Cognitiva.

### **3.5.1 Aplicação da Avaliação Heurística**

O questionário de avaliação heurística (Apêndice C) baseado nas definições das heurísticas de Jordan foi desenvolvido, adequando-as para a avaliação do ambiente MD3E. Para cada heurística foram elaboradas três perguntas relativas à mesma. Notou-se a necessidade do desenvolvimento destas perguntas porque nem sempre os especialistas se lembram do significado exato de cada heurística ou podem não adaptar a heurística à avaliação da interface em questão. O uso das três perguntas permitirá uma confiabilidade maior na análise dos resultados (BARBETTA, 2012).

A aplicação da avaliação heurística será feita com os dois grupos de especialistas selecionados para os testes, segundo os princípios do Jordan, em 3 diferentes fases do desenvolvimento do ambiente MD3E:

- 1) Teste 1: após a construção dos *wireframes* - plano de estrutura e plano de esqueleto de Garret (2000);
- 2) Teste 2: após a adequação dos *wireframes* e, com base nestes, na primeira versão da interface gráfica elaborada - plano de superfície de Garret (2000);

- 3) Teste 3: após a adequação da interface gráfica aos resultados dos testes anteriores.

Não foi observada a necessidade da aplicação de testes nas fases do plano de estratégia e do plano de escopo de Garret (2000) para ambiente MD3E, visto que o plano de estratégia, que trata da elaboração dos objetivos do site e as necessidades dos usuários e o plano de escopo que trata de como os objetivos pretendidos para a interface serão alcançados, já haviam sido realizados por meio da pesquisa de Brustulin e Santos (2012).

Com base na interação na execução das tarefas dadas, o participante responderá ao questionário de avaliação heurística que consta no Apêndice C.

A avaliação heurística proposta será aplicada nas três etapas de testes, juntamente com o percurso cognitivo.

### 3.6 PERCURSO COGNITIVO (COGNITIVE WALKTHROUGH)

Será realizado um percurso cognitivo com especialistas nas três fases de avaliação já estabelecidas. De acordo com Nielsen e Mack (1994) apud Preece, Rogers e Sharp (2013), o percurso cognitivo envolve simular um processo de solução de problemas de usuários a cada passo do diálogo humano-computador, verificando se é possível dizer se os objetivos do usuário e sua memória para ações o conduzirão à próxima ação correta.

As etapas envolvidas nos percursos cognitivos são (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013):

1. Identificação e documentação das características dos usuários típicos para a definição das tarefas que enfocam os aspectos de Design a serem avaliados.
2. Um designer e um ou mais avaliadores especialistas se reúnem para fazer a análise.
3. Os avaliadores percorrem as sequências de ações para cada tarefa, inserindo-as num contexto de cenário típico e, conforme o fazem, tentam responder às questões do Quadro 3:

Perguntas	Sim	Não	Talvez	Limitações/ Problemas encontrados	Sugestões para os problemas encontrados
- A ação correta será evidente					

o suficiente para o usuário? (o usuário saberá o que fazer para realizar a tarefa?)					
- O usuário perceberá que a ação correta está disponível? (Os usuários podem visualizar o botão ou item de menu que devem usar na próxima ação? Ele é visível quando necessário?)					
- O usuário associará e interpretará a resposta da ação corretamente? (Será que os usuários saberão, a partir do feedback, se fizeram a escolha correta ou incorreta em uma ação?). Em outras palavras: os usuários saberão o que e como fazer e entenderão, a partir do feedback, se ação foi correta ou não?					

Quadro 3 - Quadro de avaliação do percurso cognitivo

Fonte: Adaptado de Preece, Rogers e Sharp (2013).

4. Enquanto o percurso está sendo realizado, um registro de informações fundamentais é compilado em que:

- São identificadas as suposições sobre o que poderia causa problemas e por quê.
- São feitas anotações sobre questões secundárias e alterações de Design.
- Um resumo dos resultados é compilado.

5. O Design é então revisado para corrigir os problemas apresentados.

Para a aplicação desta técnica, será feito uma análise qualitativa dos dados obtidos durante a gravação de áudio e de tela durante o teste. Além desta análise, o participante deverá preencher o Quadro 3.

Durante o percurso cognitivo, será utilizada ainda uma técnica denominada *think aloud* para a obtenção de informações específicas relativas à interação, tais como sugestões, problemas encontrados, inconformidades, entre outros aspectos.

### 3.6.1 *Think Aloud*

A técnica desenvolvida por Erikson e Simon (1985, apud PREECE ROGERS E SHARP, 2013), denominada *think aloud*, foi criada para examinar como as

pessoas solucionam problemas. A técnica exige que o participante do teste vocalize tudo o que está pensando e o que está tentando executar na interação de uma interface, para que seus processos de pensamento sejam externalizados.

Originalmente, o método foi desenvolvido para aplicação em pesquisas acerca do processo cognitivo nas áreas de psicologia e educação. Sua aplicação no contexto da aquisição de conhecimento na interação humano-computador foi bem aceita. Para os autores, o método *think aloud* é uma forma direta de se obter *insights* de como os seres humanos resolvem problemas, podendo ser utilizado, portanto, para obter maior conhecimento sobre os processos cognitivos e então construir sistemas computacionais baseados nesses *insights*.

O método consiste inicialmente na coleta dos protocolos verbais de uma maneira sistemática e posteriormente na análise dos protocolos a fim de se obter um modelo do processo cognitivo envolvido na resolução do problema. Estes protocolos verbais são coletados instruindo os participantes da pesquisa a resolverem o problema enquanto falam sobre o mesmo (Jaspers et al., 2004).

De acordo com os autores, a base deste método é o fato de que o sistema cognitivo humano comprehende vários tipos de sistemas de memória com diferentes capacidades e características de armazenamento e recuperação de informações. Os sistemas perceptivos transformam a informação do ambiente, guardando-a dentro da memória de trabalho. Então, normalmente as informações em uso estão contidas dentro da memória de trabalho.

Além deste processo em que a informação do sistema perceptivo é filtrada e armazenada na memória de trabalho, outras informações são também recuperadas da memória de longo prazo para a memória de trabalho. Um novo conhecimento é construído com base nessas duas fontes de informação, podendo, ou não, serem armazenadas na memória de longo prazo. Assume-se, portanto, que a única informação que pode ser verbalizada é a que está contida na memória de trabalho, a informação que está sendo processada no momento. O resultado (*output*) deste processo é chamado de protocolo verbal.

Este protocolo verbal é transcrito e analisado para a construção de modelos de comportamento do sujeito na realização de determinadas tarefas, podendo ser utilizado na elaboração de especificações de Design.

A vantagem da utilização do *think aloud* em etapas iniciais do Design de sistemas está no fato de que o comportamento do usuário é analisado antes das

etapas de prototipagem, o que requer menos processo de iteração no desenvolvimento do projeto, resultando ainda em um sistema computacional mais eficiente e aceitável (JASPERS et al., 2004).

Nesta pesquisa, a verbalização do pensamento dos participantes será gravada em formato do áudio para posterior análise dos principais problemas encontrados durante a interação com a interface a ser testada.

### 3.7 TESTE DE USABILIDADE UTILIZANDO MÉTRICAS

Após o término dos Testes 1 e 2 (avaliação heurística e percurso cognitivo com o Grupo 1), será realizado Teste 3, onde, além da avaliação heurística e do percurso cognitivo, será aplicado teste de usabilidade para medição de eficácia, eficiência e satisfação. Esta terceira etapa será aplicada com os dois grupos de participantes.

Será medido o tempo necessário para a execução de cada uma das cinco tarefas dadas e o número de erros cometidos durante a execução. Os dados levantados serão comparados entre os grupos de especialistas para verificar se há diferenças significativas de desempenho. Estes dados demonstrarão se, do ponto de vista dos especialistas do Grupo 2, a interface atenderá aos princípios da Ergonomia e da usabilidade. Para a obtenção dos dados referentes ao tempo e número de erros será utilizado o software MORAE.

Para a obtenção dos dados relativos à satisfação, será aplicado o questionário de satisfação SUS (*System Usability Scale*), criado por John Brooke em 1986, que permite uma aplicação ampla para avaliação de diversos tipos de produtos e sistemas (Apêndice D). Outras vantagens da aplicação do SUS incluem a facilidade de aplicação e a possibilidade de uso em amostras pequenas com resultados válidos (BROOKE, 2013).

Desta forma os dados obtidos com o teste de usabilidade serão agrupados nas Tabela 1 e

**Tabela 2**, para cada um dos oito especialistas participantes da terceira etapa de testes:

Tarefas	Métricas	Média Grupo 1	Média Grupo 2
Tarefa 1	Tempo de execução (s)		
	Número de erros		
Tarefa 2	Tempo de execução (s)		
	Número de erros		
Tarefa 3	Tempo de execução (s)		
	Número de erros		
Tarefa 4	Tempo de execução (s)		
	Número de erros		
Tarefa 5	Tempo de execução (s)		
	Número de erros		

Tabela 1 - Tabela com os dados obtidos no teste de usabilidade para os dois grupos de especialistas.

Fonte: a autora

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

Tabela 2 - Tabela de resultados do questionário de satisfação aplicado com os dois grupos de participantes.

Fonte: a autora.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nos testes foram separados por tópicos de acordo com as etapas aplicadas.

### 4.1 TESTE 1: TESTE COM *WIREFRAMES*

No momento da aplicação do Teste 1, o projeto estava na fase de execução dos *wireframes*, que envolvem o plano de estrutura e plano de esqueleto de Garrett (2000). Conforme descrito no item de materiais e métodos, foram aplicados nesta primeira etapa o Percurso Cognitivo e a Avaliação heurística.

Os participantes deste primeiro teste fazem parte do Grupo 1 de especialistas, o grupo que acompanha o desenvolvimento da interface e participa de todas as etapas de testes. Participaram desta etapa 4 especialistas em Design e Usabilidade. Todos os membros deste grupo tinham no mínimo graduação em Design, sendo que dois possuem título de mestre e um possui título de doutor. Todos os participantes tinham experiência prática na área de interação humano-computador e conheciam os métodos de avaliação de usabilidade.

Para a aplicação do percurso cognitivo, foram dadas as cinco tarefas já mencionada no item 3.3 desta dissertação. Para a correta aplicação do percurso cognitivo, devem ser descrita as etapas necessárias para completar cada uma das tarefas dadas. Para a primeira etapa de testes, a sequência de etapas está detalhada no Apêndice E.

#### 4.1.1 Análise dos Resultados para o Percurso Cognitivo

O Percurso Cognitivo aplicado neste teste foi analisado de duas maneiras: a primeira análise foi subjetiva, com o uso das anotações de aspectos importantes que os participantes destacavam ou comentavam durante o teste e pela observação direta das ações dos participantes e a segunda análise foi objetiva, onde foram extraídos e analisados os dados resultantes do Quadro 3 (Questionário do Percurso Cognitivo) apresentado anteriormente.

Os problemas destacados pelos especialistas nesta primeira avaliação foram os seguintes:

- No modelo, causou dubiedade a descrição das etapas de pré-concepção, concepção e pós-concepção. Para quem utiliza o modelo pela primeira vez se torna difícil entender porque esses campos não são. De acordo com um dos participantes do estudo, parecia ser necessário preencher uma introdução nesses campos. Foi colocado como sugestão fazer um zoneamento mais claro, pois parece que estas etapas são isoladas do restante do modelo, na forma como está representado (Figura 12).

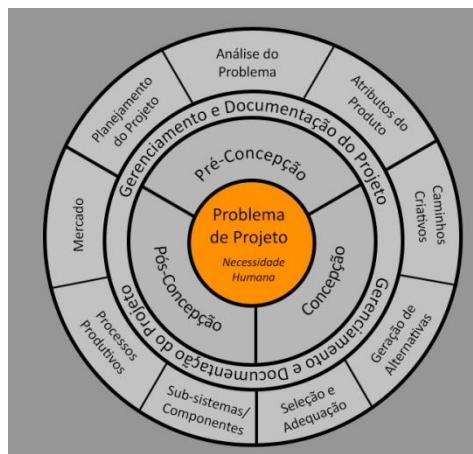


Figura 12 - Wireframe do modelo MD3E no estado inicial.  
Fonte: a autora.

- Fica claro que, para a edição de cada desdobramento, basta clicar em cima do modelo, na etapa (módulo) que se pretende desdobrar. Porém, houve dificuldade no entendimento do *feedback* de cores para as tarefas já editadas e as não editadas.
- Faltou o botão de salvar para quando o texto nos desdobramentos for inserido.
- Foi apontado falta de coerência no *feedback* para edição, exclusão ou desdobramento das etapas. Essas três opções deveriam aparecer sempre que o usuário clica em qualquer módulo, segundo os participantes.
- Falta um alerta mais claro na opção de excluir desdobramento, avisando que caso se prossiga com a ação, todos os dados referentes aos desdobramentos posteriores do módulo em edição serão descartados.

O total de problemas encontrados na primeira etapa de testes, de acordo com o que foi mencionado pelos especialistas foi de 5. Outras questões levantadas, que não foram consideradas problemas, e sugestões estão listadas abaixo:

- Embora seja usual que o link para realização de cadastro esteja dentro de uma frase na tela inicial, seria mais claro se esta opção tivesse o formato de botão.
- Foi sugerido que quando o usuário acessasse o ambiente pela primeira vez, poderia ter uma explicação ou guia (por meio de setas ou animação) sugerindo que a pessoa clique no centro para iniciar o preenchimento do modelo MD3E.
- Para enfatizar a diferenciação dos itens editáveis para os não editáveis, foi sugerido que houvesse mudança no cursor (do formato de seta para o formato de mão apontando, conforme o padrão web) quando o mesmo passasse por cima dos itens editáveis.
- Foi sugerido que a tela esmaecesse quando o usuário estivesse trabalhando na edição de um dos desdobramentos. Neste sentido, também foi sugerido que as telas de edição dos desdobramentos poderiam ocupar a tela inteira, focando apenas no que o usuário está fazendo no momento.
- De maneira geral, para os participantes da pesquisa, a interface é clara e intuitiva para quem conhece a metodologia, mas pode causar confusão para pessoas que ainda não a conhecem.
- Para solucionar algum dos problemas mencionados durante os testes, foi sugerido que a interface fosse mais focada em navegação guiada.

As observações feitas pelos especialistas torna-se de grande utilidade para o desenvolvimento da interface gráfica do ambiente MD3E, evitando a perda de tempo com estilizações e implementação de funções desnecessárias. A realização do teste já na etapa de desenvolvimento dos *wireframes* possibilita que as mudanças necessárias sejam feitas antes do desenvolvimento da interface gráfica propriamente dita, o que economiza recursos como tempo e gastos financeiros (no caso de empresas ou de instituições financiadas) (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

Quanto aos dados objetivos obtidos com a aplicação do questionário referente ao percurso cognitivo, foram obtidos os seguintes resultados (

Tabela 3):

PARTICIPANTE	PERG.	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4			Tarefa 5		
		Sim	Não	Talvez												
P1	Perg.1	X			X			x			x			x		
P2	Perg.1	X					x			x	x			x		
P3	Perg.1	X				x		x			x					x
P4	Perg.1	X			X			x			x			x		
SCORE		4			2		2	2	1	1	4			3		1
P1	Perg.2	X			X			x			x			x		
P2	Perg.2	X					x	x			x			x		
P3	Perg.2	X			X			x			x					x
P4	Perg.2	X					x	x			x			x		
SCORE		4			2		2	4			4			3		1
P1	Perg.3	X					x	x			x			x		
P2	Perg.3	X				x		x			x			x		
P3	Perg.3	X			X			x				x				x
P4	Perg.3	X			X			x			x			x		
SCORE		4			2	1	1	4			3	1		3		1
SCORE TOTAL		12	2		6	1	5	10	1	1	11	1		9	2	3

Tabela 3 - Resultados do percurso cognitivo de acordo com o questionário do percurso cognitivo para o Teste 1.  
Fonte: a autora.

### Analizando a

Tabela 3, pode-se concluir que a Tarefa 2 foi a que mais gerou dúvidas em sua execução, de acordo com os participantes da pesquisa. A Tarefa 2 exigia que o usuário preenchesse, no modelo MD3E, a necessidade humana e o problema de pesquisa. Este é um passo essencial para a interação com o modelo, e por este motivo, a interface testada (*wireframe*) desta função deverá ser totalmente repensada, com a finalidade de evitar que o usuário desista da interação logo no início.

Na Tarefa 5, um dos participantes teve dúvida a respeito do que o usuário poderia entender tanto da realização da tarefa como do *feedback*. A Tarefa 5 exigia que o usuário excluísse um dos desdobramentos criados. Já foi apontado nas observações realizadas após os testes que esta função apresentou problemas por não deixar clara a forma de exclusão do desdobramento, causando confusão entre as funções de desdobrar, editar e excluir desdobramento. A falta de alerta para o processo de exclusão do desdobramento também foi apontada como um problema nesta tarefa.

A obtenção de dados quantitativos para a análise da interface é importante visto que ela permite uma rápida visualização de onde estão os principais problemas e quão grave é (ou são) o(s) problema(s). Porém, este tipo de dado, no desenvolvimento de interface, de forma isolada, não é suficiente para o entendimento de problemas específicos. Por este motivo, o *think aloud*, analisado

durante o percurso cognitivo se torna uma ferramenta essencial para a obtenção de *feedbacks* mais específicos relativos a cada problema encontrado na interação.

Embora o questionário do Percurso Cognitivo (Quadro 3) apresentasse campos de preenchimento para os problemas e sugestões, muitos usuários não o preencheram. Aparentemente, conforme observado neste teste, é mais fácil para o participante fazer comentários sobre a ação solicitada enquanto a executa. Depois da execução parece não haver mais necessidade de explicar os problemas encontrados, ou o participante pode não lembrar exatamente de todos os passos problemáticos, dada que a proposta do método *think aloud*, aplicada durante o percurso cognitivo é acessar a memória de trabalho do participante, que permanece acessível por um curto período de tempo (Sternberg, 2013).

Vale salientar que os dados quantitativos servem como complemento e como conformação para os dados qualitativos obtidos, evitando respostas contraditórias nos testes.

#### **4.1.2 Análise dos Resultados para a Avaliação Heurística**

A Avaliação Heurística considerou os 10 princípios de Jordan (1998), que foram desmembrados em três perguntas relativas a cada uma das heurísticas, com base no estudo de suas origens, ligada à Psicologia Cognitiva e aos Princípios do Design, adaptadas especificamente para o teste do ambiente MD3E.

O uso das três perguntas para a avaliação de cada heurística minimiza interpretações errôneas das perguntas por parte dos participantes. Como no exemplo da Figura 13, as três perguntas referem-se ao princípio da consideração dos recursos do usuário. As três perguntas dadas enfocam na questão da atenção e da memória para a execução das tarefas, conforme a recomendação de Barbetta (2012), de que, em questionários, deve-se elaborar uma ou mais perguntas para cada variável a ser observada.

Cada heurística de Jordan (1998) pode ser avaliada sob enfoques diferentes. Visto que, no exemplo da Figura 13, o participante assinalou duas respostas como “sim” e uma como “parcialmente”, pode-se dizer que o mesmo pode não ter entendido a Pergunta 2 do item, ou ainda que o mesmo tenha focado em outro aspecto da heurística. O cálculo da moda das respostas dadas para cada heurística indica o resultado da avaliação para cada heurística.

Consideração dos Recursos do usuário	Não	Parcialmente	Sim	NA	RESULTADO
1. Foi possível completar a tarefa se a memorização de passos?			x		ATENDE
2. Foi possível completar a tarefa sem a necessidade de muitos recursos de atenção?	x				
3. Os objetivos foram completados sem exigir foco em mais de uma tarefa ao mesmo tempo?			x		

Figura 13 - Análise das respostas referentes à heurística Considerações dos Recursos do Usuário.

Fonte: a autora.

Analizando as respostas de todos os participantes envolvidos na pesquisa, foi necessário calcular a moda (BERTRAM, 2007) para se ter uma resposta geral com respeito a cada heurística. Onde o resultado dividiu-se (por exemplo, moda= 2 e 3) considerou-se o menor valor para a classificação da interface devido ao caráter da pesquisa que envolve investigar os problemas encontrados.

