



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS**

**INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA**

***UBICUA: UMA TÉCNICA DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE  
PARA AVALIAR APLICAÇÕES WEB MÓVEIS***

**BRUNO ARAÚJO BONIFÁCIO**

Manaus

2012

**BRUNO ARAÚJO BONIFÁCIO**

**UBICUA: UMA TÉCNICA DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE PARA  
AVALIAR APLICAÇÕES WEB MÓVEIS**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Amazonas (PPGI-UFAM) como requisito para obtenção do título de Mestre em Informática.

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Tayana Uchôa Conte, D.Sc.

---

Prof<sup>o</sup>. Horácio A. Braga Fernandes de Oliveira, D.Sc.

---

Prof<sup>o</sup>, Leandro Silva Galvão de Carvalho D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>., Raquel Oliveira Prates D.Sc.

*À minha família.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades dadas e desafios colocados no meu caminho que me permitiram seguir.

Aos meus pais, Lindomar e Raimundo Bonifácio, muito obrigado pela confiança sempre depositada em mim e por todo esforço para nos dar as oportunidades que não tiveram. Agradeço também pela compreensão e confiança dada em todas as minhas decisões. A realização deste sonho não seria possível sem o amor e cuidado que sempre tiveram comigo.

Ao meu irmão, Felipe Araújo, que foi como um pai e grande protetor nos momentos em que a distância dos nossos pais era um obstáculo necessário para nossa formação. Seu exemplo com certeza foi motivação para minhas conquistas. À minha irmã, Luciana Araújo, pelo carinho e pelo amor que sempre me deu. Muito obrigado pelas conversas e momentos sempre alegres ao seu lado.

À minha orientadora Tayana Conte, a quem admiro não só por acreditar no meu potencial, mas pela pessoa maravilhosa e generosa que sempre foi com as pessoas ao seu redor. Obrigado pelo voto de confiança, amizade e pelas oportunidades que sempre me proporcionou. Espero seguir seu exemplo e ser um grande profissional com uma energia super positiva sempre.

Ao meu coorientador, Professor Horácio Fernandes, que me auxiliou em todos os momentos desta caminhada, estando sempre disposto a ajudar com minha pesquisa. Agradeço pelas contribuições importantes e pelo apoio de sempre. Aos professores Leandro Galvão e Raquel Prates por terem aceitado participar da banca e serem exemplos a serem seguidos. A Elienai Nogueira por todo apoio dado sempre desde os tempos de graduação.

À Priscila Fernandes, que foi um presente de Deus na minha vida. Obrigado por me ensinar que a vida é feita de momentos únicos e que devemos aproveitá-los como eles se apresentam. Agradeço por todos os momentos inesquecíveis ao seu lado, pelas aventuras, pelos momentos tristes, momentos felizes e por me ensinar a amar e querer ser alguém melhor.

A todos os meus amigos, cujo destino nos tornou amigos e a amizade nos tornou irmãos. Em especial aos amigos: Márcio Araújo, Mário Cruz, Amadeu Anderlin, Marco Nobre, Felipe Gomes, Petrina Assis, Cheriff Turé, Ivando Ceita, Doriane Ribeiro, Elton Serra, Wallison Coutinho, Awdren Fontão, Daniel Bittencourt, Luiz Luna e Érico Luna.

Aos membros do grupo USES pela amizade e disposição para me ajudar: Luis Rivero, Sérgio Vieira, Fábio Santos, Cristina Araújo, Daniel Tadeu, Andreza Morgana, Amadeu Anderlin, Olavo Matos, Jacilane Rabelo, Anna Beatriz, Luiz Leandro Fortaleza.

Às pessoas que fizeram parte da minha caminhada no mestrado, principalmente: Polianny Almeida, Clayton Maia, Márcia Henke, Henry Bilby e Jaderlane Brito. Obrigado pela companhia e momentos de estudo.

Obrigado a minha abençoada família: tios, tias, primos e primas que sempre me acolhem e mostram o verdadeiro sentido da palavra *família*. Essa conquista é de todos nós.

Por fim, um agradecimento especial ao corpo administrativo do PPGI pela oportunidade proporcionada e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

# Sumário

|                                                                                                                          |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Lista de Figuras.....                                                                                                    | viii |
| Lista de Tabelas .....                                                                                                   | ix   |
| Resumo.....                                                                                                              | x    |
| Abstract .....                                                                                                           | xi   |
| Capítulo 1 -Introdução .....                                                                                             | 1    |
| 1.1. Motivação.....                                                                                                      | 1    |
| 1.2. Contexto .....                                                                                                      | 3    |
| 1.3. Definição do Problema.....                                                                                          | 5    |
| 1.4. Objetivos da Pesquisa .....                                                                                         | 5    |
| 1.4.1. Objetivos Específicos.....                                                                                        | 6    |
| 1.5. Metodologia Experimental .....                                                                                      | 6    |
| 1.6. Organização do Texto .....                                                                                          | 8    |
| Capítulo 2 -Avaliação de Usabilidade de Aplicações Web em Dispositivos Móveis .....                                      | 9    |
| 2.1. Introdução.....                                                                                                     | 9    |
| 2.2. Métodos Centrados no Usuário .....                                                                                  | 12   |
| 2.3. Inspeções de Usabilidade .....                                                                                      | 13   |
| 2.4. Um Mapeamento Sistemático para Definição de um Novo Método de Avaliação de Usabilidade de Aplicações Web Móvel..... | 15   |
| 2.4.1. Método .....                                                                                                      | 16   |
| 2.4.1.1. Planejamento do Mapeamento Sistemático .....                                                                    | 16   |
| 2.4.1.2. Estratégia de Seleção dos Estudos.....                                                                          | 18   |
| 2.4.1.3. Execução do Estudo e Extração dos Dados .....                                                                   | 19   |
| 2.4.2. Discussão e Análise dos Resultados Obtidos .....                                                                  | 22   |
| 2.4.2.1. Contribuições do MS .....                                                                                       | 27   |
| 2.4.3. Usando os Resultados do MS para Identificação de Fatores de Usabilidade Relevantes para Computação Móvel.....     | 28   |
| 2.5. Considerações Finais .....                                                                                          | 29   |
| Capítulo 3 -Proposta Inicial da Técnica UBICUA: Usability-Based Inspection Customizable Approach .....                   | 31   |
| 3.1. Introdução.....                                                                                                     | 31   |
| 3.2. Combinando os Resultados de um Estudo Secundário com um Estudo Preliminar..                                         | 32   |
| 3.2.1. Planejamento do Estudo Preliminar.....                                                                            | 33   |
| 3.2.1.1. Avaliação Heurística .....                                                                                      | 34   |
| 3.2.1.2. Percurso Cognitivo .....                                                                                        | 36   |
| 3.2.1.3. Técnica WDP (Web Design Perspectives-based Usability Evaluation) .....                                          | 37   |
| 3.2.2. Condução do Estudo Preliminar .....                                                                               | 37   |
| 3.3. Fatores de Usabilidade em Computação Móvel Identificados para Definição da Técnica UBICUA.....                      | 40   |
| 3.3.1. Características do Usuário.....                                                                                   | 41   |
| 3.3.2. Características do Dispositivo .....                                                                              | 42   |
| 3.3.3. Características do Canal de Comunicação .....                                                                     | 44   |
| 3.4. A Técnica UBICUA .....                                                                                              | 45   |
| 3.5. Considerações Finais .....                                                                                          | 48   |
| Capítulo 4 -Avaliando a UBICUA através de estudos experimentais in vitro .....                                           | 49   |
| 4.1. Introdução.....                                                                                                     | 49   |
| 4.2. Primeiro Estudo de Viabilidade .....                                                                                | 49   |
| 4.2.1. Planejamento do Estudo.....                                                                                       | 50   |

|                                                                                    |                                                               |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2.                                                                             | Execução do Primeiro Estudo .....                             | 51 |
| 4.2.3.                                                                             | Resultados Obtidos no Primeiro Estudo .....                   | 52 |
| 4.2.4.                                                                             | Análise Quantitativa dos Resultados do Primeiro Estudo .....  | 53 |
| 4.2.5.                                                                             | Análise Qualitativa do Primeiro Estudo .....                  | 55 |
| 4.2.5.1.                                                                           | Ameaças a Validade do Primeiro Estudo .....                   | 58 |
| 4.2.6.                                                                             | Conclusões do Primeiro Estudo.....                            | 60 |
| 4.3.                                                                               | Melhorias Realizadas na Técnica UBICUA.....                   | 61 |
| 4.4.                                                                               | Segundo Estudo Experimental .....                             | 62 |
| 4.4.1.                                                                             | Planejamento do Segundo Estudo .....                          | 62 |
| 4.4.2.                                                                             | Execução do Segundo Estudo .....                              | 64 |
| 4.4.3.                                                                             | Resultados Obtidos no Segundo Estudo .....                    | 64 |
| 4.4.4.                                                                             | Análise Quantitativa do Segundo Estudo.....                   | 65 |
| 4.4.5.                                                                             | Análise Qualitativa do Segundo Estudo.....                    | 66 |
| 4.4.5.1.                                                                           | Ameaças a Validade no Segundo estudo.....                     | 69 |
| 4.5.                                                                               | Conclusões do Segundo Estudo.....                             | 70 |
| 4.6.                                                                               | Considerações Finais .....                                    | 71 |
| Capítulo 5                                                                         | -Considerações Finais da Pesquisa e Perspectivas Futuras..... | 73 |
| 5.1.                                                                               | Resultados Finais .....                                       | 73 |
| 5.2.                                                                               | Contribuições da Pesquisa.....                                | 75 |
| 5.3.                                                                               | Perspectivas Futuras.....                                     | 76 |
| <i>Referências Bibliográficas .....</i>                                            |                                                               | 78 |
| APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....                       |                                                               | 82 |
| APÊNDICE B – Questionário de Avaliação da Técnica UBICUA .....                     |                                                               | 84 |
| APÊNDICE C – A técnica UBICUA: Usability-Based Inspection Customizable Approach .. |                                                               | 86 |
| APÊNDICE D – Formulário de Caracterização dos Participantes da UBICUA.....         |                                                               | 90 |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1.1 – Categorias de Aplicações Web em Dispositivos Móveis, adaptado de Bonifácio et al. (2010b).....</i>                                        | <i>4</i>  |
| <i>Figura 1.2–Visão geral da metodologia experimental adotada, baseada nas propostas de Shull et al. (2001) e Mafrá et al. (2006). ....</i>               | <i>7</i>  |
| <i>Figura 2.1 – Esquema gráfico do processo de seleção dos estudos.....</i>                                                                               | <i>20</i> |
| <i>Figura 2.2 –Métodos utilizados para avaliação de usabilidade de aplicações móveis. ....</i>                                                            | <i>22</i> |
| <i>Figura 2.3 – Cenários de aplicação de avaliação usabilidade de aplicações móveis identificados. ....</i>                                               | <i>24</i> |
| <i>Figura 2.4 – Métodos-base utilizados na definição de novas tecnologias de avaliação de usabilidade no contexto móvel. ....</i>                         | <i>26</i> |
| <i>Figura 3.1 –Extrato de aplicação do Percurso Cognitivo.....</i>                                                                                        | <i>36</i> |
| <i>Figura 3.2 – Caracterização dos fatores de usabilidade de computação móvel identificados no Mapeamento Sistemático (Bonifácio et al., 2010b). ....</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 3.3 – Itens de verificação modificados de acordo com cada fator Avaliado.....</i>                                                               | <i>47</i> |
| <i>Figura 3.4 – Extrato da UBICUA e a customização para o mesmo item de acordo com o conhecimento do inspetor. ....</i>                                   | <i>48</i> |
| <i>Figura 4.1 – Boxplots de eficiência por técnica do primeiro estudo.....</i>                                                                            | <i>54</i> |
| <i>Figura 4.2 – Boxplots de eficácia por técnica do primeiro estudo. ....</i>                                                                             | <i>54</i> |
| <i>Figura 4.3 – Exemplo de Codificação Aberta. ....</i>                                                                                                   | <i>56</i> |
| <i>Figura 4.4 – Representação gráfica dos pontos positivos identificados no primeiro estudo e seus respectivos relacionamentos. ....</i>                  | <i>56</i> |
| <i>Figura 4.5 – Representação gráfica dos pontos negativos identificados da técnica, no primeiro estudo. ....</i>                                         | <i>57</i> |
| <i>Figura 4.6 – Representação gráfica dos pontos de melhorias identificados no primeiro Estudo e seus respectivos relacionamentos. ....</i>               | <i>58</i> |
| <i>Figura 4.7 – Boxplots de eficiência por técnica do segundo estudo. ....</i>                                                                            | <i>65</i> |
| <i>Figura 4.8 – Boxplots de eficácia por técnica do segundo estudo. ....</i>                                                                              | <i>66</i> |
| <i>Figura 4.9 – Representação gráfica dos pontos positivos identificados no segundo estudo..</i>                                                          | <i>68</i> |
| <i>Figura 4.10 – Representação gráfica dos pontos negativos do segundo estudo e seus respectivos relacionamentos.....</i>                                 | <i>68</i> |
| <i>Figura 4.11 – Representação gráfica dos pontos de melhoria do segundo estudo. ....</i>                                                                 | <i>69</i> |