HEURÍSTICA	P1	P2	P3	P4	Moda	Interpretação
1. Consistência	3	3	3	3	3	ATENDE
2. Compatibilidade	2	2	3	3	2 e 3	ATENDE PARCIALMENTE
3. Consideração dos recursos do usuário	3	3	3	3	3	ATENDE
4. Feedback	2	3	2	3	2 e 3	ATENDE PARCIALMENTE
5. Prevenção de erros e recuperação	3	3	3	3	3	ATENDE
6. Controle do usuário	3	3	3	3	3	ATENDE
7. Clareza visual	NA	NA	NA	NA	NA	NÃO SE APLICA
8. Priorização da funcionalidade e da informação	3	3	3	3	3	ATENDE
9. Transferência adequada de tecnologia	NA	NA	NA	NA	NA	NÃO SE APLICA
10. Explicitação	2	3	3	3	3	ATENDE

Tabela 4 - Resultados da Avaliação Heurística para o Teste 1.

Fonte: a autora.

Na pesquisa com *wireframes* fica claro que as heurísticas de compatibilidade e de *feedback* apresentam problemas, sendo classificadas como atende parcialmente (Tabela 4). Esses dados demonstram que esses são os fatores que precisam de maior atenção no projeto da interface gráfica do ambiente.

Embora a avaliação heurística retorne um resultado mais geral relativo à usabilidade do sistema, não fica claro onde está o problema, diferente do percurso cognitivo. Com o percurso cognitivo consegue-se entender melhor o problema encontrado, onde ele se encontra e como pode ser resolvido.

Porém, existem pontos de convergência na comparação dos resultados da análise dos dois métodos encontrados. A avaliação heurística apontou o problema com a compatibilidade, que significa a semelhança do sistema com outros de uso comum. Foi apontado no percurso cognitivo que a interface era realmente diferente

dos padrões de interface web, causando certa confusão no início da interação, principalmente para quem não conhece o método MD3E.

No percurso cognitivo, a Tarefa 2 (preencher a necessidade humana e o problema de projeto) foi a que mais apresentou problemas ou dúvidas de acordo com os especialistas pesquisados. Conforme verificado no resultado da avaliação heurística nesta primeira etapa de testes, a interface apresenta, de fato, um problema relativo à compatibilidade do sistema. A navegação no ambiente MD3E diferencia-se em relação aos sites e outros tipos de programas de uso comum, justamente pela estrutura aberta e não linear, característica do método de desenvolvimento de projeto MD3E.

Para solucionar este problema, optou-se por introduzir o usuário ao sistema MD3E de forma gradual. Visto que o preenchimento da necessidade humana e do problema de projeto são etapas obrigatórias para a interação com o ambiente MD3E, decidiu-se separar estas duas etapas para que fossem preenchidas antes de entrar na tela do modelo MD3E. Desta maneira, o usuário não se depara diretamente com o modelo MD3E ao entrar no sistema (após o *login* e a página de instruções), ele é conduzido a preencher primeiramente a necessidade humana, depois o problema e após a finalização destas etapas ele entra na tela do modelo MD3E, com essas informações já preenchidas no centro do círculo.

Outro ponto levantado na avaliação heurística foi a falta de *feedback*. Esse problema também foi apontado em alguns momentos do teste, mais especificamente com relação ao *feedback* dado pelas cores, que deveria indicar os módulos editáveis, os que não foram editados, os que estão em edição ou já foram finalizados.

#### **4.1.3 Desenvolvimento da interface com base nos resultados dos testes com *wireframes***

Por meio da aplicação dos princípios do Design, das sugestões dadas pelos especialistas nesta etapa de teste e pela análise dos resultados do percurso cognitivo e da avaliação heurística, foi desenvolvido o plano de superfície do ambiente MD3E (interface gráfica).

Para a definição do padrão cromático, deu-se preferência por cores neutras (cinza, preto e branco) para as áreas maiores, com o objetivo de causar conforto

visual. Foi utilizada uma cor de destaque (verde azulado) para cabeçalhos e o azul-marinho para botões e seleções. A escala cromática foi escolhida com base nos conceitos de seriedade, tecnologia e clareza visual (*interface clean*) (FARINA, PERES e BASTOS, 2011), conforme o Apêndice F.

As fontes foram escolhidas de forma a proporcionarem facilidade de leitura. Os ícones, botões e caixas de diálogo foram baseados em interfaces familiares aos usuários (Windows e MAC OS), conforme as recomendações de Tidwell (2011). A interface gráfica gerada a partir das correções dos erros apontadas pelos especialistas e pela aplicação de suas recomendações será utilizada no Teste 3.

As tarefas dadas para a próxima etapa de testes serão as mesmas, porém, como houve mudanças na forma de execução das tarefas, foi necessário detalhar a nova sequência de etapas para sua correta execução, conforme detalhado no Apêndice G.

## 4.2 TESTE 2: TESTE COM A PRIMEIRA VERSÃO DA INTERFACE GRÁFICA

Neste teste, participaram os mesmos indivíduos do Teste 1. Também foi aplicado o percurso cognitivo e a avaliação heurística para dar seguimento ao desenvolvimento da interface de maneira adequada. Os testes realizados seguem os mesmo procedimentos do teste 1, porém, neste momento, será testada a primeira versão da interface gráfica desenvolvida.

### 4.2.1 Análise dos Resultados para o Percurso Cognitivo

Neste teste, foi analisada a interface gráfica criada. Os principais problemas relatados pelos especialistas foram:

- O botão de cadastro é difícil de encontrar. Foi sugerido que ele fosse colocado próximo ao campo de *login* ou que fossem apresentadas duas caixas separadas na página inicial, uma para *login* (caso o usuário já seja cadastrado) e outra para cadastro.
- Deveria ter uma indicação de que o usuário efetuou o *login* (e qual usuário o efetuou) logo na próxima tela (tela de instruções) e não apenas na tela do modelo MD3E.

- Foi questionado o esquema de cores escolhidos para o modelo MD3E. Alguns especialistas comentaram que as cores utilizadas no modelo MD3E não eram esteticamente agradáveis e que as cores do centro estavam muito saturadas, tirando a atenção do restante dos itens.
- A forma como os desdobramentos são efetuados dentro do modal é confusa. Espera-se que o desdobramento que tenha sido inserido vá para o final do modal para que o próximo desdobramento possa ser digitado no mesmo local do anterior.

No total, foram apontados pelos especialistas, portanto, 4 problemas neste segundo teste. Outros comentários e sugestões estão listados abaixo:

- A palavra “próximo” na tela de instruções pode levar o usuário a entender que existe mais uma página de instruções. Talvez trocando por “entendi”, deixe mais claro que as instruções terminam naquela página.
- Foi sugerido que a resposta dada na tela de preenchimento de necessidade humana aparecesse na próxima tela, a tela de preenchimento do problema de projeto. Além de servir como um *feedback* para o usuário de que ele preencheu a tela anterior, serve também como um lembrete para o preenchimento da próxima etapa.

O teste realizado durante concepção da interface se torna muito útil para a correção de problemas antes da implementação da interface funcional. Desta forma economiza-se tempo de desenvolvimento (programação), visto que as correções já terão sido realizadas e a quantidade de modificações solicitadas à equipe de desenvolvedores será mínima ou até mesmo nula.

Com relação aos dados quantitativos obtidos neste segundo teste, segue a

**Tabela 5:**

PARTICIPANTE	PERG.	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4			Tarefa 5		
		Sim	Não	Talvez												
P1	Perg.1	x			x			x			x				x	
P2	Perg.1	x			x			x			x				x	
P3	Perg.1	x					x	x			x				x	
P4	Perg.1	x			x					x	x				x	
SCORE		4			3		1	3		1	4			4		
P1	Perg.2	x			x			x			x				x	
P2	Perg.2	x			x			x			x				x	
P3	Perg.2	x			x			x			x				x	
P4	Perg.2	x			x					x	x				x	
SCORE		4			4			3		1	4			4		
P1	Perg.3	x			x			x			x				x	
P2	Perg.3	x			x			x			x				x	
P3	Perg.3	x			x			x						x	x	
P4	Perg.3	x			x			x			x					x
SCORE		4			4			4			3			3		
SCORE TOTAL		12			11		1	10		2	11			1	11	
																1

Tabela 5 - Resultados do percurso cognitivo de acordo com o questionário do percurso cognitivo para o Teste 2.  
Fonte: a autora.

De acordo com o resultado obtido para o percurso cognitivo relativo à Tarefa 2, pode-se dizer que o problema foi solucionado, visto que apenas um especialista afirmou ter dúvida na realização da tarefa. A observação feita pelo especialista que encontrou esta dúvida foi que talvez o usuário não entendesse porque estava preenchendo as duas etapas dadas (necessidade humana e problema de projeto). Segundo o especialista, talvez fosse necessário enfatizar, na interface, que a leitura das instruções é importante para a interação com o modelo MD3E.

A tarefa 3, que consistia em realizar um desdobramento a partir do módulo atributos do produto, ainda apresentou problemas com relação à sua realização, comparativamente ao teste anterior (com *wireframes*). Porém, no teste anterior um especialista havia marcado a opção “não” no questionário do percurso cognitivo e outro havia marcado “talvez”. Neste segundo teste, dois especialista marcaram a opção “talvez”, o que demonstra que as adaptações realizadas já refletiram em melhorias na interface com relação à usabilidade.

Um dos problemas apontados nesta etapa foi com relação à inserção dos desdobramentos. Foi sugerido que os desdobramentos já inseridos se deslocassem para baixo (dentro do modal), ficando separados dos desdobramentos em edição. Dessa forma, ficaria mais claro para o usuário quais os atributos já foram efetivamente inseridos e quais ainda estão sendo editados. Essa proposta deixa clara a função do botão +, que serve pra inserir o atributo que já foi digitado (a

função do botão + está sendo confundida com a inserção do próximo atributo). A sugestão foi implementada na interface para a próxima etapa de testes.

A Tarefa 5 ainda apresentou dúvidas com respeito à sua realização, visto que 1 dos participantes citou que para a realização do desdobramento do módulo denominado atributos do produto foi necessário clicar sobre o mesmo. Para a exclusão, talvez o usuário não soubesse se deveria clicar no atributo desdobrado (denominado como funcionais), ou se deveria clicar no módulo anterior, denominado atributos do produto, por onde foi realizado o desdobramento. Houve discordância dos especialistas com relação a este aspecto.

Para solucionar este problema, optou-se por permitir que o atributo fosse excluído das duas maneiras. A primeira, clicando sobre o módulo atributos do produto e posteriormente clicar no sinal de menos para excluir o desdobramento realizado, conforme já demonstrado. A segunda maneira seria clicando sobre o desdobramento criado, denominado funcionais, e clicando no botão de excluir no modal como também foi demonstrado.

A decisão de permitir que o usuário realize a tarefa de duas maneiras distintas permite o atendimento da heurística “controle do usuário” proposta por Jordan (1998). Nesta situação, é dado ao usuário o controle sobre a preferência na forma de execução da tarefa.

#### **4.2.2 Análise dos Resultados para a Avaliação Heurística**

Os dados obtidos no Teste 2, realizado ainda com os mesmos especialistas que acompanham o projeto desde a etapa de *wireframes* seguem na Tabela 6:

HEURÍSTICAS	P1	P2	P3	P4	Mod a	Interpretação
<b>1. Consistência</b>	3	3	3	2	3	ATENDE
<b>2. Compatibilidade</b>	3	2	2	3	2 e 3	ATENDE PARCIALMENTE
<b>3. Consideração dos recursos do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>4. Feedback</b>	3	3	2	1	3	ATENDE
<b>5. Prevenção de erros e recuperação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>6. Controle do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>7. Clareza visual</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>8. Priorização da funcionalidade e da informação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>9. Transferência adequada de tecnologia</b>	N A	N A	N A	N A	NA	NA
<b>10. Explicitação</b>	3	3	2	3	3	ATENDE

Tabela 6 - Resultados da Avaliação Heurística para o Teste 2.  
Fonte: a autora.

No Teste 1 foram apontados problemas com relação às heurísticas “compatibilidade” e “feedback”. Com os resultados do Teste 2, foi possível observar que os problemas de *feedback* foram resolvidos com as alterações realizadas no desenvolvimento da interface gráfica. Porém, a heurística de compatibilidade ainda não foi atendida completamente.

O problema envolvendo a compatibilidade deve-se, de acordo com os especialistas, ao fato de o modelo de navegação pelo método MD3E ser totalmente diferenciado de outros modelos de desenvolvimento de projetos existentes ou mesmo de interfaces com as quais os usuários estão acostumados. Isso foi demonstrado pelo problema encontrado na realização da Tarefa 3, já analisado no percurso cognitivo. A Tarefa 3, que consistia em realizar um desdobramento a partir do desdobramento mínimo obrigatório denominado “atributos do produto” tem relação com o problema de compatibilidade visto que é a primeira tarefa que exige interação com o modelo MD3E.

#### **4.2.3 Modificações realizadas na interface com base nos resultados dos testes**

As sugestões dadas nesta etapa de teste, bem com a análise do percurso cognitivo e da avaliação heurística foram levadas em consideração para a adequação da interface a ser testada no Teste 3.

Com relação às cores utilizadas, visto que as mesmas teriam a função de diferenciar as três principais etapas do método MD3E (não sendo atribuída uma cor específica para cada etapa), optou-se por utilizar uma tríade com cores secundárias e menos saturadas, segundo a sugestão de alguns especialistas. As tríades complementares com cores secundárias foram escolhidas por proporcionarem contraste adequado entre as etapas, diferente do que ocorreria com a utilização de uma tríade harmônica, que deixaria as cores muito próximas, podendo causar confusão durante o uso do ambiente MD3E ou dificultando a interpretação das nuances de cor para pessoas com problemas de visão (FARINA, PERES e BASTOS, 2011).

Não foram relatados problemas por parte dos especialistas relativos aos ícones, botões, caixas de diálogo ou outros elementos visuais do sistema. Desta maneira, a interface a ser testada na terceira etapa ficou como representado no Apêndice H.

Para a última etapa de testes foram realizadas poucas modificações na forma de execução das tarefas. As etapas para a correta sua execução estão detalhadas no Apêndice I.

#### 4.3 TESTE 3: TESTE COM A SEGUNDA VERSÃO DA INTERFACE

Feitas as modificações na interface, segundo as sugestões dos especialistas no teste anterior, foi aplicado um terceiro teste, neste momento, com os 2 Grupos de especialistas. O Grupo 1 é formado pelos quatro especialistas que acompanharam o desenvolvimento do ambiente MD3E e o Grupo 2, por quatro especialistas que nunca tiveram contato com o ambiente. O objetivo deste teste é comparar os resultados do percurso cognitivo, avaliação heurística e teste de usabilidade com a utilização de métricas entre os dois grupos.

##### 4.3.1 Análise dos resultados para o percurso cognitivo

O percurso cognitivo foi aplicado com os dois grupos de participantes e a análise do mesmo foi separada por grupos.

#### **4.3.1.1 Grupo 1 – Especialistas que acompanharam o desenvolvimento do ambiente MD3E**

Foi apontado apenas 1 problema no Teste 3 com a interface MD3E:

- No modal para efetuar os desdobramentos ainda não está clara a funcionalidade do campo denominado comentários. Foi sugerido que se mudasse o nome deste campo para Descrição. Dois especialistas comentaram que este campo parece ser de preenchimento obrigatório. Falta uma indicação de que o preenchimento do mesmo não é obrigatório.

Outros aspectos importantes e sugestões estão listados abaixo:

- O uso de fonte cinza sobre botões cinza (nos módulos das etapas de pré-concepção, concepção e pós-concepção) indica que esses desdobramentos não são editáveis. Para deixar mais claro, foi sugerido que se usasse o ponteiro do *mouse* no formato de seta quando o usuário passasse por cima destes módulos ou tentasse clicar (*roll over*).

- Foi comentado que o botão de excluir, também dentro do modal de desdobramentos, pode ficar ambíguo quanto à sua função. Um dos especialistas comentou que teve a impressão que o botão poderia excluir os comentários feitos ou os desdobramentos efetuados. A função deste botão deve ser de excluir o módulo por completo.

Quanto ao questionário do percurso cognitivo, os resultados obtidos para o Grupo 1 constam na

Tabela 7:

PARTICIPANTE	PERG.	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4			Tarefa 5		
		Sim	Não	Talvez												
P1	Perg.1	X			x			x			x			x		
P2	Perg.1	X			x			x			x			x		
P3	Perg.1	X			x			x			x					x
P4	Perg.1	X			x			x			x			x		
SCORE		4			4			4			4			3		1
P1	Perg.2	X			x			x			x			x		
P2	Perg.2	X			x			x			x			x		
P3	Perg.2	x			x			x			x			x		
P4	Perg.2	x			x			x			x			x		
SCORE		4			4			4			4			4		
SCORE TOTAL		12			12			12			12			11		1

Tabela 7 - Resultados do questionário do percurso cognitivo para o Teste 3, realizado com o Grupo 1.  
Fonte: a autora.

Como demonstrado na tabela, nesta terceira etapa de testes apenas 1 dos especialistas relatou problemas na execução de alguma tarefa, no caso, a Tarefa 5. Foi apontado que o botão de excluir poderia causar confusão visto que estava dentro de um modal junto com outras funções, podendo tornar sua interpretação confusa (o usuário pode ficar em dúvida se o botão de excluir apagaria apenas os comentários, apenas os desdobramentos ou todo o módulo).

De acordo com a Tabela 7, os demais problemas apontados no Teste 2 foram resolvidos, comparativamente ao teste anterior, que pode ser observado na Tabela 5.

#### 4.3.1.2 Grupo 2 – Especialistas que nunca tiveram contato com o ambiente MD3E

Alguns problemas foram apontados pelo Grupo 2 de especialistas nesta etapa de teste:

- Os especialistas deste grupo também tiveram dúvidas sobre a função do campo comentários no modal de desdobramentos. Também foi feita a mesma sugestão de trocar o nome do campo para Descrição.
- Foi sugerido que todos os botões do sistema tivessem implementado a função de loading (quando o sistema mostra que está carregando uma página).

- O botão de excluir nos modais de desdobramentos deveria estar afastado do botão de ok. A proximidade dos mesmos pode propiciar erros quando o usuário já for experiente na interação com o sistema.

- Foi comentado por 2 especialistas que existe a necessidade de se ter um botão de desfazer. Apenas a caixa de diálogo de alerta de exclusão dos desdobramentos como recurso para prevenção de erros não é suficiente, visto que usuários experientes no sistema (em qualquer sistema) costumam executar as tarefas de forma mais rápida e podem clicar para excluir sem ler o alerta e apenas tomarem consciência da ação depois que a mesma tiver sido executada.

Outras sugestões e observações estão relatadas abaixo:

- Foi comentado que, após o preenchimento da necessidade humana e do problema de projeto deveria aparecer alguma caixa de dialogo indicando o que foi preenchido, focando apenas na parte central do modelo na tela, para que o usuário saiba onde estão as informações preenchidas anteriormente.

- Foi comentado durante os testes que a forma de navegação guiada seria o ideal para um ambiente como o MD3E.

Os resultados obtidos com o questionário do percurso cognitivo para o Grupo 2 constam na

**Tabela 8:**

PARTICIPANTE	PERG.	Tarefa 1			Tarefa 2			Tarefa 3			Tarefa 4			Tarefa 5		
		Sim	Não	Talvez												
P1	Perg.1	X			x			x			x			x		
P2	Perg.1	X			x			x			x			x		
P3	Perg.1	X			x						x	x		x		
P4	Perg.1	X			x						x			x	x	
SCORE		4			4			2	2	3			1	4		
P1	Perg.2	X			x			x			x			x		
P2	Perg.2	X			x			x			x			x		
P3	Perg.2	X			x			x			x			x		
P4	Perg.2	X			x			x			x			x		
SCORE		4			4			4	4	4				4		
P1	Perg.3			X	x			x			x			x		
P2	Perg.3	X			x			x			x			x		
P3	Perg.3	X						x	x		x			x		
P4	Perg.3	X						x	x		x			x		
SCORE		3		1	2			4			4			4		
SCORE TOTAL		11	2	1	10	2	10	2	11	1	12	2	1	12	2	

Tabela 8 - Resultado do questionário do percurso cognitivo realizado com o Grupo 2 no Teste 3.

Fonte: a autora.

Segundo os especialistas do Grupo 2, existem problemas na realização de todas as tarefas, exceto a Tarefa 5.