## Lista de Tabelas

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabela 2.1– Questões secundárias de pesquisa e justificativas para o SM. ....</i>                                    | <i>17</i> |
| <i>Tabela 2.2– Expressão de busca aplicada.....</i>                                                                     | <i>18</i> |
| <i>Tabela 2.3– Critérios de inclusão e exclusão.....</i>                                                                | <i>18</i> |
| <i>Tabela 2.4 – Exemplo da tabela de extração de dados dos estudos selecionados. ....</i>                               | <i>20</i> |
| <i>Tabela 2.5 – Classificação e análise do resultado do MS.....</i>                                                     | <i>21</i> |
| <i>Tabela 2.6 –Fatores relevantes de usabilidade para computação móvel identificados. ....</i>                          | <i>29</i> |
| <i>Tabela 3.1 – Resultados obtidos no estudo preliminar.....</i>                                                        | <i>38</i> |
| <i>Tabela 3.2 – Fatores de usabilidade relevantes para computação móvel utilizados na<br/>definição da UBICUA. ....</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabela 3.3 – Relação entre os fatores e os itens de verificação da técnica UBICUA. ....</i>                          | <i>46</i> |
| <i>Tabela 4.1 – Resultados por inspetor do primeiro estudo.....</i>                                                     | <i>52</i> |
| <i>Tabela 4.2 – Resultados dos Indicadores de Eficiência e Eficácia. ....</i>                                           | <i>53</i> |
| <i>Tabela 4.3 –Resultados dos indicadores de eficiência e eficácia por cada técnica. ....</i>                           | <i>64</i> |
| <i>Tabela 4.4 –Resultado por inspetor no segundo estudo.....</i>                                                        | <i>65</i> |

# Resumo

## UBICUA: UMA TÉCNICA DE INSPEÇÃO DE USABILIDADE PARA AVALIAR APLICAÇÕES WEB MÓVEIS

Orientadores: Tayana Uchôa Conte

Horácio A. Braga Fernandes de Oliveira

O crescente interesse em tecnologias móveis e o contexto evolutivo no qual aplicações móveis são desenvolvidas têm tornado a avaliação de usabilidade destas aplicações um importante campo de pesquisa. No entanto, as avaliações de usabilidade são normalmente evitadas pelos desenvolvedores ou empresas, devido à falta de experiência na área. Esta dissertação apresenta a técnica UBICUA (*Usability-Based Inspection CUsomizable Approach*), específica para avaliação de usabilidade de aplicações Web móveis híbridas (i.e., aplicações locais que dependem da Internet). Esta nova abordagem é customizada pelo conhecimento do inspetor visando maior identificação de problemas de usabilidade, mesmo por inspetores com pouco conhecimento. Para a avaliação e evolução da UBICUA, esta pesquisa adotou uma metodologia baseada em evidências. Esta dissertação mostra como a UBICUA foi definida e aprimorada a partir dos resultados de diferentes estudos experimentais: mapeamento sistemático de literatura, estudos de viabilidade e de observação. O objetivo final é aumentar a qualidade das aplicações Web em dispositivos móveis e melhorar a interação dos usuários com estas tecnologias. Adicionalmente, são apresentadas diretrizes e recursos desenvolvidos para apoiar a realização de inspeções de usabilidade de aplicações deste porte.

Palavras-chave: Usabilidade, Aplicações Web Móveis, Inspeção, Avaliação de Usabilidade

## **Abstract**

### **UBICUA: A USABILITY INSPECTION TECHNIQUE FOR EVALUATING MOBILE WEB APPLICATIONS**

Advisors: Tayana Uchôa Conte

Horácio A. Braga Fernandes de Oliveira

The increasing interest on mobile technologies and the evolutionary context in which mobile applications are developed have made the usability evaluation of these applications an important research area. However, usability evaluations are often avoided by developers or companies due to their lack of experience in the field. This thesis presents the UBICUA (Usability-Based Inspection CUsomizable Approach) technique, an inspection technique specifically proposed to assess the usability of hybrid mobile web applications (i.e., applications that rely on the Internet, such as widgets). Also, our approach is customizable by the inspector's knowledge, which results in a greater usability problem identification even by non-expert users. To support our UBICUA technique's creation process, this research has adopted an evidence-based methodology. Then, this thesis describes how UBICUA was created based on the outcome of a secondary study, two results feasibility studies and observation studies. Our ultimate goal is to increase the quality of hybrid mobile web applications and improve the user's interaction in this technology. We also present the guidelines and resources developed to support the execution of usability inspections of mobile applications in software development organizations.

Keywords: Usability Evaluation, Mobile Web Applications, Inspection Technique.

# Capítulo 1 - Introdução

---

*Este capítulo apresenta os principais aspectos que motivaram a realização deste trabalho, assim como os objetivos desta pesquisa e a organização desta dissertação.*

## **1.1. Motivação**

À medida que as tecnologias atuais evoluem e começam a fazer parte do cotidiano dos usuários finais, é possível perceber as mudanças no modo como esses usuários interagem com dispositivos computacionais (Kappel *et al.*, 2003). Essas mudanças na interação têm sido influenciadas principalmente pela utilização da Internet como meio de comunicação, através dos serviços Web. Tal tendência pode ser observada não só do ponto de vista da quantidade de aplicações, mas também no que diz respeito à complexidade dos serviços oferecidos (Araújo *et al.*, 2010).

Segundo Luna *et al.* (2008), o sucesso dos serviços disponibilizados através da Web se deve a duas características: a rápida evolução da Web e a usabilidade das aplicações. Este cenário evolutivo abriu as possibilidades para aplicações móveis, e os dispositivos multitarefa tornaram-se essenciais no cotidiano das pessoas. Além disso, as vantagens de acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento, providas pelos dispositivos móveis, têm influenciado a busca por este tipo de alternativa pelos usuários, fazendo esse acesso evoluir para o contexto móvel (Queiroz e Ferreira, 2009a). Essas vantagens têm aumentado sua popularidade e permitiram que esses dispositivos móveis agregassem ainda mais recursos e funcionalidades (Florence *et al.*, 2009).

Porém, apesar das aplicações móveis facilitarem o acesso de usuários aos serviços Web, o desenvolvimento de aplicações Web móveis não é tarefa simples. Isso porque o acesso às aplicações Web em ambientes móveis possui algumas particularidades que as diferem de outras aplicações. Tais diferenças podem ser determinadas por características específicas dos dispositivos, como restrições de hardware dos dispositivos (e.g., tela menor, entrada de

dados limitada, mobilidade) e limitações do ambiente de comunicação sem fio (e.g., largura de banda), dentre outros fatores (Weiss, 2005). Como as características dos dispositivos podem influenciar no *design* de criação de aplicações móveis, uma interface com boa usabilidade pode minimizar a dificuldade de interação dos usuários finais. De acordo com Souza e Spinola (2006), a interface de aplicações móveis deve prover: facilidade de uso, flexibilidade, interface intuitiva e manter a segurança e integridade dos dados. Por essa razão, a usabilidade é um fator muito importante em aplicações para dispositivos móveis, pois pode melhorar a qualidade de uso e minimizar a dificuldade de interação dos usuários finais.

Nesse contexto, aplicações móveis precisam atender aos requisitos específicos desse tipo de aplicação. Dessa forma, técnicas de avaliação de usabilidade específicas para Web móvel podem beneficiar o processo de desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis. Várias técnicas específicas para avaliação de usabilidade têm sido concebidas, sejam elas através de testes com usuários ou inspeções realizadas por especialistas (Kjeldskov *et al.*, 2005; Bertini *et al.*, 2006; Fiotakis *et al.*, 2009). No entanto, estudos comparativos mostram que as metodologias de avaliação de usabilidade para este tipo de aplicação não estão consolidadas (Betiol, 2005), uma vez que as características diferenciais das aplicações móveis fazem com que novos aspectos devam ser considerados em avaliações de usabilidade.

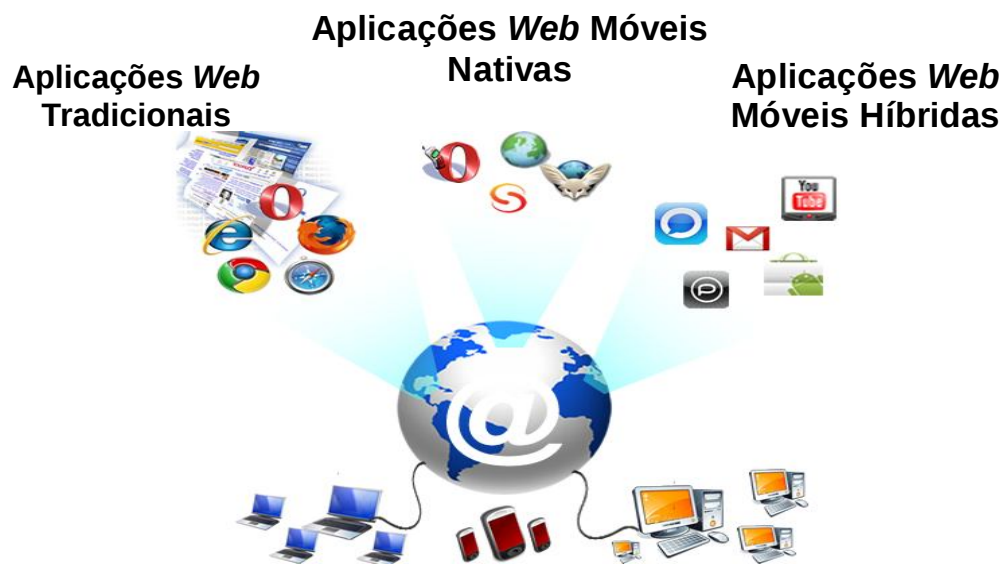
Esse fato motivou a elaboração de uma nova técnica de inspeção de usabilidade específica para aplicações Web em dispositivos móveis, chamada UBICUA (*Usability-Based Inspection CUsomizable Approach*). Essa nova abordagem utiliza fatores de usabilidade relevantes para computação móvel como base para geração de itens de verificação. Assim, essa técnica é customizada através de critérios específicos, como o conhecimento do inspetor, para que possa ser empregada pelos próprios engenheiros de software durante o processo desenvolvimento. Os resultados dos estudos experimentais mostraram que, focando em critérios relevantes no contexto de dispositivos móveis, a técnica obteve melhor resultado se comparado às abordagens existentes.