Na Tarefa 1, foi comentado que a falta de indicação de *loading* (carregamento do sistema) pode impedir que o usuário saiba que o sistema está processando o comando de *login* no sistema quando o computador ou a internet forem lentas.

Na Tarefa 2, o problema se deve à falta de ênfase na etapa central do círculo, que deveria indicar onde as informações digitadas anteriormente (necessidade humana e problema) estão localizadas.

Na Tarefa 3, que consistia na execução de três desdobramentos, foi apontado que o usuário talvez tivesse dificuldade de saber onde deveria clicar para a realização desta tarefa no primeiro uso.

A Tarefa 4 exigia que o especialista escrevesse um pequeno texto referente ao desdobramento (módulo) em que estava trabalhando, sem desdobrá-lo novamente. Para dois dos especialistas, não ficou claro que o campo denominado comentários fosse destinado a esta função.

#### 4.3.1.3 Análise comparativa entre grupos do Percurso Cognitivo

Com os dados obtidos no questionário do percurso cognitivo aplicado com os dois grupos de participantes, foi possível fazer um comparativo de resultados, conforme mostra a Tabela 9:

GRUPO 1	Resultado do Questionário (Geral)			GRUPO 2	Resultado do Questionário (Geral)		
	SIM	NÃO	TALVEZ		SIM	NÃO	TALVEZ
Tarefa 1	12	0	0	Tarefa 1	11	0	1
Tarefa 2	12	0	0	Tarefa 2	10	0	2
Tarefa 3	12	0	0	Tarefa 3	10	0	2
Tarefa 4	12	0	0	Tarefa 4	11	0	1
Tarefa 5	11	0	1	Tarefa 5	12	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

Tabela 9 - Resultados gerais (somas) do percurso cognitivo dos dois grupos de participantes.  
Fonte: a autora.

Foram somadas todas as respostas positivas (“sim”), as respostas intermediárias (“talvez”) e as respostas negativas (“não”) para as três perguntas do questionário do percurso cognitivo para cada tarefa. De acordo com a Tabela 9 apresentada, as respostas dadas pelos participantes dos dois grupos foram muito próximas.

Analizando a Tabela 9, pode-se dizer que a interface do ambiente MD3E não apresenta problemas de interação graves, visto que em nenhuma das perguntas

feitas para os participantes foi assinalada a opção de resposta “não” (usada para quando a interface não atende à expectativa do participante em algum aspecto).

No grupo de participantes que acompanharam o desenvolvimento da interface (Grupo 1), apenas 1 dos participantes assinalou uma resposta como “talvez”, enquanto que no Grupo 2, esse número foi de 6, que pode ser considerado um valor baixo, visto que equivale a 10 por cento do valor total de respostas dadas. Portanto, pode-se concluir que, segundo os resultados do questionário do percurso cognitivo, o ambiente MD3E atendeu às expectativas dos especialistas em ambos os grupos.

#### **4.3.2 Análise comparativa dos resultados para a avaliação heurística**

Foi aplicada a avaliação heurística com o Grupo 1 e com o Grupo 2 no Teste 3. Os resultados obtidos constam nas

Tabela 10 e Tabela 11:

HEURÍSTICA	P1	P2	P3	P4	Moda	Interpretação
<b>1. Consistência</b>	3	3	3	2	3	ATENDE
<b>2. Compatibilidade</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>3. Consideração dos recursos do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>4. Feedback</b>	3	3	3	1	3	ATENDE
<b>5. Prevenção de erros e recuperação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>6. Controle do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>7. Clareza visual</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>8. Priorização da funcionalidade e da informação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>9. Transferência adequada de tecnologia</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>10. Explicitação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE

Tabela 10 - Resultados obtidos na avaliação heurística do Teste 3, realizada com o Grupo 1.  
Fonte: a autora.

HEURÍSTICA	P5	P6	P7	P8	Moda	Interpretação
<b>1. Consistência</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>2. Compatibilidade</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>3. Consideração dos recursos do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>4. Feedback</b>	3	3	2	3	3	ATENDE
<b>5. Prevenção de erros e recuperação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>6. Controle do usuário</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>7. Clareza visual</b>	3	3	2	3	3	ATENDE
<b>8. Priorização da funcionalidade e da informação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE
<b>9. Transferência adequada de tecnologia</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>10. Explicitação</b>	3	3	3	3	3	ATENDE

Tabela 11 - Resultados obtidos na avaliação heurística no Teste 3, realizada com o Grupo 2.

Fonte: a autora.

A avaliação heurística realizada no Teste 2 (teste anterior) indicou problemas relativos à compatibilidade, mais especificamente na tarefa da realização dos desdobramentos (Tarefa 3). Após os ajustes realizados, a heurística foi atendida, de acordo com a avaliação feita com o Grupo 1 na terceira etapa de testes.

O Grupo 2 apresentou os mesmos resultados que o Grupo 1 para a avaliação heurística na terceira etapa de testes, não apontando problemas com relação à nenhuma das heurísticas.

A heurística número 9 (transferência adequada de tecnologia) não foi avaliada em nenhum dos testes com o ambiente MD3E visto que esta não se aplica à avaliação de interface gráfica estática.

Na avaliação heurística aplicada, os dois grupos demonstraram resultados finais (moda) iguais, indicando que o ambiente MD3E atende a todas as heurísticas (exceto pela heurística número 9, que não foi testada) propostas por Jordan (1998).

#### 4.3.3 Análise Comparativa dos resultados para o teste de usabilidade

O teste de usabilidade foi realizado com os dois Grupos de especialistas conforme descrito no item 4.5 desta dissertação.

As médias e medianas dos resultados obtidos estão distribuídos na Tabela 12:

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

Tabela 12 - Médias e medianas para o tempo de execução e número de erros de cada uma das tarefas dadas.  
Fonte: a autora.

Os gráficos comparativos entre os grupos relativos ao tempo para execução de cada tarefa estão no Apêndice J.

Para o teste de hipóteses relativo aos valores de tempo de execução das tarefas, foi aplicado o teste U de Mann-Whitney (BARBETTA, 2012), dado que o teste é indicado para aplicação em amostras pequenas e para quando a amostra não segue a distribuição normal.

Para tanto, utilizou-se a hipótese:

- Para  $\mu=0$  -> A mediana do tempo de execução da tarefa pelos especialistas do Grupo 1 é igual ao tempo de execução da mesma tarefa pelos especialistas do Grupo 2;
- Para  $\mu=1$  -> A mediana do tempo de execução da tarefa pelos especialistas do Grupo 1 é diferente do tempo de execução da mesma tarefa pelos especialistas do Grupo 2.

Então: Para  $p>=0,05$ ,  $\mu=0$ .

Para  $p<0,05$ ,  $\mu=1$ .

A taxa de confiabilidade do teste foi estipulada em 95 por cento. O resultado do teste foi obtido por meio do software SPSS, conforme indicado na Figura 14:

Resumo do Teste de Hipóteses				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Resultado
1	A distribuição do TempoT1 é a mesma para a categoria <b>Grupo</b> .	Teste U Mann-Whitney para Amostras Independentes	.057 <sup>1</sup>	Aceita a hipótese nula.
2	A distribuição do TempoT2 é a mesma para a categoria <b>Grupo</b> .	Teste U Mann-Whitney para Amostras Independentes	.686 <sup>1</sup>	Aceita a hipótese nula.
3	A distribuição do TempoT3 é a mesma para a categoria <b>Grupo</b> .	Teste U Mann-Whitney para Amostras Independentes	.057 <sup>1</sup>	Aceita a hipótese nula.
4	A distribuição do TempoT4 é a mesma para a categoria <b>Grupo</b> .	Teste U Mann-Whitney para Amostras Independentes	.029 <sup>1</sup>	Rejeita a hipótese nula
5	A distribuição do TempoT5 é a mesma para a categoria <b>Grupo</b> .	Teste U Mann-Whitney para Amostras Independentes	.200 <sup>1</sup>	Aceita a hipótese nula.

Figura 14 - Resultado do Teste U de Mann-Whitney para os testes de hipóteses de comparativo de tempos médios para execução das tarefas do teste de usabilidade realizado com os dois grupos.

Fonte: a autora. Dados gerados pelo SPSS.

Conforme observado, apenas a mediana do tempo da Tarefa 4 demonstra diferenças significativas nos tempos de execução observados.

Relativo ao teste de medição do número de erros cometidos durante o desenvolvimento das tarefas, conforme verificado, não foi cometido nenhum erro na interação com a interface em nenhum dos dois grupos testados, para nenhuma das tarefas dadas.

Os resultados para o teste de satsfação obtidos constam na Tabela 13:

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	5	1	5	1	5	1	4 e 5	1
	MEDIANA GERAL	5	1	4	1 e 2	5	1	5	1	4	1

Tabela 13 - Resultados do questionário de satisfação SUS para cada participante e cálculo das modas.

Fonte: a autora.

No questionário de satisfação aplicado com o Grupo 1, de forma geral, o resultado foi positivo, considerando que todas as respostas foram favoráveis. No Grupo 2 também se pode observar o mesmo resultado, indicando valores de mediana muito próximos aos do Grupos 1.

Para a avaliação estatística destes resultados, também foi utilizado o teste U de Mann-Whitney, conforme recomendado por Bertram (2015), visto que os dados obtidos são ordinais e não paramétricos.

Foi utilizado o software SPSS para este teste, com as hipóteses:

- Para  $\mu=0$  -> A mediana dos resultados do questionário de satisfação realizado pelos especialistas do Grupo 1 é igual à mediana dos resultados do questionário de satisfação realizado pelos especialistas do Grupo 2;
- Para  $\mu=1$  -> A mediana dos resultados do questionário de satisfação realizado pelos especialistas do Grupo 1 é diferente à mediana dos resultados do questionário de satisfação realizado pelos especialistas do Grupo 2;

A confiabilidade do teste também é de 95%, retornando como resultado os dados contidos na Figura 15:

Teste estatístico										
	Pergunta1	Pergunta2	Pergunta3	Pergunta4	Pergunta5	Pergunta6	Pergunta7	Pergunta8	Pergunta9	Pergunta10
Mann-Whitney U	6,000	8,000	6,000	4,000	8,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
Wilcoxon W	-16,000	18,000	16,000	14,000	18,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000
Z	-.683	,000	-,683	-,323	,000	-,1000	-,683	-,1000	-,683	-,1000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,495	1,000	,495	,186	1,000	,317	,495	,317	,495	,317
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,686 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>	,686 <sup>b</sup>	,343 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>	,686 <sup>b</sup>				

a. Variável de Agrupamento: Grupo

b. Não corrigido para relações.

Figura 15 - Resultados do teste de hipótese relativo ao questionário de satisfação SUS.  
Fonte: a autora. Dados gerados pelo SPSS.

Portanto: Para  $p \geq 0,05$  (Exact sig.), a Hipótese  $\mu=0$  é válida.

Para  $p < 0,05$ , a hipótese  $\mu=1$  é considerada válida.

Neste teste, todos os valores de p resultaram em valores maiores que 0,05, indicando que a hipótese  $\mu=0$  é válida, ou seja, os resultados dos questionários comparados entre os dois grupos, para as mesmas perguntas, não demonstram diferenças significativas.

## 5 CONCLUSÃO, CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

O problema levantado nesta pesquisa era de que os problemas de Ergonomia e Usabilidade em softwares voltados ao ensino podem desestimular o uso de novas tecnologias para a educação, bem como causar frustração e irritação nos usuários, desencorajando os mesmos no aprendizado tanto do conteúdo passado por meio da ferramenta como da própria ferramenta (CYBIS, BETIOL e FAUST, 2010; MONT'ALVÃO e DAMÁZIO, 2008; SANTAELLA, 2004).

Para o cumprimento do objetivo desta pesquisa, foi primeiramente realizada uma pesquisa bibliográfica para melhor entendimento do tema. Após esta etapa, foi realizada a análise da pesquisa feita com usuários relativos aos requisitos para a elaboração do ambiente MD3E.

Foram levantados os princípios de Design e de usabilidade dos principais autores para aplicação no desenvolvimento da interface. Os princípios de Jordan (1998) foram escolhidos por melhor se adaptarem aos requisitos da norma ISO 9241:11.

Utilizando-se o método de Garret (2000), foram desenvolvidas todas as etapas necessárias para a implementação e desenvolvimento do método MD3E para ambiente virtual. Foi possível testar, com especialistas, o plano de esqueleto e o plano de superfície (Garret, 2000) da interface durante o seu desenvolvimento.

Nesta dissertação foram pesquisados métodos de avaliações ergonômicas para avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Os métodos utilizados nesta pesquisa foram escolhidos de acordo com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento do ambiente MD3E (objeto de estudo).

Os três testes aplicados retornaram resultados muito semelhantes na última etapa de testes desta pesquisa, comparativamente entre os dois grupos pesquisados. A avaliação heurística retornou exatamente os mesmos resultados para os dois grupos, no que se refere ao atendimento das heurísticas propostas por Jordan (1998).

O Percurso Cognitivo também retornou resultados próximos, dado que 90 por cento das respostas foram positivas para os dois grupos pesquisados. Quanto aos testes de usabilidade utilizando métricas, ficou evidenciado que o tempo de execução da maioria das tarefas (80 por cento) não demonstrou diferenças

significativas na comparação entre os dois grupos de especialistas, o número de erros cometidos durante a execução de tarefas foi igual para os dois grupos (zero) e a análise estatística para os resultados no questionário de satisfação também não demonstraram diferenças significativas nas respostas dadas pelos dois grupos.

A avaliação heurística e o Percurso Cognitivo aplicados durante o desenvolvimento da interface tinham como objetivo garantir a aplicação dos princípios ergonômicos no ambiente MD3E. Esperava-se que os resultados destes testes na avaliação do ambiente MD3E na última etapa de testes fossem semelhantes para os dois grupos de especialistas, embora a hipótese exigisse que apenas o teste de usabilidade final (que ainda não havia sido aplicado para nenhum dos dois grupos) retornasse resultados sem diferenças significativas para ser comprovada.

Com todos os objetivos específicos cumpridos, e dados os resultados dos testes, foi possível concluir que a hipótese levantada nesta pesquisa, de que o método MD3E, desenvolvido em ambiente virtual com vistas para a Ergonomia, atenderia às expectativas dos especialistas com relação à Usabilidade (eficácia, eficiência e satisfação) ao final do processo de desenvolvimento foi corroborada.

O objetivo geral desta dissertação, de desenvolver e implementar a interface para o ambiente virtual MD3E, contribuindo, desta maneira, no processo de ensino e aprendizagem da área do Design por meio do uso de novas tecnologias para a educação que contemplem os requisitos da Ergonomia Cognitiva, foi alcançado. De fato, o ambiente MD3E foi desenvolvido com vistas para o Design e a Ergonomia Cognitiva e tem potencial de servir como ferramenta de apoio ao ensino de Design.

Algumas considerações podem ser feitas a respeito dos testes aplicados e dos resultados obtidos:

### 1. Quanto aos testes aplicados:

Para a etapa de desenvolvimento da interface percebeu-se que o Percurso Cognitivo retorna resultados úteis para a aplicação das modificações na interface. A avaliação heurística mostrou-se problemática na avaliação do ambiente MD3E visto

que ela não aponta especificamente os problemas encontrados na interface, apenas retornando uma noção geral dos princípios que não foram atendidos. O Percurso Cognitivo, por outro lado, permite que se saiba onde estão os problemas na interface bem como a gravidade dos mesmos.

As heurísticas parecem estar mais focadas no sistema do que no usuário, o que poderia contrariar a própria definição de Ergonomia, que enfoca que o sistema deve adaptar-se ao usuário. Com a avaliação heurística avalia-se o atendimento aos princípios, que foram desenvolvidos com base em estudos de interação, mas que, na hora da aplicação diz apenas se o sistema apresenta problemas, classificando-os de acordo com determinado autor. Por outro lado, o Percurso Cognitivo foca diretamente no usuário e nas tarefas, permitindo que se saibam exatamente as mudanças que devem ser feitas para que a interface se torne mais fácil de utilizar. Existe a necessidade de mais testes comparativos para verificar esta análise.

O teste de usabilidade baseado em métricas específicas (neste caso, tempo para execução da tarefa, número de erros e satisfação), aplicado ao final do processo de desenvolvimento do ambiente MD3E permitiu que se obtivesse uma resposta com respeito à facilidade de uso da interface e satisfação com a mesma, visto que o teste gera dados quantitativos, que podem ser testados estatisticamente. Os dados observados mostram também quais são os problemas encontrados na interface e onde eles se encontram.

Um dos problemas do teste de usabilidade seria o seu uso em interfaces que estejam no início do desenvolvimento, visto que poderia ser difícil testar exatamente o tempo de execução de tarefas que não estão 100% implementadas. Poderia também ser complicado definir o que seriam considerados erros cometidos na execução da tarefa, visto que o especialista, nesta fase de desenvolvimento, faz mais questionamentos com relação à forma de realização das tarefas e se concentra em buscar alternativas para a execução da mesma, já que o modo de realização das tarefas não está completamente definido ainda.

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).

Dadas as observações relativas aos testes aplicados nesta dissertação, surge a necessidade de mais pesquisas comparativas envolvendo testes ergonômicos em interfaces gráficas e ainda, quais os testes indicados para cada etapa de desenvolvimento destas interfaces.

2. Quanto ao momento de realização dos testes (etapas de desenvolvimento da interface):

Os testes realizados com especialistas durante o desenvolvimento da interface, de fato, propiciaram que a interface tivesse ajustes importantes para seu bom desempenho, sendo aprovada, ao final do desenvolvimento, por especialistas que nunca obtiveram contato com a interface.

Os dados do questionário do percurso cognitivo estão dispostos na Tabela 14, que mostra que o número de respostas positivas (“Sim”) foi aumentando para o Grupo 1 à medida que a análise dos problemas encontrados era realizada e as modificações sugeridas pelos especialistas eram implementadas na interface. O número de respostas negativas (Não) foi reduzido no decorrer dos testes, não aparecendo no último teste, em ambos os grupos. As respostas marcadas como “talvez” também foram reduzindo ao longo dos testes com o Grupo 1, permanecendo baixo mesmo no Grupo 2, em relação ao primeiro teste realizado.

	Resultado do Questionário para o Teste 1 – Grupo 1			Resultado do Questionário para o Teste 2 – Grupo 1			Resultado do Questionário para o Teste 3 – Grupo 1			Resultado do Questionário para o Teste 3 – Grupo 2		
	Sim	Não	Talvez									
Tarefa 1	12	0	0	12	0	1	12	0	0	11	0	1
Tarefa 2	6	1	5	11	0	2	12	0	0	10	0	2
Tarefa 3	10	1	1	10	0	1	12	0	0	10	0	2
Tarefa 4	11	1	0	11	0	1	12	0	0	11	0	1
Tarefa 5	9	0	3	11	0	0	11	0	1	12	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>59</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>6</b>

Tabela 14 - Resultado do Percurso Cognitivo para cada teste aplicado.

Fonte: a autora.

Da mesma maneira como observado no percurso cognitivo, com a avaliação heurística nota-se que mais heurísticas foram atendidas com o decorrer dos testes (Tabela 15). No Teste 1, as heurísticas de compatibilidade e *feedback* foram marcadas como “atende parcialmente”. No Teste 2, apenas a heurística de

compatibilidade foi marcada como “atende parcialmente”. No Teste 3, todas as heurísticas foram atendidas, de acordo com os especialistas dos dois grupos.

Heurísticas	Teste 1 – Grupo 1	Teste 2 – Grupo 1	Teste 3 – Grupo 1	Teste 3 – Grupo 2
1.Consistência	Atende	Atende	Atende	Atende
2.Compatibilidade	Atende Parcial.	Atende Parcial.	Atende	Atende
3.Consideração dos recursos do usuário	Atende	Atende	Atende	Atende
4.Feedback	Atende Parcial.	Atende	Atende	Atende
5.Prevenção de erros e recuperação	Atende	Atende	Atende	Atende
6.Controle do Usuário	Atende	Atende	Atende	Atende
7.Clareza visual	NA	Atende	Atende	Atende
8.Priorização da funcionalidade e da informação	Atende	Atende	Atende	Atende
9.Transferência adequada de tecnologia	NA	NA	NA	NA
10.Explicitação	Atende	Atende	Atende	Atende

Tabela 15 - Comparativo entre as respostas ao atendimento das heurísticas dos testes realizados.

Fonte: a autora.

As recomendações de Nielsen (2014) de testar a interface desde o início de seu desenvolvimento demonstraram ser válidas para os testes da interface MD3E, propiciando melhorias nos aspectos relativos à usabilidade.

Apesar disso, é necessária ainda a execução de testes com usuários finais para verificar se a interface atende às expectativas do público-alvo.

### 3. Quanto à quantidade de especialistas necessários para a identificação dos problemas encontrados na interface

De acordo com os testes realizados para esta pesquisa, no Teste 1, utilizando o percurso cognitivo, foram mencionados 6 aspectos sobre a interface que foram considerados como problemas, na visão do avaliador (avaliação qualitativa do percurso cognitivo).

No Teste 2 foram encontrados 4 problemas e no Teste 3 este número reduziu para apenas um problema. O Grupo 2 identificou três problemas no Teste 3 (o número foi contado excluindo-se os problemas encontrados pelos dois grupos), sendo estes problemas diferentes dos encontrados pelo Grupo 1.

Dadas estas observações, conclui-se que, caso se considerasse o resultado do primeiro teste realizado com o Grupo 1 (seis problemas encontrados) em

comparação com o resultado do terceiro teste com o Grupo 2 de especialistas (três problemas encontrados), não poderia se dizer que foram identificados 75 por cento dos problemas da interface com o número de quatro especialistas, no teste realizado com o MD3E.

Mesmo somando-se todos os problemas encontrados pelo Grupo 1, nas três etapas de testes, teríamos o total de onze problemas encontrados, o que equivale a 73% do total de problemas identificados pelos dois grupos. O que se conclui é que o número de três a cinco especialistas recomendado por Nielsen (1994; 2012) para a identificação de 75% dos problemas de usabilidade em uma interface pode não se aplicar para todos os testes de usabilidade. Lindgaard e Chattratichart (2007) afirmam que a quantidade de especialistas sugeridas por Nielsen (2012) pode ser válida se for efetuado mais de um teste na mesma interface, em momentos distintos, durante a etapa de desenvolvimento.

Dos problemas encontrados pelo Grupo 2, pelo menos dois deles podem ser considerados graves (falta do botão desfazer e falta da indicação de *loading*/carregamento da próxima página quando um botão era acionado). A explicação do fato de os participantes do Grupo 1 não identificarem alguns erros graves pode ser dada pelo fato de os mesmos já estarem familiarizados com a interface após o primeiro teste e não perceberem mais alguns aspectos importantes (PREECE, ROGERS e SHARP, 2013).

Muitos profissionais sugerem ainda o número de 5 a 12 participantes para testes de usabilidades em ambientes controlados (DUMAS E REDISH, 1999). Porém, os estudos de Lindgaard e Chattratichart (2007) demonstram que não existe relação entre o número de usuários testados e o número de problemas de usabilidade encontrados. Cockton e Woolrych (2001) indicam que o número de especialistas necessários para encontrar 75% dos problemas depende do tipo de problemas.

No teste realizado com o ambiente MD3E foi possível identificar muitos problemas com a interface, apontados pelos especialistas do Grupo 1, porém, o Grupo 2 apontou problemas graves não encontrados pelos especialistas do Grupo 1. Foi possível obter muitas recomendações e sugestões por parte dos dois grupos, porém, não é possível dizer se o número de especialistas foi suficiente para a adequação da interface ao usuário final sem realizar testes com esses usuários.

Enfatiza-se a necessidade de um estudo futuro envolvendo usuários para a verificação desta questão.

### 5.1 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS E DESDOBRAMENTO DESTA PESQUISA

Os principais aspectos relativos às propostas para trabalhos futuros e desdobramento desta pesquisa estão listados a seguir:

- Existe a necessidade de estudos comparativos de teses ergonômicos e de usabilidade, especificamente voltados para a avaliação de ambientes virtuais de aprendizagem, por se tratarem de interfaces diferentes de páginas web convencionais;
- É necessário que se façam mais pesquisas com a finalidade de atualizar as heurísticas de usabilidade para que elas sejam compatíveis com as novas tecnologias. Neste sentido também é importante que sejam elaboradas heurísticas específicas para os diferentes tipos de produto que surgem no mercado (aplicativos para celulares e tablets, ambientes virtuais, sistemas operacionais, etc.).
- Os estudos da psicologia cognitiva são fontes de embasamento para o estudo dos testes de usabilidade envolvendo seres humanos. Novas teorias apresentadas por esta disciplina devem ser estudadas para avaliar sua aplicabilidade no Design e no teste de interfaces.
- Não existe um consenso sobre a quantidade de especialistas necessários para um teste de usabilidade. É necessário que se façam mais estudos que indiquem um número de especialistas que seja suficiente para testes de usabilidade em ambientes virtuais de aprendizagem de forma que se obtenha resultados mais confiáveis;
- É necessária a realização de adequações na interface do ambiente MD3E desenvolvido de acordo com o último teste realizado nesta pesquisa para a realização de testes com usuários finais do produto.



## REFERÊNCIAS

ABERGO - **Associação Brasileira de Ergonomia**. Disponível em: <<http://www.abergo.org.br/>>. Acesso em: 01 set. 2013.

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

ABRAHÃO, J. I. SILVINO; A. M.; SARMET, Maurício M. Ergonomia, Cognição e Trabalho Informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, 21(2), 163-171, 2005.

ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M.; SARMET, M. M. Ergonomia, Cognição e Trabalho Informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, 21(2), 163-171, 2005.

ABREU, M. F. Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2006.

ALVES, C. A. Experiência de Ensino a Distância com Modelo Semipresencial na Disciplina de Neurologia da Escola de Medicina e Cirurgia da UNIRIO-DOI: 10.3395/reciis. v5i1. 375pt. **RECIIS**, v. 5, n. 1, 2011.

ANDERSEN, P. B. **A Theory of Computer Semiotics**. Updated ed. of 1990. New York: Cambridge University Press, 1997.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2012.

BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces**. Racquencourt, France: INRIA, 2003.

BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. Campinas: Autores Associados, 2006.

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

BERTRAM, D. Likert scales. **Retrieved November**, v. 2, 2013. Disponível em <http://my.ilstu.edu/~eostewa/497/Likert%20topic-dane-likert.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2015.

BRAGLIA, I.; GONÇALVES, B. Abordagem sistemática do design na implementação de hipermídias para aprendizagem. In: 4º Conahpa: **Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem**, 2009. Anais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

BROOKE, J. SUS: A retrospective. **Journal of usability studies**. Vol. 8, pp. 29-40, fev. 2013.

BRUSTULIN, G. H.; SANTOS, F. A. N. V. S. Aplicação do método aberto (MD3E) em projetos ergonômicos de produtos. **Human Factors in Design**, v. 1, n. 1, 2012.

BURGOS. T. L. Navegabilidade e comunicabilidade em ambientes pedagógicos de EAD via web. **Anais XVII Semana de Humanidades**, 2009.

CAETANO, K. C.; PERES, H. H. C. Metodologia para estruturação de hipertexto aplicado ao ensino de enfermagem. **Acta Paul Enferm**, v. 20, n. 2, p. 175-9, 2007.

CANCIGLIERI JUNIOR, O.; BRAMBILLA, E. M.; BITTELBRUNN, C. C. A usabilidade e a Ergonomia no suporte às atividades de projeto em desenvolvimento de produtos. In: **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Foz do Iguaçu, 2007.

CARUSI, A.; MONT'ALVÃO, C. Interatividade de websites educacionais: uma avaliação baseada no design de navegação. In: **10º USIHC – 10º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade**, 2010, Rio de Janeiro. PUC-Rio: Rio de Janeiro: 2010.

COCKTON, G.; WOOLRYCH, A. Understanding inspections methods: lessons from an assessment of heuristic evaluation. **People & Computers XV**. Springer-Verlag: Berlin, 2001.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade**: Conhecimentos, métodos e aplicações. São Paulo: Novatec, 2010.

DIAS, L. A. **Desenvolvimento de Interfaces de Ambientes Interativos para Usuários Novatos**: o caso de trabalhadores rurais. 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DIAS, C. **Usabilidade na Web**. Rio de Janeiro: AltaBooks, 2007.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das Cores em Comunicação**. Edgard Blucher: São Paulo, 2011.

FENNER, R. C. **Contribuições do Design na produção de Software educacional**. Dissertação de Mestrado, 2000.

FERRARI, P. **Hipertexto, hipermídia**: As novas ferramentas da comunicação digital. São Paulo: Contexto, 2007.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurelio**. 7a Edição. Curitiba: Ed. Positivo: 2008.

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

FRISONI, B. C. **Ergodesign, metodologia ergonômica: “designing” para o uso humano**. Dissertação – Programa de Mestrado em Design, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2000.

GARRETT, J. J. **The Elements of User Experience**: modelo conceitual. Disponível em: <<http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>>. Acesso em: set. 2014.

GIGERENZER, G.; TODD, P. M; Simple Heuristics that Make us Smart. **The ABC Research Group**. New York: Oxford University Press, 1999.

GOMES, A. S.; PADOVANI, S. Usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software educativo. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. SBIE’2005, Juiz de Fora (MG). Revista FAEBA, v.12, nº 18, 2003.

GONÇALVES, C. F. F. **Ergonomia e qualidade nos serviços: uma metodologia de avaliação**. Londrina, Ed. UEL, 1998.

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: **P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.) Human Mental Workload**. Amsterdam: North Holland Press, 1988.

ICSID. **International Council of Societies of Industrial Design**. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em 20 mai. 2015.

IEA. International Ergonomics Association. **What is Ergonomics**. Disponível em: <[http://www.iea.cc/01\\_what/What%20is%20Ergonomics.html](http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html)>. Acesso em 01 set. 2013.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ISO 9241-11: **Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)**. Part 11 — Guidelines for specifying and measuring usability. Génève: International Organisation for Standardisation, 1998.

ISO 9241-210: **Human-centred design processes for interactive systems**. Génève: International Organisation for Standardisation, 2010.

ISOTANI, S.; BRANDÃO, L. O. iMática: ambiente interativo de apoio ao ensino de matemática via internet. In: anais do Workshop sobre Informática na Escola, **XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. 2001. p. 533-543.

JASPERS, M.; STEEN, T., VAN DEN BOS, C.; GEENEN, M. The think aloud method: a guide to user interface design. **International journal of medical informatics**, v. 73, n. 11, p. 781-795, 2004.

JORDAN, P. W. **An introduction to usability**. London: Taylor and Francis Ltda, 2001.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**: O futuro do pensamento na era da informática. Editora 34: São Paulo, 2004.
- LINDEN, J. V. D. **Ergonomia e design**: prazer, conforto e risco no uso de produtos. Porto Alegre: Uniritter, 2007.
- LINDGAARD, G.; CHATTRATICHART, J. Usability Testing: What Have We Overlooked? **CHI 2007 Proceedings**, ACM Press (2007).
- LÖBACH, B. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. Edgard Blucher, São Paulo, 2001.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARMARAS N.; PAVARD B. Problem-driven approach to design of information Technology Systems Supporting Complex Cognitive Tasks. **Cognition, Technology & Work**, Spring-Verlag London Limited (1:222-236), 2000.
- MAYHEW, D. J. **The Usability Engineering Lifecycle**: A Practitioner. West Tisbury, Ma, U.s.a: Morgan Kaufmann, 1999.
- MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. "Software educacional" (verbete). **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2002.
- MONTALVÃO, C.; DAMAZIO, V. **Design, Ergonomia, Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad, 2008.
- MORAES, A.; SANTOS, R. Ergonomia, Interação Humano-Computador, Usabilidade: Gerência de Conteúdo, Arquitetura da Informação, Navegação, etc., etc. – até o virtual. **1ª Conferência Nacional em Interacção Pessoa-Máquina**. 2004.
- MULLING, T. T. **Design experiencial da teoria a práxis: recomendações para o projeto de hipermídias experienciais**. Dissertação de Mestrado. UFSC: Florianópolis, 2010.
- MUNARI, B. **Das coisas nascem as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- MUSSOI, E. M. **Proposta de desenvolvimento de um software para o ensino e aprendizagem de geografia nas séries iniciais**. Dissertação de Mestrado, 2006.
- NEVES, D. A. **Revista Ciência da Informação**. Brasília v. 35, n. 1, p. 39-44. Jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v35n1/v35n1a05.pdf>>. Acesso em 12 abr. 2012
- NIELSEN, J. Heuristic Evaluation. In: **J. Nielsen e R. L. Mack (eds) Usability Inspection Methods**. John Wiley & Sons Inc.: New York, 1994.

- \_\_\_\_\_. **Web usability**: past, present and future, 1999.
- \_\_\_\_\_. 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 fev. 2015.
- \_\_\_\_\_. Thinking Aloud: The #1 Usability Tool. **Nielsen Norman Group**. 2014. Disponível em: <<http://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>>. Acesso em fev. 2015.
- NORMAN, Donald. **Design Emocional**: Por que Adoramos (ou Detestamos) os Objetos do Dia-a-dia. Rocco, 2008.
- NUNES, J. V.; GONÇALVES, B. S. Avaliação de hipermídia para aprendizagem sob uma abordagem ergonômica e pedagógica. **Design & Tecnologia**, v. 2, n. 03, p. 01-09, 2012.
- OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliado por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetado**. Florianópolis. SC. PPGEM. UFSC. 1999. Tese.
- PASSARELLI, B. **Interfaces digitais na educação**. São Paulo: Escola do futuro da USP, 2007.
- PEREIRA, A. T. C. **Ambientes virtuais de aprendizagem em diferentes contextos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2007.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética**. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, (Coleção Os Pensadores), 1983.
- PICCOLI, C. I. **Design de Experiência: Uma Contribuição no Processo de Redesign – estudo de caso fitOn**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação**: além da interação homem-computador. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- RENNEBERG, M. **Contribuições do Design para a evolução do hiperlivro do AVEA-LIBRAS**: O processo de desenvolvimento de interfaces para Objetos de Aprendizagem. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- RIBEIRO, M. A.; ROMEIRO FILHO, E.; GOUVINHAS, R. P. O Design Universal como Abordagem Ergonômica na Concepção de Produtos. In: **3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. 2001. Disponível em:

<http://www.iem.unifei.edu.br/sanches/Ensino/pos%20graduacao/GPDP/artigos/Artigo%207.PDF>. Acesso em: 17 de agosto de 2014.

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

SANTOS, F. A. N. V. dos. **MD3E (método de desdobramento em 3 etapas)**: uma proposta de método aberto de projeto para uso no ensino de design industrial. Tese de Doutorado. 2005.

SCHERRE, P. P. **Análise ergonômica da navegação dos usuários em livro-texto digital**. 2010.

SILVA FILHO, J. L. F. Ergonomia cognitiva em ambientes virtuais de aprendizagem: uma análise da interface humano-computador (IHC) do sistema polvo. **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**. Rio de Janeiro: Quartet, 2000.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

STRAMLER, J. H. **The dictionary for human factors/ergonomics**. Boca Raton, Florida: CRC, 1993.

TORRENTE, M. C. S.; PRIETO, A. B. M.; GUTIÉRREZ, D. A.; SAGASTEGUI, M. A. Sirius: A heuristic-based framework for measuring web usability adapted to the type of website. In: **Journal of Systems and Software**. Oviedo, v. 86, ed. 3, p. 649-663, mar. 2013.

TAYLOR, F. W. **The Principles of Scientific Management**. 1911. Disponível em: <http://www.marxists.org/reference/subject/economics/taylor/index.htm>. Acesso em mar. 2014.

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

ULBRICHT, V. R. Design de hipermídia: proposta metodológica. In: **3º Conhapa: Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem**, 2008. Anais. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

VIDAL, M.C.; CARVALHO, P.V.R. **Ergonomia cognitiva**. Rio de Janeiro 2008.

YAN, R. The Research of Human-Computer Interface Design based on Vision Communication. **Procedia Engineering**, 15, 3114–3118, 2011.

## ANEXOS



## ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



CONSELHO ESTADUAL DE PESQUISAS NA UDESC – CEPHS

**GABINETE DO REITOR**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O(A) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa de mestrado intitulada **“ERGONOMIA COGNITIVA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO ABERTO MD3E PARA AMBIENTE VIRTUAL”**, que será composta por um teste de usabilidade e por um questionário, tendo como objetivo identificar possíveis falhas na usabilidade (compreendida pela soma de critérios de Eficácia, Eficiência e Satisfação) do referido ambiente virtual e sugerir melhorias para minimizar e/ou solucionar as mesmas.

Serão previamente marcados a data e o horário para o teste de usabilidade e preenchimento do questionário. Tanto o teste de usabilidade quanto o preenchimento do questionário serão realizados nas dependências do 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 aos pesquisadores envolvidos, pelo prazo de cinco (5) anos, sendo eliminadas após este período. Em momento algum as mesmas serão disponibilizadas a outras pessoas ou divulgadas. O questionário envolve questões relacionadas às suas percepções e opiniões sobre ambiente virtual e sugestões para melhorar o funcionamento dele. Não é obrigatório responder a todas as perguntas, tampouco submeter-se a todas as atividades contidas no teste de usabilidade.

*Os riscos destes procedimentos são mínimos, e estão relacionados ao caso de o(a) senhor(a) sentir desconforto, frustração ou constrangimento ao executar as atividades propostas no teste de usabilidade e/ou durante o preenchimento do questionário. Cabe lembrá-lo(a) que as atividades possuem medições não-invasivas e a equipe de pesquisadores estará à sua disposição para prestar suporte imediato durante toda a atividade, podendo o(a) senhor(a) desistir de participar da pesquisa a qualquer instante.*

A sua identidade será preservada: cada indivíduo participante da pesquisa será identificado apenas 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 em participar deste estudo serão contribuir para a melhoria na usabilidade de ambientes virtuais que facilitam o desenvolvimento de projetos, por meio da identificação e correção dos 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 sua autorização para o uso desses dados para a produção de artigos técnicos e científicos, lembrando que seu anonimato será mantido. Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas

vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador Aline Girardi Gobbi e outra com o(a) senhor(a). Agradecemos sua participação.