## 1.2. Contexto

A vantagem do acesso em qualquer lugar, provida pela computação móvel, modifica a forma como os usuários acessam aplicações Web (Wasserman, 2010b). Aplicações móveis têm a capacidade de adicionar contexto à informação, pois os usuários normalmente utilizam este tipo de aplicação quando se deparam com situações dinâmicas, para resolver tarefas específicas. Por essa razão, o acesso às informações da Web já não é feito essencialmente por *browsers* tradicionais, mas por aplicações Web personalizadas. De acordo com Fling (2009), aplicações Web em dispositivos móveis podem ser divididas em três categorias. Estas categorias são determinadas de acordo com sua característica de comunicação de dados com a Web conforme descrito abaixo e ilustrado na Figura 1.1:

- **Aplicações Web Tradicionais:** como a evolução dos dispositivos móveis com acesso a Web é recente, a maioria das aplicações atuais não possui adaptação para o contexto móvel. Isto se deve ao fato das aplicações agregarem muitos recursos. Assim, disponibilizar uma versão móvel pode restringir a quantidade de funcionalidades e ser inviável para empresas do porte. Dessa forma estas aplicações são definidas por (Massolar, 2008) apud (Conte *et al.*, 2009) como um sistema de software baseado em tecnologias e padrões do *World Wide Web Consortium* (W3C) que provê recursos específicos de Web, como conteúdo e serviços, através de um cliente Web.
- **Aplicações Web Móveis Nativas:** são aplicações desenvolvidas especificamente para dispositivos móveis. Estas aplicações incluem um navegador específico como um elemento indispensável de interface. Outra característica importante é a adaptação destas aplicações para agregar funcionalidades similares sem comprometer a interação do usuário ao utilizar tais serviços.
- **Aplicações Web Móveis Híbridas:** a definição de Aplicações Web Móveis Híbridas é proposta por Fling (2009), como aplicações embarcadas nos dispositivos, mas que utilizam serviços de telefonia ou Internet para alteração e atualização de dados via Web através de clientes específicos. Estas aplicações utilizam dados da Web apenas quando o dispositivo está conectado a Internet. Estas aplicações são muito populares devido à sua

flexibilidade de instalação e utilização. Normalmente são clientes Web tradicionais adaptadas para o contexto móvel.



*Figura 1.1 – Categorias de Aplicações Web em Dispositivos Móveis, adaptado de Bonifácio et al. (2010b).*

Devido à mobilidade do usuário, o contexto de interação dessas aplicações torna-se limitado, por isso apenas tarefas mais convenientes são usadas nos dispositivos. Dessa forma, aplicações que são executadas nos próprios dispositivos apresentam maior oportunidade de pesquisa em nível de projeto. Embora grande parte das aplicações Web atualmente seja adaptada para acesso via navegadores móveis específicos, esse tipo de aplicação costuma atender a tarefas específicas durante o contexto de uso, devido à sincronização de dados apenas quando solicitadas.

Assim, o alvo de estudo desta dissertação são aplicações Web móveis híbridas, que utilizam informações da Web através do navegador como plataforma de sincronização (Fling, 2009). Além disso, aplicações Web Móveis Híbridas possuem como vantagem a possibilidade de personalização pelos usuários para mostrar informações referentes apenas às tarefas mais importantes de determinado usuário. Como o conceito desse tipo de aplicação se assemelha ao de Aplicações Nativas, por conveniência chamaremos ao longo desta dissertação esse tipo de aplicação apenas por Aplicações Web Móvel.

### **1.3. Definição do Problema**

O problema tratado neste trabalho é referente à qualidade de aplicações Web Móveis. Segundo Betiol (2005), além da utilidade, disponibilidade e custo, um dos principais elementos para a aceitação do usuário, no que diz respeito a aplicações móveis, refere-se à usabilidade das interfaces aos dispositivos utilizados. Apesar da evolução tecnológica que dos dispositivos móveis, muitos usuários ainda encontram dificuldades na utilização de aplicações móveis (Anatel, 2011). Por isso, a usabilidade dos dispositivos móveis é um fator de grande importância para o diferencial competitivo e sucesso do produto.

Além da usabilidade, outro fator que pode influenciar a qualidade de uso em aplicações móveis pode ser o contexto de utilização do dispositivo. Por essa razão, considerar estudos centrados na interação do usuário na concepção de novas técnicas de avaliação destas aplicações pode apoiar o desenvolvimento bem sucedido de aplicações Web móvel (Shrestha, 2007). Deste modo, a questão de pesquisa que norteia esta dissertação de mestrado consiste na possibilidade de definição de tecnologia para inspeção, específica para avaliação de usabilidade, que apóie a obtenção de maior qualidade nas aplicações Web para dispositivos móveis.

Espera-se que, ao responder esta questão, seja possível aumentar a qualidade das interfaces de aplicações Web móvel, através de um conjunto de recursos que possibilitem a utilização de avaliações de usabilidade no processo de desenvolvimento dessas aplicações. Espera-se que a técnica proposta permita que a avaliação possa ser realizada com um esforço reduzido se comparado às abordagens existentes, e com isso atender os requisitos específicos de aplicações móveis, aumentando a qualidade de uso.

### **1.4. Objetivos da Pesquisa**

Este trabalho visa contribuir para o aumento da qualidade das interfaces de aplicações Web em dispositivos móveis. A meta desta pesquisa consiste em propor uma tecnologia de software que apóie a avaliação de usabilidade de aplicações Web para dispositivos móveis. Para alcançar essa meta, os seguintes objetivos específicos são descritos abaixo.

### **1.4.1. Objetivos Específicos**

Este trabalho se propõe a definir uma técnica de inspeção de usabilidade específica para aplicações Web móveis, que possa ser empregada pelos próprios engenheiros de software durante o processo desenvolvimento. Para isto, temos os seguintes objetivos:

- Analisar e extrair características de técnicas de avaliação de usabilidade em aplicações Web móvel existentes, identificadas através de Revisão Sistemática de Literatura, que possam servir de base teórica para a definição da técnica.
- Definir a nova tecnologia de avaliação de usabilidade de aplicações Web para dispositivos móveis;
- Avaliar e evoluir a técnica proposta através de estudos experimentais que serão realizados para a validação da tecnologia.

O propósito final é que a técnica possa ser utilizada por todos os envolvidos nos projetos de desenvolvimento destas aplicações, desde os desenvolvedores até os especialistas em usabilidade, com a identificação de um maior número de defeitos de usabilidade, se comparado as abordagens existentes. Para alcançar estes objetivos, os procedimentos metodológicos deste trabalho foram fundamentados na abordagem baseada em evidência para definição de novas tecnologias de software. A metodologia e as etapas executadas nesta pesquisa são apresentadas na próxima Seção.

### **1.5. Metodologia Experimental**

Esta pesquisa está apoiada por uma metodologia baseada em estudos experimentais adaptada de Mafra *et al.* (2006). Esta metodologia é uma extensão da abordagem proposta por Shull *et al.* (2001) para a introdução de tecnologias de software na indústria de forma segura. A abordagem consiste na condução de estudos experimentais como forma de determinar o que funciona ou não durante a avaliação da tecnologia proposta, desde sua definição até sua transferência para indústria.

Mafra *et al.* (2006) identificaram a necessidade de executar estudos secundários antes dos estudos primários sugeridos por Shull *et al.* (2001), para que a definição da nova

tecnologia pudesse estar baseada em evidências da literatura. Assim, Mafra *et al.* (2006) propõem a adoção de estudos secundários como atividades iniciais. Por estudo secundário, entende-se a identificação, avaliação e interpretação todos os resultados relevantes em um determinado tópico de pesquisa.

A abordagem utilizada nesta pesquisa possui cinco etapas, conforme é apresentada na Figura 1.2. Na primeira parte é feita a Definição Inicial da Tecnologia, com a execução de duas atividades preliminares: um estudo secundário e um estudo preliminar. A idéia é utilizar os resultados destas duas atividades como apoio para definição da proposta inicial. Após a definição da proposta é feita a avaliação experimental da técnica.

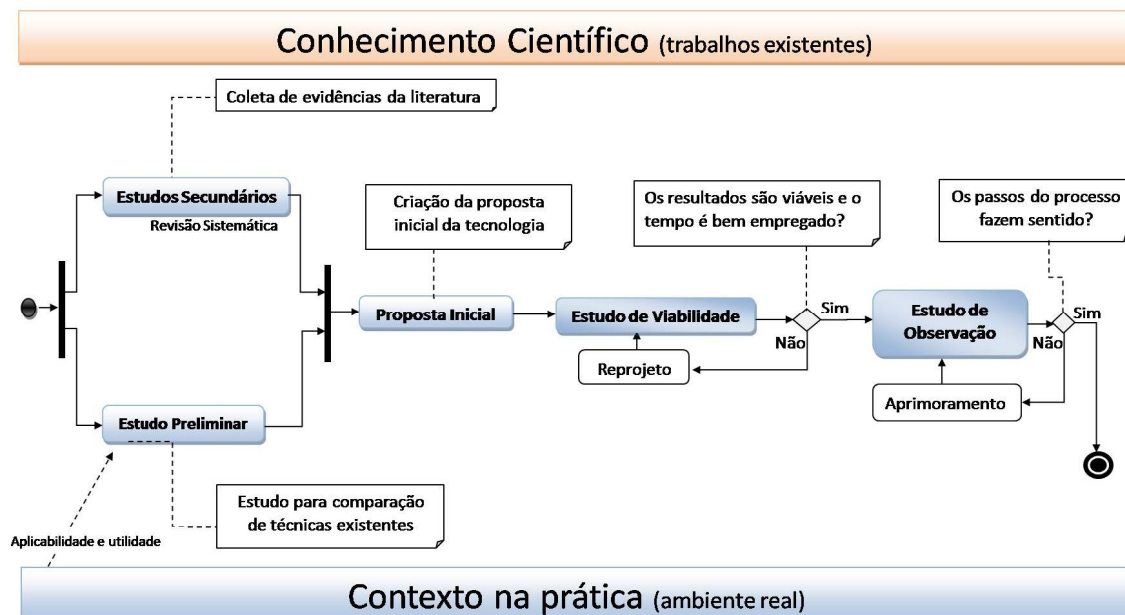


Figura 1.2–Visão geral da metodologia experimental adotada, baseada nas propostas de Shull *et al.* (2001) e Mafra *et al.* (2006).

Para avaliar a proposta, a metodologia está dividida em cinco passos:

1. Execução de estudos secundários: execução de revisão sistemática com o objetivo de criar uma base de conhecimento para definição da técnica, através da extração de características relevantes em tais aplicações;
2. Estudo Preliminar: para geração de indícios, através de um estudo experimental, que possa auxiliar na definição da nova tecnologia, complementando assim os

- dados obtidos nos estudos secundários;
3. Proposta Inicial da técnica de inspeção de usabilidade, utilizando a base de conhecimento definida nos passos anteriores;
  4. Execução de estudo de viabilidade: para caracterizar a técnica proposta e verificar sua viabilidade de uso;
  5. Execução de estudo de observação: para aprofundar a compreensão de como a técnica é aplicada, possibilitando seu aprimoramento;

Esta dissertação descreve os estudos para definição e aprimoramento da técnica. Apresentamos os resultados desta pesquisa, bem como a elaboração e avaliação da técnica UBICUA, de acordo com a abordagem metodológica experimental adotada.

## **1.6. Organização do Texto**

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. Além deste capítulo de introdução que apresenta a justificativa e objetivo desta pesquisa, esta dissertação está organizada da seguinte forma:

- **Capítulo 2 – Avaliação de Usabilidade de Aplicações Web em Dispositivos Móveis:** descreve os conceitos-chave para compreender avaliações de usabilidade de aplicações móveis. Este Capítulo apresenta ainda uma revisão sistemática identificando com as principais propostas da literatura para avaliação de usabilidade no contexto móvel. E como os resultados dessa revisão serviram de base para definição da proposta;
- **Capítulo 3 – Proposta Inicial da Técnica UBICUA:** descreve a proposta inicial da técnica UBICUA, além do resultado de um estudo preliminar, que em conjunto com a revisão sistemática, serviu para apoiar a definição da UBICUA;
- **Capítulo 4 – Avaliação e Evolução através de Estudos Experimentais *in vitro*:** descreve dois estudos experimentais executados com o propósito de avaliar a técnica proposta, apresentando os resultados quantitativos e qualitativos para aperfeiçoar a nova tecnologia de software entre cada estudo;
- **Capítulo 5 – Considerações Finais da Pesquisa e Perspectivas Futuras:**

descreve as conclusões deste trabalho e perspectivas futuras que podem ser conduzidas como continuação desta pesquisa.