ALINE GIRARDI GOBBI - Aluna do Mestrado em  
Design

(48) 9696 1494

Rua Antônio Francisco da Silveira, 272. Florianópolis-SC/CEP 88040-160

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos –  
CEPSH/UDESC

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi – Fone: (48)3321-8195

Florianópolis – SC/ CEP 88035-001

### 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 comprehendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas a partir das atividades realizadas por mim, e que fui informado(a) que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

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

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

## ANEXO B – Consentimento para fotografias, vídeos e gravações

**CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES**

Permito que sejam realizadas fotografia, filmagem ou gravação de minha pessoa para fins da pesquisa científica intitulada “ERGONOMIA COGNITIVA APLICADA NO DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO ABERTO MD3E PARA AMBIENTE VIRTUAL”, 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.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Local e Data

---

Nome do Sujeito Pesquisado

---

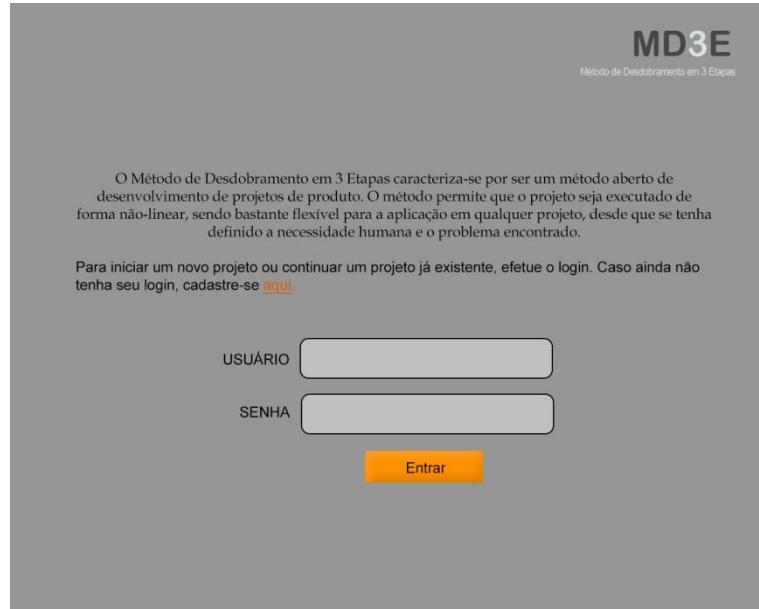
Assinatura do Sujeito Pesquisado



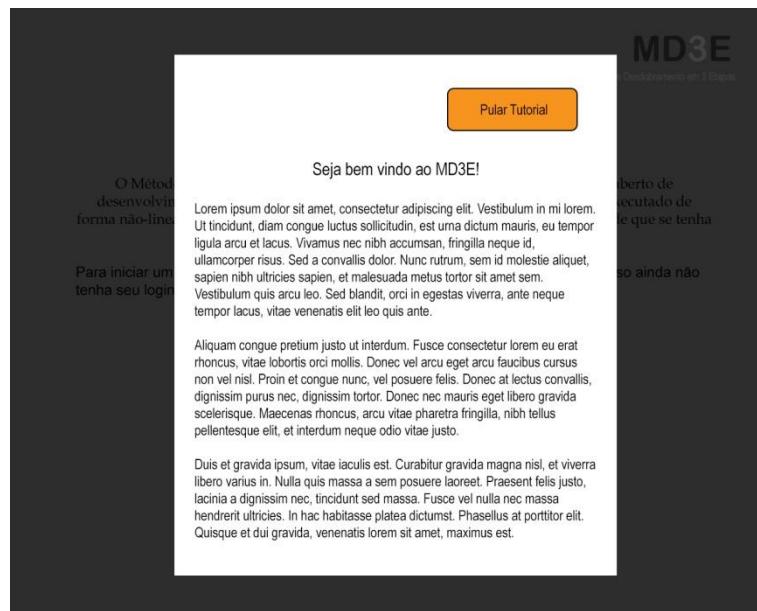
## APÊNDICES



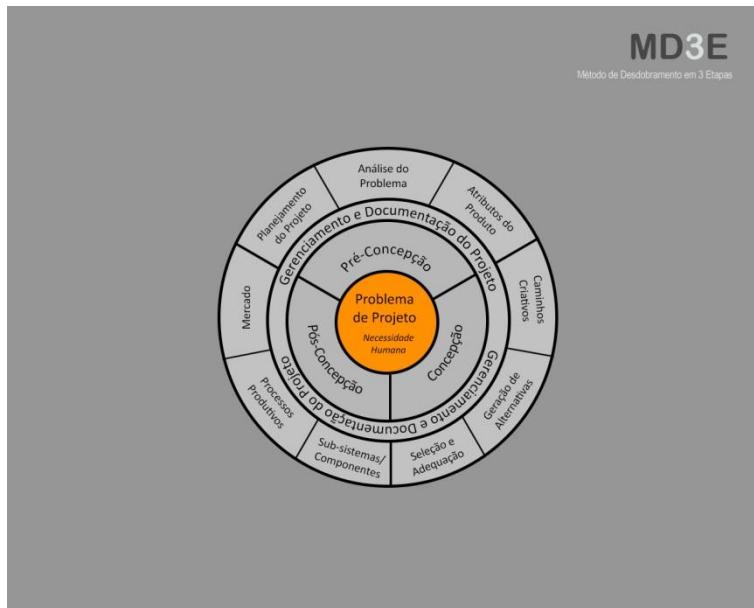
## APÊNDICE A – Plano de Esqueleto do Modelo MD3E (Wireframes)



Wireframe para *login* no ambiente MD3E  
Fonte: a autora.



Wireframe para a tela de instruções/tutorial do ambiente MD3E.  
Fonte: a autora.



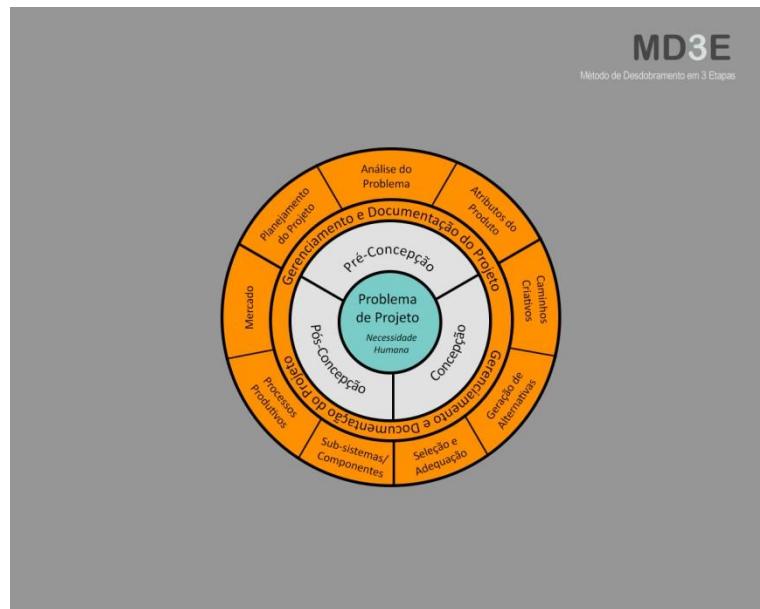
Wireframe para a tela do estado inicial do modelo MD3E.

Fonte: a autora.



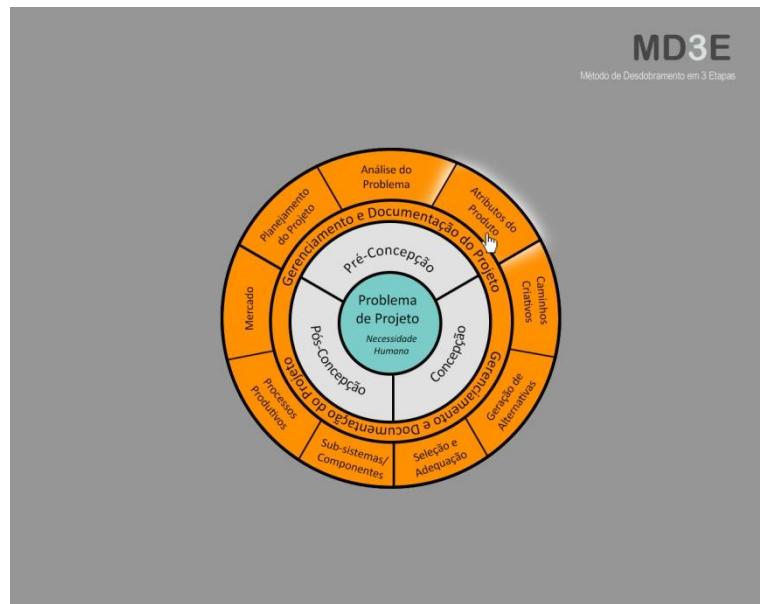
Wireframe para caixa de preenchimento de Necessidade Humana e Problema de Projeto.

Fonte: a autora.



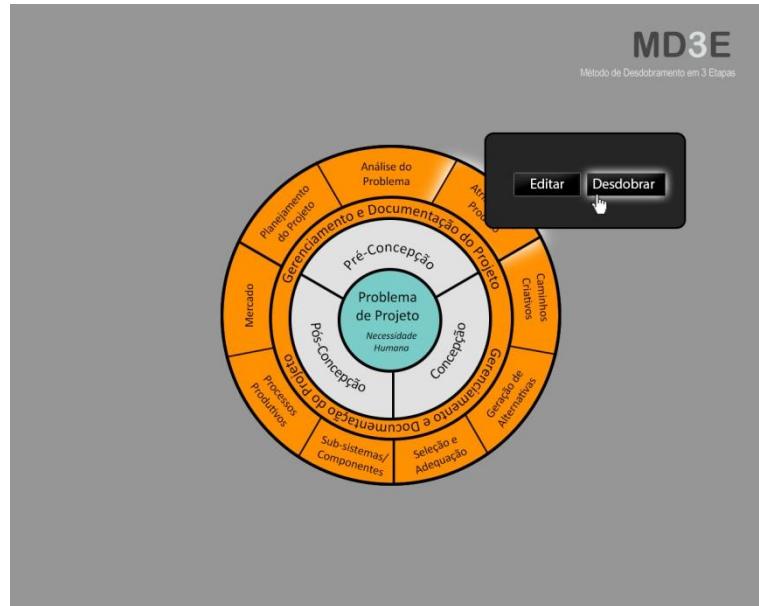
Wireframe para tela com feedback da necessidade humana e problema de projeto preenchidas. As áreas em azul-esverdeado indicam o que já foi editado e as áreas em laranja indicam os itens disponíveis para edição (ainda não editados).

Fonte: a autora.



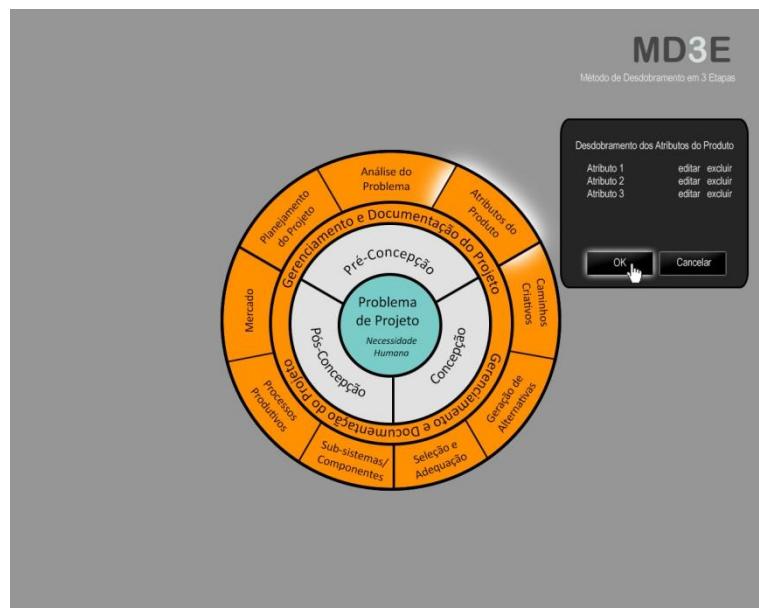
Wireframe para tela com indicação de desdobramento selecionado.

Fonte: a autora.



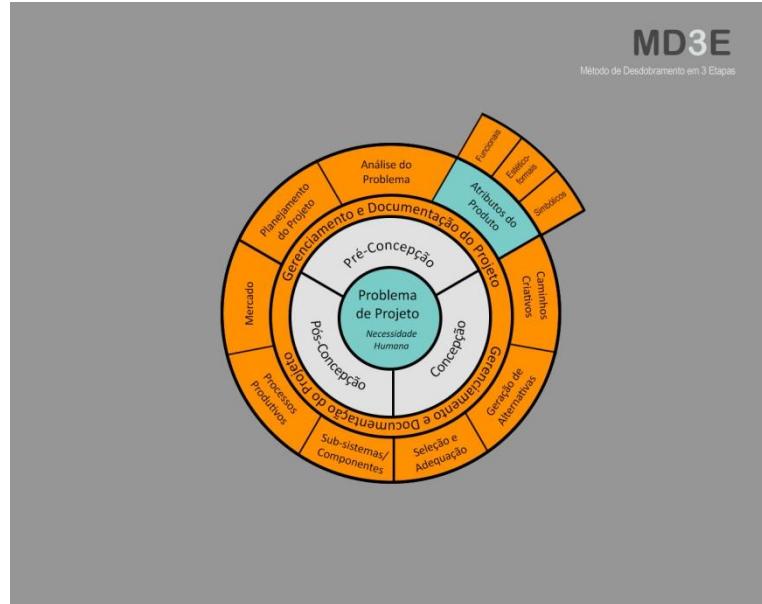
Wireframe com caixa para seleção de desdobramento ou edição de módulo.

Fonte: a autora.



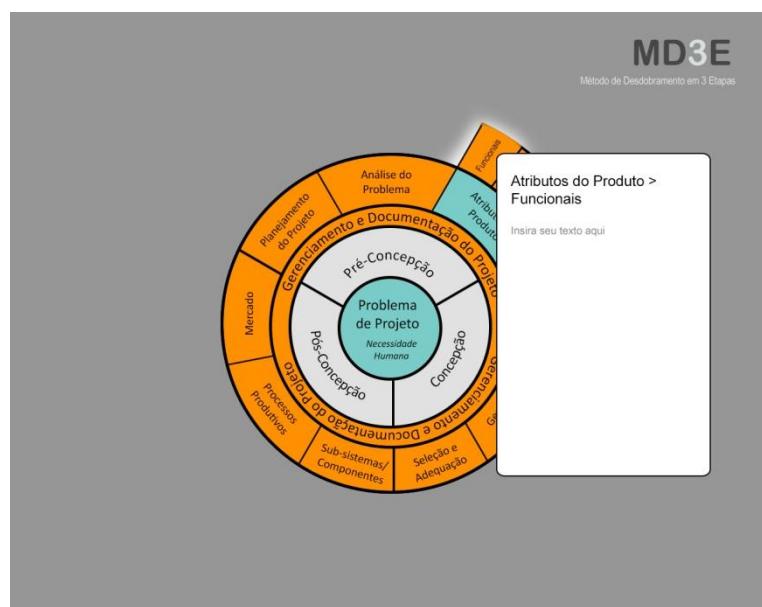
Wireframe com o quadro para efetuar desdobramentos de módulos.

Fonte: a autora.



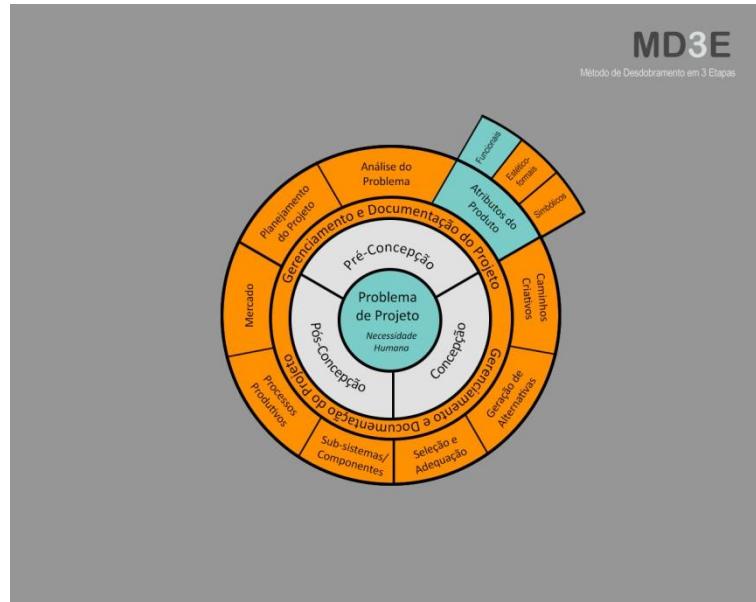
Wireframe com o *feedback* dos desdobramentos efetuados no módulo atributos do produto.

Fonte: a autora.



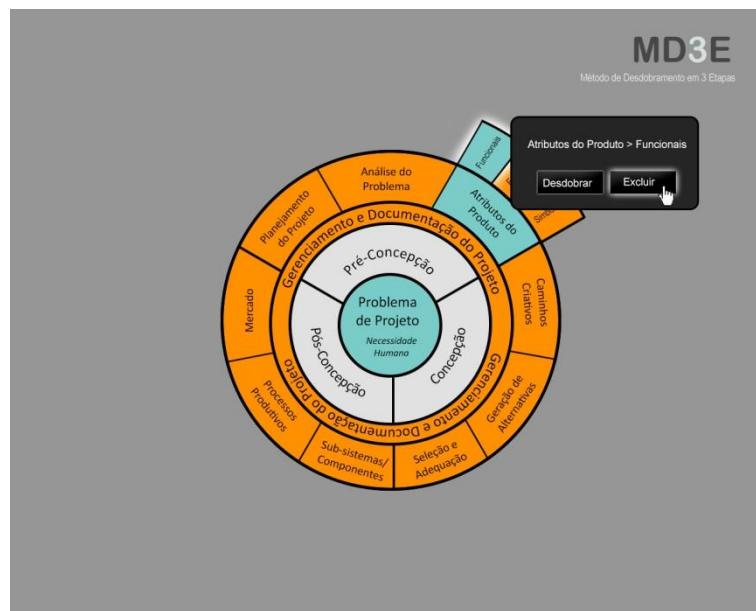
Wireframe com caixa de texto para a inserção de comentários relativos ao desdobramento efetuado.

Fonte: a autora.



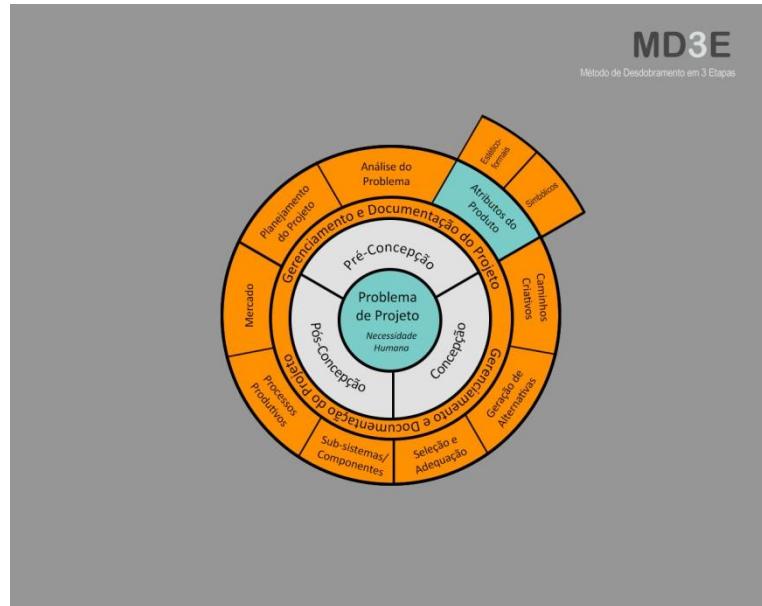
Wireframe para tela de *feedback* do módulo (desdobramento) editado (comentado). Todos os módulos que foram editados mudam da cor laranja para a cor azul esverdeado.

Fonte: a autora.



Wireframe com caixa de seleção para exclusão do desdobramento realizado.

Fonte: a autora.



Wireframe com a tela de *feedback* da ação de exclusão do desdobramento denominado “funcionais”.

Fonte: a autora.



## APÊNDICE B: Recomendações para Design de Telas de Tidwell (2011)

- **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. O aplicativo não pode prosseguir sem que o usuário tome uma decisão neste momento. No caso do MD3E, os recursos de desdobramento, edição e exclusão de módulos são todos efetuados por meio dos modais.
- **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) e saber exatamente quantas etapas ele havia finalizado e quantas faltavam.
- **Visual framework (coerência visual):** 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.
- **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.
- **Botões:** 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.

- *Hover Tools (ferramentas hover)*: 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. No ambiente MD3E essa função foi utilizada principalmente na etapa em que o usuário chegava na tela do método propriamente dito. Quando o usuário passa o mouse sobre algum dos módulos do MD3E, o mesmo muda de cor para indicar que está selecionado.

- **Aspectos Estéticos**: É recomendado que se utilizem poucas cores na interface, com variações na escala cromática. Na interface do MD3E foram utilizadas escalas de cinza principalmente e um tom de verde em alguns elementos da interface. Foi utilizado ainda o vermelho para botões específicos (botão excluir) para dar ênfase à função, exigindo maior atenção por parte do usuário. Na tela do modelo MD3E foram utilizadas três cores para separação das etapas básicas (pré-concepção, concepção e pós-concepção). Para a identificação das etapas/desdobramentos já completados foram utilizadas as cores do modelo em tons mais escuros.

- **Contraste de peso de fontes**: 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 de seguir os princípios do Design para a criação da interface gráfica do ambiente MD3E serão levados em consideração os princípios ergonômicos, os princípios de usabilidade de Jordan (1998) e o resultado do teste para os

*wireframes*, que possibilitará a obtenção de informações importantes relativas à usabilidade do sistema.



## APÊNDICE C – Questionário de Avaliação Heurística

Heurística	Perguntas	Não	Parcial	Sim	NA	Limitações/ Problemas encontrados	Sugestões para o atendimento da heurística
		1	2	3	0		
1. Consistência	1. A navegação na interface MD3E é intuitiva?						
	2. Foi fácil executar as tarefas solicitadas?						
	3. Tarefas semelhantes puderam ser realizadas de forma semelhante?						
2. Compatibilidade	1. As respostas obtidas durante a execução de tarefas correspondem ao esperado?						
	2. A interface é semelhante a outras já vistas anteriormente no que se refere à navegação?						
	3. Houve facilidade de entender como a interface funcionava?						
3. Consideração dos recursos do usuário	1. Foi possível completar a tarefa se a memorização de passos?						
	2. Foi possível completar a tarefa sem a necessidade de muitos recursos de atenção?						
	3. Os objetivos foram completados sem exigir foco em mais de uma tarefa ao mesmo tempo?						
4. Feedback	1. A interface proporciona feedback em todas as ações desempenhadas?						
	2. Era possível saber sempre a resposta que a interface daria ao executar determinada ação?						
	3. A interface dava indicação dos passos a serem dados para a realização da tarefa?						

Heurística	Perguntas	Não	Parcial	Sim	NA	Limitações/Problemas encontrados	Sugestões para o atendimento da heurística
		1	2	3	0		
8. Priorização da funcionalidade e da informação	1. As informações estão dispostas de forma que facilitem a execução das tarefas dadas?						
	2. Os comandos mais utilizados no uso do software estavam disponíveis facilmente na interface?						
	3. Os botões mais utilizados na execução das tarefas dadas eram fáceis de serem encontrados?						
9. Transferência adequada de tecnologia	1. O software obedece à comandos de uso comum para sua plataforma (por ex., uso do ctrl+c para copiar e ctrl+v, para colar)?						
	2. A interface permite boa visualização das informações necessárias para a execução das tarefas sem o uso de barra de rolagens extensas ou conteúdo fora da tela (sem acesso)?						
	3. É possível colar textos de outros programas sem perda de configurações nas caixas de texto da interface MD3E?						
10. Explicitação	1. Foi possível executar as tarefas dadas de forma rápida e fácil?						
	2. Foi fácil encontrar as informações necessárias para a execução das tarefas dadas?						
	3. A forma de funcionamento do modelo MD3E é claro na interface?						

**APÊNDICE D – Questionário de Satisfação SUS (*System Usability Scale*)**

1. Eu acredito que gostaria de utilizar o sistema MD3E com frequência.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

2. Acredito que o sistema é desnecessariamente complexo.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

3. O sistema é fácil de utilizar.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

4. Eu acredito que precisaria de assistência para utilizar o sistema.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

5. Acredito que as várias funções do ambiente MD3E estão bem integradas.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

6. Acredito que existe muita inconsistência no sistema proposto.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

7. Imagino que a maioria das pessoas conseguirá aprender a usar o ambiente MD3E de forma rápida.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

8. Achei o sistema muito denso/estranho em sua utilização.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

9. Senti-me muito confiante utilizando o ambiente MD3E.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

10. Precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar o ambiente MD3E.

Discordo Totalmente

Concordo Totalmente

1	2	3	4	5

## APÊNDICE E: Detalhamento das tarefas a serem executadas no plano de esqueleto

- Tarefa 1: Efetuar o *login* no ambiente MD3E
  1. Digitar o nome do usuário no campo correspondente;
  2. Digitar a senha no campo correspondente;
  3. Clicar no botão entrar.



Ilustração do procedimento referente à Tarefa 1.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 2: Preencher a necessidade humana e o problema de projeto
  1. Clicar na parte central do círculo;
  2. Digitar a necessidade humana no campo de texto correspondente;
  3. Digitar o problema de projeto no campo de texto correspondente;
  4. Clicar no botão ok.

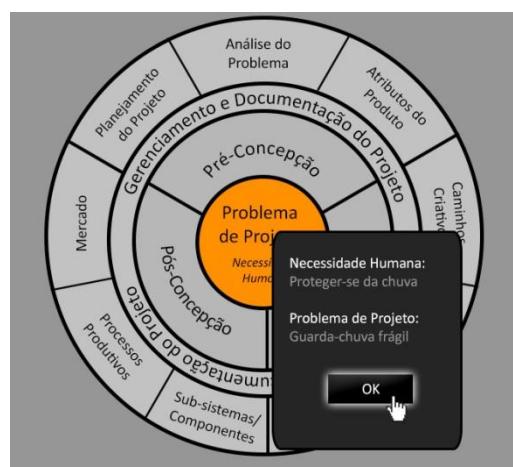


Ilustração do procedimento referente à Tarefa 2.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 3: Efetuar três desdobramentos a partir do desdobramento mínimo obrigatório denominado atributos do produto
  1. Clicar no módulo atributos do produto;

2. Clicar no botão desdobrar;
3. Clicar em editar para o Atributo 1 e escrever o nome que se deseja dar para o desdobramento;
4. Clicar em editar para o Atributo 2 e escrever o nome que se deseja dar para o desdobramento;
5. Clicar em editar para o Atributo 3 e escrever o nome que se deseja dar para o desdobramento.
6. Clicar no botão ok.

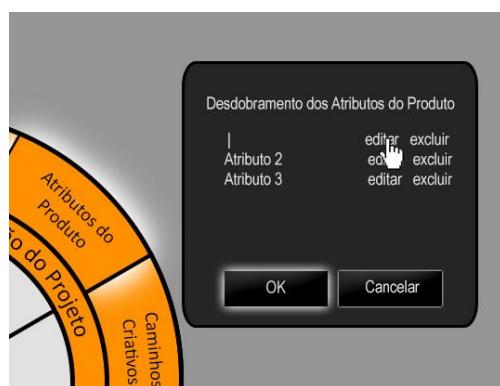


Ilustração do procedimento de edição do Atributo 1, referente à Tarefa 3.  
Fonte: a autora.



Ilustração do procedimento de finalização da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 4: Editar os detalhes referentes ao desdobramento denominado funcional
  1. Clicar sobre o desdobramento criado denominado funcional;
  2. Inserir o texto no campo correspondente.



Ilustração de exemplo de texto a ser inserido na Tarefa 4.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 5: Excluir o desdobramento denominado funcional.
1. Clicar no desdobramento criado denominado funcional;
  2. Clicar no botão excluir.



Ilustração do da forma de execução da Tarefa 5.  
Fonte: a autora.



## APÊNDICE F: Concepção do plano de superfície do MD3E



Tela de *login* do ambiente MD3E.  
Fonte: a autora.



Tela de instruções do ambiente MD3E.  
Fonte: a autora.

© MD3E | Teste Educacional - UDESC

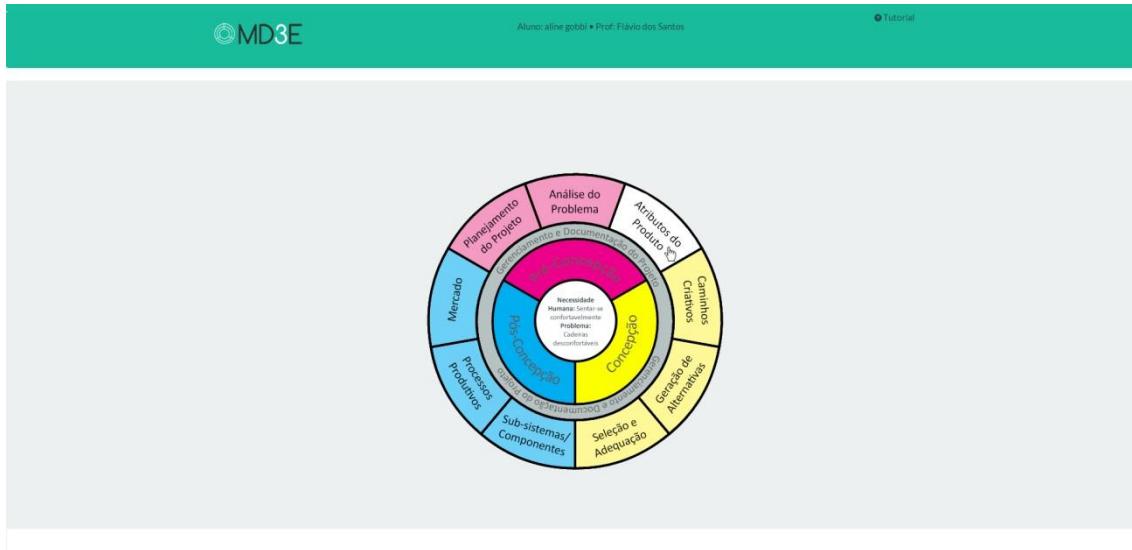
**Tela para preenchimento da necessidade humana.**  
Fonte: a autora.

© MD3E | Teste Educacional - UDESC

**Tela para preenchimento do problema de projeto.**  
Fonte: a autora.

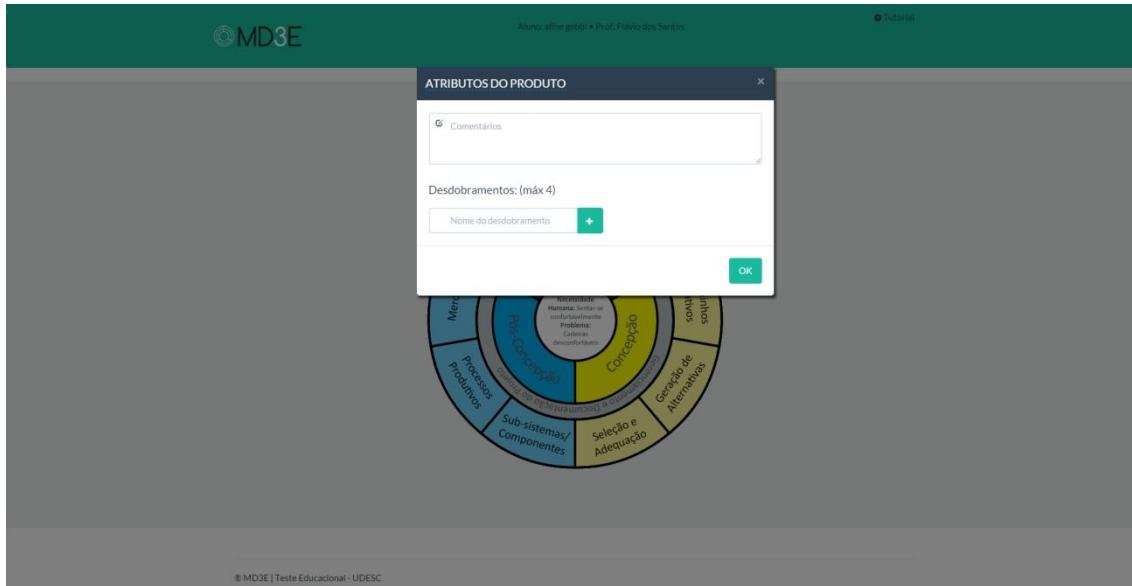
© MD3E | Teste Educacional - UDESC

**Tela do modelo MD3E no estado inicial.**  
Fonte: a autora.



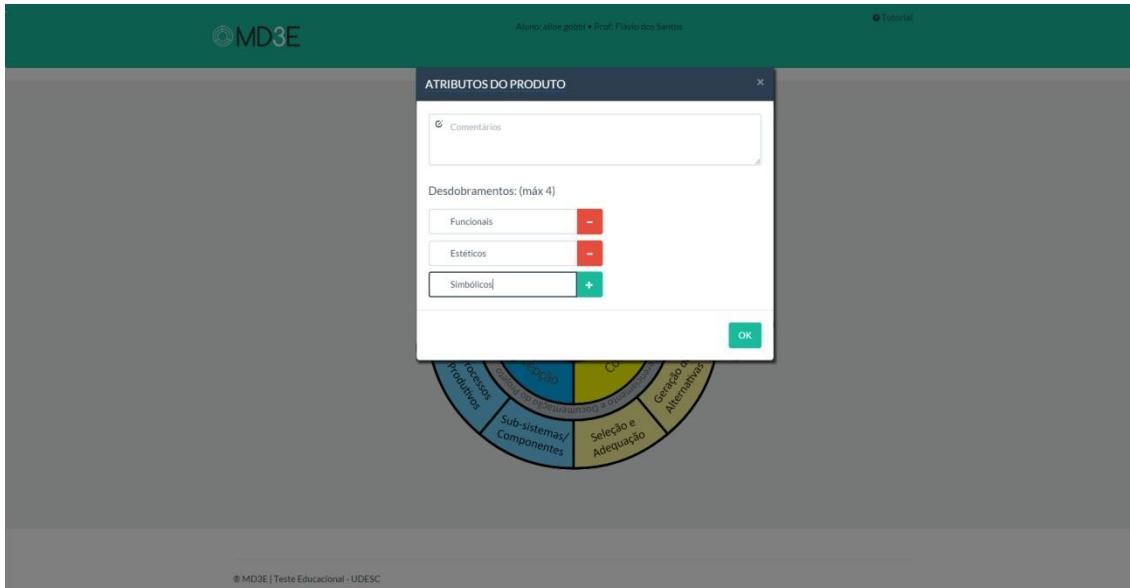
© MD3E | Teste Educacional - UDESC

Tela com o módulo atributos do produto selecionado (modo *hover*).  
Fonte: a autora.



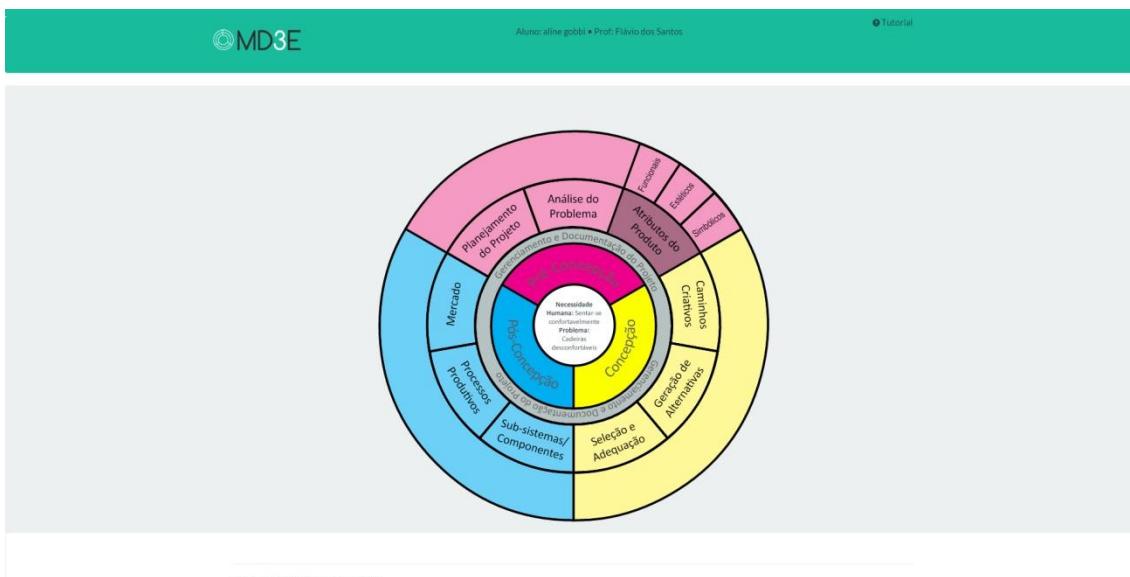
© MD3E | Teste Educacional - UDESC

Tela com o modal atributos do produto aberta para edição. Foi acatada a sugestão dos especialistas no primeiro teste de esmaecer a tela na edição destes modais.  
Fonte: a autora.



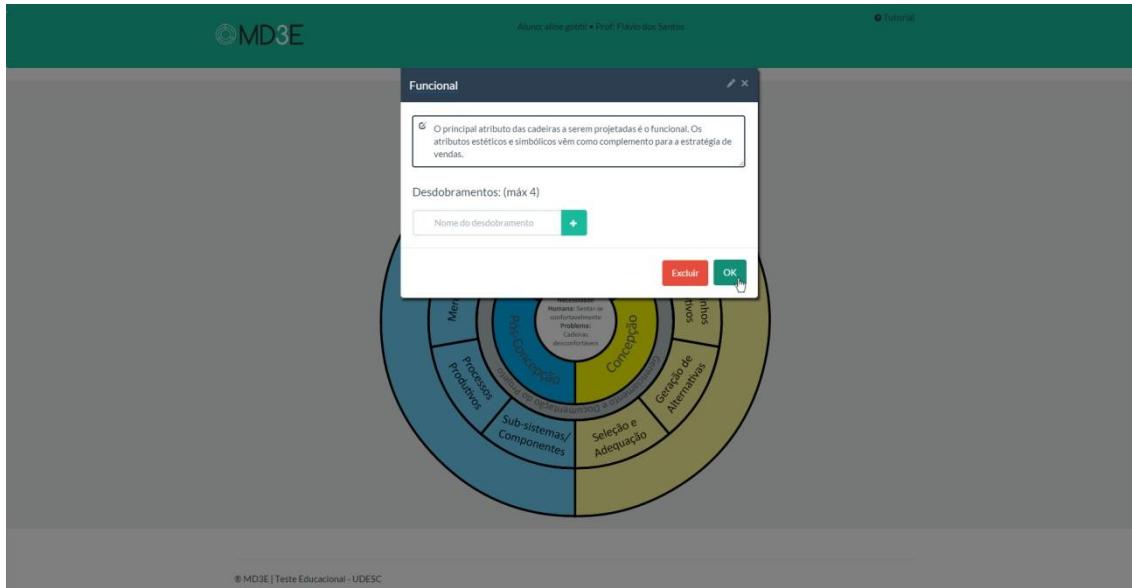
Tela com o modal do esquema do desdobramento do módulo atributos do produto.

Fonte: a autora.



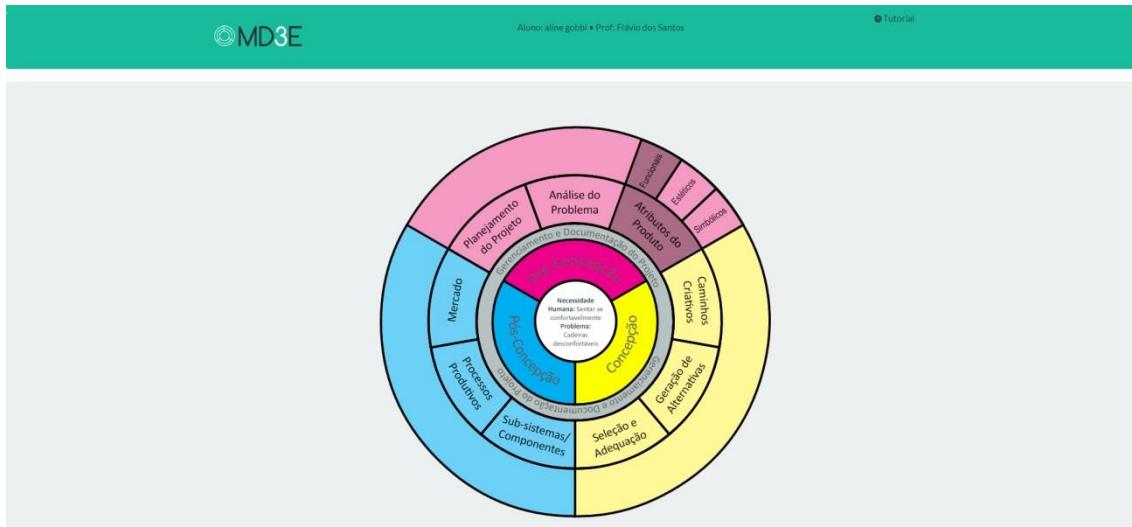
Tela com o feedback dos desdobramentos efetuados (os campos vazios que se abrem junto com os desdobramentos são devidos a erros de programação). Os módulos desdobrados ficam com cor diferenciada, conforme a imagem.

Fonte: a autora.