## **Capítulo 2 - Avaliação de Usabilidade de Aplicações Web em Dispositivos Móveis**

---

*Neste capítulo são apresentados os conceitos que formam a base conceitual para esta pesquisa. Também são apresentadas as principais categorias para avaliação de usabilidade de aplicações Web, identificadas através de uma abordagem de Revisão Sistemática de Literatura, chamada Mapeamento Sistemático. As publicações selecionadas permitiram a identificação de fatores de usabilidade relevantes para computação móvel. Estes fatores foram úteis para auxiliar na definição da técnica proposta.*

### **2.1. Introdução**

A usabilidade é apontada como uma das características de qualidade de software pela norma (ISO/IEC 9126) (2001), sendo definida como a capacidade do produto de software de ser entendido, usado e aprendido, e também sua capacidade de agradar ao usuário quando utilizado sob condições específicas. Outra definição para usabilidade é descrita por Nielsen (1994) através de sete aspectos fundamentais:

1. Facilidade de aprendizado: O sistema deve ser fácil de aprender para que o usuário possa rapidamente começar a interagir facilmente. Segundo Nielsen (1993), este é o atributo de usabilidade mais importante, por ser a primeira experiência de um usuário com o sistema. Para analisar este atributo, deve-se ter em mente que o usuário não aprende toda a interface antes de começar a utilizá-la, mas que este aprendizado acontece com o uso. Portanto, este fator pode ser avaliado em função do tempo que o usuário demora até atingir um determinado grau de proficiência na execução de suas tarefas.

2. Facilidade de uso: Este atributo está relacionado ao esforço cognitivo para interagir com o sistema, assim como o número de erros cometidos durante a interação. É importante observar que um sistema fácil de aprender não é necessariamente fácil de usar, e vice-versa. Medidas comuns para avaliar a facilidade de uso são: o número de erros cometidos por um usuário em uma determinada tarefa e o número de vezes em que o usuário precisa recomeçar uma tarefa.
3. Eficiência: O sistema deve ser eficiente no uso, de forma que uma vez aprendido a utilizá-lo, o usuário tenha um elevado nível de produtividade. Portanto, eficiência refere-se ao uso por usuários experientes. Para avaliar este item, deve-se definir o nível de experiência requerido para caracterizar usuários experientes no sistema e avaliar um grupo destes usuários executando atividades típicas do sistema.
4. Flexibilidade: O sistema deve permitir que usuários façam as mesmas atividades de formas diferentes. Uma das formas de minimizar esta dificuldade pode ser através da utilização de teclas de atalho. Assim, deve-se medir a capacidade do sistema de acomodar estas diferenças nas preferências do usuário sem criar conflitos.
5. Memorização: O sistema deve apresentar facilidade de memorização, permitindo que usuários ocasionais consigam utilizá-lo mesmo depois de um longo intervalo de tempo. Uma forma de avaliar este fator é realizar uma avaliação com usuários casuais que estiveram sem utilizar o sistema por um período de tempo, medindo o tempo que eles levam para realizar algumas tarefas típicas.
6. Erro: A quantidade de erros apresentados pelo sistema deve ser o menor possível, além disso, eles devem apresentar soluções simples e rápidas mesmo para usuários iniciantes. Erros graves ou sem solução não devem ocorrer.
7. Satisfação: A satisfação representa o quão agradável é a interação do usuário com o sistema. Por ser uma característica subjetiva, ela é medida através da aplicação de questionários individuais, devendo ser levado em consideração a média das respostas obtidas de um determinado grupo de usuários.

Em se tratando de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis, certas características devem ser consideradas, devido às especificidades destes tipos de aplicações. Para um usuário de computação móvel, a satisfação durante a interação com a aplicação depende do ambiente físico ao qual o mesmo está inserido (Florence *et al.*, 2009). Uma aplicação com boa usabilidade pode permitir que um usuário alcance suas metas de interação ao utilizar determinada tarefa da aplicação, independente do contexto de uso no qual o mesmo está inserido (Bastien, 2010b).

Em aplicações móveis, a entrada de dados representa um problema devido à sua miniaturização e, por isso deve apresentar ao usuário apenas as informações mais relevantes (Souza e Spinola, 2006). Por essa razão, segundo Souza e Spinola (2006), uma aplicação Web para dispositivos móveis deve ser apresentada para o usuário como uma aplicação de uso fácil e ágil. Além disso, a aplicação deve conter uma estrutura de navegação clara e deve exigir o mínimo de informações do usuário.

Em vista desse cenário, a avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis tornou-se uma importante área de pesquisa. Isto porque, a adoção de avaliações de usabilidade no processo de desenvolvimento pode minimizar a dificuldade durante a interação do usuário no contexto de uso, reduzir o impacto das diferenças entre as plataformas existentes e melhorar a qualidade dessas aplicações (Bonifácio *et al.*, 2010c). E ainda beneficiar o processo de desenvolvimento e melhorar a qualidade destas aplicações.

Assim, várias técnicas específicas para avaliação de usabilidade têm sido propostas. No entanto, ainda existem questões em aberto que precisam ser identificadas e tratadas como oportunidades de pesquisa. A alta demanda para exploração de metodologias específicas para avaliar aplicações móveis se deve às características diferenciais destas aplicações, pois as restrições do dispositivo e do ambiente de uso fazem com que novos aspectos devam ser considerados em avaliações de usabilidade.

Os métodos comumente adotados para avaliação de usabilidade podem ser divididos em duas categorias (Souza *et al.*, 2003): (1) *Inspecções de Usabilidade*, nas quais inspetores examinam aspectos da aplicação para detectar violações de princípios de usabilidade estabelecidos; e (2) *Métodos Centrados no Usuário*, que são métodos de avaliação baseados na participação direta de usuários, podendo ser feita em laboratório, com uma quantidade

representativa de usuários para o qual o sistema foi desenvolvido.

Este capítulo apresenta as duas categorias para avaliação de usabilidade e as abordagens específicas para avaliação de usabilidade de aplicações Web móveis. A identificação das abordagens foi feita através de um estudo secundário, utilizando uma abordagem de Revisão Sistemática de Literatura, chamada Mapeamento Sistemático (Petersen *et al.*, 2008).

A organização deste Capítulo está estruturada da seguinte forma: a Seção 2.2 descreve os conceitos e características de testes de usabilidade; a Seção 2.3 discute sobre métodos de inspeção apresentando suas características e o processo adotado nesta abordagem; a Seção 2.4 apresenta o planejamento, a condução e os resultados obtidos com o Mapeamento Sistemático, apresentando os principais estudos sobre avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel; por fim, a Seção 2.5 descreve as considerações finais deste capítulo.

## **2.2. Métodos Centrados no Usuário**

Também chamados de testes de usabilidade são métodos de avaliação baseados no usuário. Em aplicações Web tradicionais este método pode ser dividido de acordo com o foco de avaliação do usuário pelos especialistas, como apresentado em Dix *et al.* (2004):

- **Técnicas baseadas em observação:** Tem por fundamento observar o usuário interagindo com o sistema e levantar o máximo de informações através das ações do usuário. Por exemplo: Ensaios de Interação, *Think Aloud* e Avaliação Cooperativa, Análise Automatizada de Protocolos, *Walkthroughs* Pós-tarefa;
- **Técnicas baseadas em perguntas:** São métodos baseados na participação do usuário onde o mesmo preenche questionários ou é submetido a entrevistas. Tem por objetivo coletar dados sobre a interface do sistema, informações sobre problemas já encontrados, dados relacionados aos perfis dos usuários, entre outros. São técnicas em que o comprometimento do usuário é decisivo para o sucesso;
- **Avaliação através da monitoração de respostas fisiológicas:** São métodos de avaliação subjetivos, baseados na medição da resposta do corpo humano a ações do sistema. Dois métodos são comumente utilizados para este tipo de

avaliação: o *Eye Tracking*, onde as medidas são feitas com base na posição e movimentação dos olhos, e Medição Fisiológica (e.g. batimentos cardíacos).

Estes tipos de testes podem ser combinados para obter melhor abrangência nos resultados das avaliações. Porém apesar de testes de usabilidade ser considerado o método mais eficaz em avaliar sistemas e protótipos do ponto de vista do usuário, seus custos são considerados altos, pois envolvem o tempo dos usuários e muitas vezes o uso de laboratórios específicos de usabilidade (Matera *et al.*, 2006). Ainda segundo Matera *et al.* (2006), os testes de usabilidade também apresentam alguns inconvenientes, tais como a dificuldade de selecionar uma amostra representativa da população e uma possível dificuldade em treinar os usuários para a realização de testes que incluam aspectos avançados da aplicação.

Outra dificuldade apresentada nos testes de usabilidade é que para execução de testes é necessário haver o desenvolvimento real de uma aplicação a ser avaliada. Por essa razão, os métodos de inspeção foram propostos como uma alternativa de melhor-custo benefício aos testes de usabilidade. Esta categoria é apresentada a seguir.

### **2.3. Inspeções de Usabilidade**

Devido ao bom custo-benefício em comparação aos testes de usabilidade, as inspeções de usabilidade são métodos de avaliação executados por especialistas em usabilidade e/ou profissionais de desenvolvimento de software (Triacca *et al.*, 2005). Este método comumente utiliza diretrizes para permitir que os especialistas possam encontrar defeitos em pouco tempo. Outra vantagem deste tipo de abordagem é a sua flexibilidade de utilização em qualquer fase do desenvolvimento das aplicações (Nielsen, 1993). Durante a inspeção, utiliza-se um método ou técnica de inspeção, para auxiliar na detecção de possíveis problemas que o usuário possa encontrar ao utilizar uma aplicação. Nestes métodos é definida uma seqüência de diretrizes usadas para verificar a conformidade da interface visando encontrar possíveis defeitos de usabilidade. Para a realização de inspeções de usabilidade, geralmente é adotado um processo para guiar a inspeção. O processo de inspeção utilizado nesta dissertação basearam-se no processo sugerido por Sauer *et al.* (2000). Este processo além de ter sido utilizado nos estudos experimentais da técnica UBICUA, este processo é aplicado também em outros estudos experimentais (Conte *et al.*,

2009; Bonifácio *et al.*, 2010c; Fernandes *et al.*, 2011). As atividades que compõem este processo são descritas resumidamente a seguir:

- **Planejamento:** Atividade em que é feita a definição do escopo da inspeção, a preparação do roteiro de interações a serem inspecionadas, a seleção e divisão dos inspetores, o treinamento na técnica a ser utilizada e a atribuição de tarefas para cada inspetor;
- **Deteção:** Deteção individual de problemas de usabilidade pelos inspetores;
- **Coleção:** Eliminação de discrepâncias repetidas (encontradas por mais de um inspetor), gerando uma lista de discrepâncias únicas (sem duplicatas);
- **Discriminação:** Classificação das discrepâncias únicas em defeitos reais. As discrepâncias não classificadas como defeitos são considerados falso-positivos.
- **Priorização:** Análise da gravidade dos defeitos e definição de prioridade de correção.

Segundo Nielsen (1993), os métodos de inspeção de usabilidade não exigem muito esforço de quem pretende utilizá-los, pois podem ser facilmente integrados com os mais variados esquemas de produção de software, sem ter que modificar a forma como os sistemas são desenvolvidos e gerenciados. Por isso, os resultados são rápidos e fornecem concretas evidências de quais aspectos da interface devem ser aperfeiçoados.