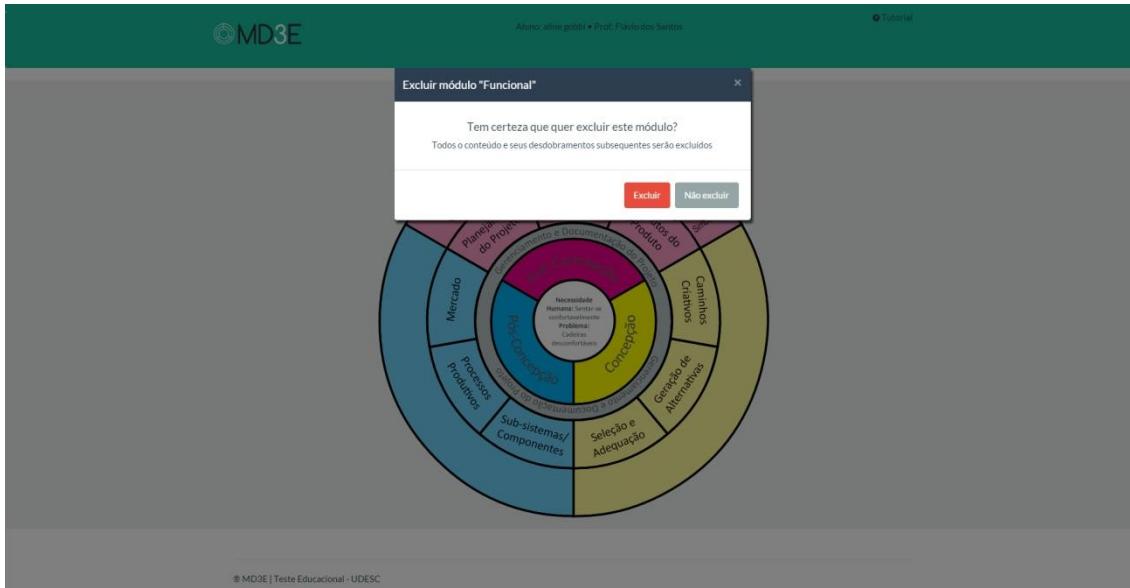
Tela com o modal com comentários sobre o desdobramento efetuado inserido. No modal também é possível desdobrar novamente ou excluir o módulo referente.

Fonte: a autora.



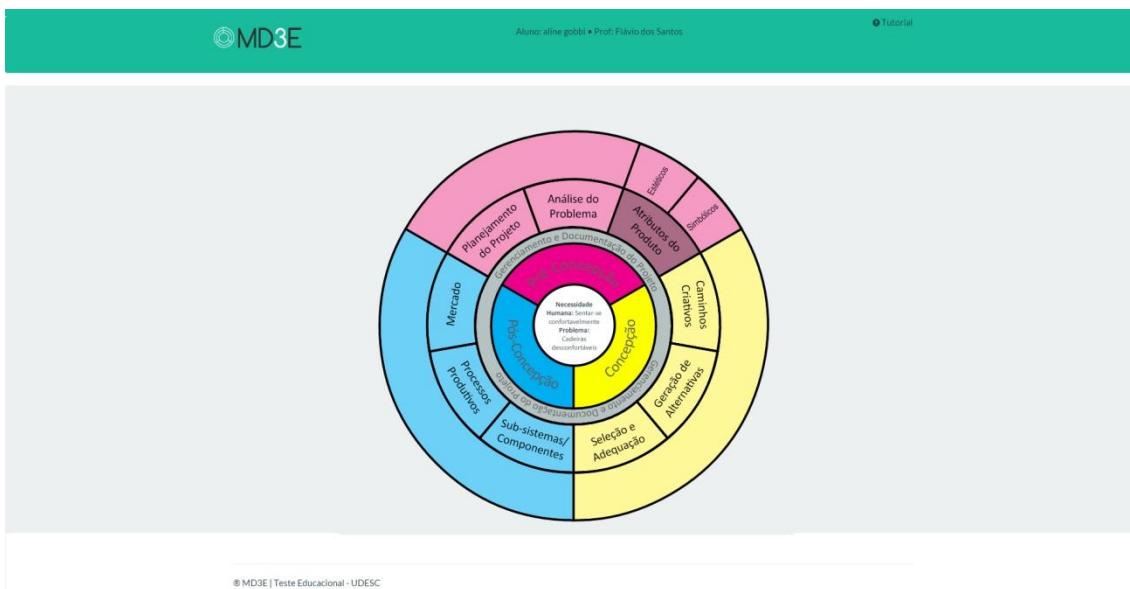
Tela do modelo MD3E com o módulo (desdobramento) funcionais em cor diferente para indicar que foi editado.

Fonte: a autora.



Tela com a caixa de mensagem de alerta de exclusão do módulo.

Fonte: a autora.



Tela com o *feedback* da exclusão do desdobramento funcionais.

Fonte: a autora.

## APÊNDICE G: Detalhamento de tarefas a serem executadas no Teste 2

- Tarefa 1: Efetuar o *login* no ambiente MD3E

1. Digitar o *login* no campo correspondente;
2. Digitar a senha no campo correspondente;
3. Clicar no botão próximo.



Ilustração do modo de execução da Tarefa 1.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 2: Preencher a necessidade humana e o problema de projeto

1. Digitar a necessidade humana no campo correspondente;
2. Clicar no botão próximo;



Ilustração do modo de execução da primeira etapa da Tarefa 2.  
Fonte: a autora.

3. Digitar o problema de projeto no campo correspondente;
4. Clicar no botão próximo;



Ilustração do modo de execução da segunda etapa da Tarefa 2.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 3: Efetuar 3 desdobramentos a partir do desdobramento mínimo obrigatório denominado atributos do produto

1. Clicar no módulo atributos do produto;
2. Digitar o nome do primeiro desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;

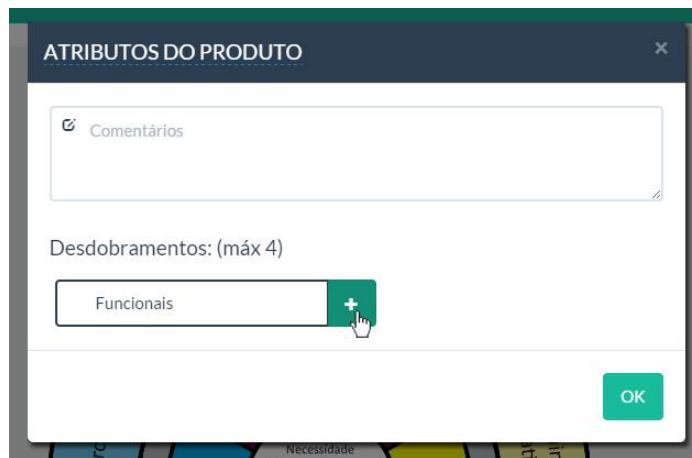


Ilustração da primeira etapa do modo de execução da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

3. Será criado um novo campo para a digitação do segundo desdobramento. Digitar o nome do segundo desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;

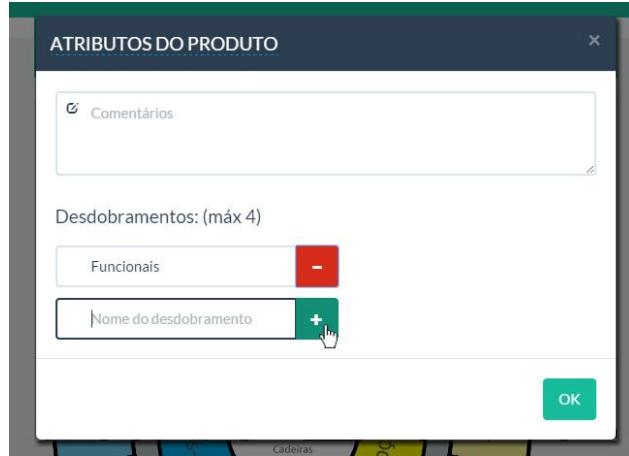


Ilustração da segunda etapa do modo de execução da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

4. Será criado um novo campo para a digitação do terceiro desdobramento. Digitar o nome do terceiro desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;
5. Clicar no botão ok.

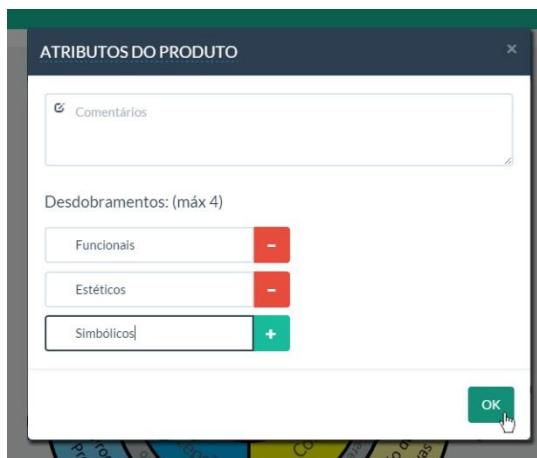


Ilustração da última etapa do modo de execução da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 4: Editar os detalhes referentes ao desdobramento denominado **funcional**
  1. Clicar sobre o desdobramento criado denominado funcional;
  2. Inserir o texto no campo comentários;
  3. Clicar no botão ok.

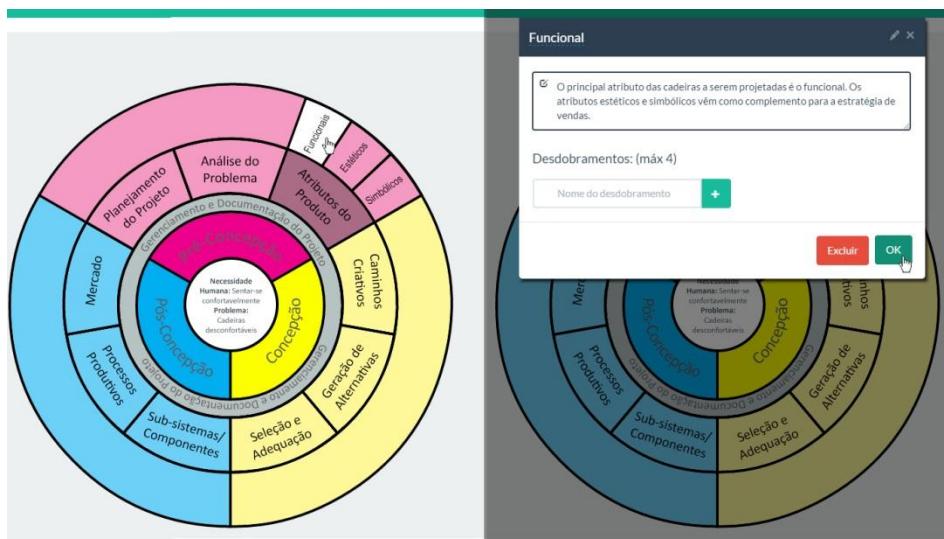


Ilustração do modo de execução da Tarefa 4.

Fonte: a autora.

- Tarefa 5: Excluir o desdobramento denominado funcional.

Existem duas maneiras de executar esta tarefa:

1. Clicar no desdobramento criado denominado funcional;
2. Clicar no botão excluir dentro do modal;



Ilustração da etapa 2 do modo de execução da Tarefa 5.  
Fonte: a autora.

3. Confirmar a exclusão na caixa de texto, clicando no botão excluir.

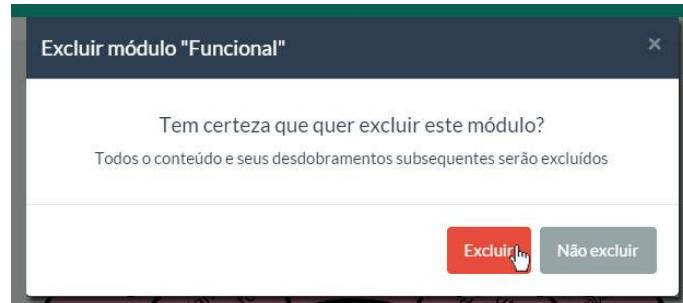


Ilustração do modo de execução da terceira etapa da Tarefa 4.  
Fonte: a autora.

Outra maneira seria:

1. Clicar no desdobramento atributos do produto;
2. Clicar no botão - (menos) ao lado do atributo criado denominado funcional;

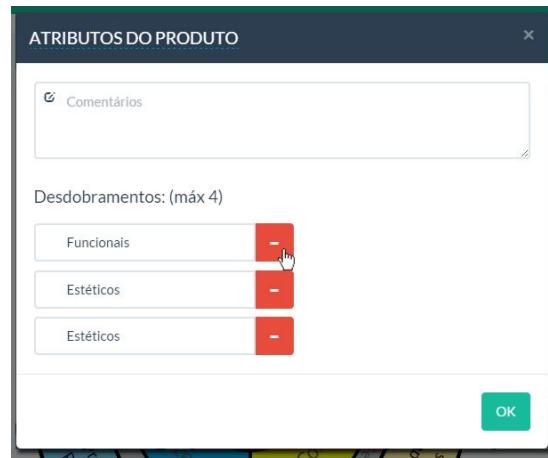


Ilustração do modo de execução da etapa 2 da Tarefa 4.  
Fonte: a autora.

3. Confirmar a exclusão na caixa de texto, clicando no botão excluir.



## APÊNDICE H: Interface Final para o Teste 3

Versão modificada da tela inicial do ambiente MD3E (Realização de *login* e *cadastro*).  
Fonte: a autora.

Versão modificada da tela de instruções do ambiente MD3E.  
Fonte: a autora.

Versão modificada da tela para preenchimento da necessidade humana.

Fonte: a autora.

Versão modificada da tela para preenchimento do problema de projeto.

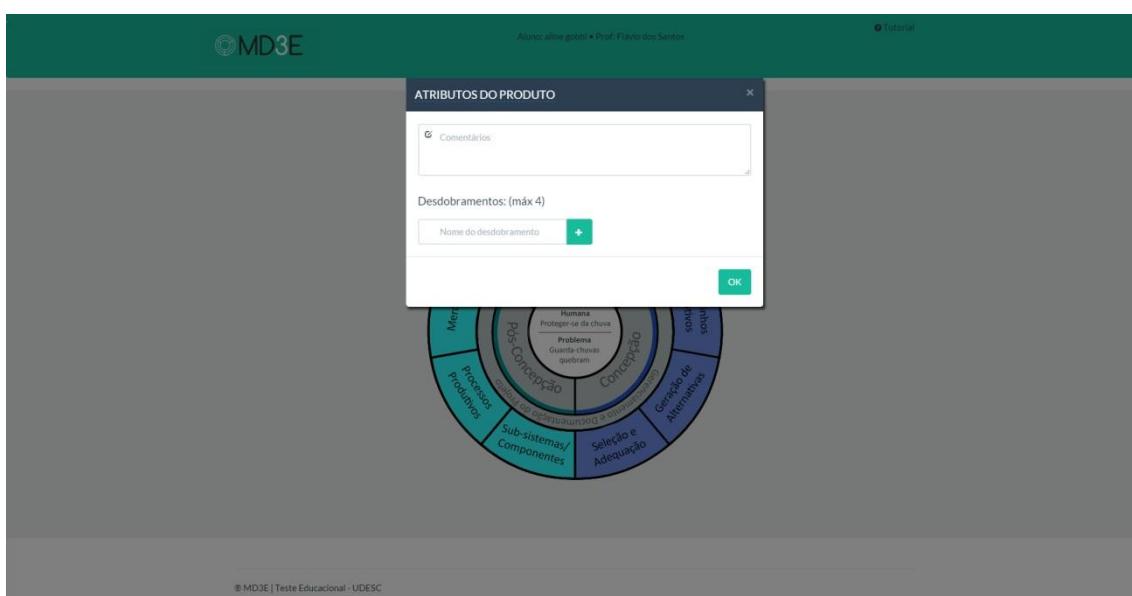
Fonte: a autora.

Versão modificada da tela com o método MD3E no estado inicial.

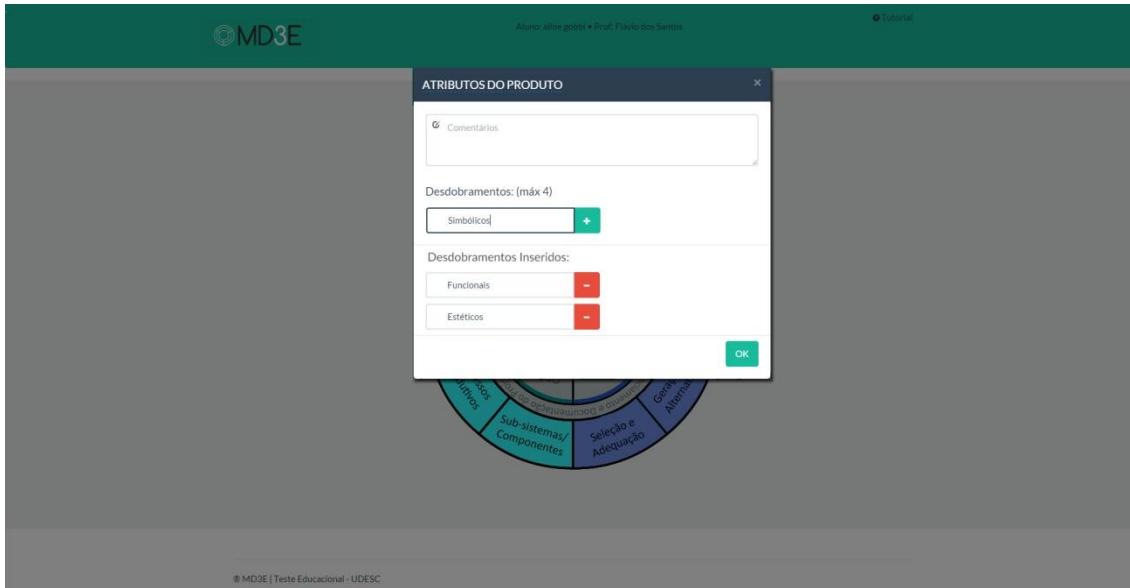
Fonte: a autora.



Versão modificada da tela indicando a seleção de um módulo do método MD3E.  
Fonte: a autora.



Versão modificada do modal para edição e desdobramento do módulo atributos do produto.  
Fonte: a autora.



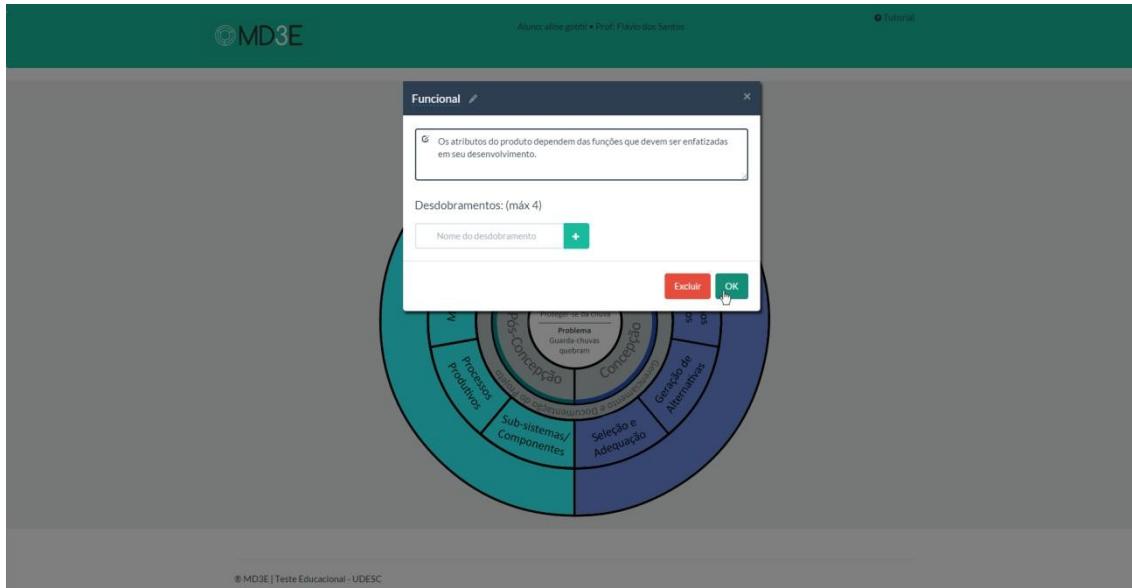
Versão modificada do modal com os desdobramentos sendo efetuados.

Fonte: a autora.



Tela com o modelo MD3E mostrando os desdobramentos efetuados no módulo atributos do produto.

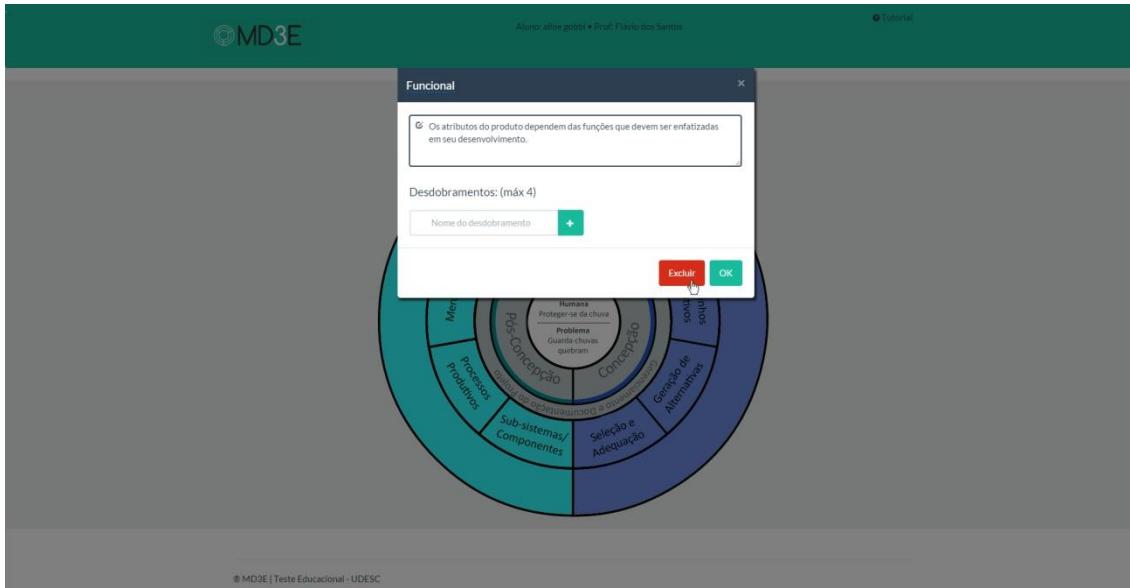
Fonte: a autora.



Tela com o modal preenchido com comentários relativos ao desdobramento denominado funcional.  
Fonte: a autora.

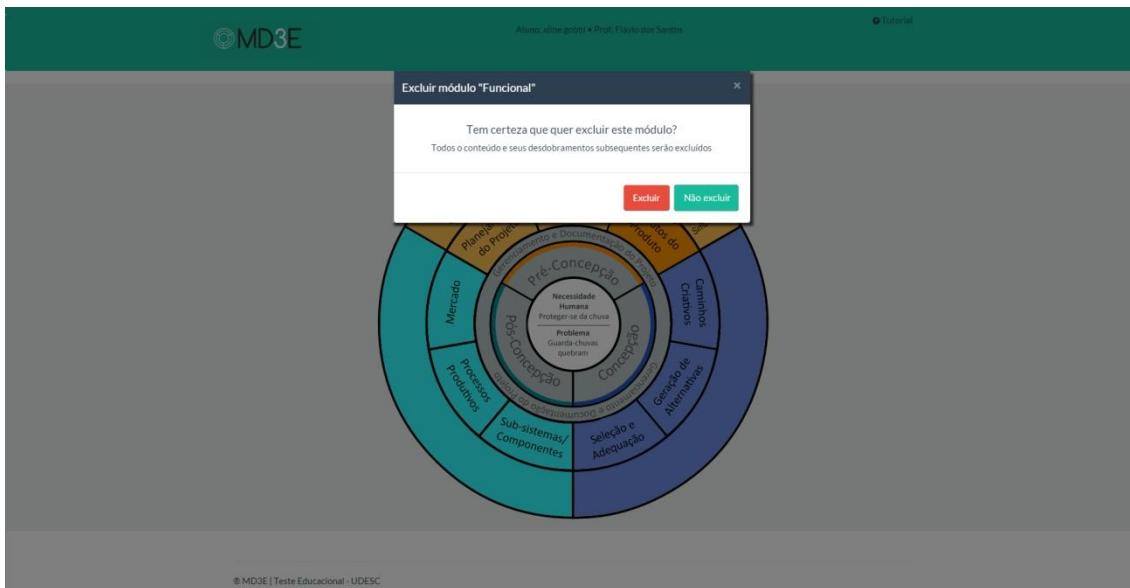


Modelo MD3E indicando, por meio de cores diferenciadas, os módulos já desdobrados ou editados.  
Fonte: a autora.



Tela com o modal indicando o botão com a função excluir o desdobramento.

Fonte: a autora.



Tela com a caixa de diálogo de alerta para a exclusão do módulo selecionado.

Fonte: a autora.



© MD3E | Teste Educacional - UDESC

Tela com o *feedback* do processo de exclusão do desdobramento denominado funcional.  
Fonte: a autora.



## APÊNDICE I: Detalhamento de Tarefas para o Teste 3

- Tarefa 1: Efetuar o *login* no ambiente MD3E

Passos:

1. Digitar o *login* no campo correspondente;
2. Digitar a senha no campo correspondente;
3. Clicar no botão entrar.

Já possui cadastro? Faça o login abaixo:

Seu e-mail:

alinegobbi

Senha:

\*\*\*\*\*

[Esqueci minha senha](#)

**Entrar »**

Ilustração com o modo de execução da Tarefa1.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 2: Preencher a necessidade humana e o problema de projeto

Passos:

1. Digitar a necessidade humana no campo correspondente;
2. Clicar no botão próximo.

**Necessidade humana**

Todo projeto se origina de um problema a ser resolvido. Esse problema deve estar relacionado a uma necessidade humana, seja esta já existente ou inédita. Exemplo: Proteger-se da chuva

Proteger-se da chuva

**« Voltar** **Próximo »**

Ilustração do modo de execução da primeira e segunda etapas da Tarefa 2.  
Fonte: a autora.

3. Digitar o problema de projeto no campo correspondente;
4. Clicar no botão próximo.



Ilustração do modo de execução da terceira e quarta etapas da Tarefa 2.  
Fonte: a autora.

- Tarefa 3: Efetuar três desdobramentos a partir do desdobramento mínimo obrigatório denominado atributos do produto

Passos:

1. Clicar no módulo atributos do produto;

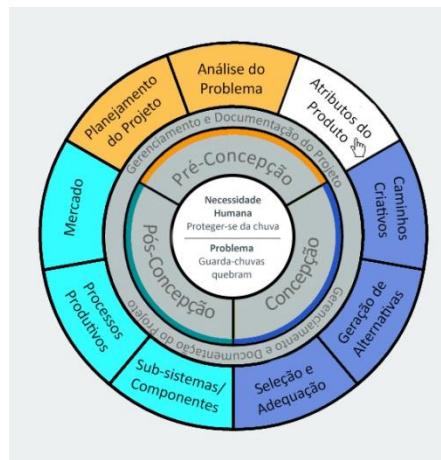


Ilustração do modo de execução da etapa 1 da Tarefa3.  
Fonte: a autora.

2. Digitar o nome do primeiro desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;



Ilustração do modo de execução da etapa 2 da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

3. Será criado um novo campo para a digitação do segundo desdobramento. Digitar o nome do segundo desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;



Ilustração do modo de execução da etapa 3 da Tarefa 3.  
Fonte: a autora.

4. Será criado um novo campo para a digitação do terceiro desdobramento. Digitar o nome do terceiro desdobramento que se deseja criar no campo nome do desdobramento e clicar no botão +;

5. Clicar no botão ok.

- Tarefa 4: Editar os detalhes referentes ao desdobramento denominado funcional

Passos:

1. Clicar sobre o desdobramento criado denominado funcional;
2. Inserir o texto no campo comentários;



Modo de execução da segunda etapa da Tarefa 4.  
Fonte: a autora.

3. Clicar no botão ok.

- Tarefa 5: Excluir o desdobramento denominado funcional.

Existem duas maneiras de executar esta tarefa:

Passos:

1. Clicar no desdobramento criado denominado funcionais;

2. Clicar no botão excluir dentro do modal;

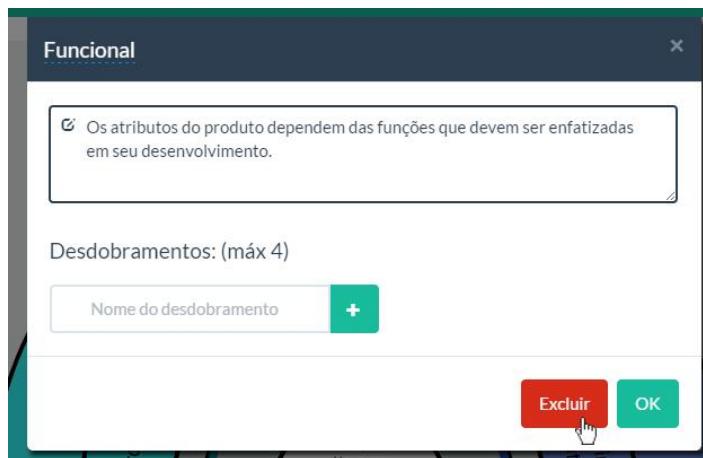


Ilustração do modo de execução da terceira da Tarefa 5.  
Fonte: a autora.

3. Confirmar a exclusão na caixa de texto, clicando no botão excluir.

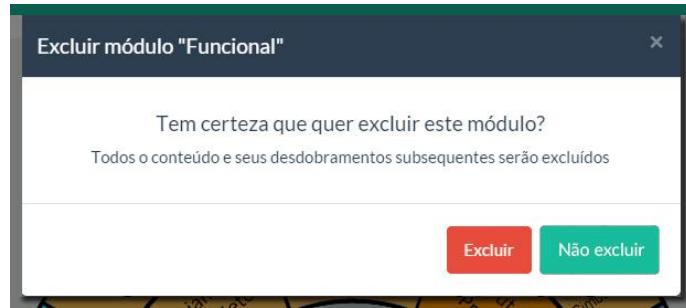


Ilustração do modo de execução da terceira etapa da Tarefa 4.  
Fonte: a autora.

Outra maneira seria:

- 1.Clicar no desdobramento atributos do produto;
- 2.Clicar no botão - (menos) ao lado do atributo criado denominado funcional;

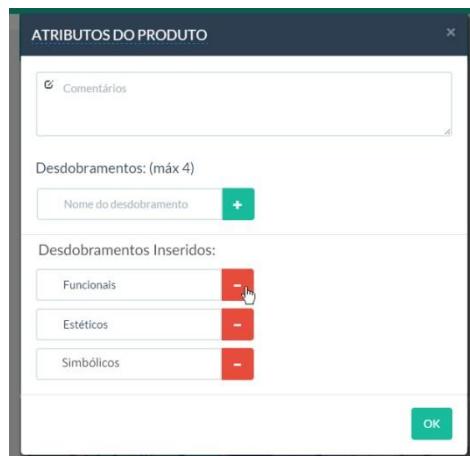
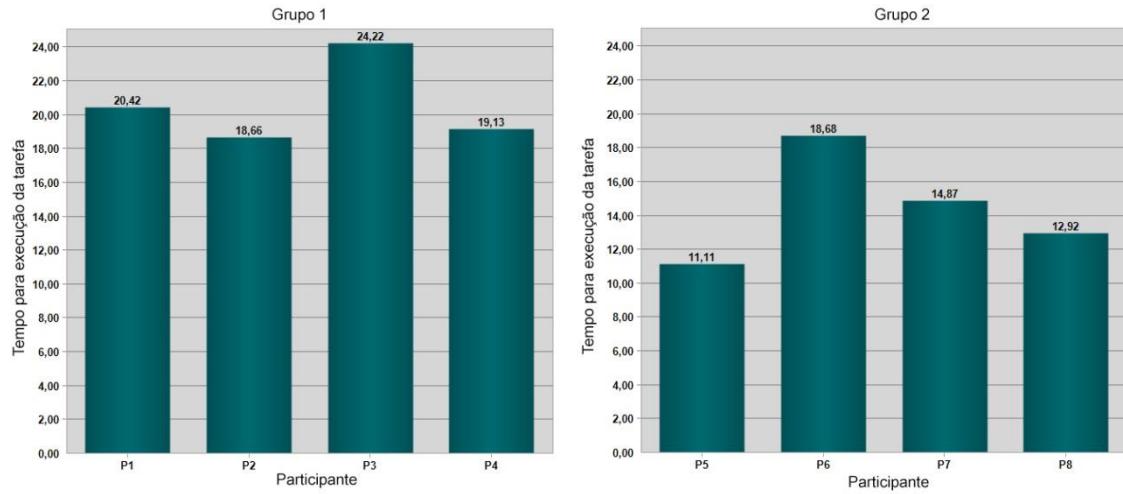


Ilustração do modo de execução da segunda etapa da Tarefa 5.  
Fonte: a autora.

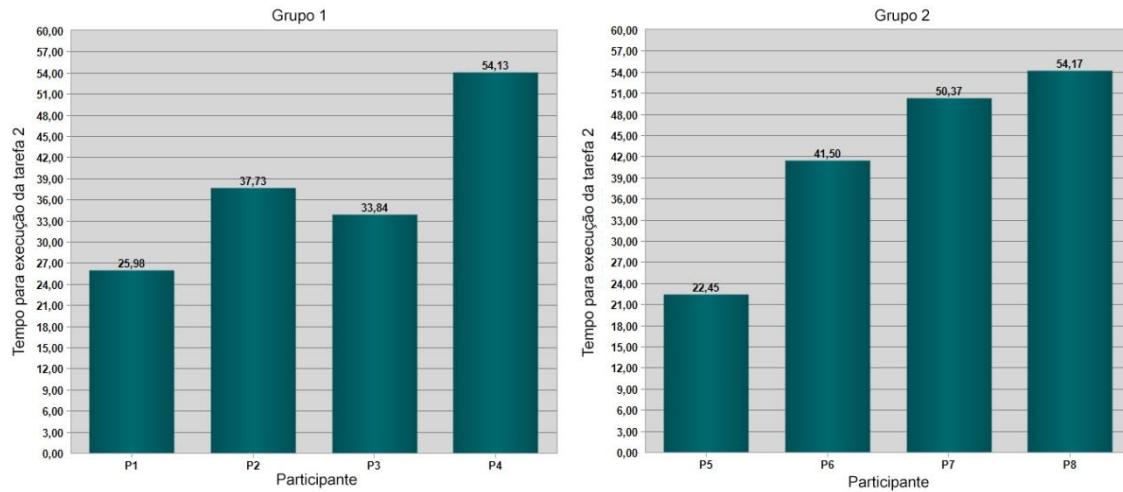
- 3.Confirmar a exclusão na caixa de texto, clicando no botão excluir.



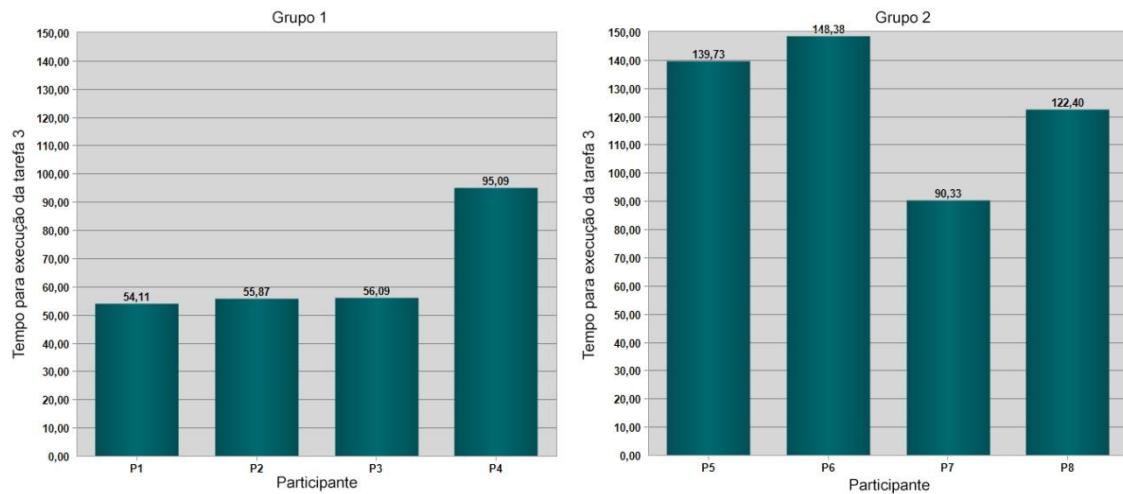
## APÊNDICE J: Gráficos Comparativos de tempo de exceução das tarefas



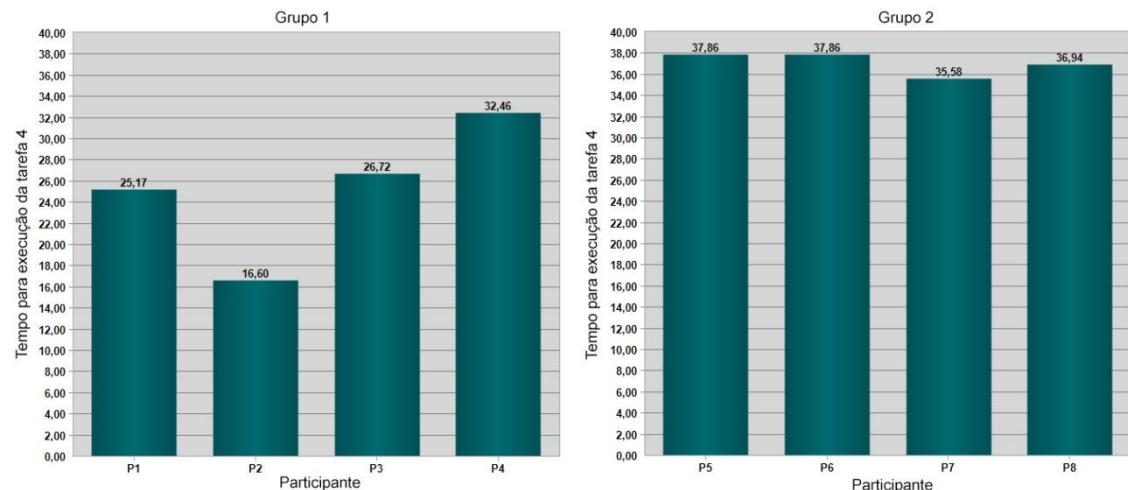
Gráficos comparativos entre os tempos de execução da Tarefa 1 para cada participante (separado por grupos).  
Fonte: a autora. Gerado pelo software Morae.



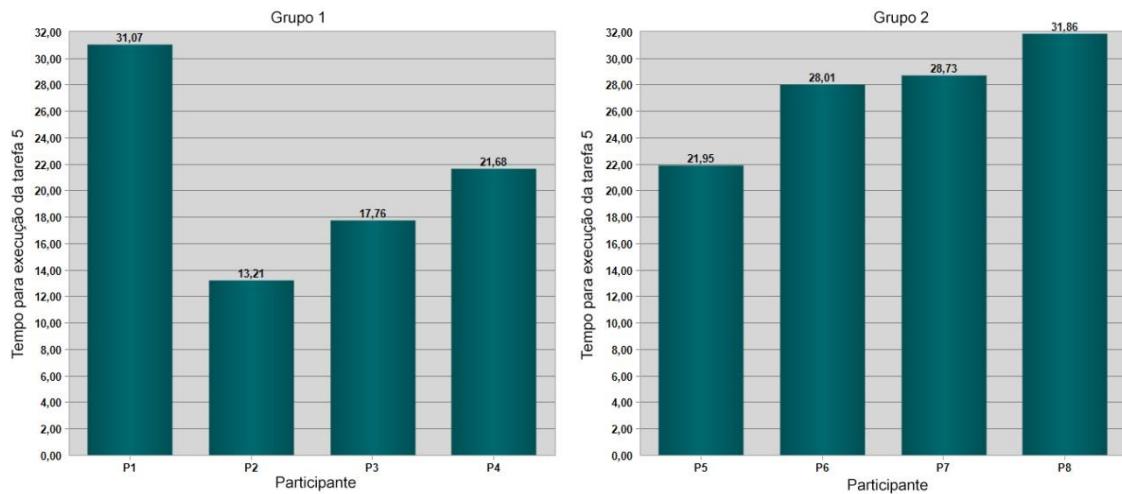
Gráficos comparativos entre os tempos de execução da Tarefa 2 para cada participante (separados por grupos).  
Fonte: a autora. Gerado pelo software Morae.



Gráficos comparativos entre os tempos de execução da Tarefa 3 para cada participante (separados por grupos).  
Fonte: a autora. Gerado pelo software Morae.



Gráficos comparativos entre os tempos de execução da Tarefa 4 para cada participante (separados por grupos).  
Fonte: a autora. Gerado pelo software Morae.



Gráficos comparativos entre os tempos de execução da Tarefa 5 para cada participante (separados por grupos).  
Fonte: a autora. Gerado pelo software Morae.