A principal característica que diferencia os métodos de inspeção é o nível de formalidade usado durante a atividade de deteção dos efeitos. Esse nível de formalidade permite categorizá-los em três tipos: *ad-hoc*, *checklist* e técnica de leitura (Barcelos e Travassos, 2006). Na inspeção *ad-hoc*, o revisor não utiliza nenhuma técnica sistemática. Em técnicas de inspeção baseada em *checklist*, os inspetores recebem uma lista de verificação, onde os itens apresentam lições importantes que foram aprendidas em inspeções anteriores. Esta categoria pode explorar defeitos característicos, priorizar defeitos diferentes e estabelecer questões que ajudam o revisor a encontrar os defeitos. De acordo com Barcelos e Travassos (2006), uma técnica de leitura é um tipo específico de técnica de inspeção que contém uma

série de passos para a análise individual de um produto de software de forma a alcançar a compreensão necessária para uma tarefa específica.

Embora os métodos de inspeção tenham sido propostos como uma alternativa com bom custo-benefício em comparação com os testes de usabilidade, estudos demonstram que muitos problemas encontrados por métodos de inspeção não são detectados por testes com usuários e vice-versa (Rocha e Baranauskas, 2003).

Testes de usabilidade e inspeções também têm sido utilizados para avaliar aplicações móveis. Porém, a diferença do contexto de uso e as características do dispositivo têm influenciado o desenvolvimento de metodologias específicas para avaliação de usabilidade de aplicações neste paradigma. Na Seção a seguir são apresentadas as propostas específicas para avaliação de usabilidade de aplicações em dispositivos móveis, identificadas a partir de um mapeamento sistemático.

#### **2.4. Um Mapeamento Sistemático para Definição de um Novo Método de Avaliação de Usabilidade de Aplicações Web Móvel**

Mafra *et al.* (2006) identificaram a necessidade de executar estudos secundários antes dos estudos primários sugeridos por Shull *et al.* (2001), para que a definição da nova tecnologia pudesse estar baseada em evidências da literatura. Assim, para conseguir desenvolver métodos específicos para avaliação de usabilidade de aplicações Web móveis, é necessário caracterizar esses métodos. Por essa razão, nesta pesquisa, foi decidido executar um levantamento dos métodos de avaliação de usabilidade de aplicações em dispositivos móveis através de um estudo secundário. Por estudo secundário, entende-se a execução de um estudo que visa identificar, avaliar e interpretar todos os resultados relevantes em um determinado tópico de pesquisa, fenômeno de interesse ou questão de pesquisa (Biolchini *et al.*, 2007).

Para identificar, avaliar e interpretar os avanços da pesquisa disponíveis e relevantes sobre os métodos de avaliação de usabilidade para aplicações de web móvel, foi realizado um Mapeamento sistemático (MS) (Peevers *et al.*, 2008). O MS é um processo formal que utiliza a mesma metodologia básica de Revisões Sistemáticas da Literatura (RSL). A escolha desta abordagem é justificada pela abrangência de seus resultados de busca e pela avaliação

justa do tópico de pesquisa, visto que esta emprega uma metodologia de revisão rigorosa, confiável e passível de auditoria (Mafrá *et al.*, 2006). Ao contrário das revisões de literatura informais, utilizar uma abordagem com maior rigor científico pode favorecer o levantamento eficiente do conhecimento atual.

O propósito do MS conduzido nesta pesquisa foi (i) obter evidências da literatura técnica sobre quais Métodos de Avaliação de Usabilidade (MAU) têm sido utilizados para avaliação de usabilidade de aplicações móveis. E com isso (ii) identificar critérios de usabilidade relevantes do contexto móvel e (iii) descrever como tais critérios foram utilizados na definição da nova avaliação de usabilidade UBICUA.

### **2.4.1. Método**

Os Mapeamentos Sistemáticos (MSs) utilizam a mesma metodologia base da Revisão Sistemática de Literatura (RSL). A diferença, segundo Kitchenham *et al.* (2010), é que RSL foca em questões de pesquisa bem definidas, mais específicas, que podem ser respondidas por pesquisa experimental. Os MSs focam em questões mais amplas, de natureza exploratória, cujo propósito é dar uma visão geral de uma área de pesquisa, em vez de analisar as questões concretas.

Por essa razão, um MS foi conduzido, a fim de identificar e categorizar os estudos existentes sobre métodos de avaliação da usabilidade e identificar os domínios e tecnologias aplicadas para avaliação de aplicações Web móvel. O MS conduzido nesta pesquisa foi realizado em três etapas, seguindo as etapas sugeridas por Petersen *et al.* (2008): Planejamento, Condução, e Publicação dos Dados. As atividades relativas ao planejamento e a condução do MS é apresentado a seguir.

#### **2.4.1.1. Planejamento do Mapeamento Sistemático**

A primeira fase da revisão é o planejamento, onde são definidos o escopo da pesquisa, os critérios de seleção, inclusão e exclusão dos estudos, e a definição das estratégias para condução da revisão. Nesta fase, a identificação da necessidade de uma revisão de maneira sistemática é dada por uma busca breve de estudos existentes, cujo objetivo é identificar a necessidade de estudos referentes à avaliação de usabilidade de aplicações móveis. Baseado

no objetivo foi definido a seguinte questão de pesquisa:

**[QP] Quais técnicas têm sido propostas e/ou utilizadas para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis?**

Esta questão principal visa identificar toda a literatura relevante sobre avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel. Porém, como aplicações móveis possuem características específicas, a questão de pesquisa foi dividida em questões secundárias (QS) visando identificar outros aspectos relacionados a este tipo de avaliação. Assim foram definidas duas Questões Secundárias (QS), conforme a Tabela 2.1.

*Tabela 2.1– Questões secundárias de pesquisa e justificativas para o SM.*

| <b>Questões Secundárias</b>                                                                                                                                                           | <b>Justificativa</b>                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Q<sub>s1</sub>: Em quais domínios ou ambientes os métodos identificados são aplicados?</b>                                                                                         | O objetivo com esta pergunta é descobrir em quais ambientes os novos métodos são aplicados (e.g. industrial ou acadêmico)             |
| <b>Q<sub>s2</sub>: Quais métodos são usados como base durante a definição dos novos métodos?</b>                                                                                      | Para descobrir se os MAUs identificados são métodos específicos para o domínio Web ou se foram definidos a partir de MAUs existentes. |
| <b>Q<sub>s3</sub>: Quais características relevantes sobre avaliação de usabilidade de aplicações móveis devem ser consideradas durante a definição de novos métodos de avaliação?</b> | Para descobrir quais fatores de usabilidade podem influenciar a detecção de defeitos dos MAUs aplicados em computação móvel.          |

A partir da definição das questões de pesquisa, elaborou-se como estratégia para seleção dos estudos a busca automatizada. Dessa forma, decidiu-se utilizar as bibliotecas digitais conveniadas com o Portal da CAPES<sup>1</sup>. O objetivo com a busca automatizada é minimizar o esforço. As bibliotecas escolhidas foram: IEEE Eletronic Library; ACM Digital Library; Science Direct e a biblioteca Compendex El.

Para maximizar a busca pelas publicações, o escopo foi limitado pela área de concentração das publicações. Assim, como estratégia principal buscou-se apenas literatura técnica da área de ciência da computação, mais especificamente nas áreas de Engenharia de Software (ES) e Interação Humano-Computador (IHC). Após a identificação e definição da questão de pesquisa, o próximo passo foi identificar as publicações mais relevantes.

---

<sup>1</sup>[www.periodicos.capes.gov.br/](http://www.periodicos.capes.gov.br/)

### 2.4.1.2. Estratégia de Seleção dos Estudos

Como as bibliotecas digitais utilizam apenas termos em inglês, a expressão de busca foi definida nesse idioma como forma de facilitar a elaboração das expressões de busca. Devido à evolução considerável das aplicações *Web* em dispositivos móveis nos últimos cinco anos, adotou-se este período de publicação dos estudos como estratégia para melhoria dos resultados das buscas nas bibliotecas digitais. Estas estratégias foram úteis para formulação das expressões de busca (*search string*), apresentadas na Tabela 2.2.

*Tabela 2.2– Expressão de busca aplicada.*

| Palavras-chave                 | Expressão de Busca (Search String)                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Usability Evaluation<br>Mobile | usability evaluation OR usability inspection OR usability testing AND usability technique OR usability method OR usability methodology AND mobile application OR mobile system OR mobile software |

Além da expressão de busca, foram definidos critérios de inclusão/exclusão visando restringir os resultados apenas com publicações relevantes. A Tabela 2.3 mostra os critérios de inclusão/exclusão utilizados para seleção dos estudos.

*Tabela 2.3– Critérios de inclusão e exclusão.*

|                       |                                                                                                                              |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Critérios de Inclusão | Estudos que descrevem MAUs específicos para aplicações Web móvel                                                             |
|                       | Publicações cujo objetivo é identificar defeitos de usabilidade específicos de aplicações Web para dispositivos móveis.      |
|                       | Estudos comparativos entre técnicas específicas para avaliação de aplicações Web móvel.                                      |
| Critérios de Exclusão | Estudos com abstract, título ou texto em outras línguas diferentes do Português ou Inglês devem ser eliminados. <sup>2</sup> |
|                       | Se houver uma ou mais publicações referentes ao mesmo estudo, só será selecionado o mais atual. As outras serão excluídas.   |

O processo de seleção preliminar dos artigos em potencial foi feito seguindo três etapas. Estas etapas visam maior rigor na aplicação dos critérios de inclusão/exclusão adotados.

- **Seleção Preliminar (1º Filtro):** Nesta etapa, dois pesquisadores envolvidos

<sup>2</sup> Nenhum dos artigos analisados neste estudo foram excluídos usando este critério.

realizaram a busca em todas as máquinas através da expressão de busca. Cada publicação foi avaliada pelos pesquisadores separadamente, através de uma leitura dos resumos (*abstracts*) e título. A publicação era selecionada para a próxima etapa caso satisfizesse um dos seguintes critérios de inclusão.

- **Segunda Etapa (2º Filtro):** Consistiu na leitura completa das cópias de todos os artigos incluídos na etapa anterior. Assim, todos os artigos selecionados são revisados inteiramente por pelo menos um dos pesquisadores. Esta etapa foi concluída através de uma reunião para validar a seleção de artigos incluídos no processo de extração de dados.
- **Extração e Coleção de Dados:** Cada artigo aprovado no processo de seleção final foi novamente lido para o processo de extração dos dados. Para a execução desta etapa, utilizou-se a ferramenta StArt (Zamboni *et al.*, 2010). Esta ferramenta foi desenvolvida especificamente para facilitar o processo de RSs, como auxílio para organização e gerenciamento dos estudos selecionados e dados extraídos. Assim os pesquisadores envolvidos buscaram extrair os dados de cada estudo, baseados nas questões de pesquisa definidas no planejamento.

#### **2.4.1.3. Execução do Estudo e Extração dos Dados**

A execução da expressão de busca nas bibliotecas digitais obteve como retorno 81 artigos na ACM DL, 63 na Compendex EL, 56 na IEEE e 53 na Science Direct. Os resultados retornados foram considerados satisfatórios para a realização da próxima etapa de catalogação dos estudos, apresentada na Figura 2.1.

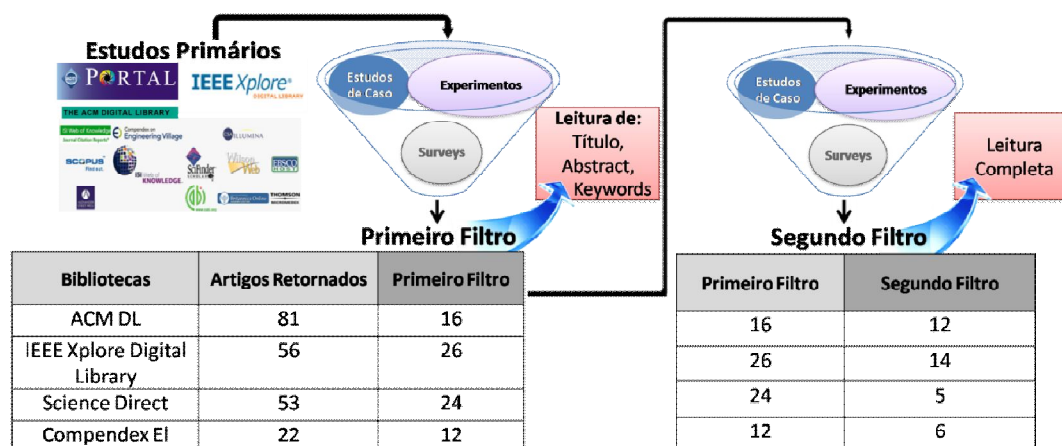


Figura 2.1 – Esquema gráfico do processo de seleção dos estudos.

**Primeira Execução:** Após a condução dos testes para geração da expressão de busca, foi realizado o primeiro filtro em todas as máquinas de busca selecionadas no planejamento. Nesta etapa, como alguns estudos retornados não disponibilizavam a opção de *download* completo, decidiu-se solicitar aos autores, via *e-mail*. Assim, os que não foram disponibilizados foram eliminados no segundo filtro.

**Segunda Execução:** Nesta etapa, foram selecionados 32 artigos. No entanto, cinco estudos não estavam disponíveis para download, o que reduziu o conjunto inicial para 27 publicações. Para extração dos dados, foi elaborado um formulário contendo informações baseadas nas questões de pesquisa, conforme apresentado na Tabela 2.4. Os formulários e dados das execuções do SM, estão disponíveis em Bonifácio *et al.* (2010a).

Tabela 2.4 – Exemplo da tabela de extração de dados dos estudos selecionados.

| Dados Extraídos                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| (Autor(es), ano)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | (E. Bertini, T. Catarci, A. Dix, S. Gabrielli, S. Kimani, G. Santucci, 2009). |
| Especificação da técnica proposta                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                               |
| Técnica de inspeção adaptada para computação móvel chamada <i>Mobile Heuristic</i> .                                                                                                                                                                                                                              |                                                                               |
| Método-base utilizado                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                               |
| Realiza uma adaptação das técnicas: 10 Heurísticas de Nielsen e <i>Walkthrough</i> Cognitivo utilizando as medidas de severidade de Nielsen e foca na identificação do relacionamento entre metas do usuário, ações e estados visíveis da interface características fundamentais do <i>Walkthrough</i> Cognitivo. |                                                                               |
| Características da técnica                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                               |
| A elaboração da técnica foi dividida em três fases. Na primeira, os três pesquisadores se dividiram para formulação de heurísticas específicas para computação móvel. Na segunda fase estes se                                                                                                                    |                                                                               |

Contexto de aplicação da avaliação

### Apoio Ferramental

Não apresenta apoio ferramental no processo de avaliação ou na concepção do novo método.

### Limitações encontradas na avaliação

---

*Tabela 2.5 – Classificação e análise do resultado do MS.*

## Categorização dos Estudos Primários

Inspeção (b) Testes (c) Outros

**QS2- Método Bases:** (a) Sim (b) Não

### (a) Características do Usuário

(b) Características do Dispositivo

- 21 -

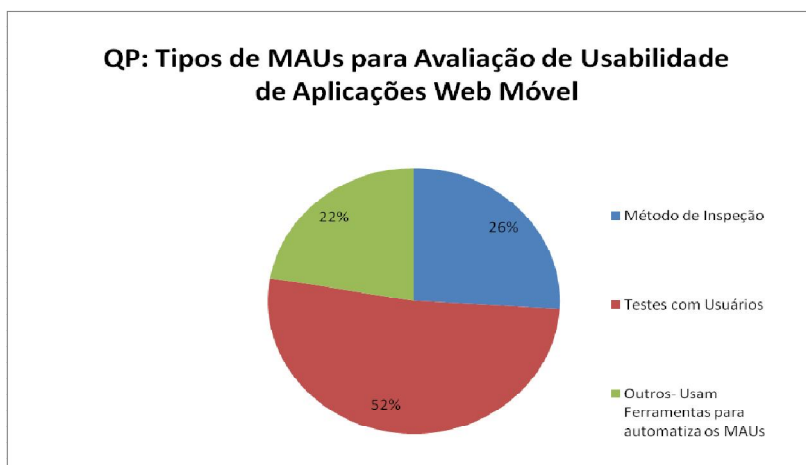
Os dados utilizados na análise são apresentados na próxima Seção. Além disso, é feita uma discussão geral sobre os métodos identificados visando responder as questões de pesquisa neste estudo. A idéia é mostrar as oportunidades identificadas e como estas foram usadas para definição da proposta da UBICUA.

#### 2.4.2. Discussão e Análise dos Resultados Obtidos

A maioria das abordagens identificadas com este estudo nos permitiu verificar diferentes iniciativas de pesquisa para avaliar a usabilidade de aplicações móveis. Além de responder às questões de pesquisa, o MS permitiu a identificação de vários aspectos relevantes relacionados avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel. Dessa forma é apresentada cada pergunta e as conclusões, com base na pesquisa realizada.

**[QP] “Quais técnicas têm sido propostas e/ou utilizadas para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis?”.**

Dos 27 artigos seleccionados ao final do processo de revisão, cerca de 52% são baseados na interação direta do usuário, e.g. testes de usabilidade, 26% focam na avaliação por especialistas e outros 22% consiste de avaliação de usabilidade através de ferramentas de apoio (conforme a Figura 2.2).



*Figura 2.2 –Métodos utilizados para avaliação de usabilidade de aplicações móveis.*

Em relação aos métodos que utilizam participação direta dos usuários, vale ressaltar o método proposto por Fetaji *et al.* (2008), que utiliza as heurísticas de Nielsen como forma de

categorizar os defeitos gerados nos testes de usabilidade. No estudo de caso apresentado pelo autor, são realizados testes de usabilidade em laboratórios com usuários sem experiência em *Web* móvel. Os resultados foram usados como melhoria para aplicação de visualização de imagens em um *software* móvel. Outro exemplo deste tipo de avaliação é apresentado por D'Atri (2007), que propõem a avaliação de usabilidade monitorada através de Percurso Cognitivo (*Cognitive Walkthrough*) adaptado para computação móvel. O objetivo foi melhorar a aplicação através da avaliação de usabilidade para prover maior acessibilidade aos usuários portadores de deficiência visual.

Em relação a métodos de inspeção de usabilidade, um exemplo de método de inspeção específico para avaliação de usabilidade de aplicações Web Móveis é descrito em Bertini *et al.* (2006). Os autores propõem uma técnica de inspeção que combina aspectos de Percurso Cognitivo e Avaliação Heurística aplicados para computação móvel. A adaptação destas duas técnicas visa a elaboração de uma nova abordagem chamada Heurística Móvel (*Mobile Heuristic*). A idéia seria unir a eficiência da Avaliação Heurística na detecção de defeitos de usabilidade e a facilidade de utilização do Percurso Cognitivo. A idéia de utilizar Avaliação Heurística adaptada para o contexto móvel também é proposta por Fiotasky *et al.* (2009). Os autores propõem uma técnica de inspeção (utilizando heurísticas de Nielsen) como base para avaliar a severidade dos defeitos.

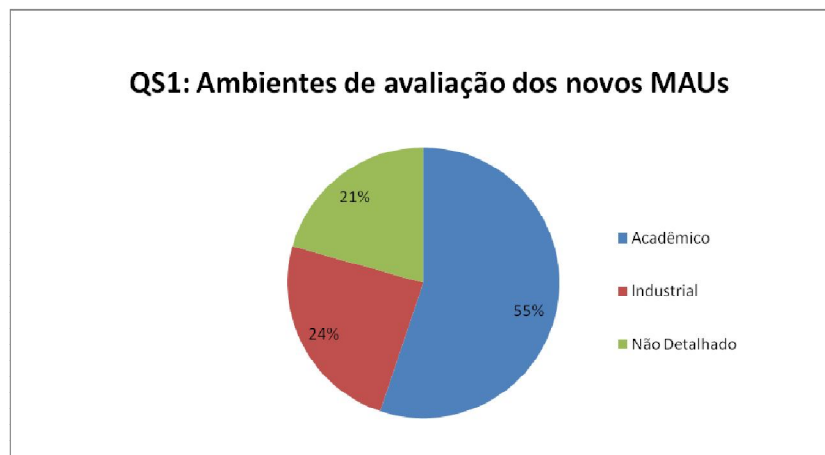
Além disso, a outra categoria emergente para avaliação de usabilidade consiste no desenvolvimento de ferramentas que visam automatizar a avaliação. Esta abordagem foca na diminuição do esforço, minimizado com a utilização de uma ferramenta no processo de avaliação de usabilidade, como apresentado por Fiotakis *et al.* (2009). Os autores além de proporem uma técnica de inspeção de usabilidade para aplicações móveis, propõem a ferramenta *ActivityLens*, desenvolvida especialmente para análise dos dados encontrados na avaliação da usabilidade. Neste MS, foi ainda identificado um *survey* de literatura considerando aspectos para medição de usabilidade de aplicações móveis.

Apesar da maioria dos estudos identificados focarem na participação do usuário (Vuolle *et al.*, 2008; Baille e Morton, 2009; Bastien, 2010a), a adoção de técnicas de inspeção é geralmente menos cara (Rocha e Baranauskas, 2003). Estes resultados indicam claramente algumas oportunidades para a pesquisa sobre técnicas de inspeções de usabilidade para

reduzir o custo das avaliações e do estímulo ao uso mais freqüente dessa técnica no ambiente industrial. Outra questão de pesquisa, definida neste MS, foi a identificação dos ambientes de avaliação das novas propostas (Q<sub>s1</sub>). A análise desta questão é apresentada abaixo.

**Q<sub>s1</sub>: Em quais domínios ou ambientes os métodos identificados são aplicados?**

Um importante aspecto identificado neste estudo foi à relação entre as estratégias adotadas para avaliação de usabilidade e o ambiente de avaliação e como estes podem influenciar no desempenho das técnicas propostas. Dos 27 artigos identificados para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis, cerca de 55% são aplicados em ambiente acadêmicos concentrando-se em laboratórios de usabilidade, 24% são aplicados em ambientes industriais (conforme a Figura 2.3).



*Figura 2.3 – Cenários de aplicação de avaliação usabilidade de aplicações móveis identificados.*

Tais percentuais revelam que a maioria dos estudos é feita em ambientes *in vitro*, e.g. laboratórios, o que pode ser justificado devido ao maior controle sobre as ações do usuário no contexto de uso. Outro ponto positivo para escolha de ambientes *in vitro* está relacionado ao custo de aplicação das avaliações em ambientes *in vivo*. Fiotasky *et al.* (2009) avaliam o custo entre os ambientes de aplicação de uma metodologia proposta pelos mesmos. Como resultado, os pesquisadores identificaram que estudos aplicados em laboratórios costumam obter maior eficiência na detecção de defeitos de usabilidade. No entanto, no ambiente real de utilização, os pesquisadores constataram que a execução da avaliação de usabilidade

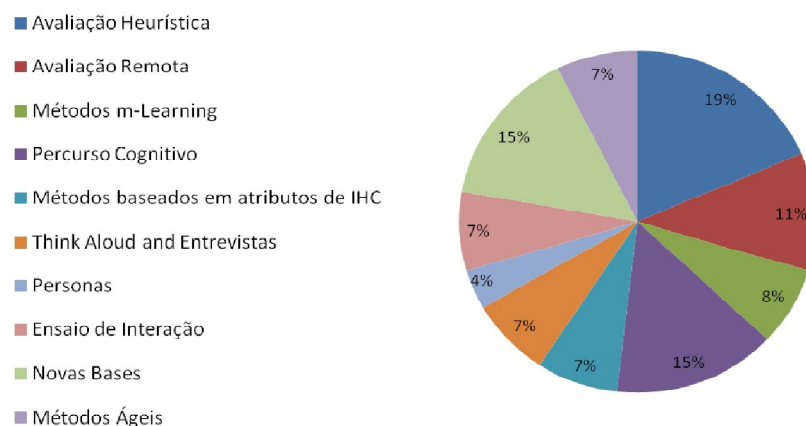
pode detectar defeitos de usabilidade mais críticos relacionados às aplicações. Apesar disso, algumas abordagens identificadas visam confrontar o impacto entre ambientes *in vitro* e ambiente *in vivo*. Por exemplo, o trabalho apresentado por Duh *et al.* (2006), pesquisou sobre o impacto do cenário de uso na usabilidade das aplicações móveis, pois os usuários podem interagir de formas diferentes utilizando a mesma aplicação. Para responder esta hipótese, os pesquisadores realizaram testes de usabilidade em aplicações *Web* móveis em diferentes contextos de utilização, identificando os impactos de utilização em ambientes real e controlado. Os resultados do estudo mostraram que o contexto de uso influencia na forma como os usuários interagem com os dispositivos.

Outro aspecto identificado está relacionado ao perfil do usuário de computação móvel. Shrestha (2007) avalia as diferenças no contexto de utilização de uma aplicação em ambiente móvel e *desktop* através de teste de usabilidade em laboratório. O pesquisador utilizou um navegador móvel com participantes com experiência em navegadores *desktop* para identificar e categorizar diferenças na utilização de aplicações em paradigmas diferentes. Como resultado, o autor constata que a escolha do perfil inadequado para realização do estudo pode ter comprometido a validade dos resultados. Por isso, traçar o perfil dos usuários e incluir os mesmos no processo de avaliação pode tornar maior a validade dos resultados de estudos relacionados à avaliação de usabilidade destas aplicações. Esta estratégia pode influenciar na escolha do tipo de método para avaliação de usabilidade.

#### **Q<sub>s2</sub>: Quais métodos são usados como base para a definição dos novos métodos?**

Outro resultado importante, identificado neste estudo, foi o uso de métodos tradicionais de avaliação de usabilidade como base para elaboração de métodos específicos para o contexto móvel, como mostra a Figura 2.4.

## SQ2: Métodos-base usados durante a definição de novos MAUs específicos para Web Móvel



*Figura 2.4 – Métodos-base utilizados na definição de novas tecnologias de avaliação de usabilidade no contexto móvel.*

Dos estudos identificados, cerca de 88% utilizam métodos tradicionais como base para definição das novas propostas. Geralmente grande parte dos métodos adotados foca na interação do usuário com aplicações adaptadas para o contexto móvel. A adaptação destes métodos é justificada pela sua eficiência comprovada na detecção de defeitos de usabilidade. Neste cenário, a Avaliação Heurística em particular, tem sido amplamente utilizada como método-base, provavelmente devido à sua eficiência em detectar falhas (Duh *et al.*, 2006).

Os atributos de *affordance* e princípios da IHC (Interação Humano-Computador), definido pelo estudo apresentado por Zhang e Adipat *et al.* (2005), também aparecem como uma base para definir novos métodos. Baille e Morton *et al.* (2009) propõem o uso desses princípios para avaliar a usabilidade e propor melhorias para uma aplicação móvel governamental. Este estudo de caso foi utilizado em três diferentes plataformas móveis e, embora a divisão dos participantes tenha sido desequilibrada, os autores mostraram evidências de que os usuários estão frustrados ao executar tarefas em que o pedido tem mais de 30 segundos para retornar um *feedback*. Florence *et al.* (2009) também propõem uma abordagem de inspeção que possui os atributos de interação como base. Os autores usam um quadro que registra as interações do usuário através de cliques nos dispositivos, a fim de auxiliar a inspeção.

Outra descoberta com este Mapeamento Sistemático, é a integração entre os métodos ágeis e avaliações de usabilidade. Por exemplo, Bastien (2010a) propõe testes de usabilidade integrados com fundamentos de UX (*User eXperience*), onde o usuário é inserido no contexto de desenvolvimento de aplicações móveis para área médica. Outros métodos de avaliação integram metodologias ágeis de desenvolvimento, visando aumentar a qualidade e produtividade no processo de desenvolvimento de aplicações móveis, como apresentado por Hussain *et al.* (2009). Os mesmos realizam um teste de usabilidade baseado em XP (*Extreme Programming*) com métodos de IHC como estudo preliminar para geração de um *framework*. Outros estudos apresentam testes de usabilidade tradicionais aplicados em protótipos de aplicações Web móvel na fase final do processo de desenvolvimento. Estes exemplos ilustram como integrar metodologia ágil no processo com avaliações de usabilidade.

Embora grande parte dos trabalhos identificados no MS executado foque na experiência dos usuários para execução e validação das propostas, a maioria não considera fatores que podem diminuir a dificuldade do inspetor durante a realização das avaliações. As principais contribuições do MS conduzido na pesquisa são descritos na próxima Seção.

#### **2.4.2.1. Contribuições do MS**

A partir dos artigos identificados, foi possível verificar que vários métodos focam na interação direta dos usuários, através de testes de usabilidade (ver Figura 2.2). Estes indícios podem indicar que grande parte das avaliações é realizada no estágio final de desenvolvimento de aplicações móveis. Apesar de detectar grande parte dos defeitos, existe a necessidade de métodos inseridos durante ou no início do desenvolvimento deste tipo de aplicação. Por essa razão, outras abordagens têm obtido demanda crescente. Assim, os métodos de avaliação onde os defeitos são descobertos por especialistas (inspetores), assim como os métodos automatizados por ferramentas têm se tornado uma importante alternativa a ser considerada.

Além disso, outro aspecto a ser considerado na escolha do melhor método de avaliação é a sua eficiência na detecção de defeitos. Apesar de testes obterem melhor resultado na detecção de defeitos, os métodos de inspeção possuem melhor custo-benefício, pois não necessita de laboratórios específicos de usabilidade (Souza *et al.*, 2003). Esta tendência

motiva estudos futuros sobre a definição de técnicas de inspeção de usabilidade para facilitar o processo de avaliação.

Outra contribuição importante foi a utilização de métodos tradicionais durante a definição de métodos específicos para aplicações móveis. Entre os métodos mais utilizados têm-se: Avaliação Heurística, Percurso Cognitivo e Avaliação Remota (ver Figura 2.4). Uma boa justificativa é que considerar métodos tradicionais pode aumentar a eficiência e eficácia para detectar defeitos de usabilidade no contexto móvel, uma vez que métodos tradicionais são consolidados e focam questões genéricas que podem ser aplicados também a interfaces móveis.

Com base nestes resultados foi possível identificar alguns aspectos relevantes durante a avaliação de usabilidade em aplicações móveis. Os aspectos identificados através das evidências da literatura coletadas foram úteis para o refinamento e a definição da proposta da UBICUA. A Seção seguinte apresenta os aspectos relevantes identificados neste MS.

### ***2.4.3. Usando os Resultados do MS para Identificação de Fatores de Usabilidade Relevantes para Computação Móvel***

Nesta Seção são discutidos os resultados obtidos neste estudo, de acordo com a seguinte questão secundária:

**Q<sub>s3</sub>: Quais características relevantes sobre avaliação de usabilidade de aplicações móveis devem ser consideradas durante a definição de novos métodos de avaliação?**

De acordo com Nielsen (2009), as pessoas usam a Web em dispositivos móveis somente para tarefas específicas, devido ao contexto em que estão inseridos no momento de uso da aplicação. Por essa razão, considerar novos aspectos de avaliação de usabilidade nesse contexto pode ser importante. Segundo Lee e Schneider (2005), fatores focados em critérios específicos centrados na interação do usuário podem influenciar fortemente a usabilidade da aplicação móvel. De acordo com Wasserman *et al.* (2010a), uma boa interação depende do ambiente físico ao qual ele está inserido. Para um usuário de computação móvel, a satisfação durante a interação com a aplicação depende do contexto de uso (Vuolle *et al.*, 2008). Dessa forma estudos com foco na interação do usuário podem facilitar o desenvolvimento de novas

tecnologias (Shrestha, 2007). Assim, a revisão sistemática contribuiu também para a caracterização de fatores de usabilidade relevantes para computação móvel, que podem influenciar no contexto de uso. A Tabela 2.6 apresenta uma visão geral dos fatores relevantes de usabilidade e quais estudos os consideram na definição de novas tecnologias.

*Tabela 2.6 –Fatores relevantes de usabilidade para computação móvel identificados.*

| <b>Fatores de usabilidade de computação móvel</b> | <b>Contribuição</b>                                                                                                                                                      | <b>Referências</b>                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características do Usuário</b>                 | Sugerem que características pessoais do usuário que podem influenciar na interação, por exemplo, flexibilidade, presteza e experiência                                   | (Peevers <i>et al.</i> , 2008);(Fiotakis <i>et al.</i> , 2009; Hussain <i>et al.</i> , 2009); (Shrestha, 2007); (Baille e Morton, 2009) |
| <b>Características do Dispositivo</b>             | Sugerem que características específicas dos dispositivos que podem afetar na sua usabilidade total como: plataforma, a interface da aplicação e o tempo de inicialização | (Heo <i>et al.</i> , 2009); (Kjeldskov <i>et al.</i> , 2005); (D'atri, 2007)                                                            |
| <b>Características do Canal de Comunicação</b>    | Sugerem que o ambiente de comunicação sem fio e as condições que podem afetar a usabilidade da aplicação                                                                 | (Wasserman, 2010a); (Duh <i>et al.</i> , 2006); (Yun <i>et al.</i> , 2005)                                                              |

Outra característica importante, corroborada com este estudo e considerada na definição da nova técnica, é a facilidade de uso da técnica proposta, visto que a experiência dos avaliadores pode influenciar no desempenho da técnica durante o processo de avaliação de usabilidade, resultando em maior detecção de defeitos de usabilidade com maior eficácia e eficiência. Por isso, é desejável que a técnica proposta possua a flexibilidade de adaptação de acordo com o conhecimento do inspetor em usabilidade para tecnologias móveis.

Com isso espera-se que esta abordagem possa: (i) apoiar a redução de custos no processo de desenvolvimento de aplicações Web em dispositivos móveis. Além disso, utilizar tais fatores na nova tecnologia pode (ii) identificar os defeitos de usabilidade durante o processo com um esforço reduzido.

## **2.5. Considerações Finais**

Este capítulo apresentou os conceitos relacionados à avaliação de usabilidade. O capítulo descreveu os principais métodos de avaliação utilizados, além das características de cada

método. Os testes de usabilidade são métodos baseados na interação direta com usuários reais da aplicação. Estes métodos possuem como vantagem maior detecção de defeitos de usabilidade, porém possuem custo relativamente alto, devido à realização em laboratórios específicos e tempo dos usuários. Já as inspeções de usabilidade são métodos baseados em avaliação por especialistas. Esse método foi desenvolvido como alternativa devido ao melhor custo-benefício em relação aos testes de usabilidade, podendo encontrar uma ampla quantidade de defeitos em pouco tempo e com baixo custo, pois não há a necessidade de utilização de usuários reais ou laboratórios, porém depende diretamente da expertise do inspetor.

Em se tratando de aplicativos móveis, a adoção de métodos de avaliação pode contribuir para o desenvolvimento de uma aplicação com qualidade, diminuindo a dificuldade de uso provocada pelo contexto de interação no qual os usuários de dispositivos móveis estão inseridos. Para caracterizar os métodos específicos para avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel, apresentamos um Mapeamento Sistemático. Como resultados foram selecionados 27 estudos de um conjunto de 212 publicações. Esse estudo foi importante para definir estratégias que pudessem colaborar para definição de uma nova abordagem de avaliação.

Os resultados nos permitiram identificar fatores que podem influenciar positivamente a usabilidade de aplicações móveis. Considerar tais fatores no projeto e desenvolvimento de novas abordagens pode auxiliar pesquisadores na definição de métodos mais eficazes e eficientes em relação às abordagens existentes. No próximo capítulo é apresentada a proposta de avaliação de usabilidade, chamada UBICUA (*Usability-Based Inspection Customizable Approach*). Os resultados de um estudo experimental que em conjunto com o MS auxiliaram na definição da UBICUA.

## **Capítulo 3 - Proposta Inicial da Técnica UBICUA: *Usability-Based Inspection Customizable Approach***

---

*Este capítulo apresenta a técnica UBICUA - Usability-Based Inspection Customizable Approach - uma técnica de inspeção de usabilidade para aplicações Web móvel. Essa técnica utiliza itens de verificação baseados nas Heurísticas de Nielsen (1994), focando em fatores relevantes para computação móvel, customizados pelo conhecimento do inspetor. O objetivo com isto é uma maior identificação de problemas de usabilidade, mesmo por inspetores com pouco conhecimento.*

### **3.1. Introdução**

Nos capítulos anteriores, foi apresentada a importância da usabilidade de aplicações Web e os principais métodos de avaliação existentes. Além disso, foi apresentado um Mapeamento Sistemático sobre métodos específicos de avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel. A ideia foi utilizar os resultados identificados no MS, para identificar oportunidades para auxiliar na definição da técnica.

O MS nos permitiu a identificação de fatores de usabilidade relevantes para aplicações em dispositivos móveis. Outra contribuição importante do MS foi o refinamento dos fatores identificados que devem ser considerados no processo de concepção de novas técnicas de inspeção de usabilidade para aplicações Web no contexto móvel. Acredita-se que considerar tais fatores pode auxiliar na detecção de problemas de usabilidade com maior eficácia se comparado às abordagens existentes. Os resultados deste estudo, em conjunto com um estudo preliminar, auxiliaram na definição da nova técnica de avaliação de usabilidade, chamada UBICUA (*Usability-Based Inspection Customizable Approach*).

O propósito da UBICUA é que esta possa ser empregada pelos próprios engenheiros de software durante o processo de desenvolvimento, considerando fatores que possam afetar o contexto de uso e a usabilidade da aplicação. Por essa razão, uma das estratégias adotadas

na definição da UBICUA foi utilizar um método-base para facilitar a aplicação da técnica.

Para apoiar a escolha do método-base mais adequado, foi realizado um estudo preliminar com técnicas de avaliação de usabilidade específicas para aplicações Web. O objetivo deste estudo foi identificar, através de estudo comparativo, qual técnica melhor se adaptava para o paradigma móvel e que pudesse ser utilizada como método-base na definição da UBICUA.

O presente Capítulo apresenta a técnica proposta e os conceitos utilizados para sua customização visando uma maior identificação de defeitos baseada no conhecimento do inspetor. Este capítulo apresentad ainda, um estudo comparativo que em conjunto com os resultados do MS, auxiliaram na definição da UBICUA. Este capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 3.2 apresenta o estudo comparativo entre técnicas específicas de aplicações Web. A Seção 3.3 apresenta a definição de cada fator de usabilidade relevante para computação móvel; a Seção 3.4 apresenta a proposta inicial da técnica UBICUA; e, a Seção 3.5 apresenta as considerações finais deste capítulo.

### **3.2. *Combinando os Resultados de um Estudo Secundário com um Estudo Preliminar***

O objetivo deste estudo foi identificar, através de estudo comparativo, qual técnica melhor se adaptava para o paradigma móvel e que pudesse ser utilizada como método-base na definição da UBICUA. Para apoiar a escolha do método mais adequado, foi realizado um estudo preliminar com técnicas de avaliação de usabilidade específicas para aplicações Web.

Foram utilizadas as técnicas: Avaliação Heurística (AH), pela eficiência na detecção de defeitos de usabilidade (Nielsen, 1994). Além disso, este método foi identificado como o mais utilizado como base para elaboração de novos métodos no estudo secundário; o Percurso Cognitivo (PC) (Blackmon *et al.*, 2002), devido à facilidade de uso deste método baseado em perguntas e; a Web Design Perspective (WDP) (Conte *et al.*, 2007), uma técnica específica para aplicações Web e que utiliza a AH como base. Este estudo foi executado através da avaliação na aplicação *TweetDeck*<sup>3</sup>, utilizado na plataforma *iPhone OS*<sup>4</sup>. Este estudo foi descrito em (Bonifácio *et al.*, 2010c).

---

<sup>3</sup> TweetDeck versão 1.3

<sup>4</sup> iPhone OS versão 3.1.2

O restante desta Seção está dividido da seguinte forma: a Subseção 3.3.1 apresenta o planejamento. Na Subseção 3.3.2a condução do estudo e os resultados obtidos da avaliação das técnicas, além de uma discussão dos resultados.

### **3.2.1. Planejamento do Estudo Preliminar**

A realização do estudo envolveu seis estudantes, de Computação, três alunos de graduação em Ciência da Computação e três alunos de mestrado em Informática, que cursaram a disciplina IHC, com conhecimento em avaliação de usabilidade. O estudo foi realizado com inspetores que também utilizam o *Twitter*<sup>5</sup> para atualização de informações na Web, o que pode ser bastante representativo como usuários reais da aplicação, além do fato de todos terem experiência na utilização do *iPhone*.

Uma das razões para escolha deste dispositivo neste estudo foi por sua flexibilidade na inserção de aplicações Web. Além disso, este dispositivo dispõe de características que facilitam a interação em aplicações Web móvel, o que pode ser representativo realizar avaliação de aplicações nesse contexto. O software escolhido para realização do estudo foi TweetDeck, a aplicação mais popular entre usuários de Web móvel. Esta aplicação é um browser com a finalidade de enviar mensagens para o Twitter, bem como visualizar e atualizar o Facebook<sup>6</sup>.

A comparação das técnicas utilizadas neste estudo foi feita considerando dois fatores: indicadores de eficácia (razão entre o número de problemas detectados e o tempo gasto); e eficiência (razão entre o número de problemas detectados pelo método e o total de problemas conhecidos). Estes parâmetros têm sido empregados como forma de avaliação entre técnicas de inspeção de usabilidade de aplicações (Fernandez *et al.*, 2010)

Ainda no planejamento do estudo foram definidas um conjunto de sete funcionalidades do TweetDeck, julgadas como principais para um bom funcionamento da aplicação. As funcionalidades selecionadas foram: (a) adicionar uma conta do aplicativo; (b) excluir uma conta do aplicativo; (c) escrever um *tweet*; (d) “*retweet*” com ou sem comentários; (e) seguir usuários do Twitter; (f) escrever *replies*; (g) escrever *direct messages*. Por fim, originou-se

---

<sup>5</sup> <http://www.twitter.com>

<sup>6</sup> <http://www.facebook.com>

uma listagem com 16 tarefas a serem executadas na inspeção através das técnicas selecionadas.

Neste estudo, escolheu-se a Avaliação Heurística (Nielsen, 1994), o Percorso Cognitivo (PC) (Blackmon *et al.*, 2002) e a *Web Design Perspectives-based Usability Evaluation* (WDP) (Conte *et al.*, 2007) pela abrangência e generalidade das técnicas utilizadas. A seguir, são apresentadas breves descrições das técnicas utilizadas para a avaliação de usabilidade da aplicação definida.

### **3.2.1.1. Avaliação Heurística**

Avaliação Heurística (AH) tem sido utilizada com frequência na avaliação de usabilidade de aplicações Web convencionais. Esta técnica de inspeção é realizada através de um conjunto de princípios e diretrizes (heurísticas) onde os envolvidos são inspetores especialistas, que direcionam seu foco em encontrar problemas a serem corrigidos e aplicar melhorias de usabilidade. AH foi desenvolvida como uma alternativa para minimizar custos ao realizar inspeções de software (Nielsen, 1994).

O procedimento de aplicação da inspeção é feito pelos inspetores através de análise das interfaces, verificando a conformidade das mesmas de acordo com as dez heurísticas propostas por Nielsen. Cada inspetor deve relatar problemas encontrados, categorizá-los conforme as heurísticas e, por fim, determinar o grau de severidade do defeito. Depois de toda execução da inspeção, é realizada uma reunião de discriminação, onde é feito a separação dos problemas e falso-positivos. As dez heurísticas de Nielsen são apresentadas a seguir:

- Visibilidade do estado do sistema: o sistema precisa manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, fornecendo *feedback* adequado dentro de um tempo razoável.
- Concordância entre o sistema e o mundo real: o sistema precisa falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, ao invés de termos orientados ao sistema. Seguir convenções do mundo real, fazendo com que a informação seja apresentada numa ordem natural e lógica.

- Controle do usuário e liberdade: o sistema deve prover funções de *undo* e *redo* ou funções que permitam ao usuário utilizar “saídas de emergência” em casos de escolhas erradas ou para sair de um estado não esperado.
- Consistência e padrões: devem ser seguidas convenções da plataforma de desenvolvimento e padrões de interface normalmente aceitos. Os usuários não devem ter que adivinhar se palavras, situações ou ações diferentes que significam a mesma coisa.
- Prevenção de erros: o sistema deve prevenir a ocorrência de erros na sua utilização. Melhor que boas mensagens de erro é um projeto cuidadoso que previne a ocorrência de um problema.
- Reconhecer ao invés de lembrar: tornar objetos, ações e opções devem estar visíveis, para que os usuários não tenham que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. Informações para uso do sistema devem estar visíveis, ou facilmente recuperáveis, quando necessário.
- Flexibilidade e eficiência de uso: aceleradores devem ser providos para aumentar a velocidade da interação. Permitir a usuários experientes “cortar caminho” em tarefas freqüentes.
- Projeto minimalista e estético: diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Qualquer unidade extra de informação no diálogo irá competir com unidades relevantes de informação e diminuir sua visibilidade relativa.
- Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros: mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos), indicando precisamente o problema e sugerindo construtivamente uma solução.
- Ajuda e documentação: as informações de ajuda e documentação devem ser fáceis de procurar, com foco na tarefa do usuário, e não muito extensas.

Esse procedimento é útil para avaliação em interfaces em desenvolvimento ou sistemas já completos. E por utilizar heurísticas gerais para avaliar interfaces, a técnica diminui o

tempo de avaliação e facilita sua aplicação da mesma. No entanto, a habilidade do inspetor para identificar os problemas de usabilidade depende de conhecimentos e experiência na área de avaliação (Matera *et al.* 2006).

### 3.2.1.2. *Percurso Cognitivo*

O Percurso Cognitivo (PC) ou *Cognitive Walkthrough* visa avaliar a facilidade de aprendizado e identificar os problemas de usabilidade que a interface terá sobre o usuário através da interação exploratória do mesmo (Blackmon *et al.*, 2002), ou seja, como a aplicação influenciará na habilidade e expectativa do usuário ao executar determinada tarefa. Esse método procura investigar o benefício de aprendizado de um usuário novato em relação: à correspondência entre a conceituação de uma tarefa por parte dos usuários e dos designers; à escolha adequada ou inadequada do vocabulário utilizado; ao *feedback* adequado para as conseqüências de uma ação (Blackmon *et al.*, 2002). As perguntas do PC são apresentadas na Figura 3.1

| Questões do Percurso Cognitivo                           | Tarefa 1 |         |         |
|----------------------------------------------------------|----------|---------|---------|
|                                                          | Passo 1  | Passo 2 | Passo 3 |
| A ação correta será evidente para o usuário?             |          |         |         |
| O usuário notará que a ação correta está disponível?     |          |         |         |
| O usuário interpretará a reação do sistema corretamente? |          |         |         |

Figura 3.1 –Extrato de aplicação do Percurso Cognitivo.

O procedimento desta técnica consiste em guiar os inspetores através da execução de tarefas especificadas, buscando simular o contexto real de utilização da aplicação avaliada. Isto permite ao inspetor identificar aspectos de usabilidade que dificultam a execução de uma tarefa na utilização do método. Para cada tarefa executada, o avaliador responde a três questões que influenciaram nas ações e percepções dos mesmos. Essas percepções são registradas para validação dos problemas identificados e servirão de base para possíveis alterações na interface da aplicação.

### **3.2.1.3. Técnica WDP (Web Design Perspectives-based Usability Evaluation)**

A *Web Design Perspectives-based Usability Evaluation* (WDP) utiliza as heurísticas de Nielsen como base, direcionando a avaliação de usabilidade através de perspectivas específicas para a representação de aplicações Web (Conte *et al.*, 2007):

- Conceituação: Representa os elementos conceituais (negócio, problema, etc.) que compõem o domínio da aplicação;
- Apresentação: Representa as características relativas à programação visual e ao layout da interface, definindo como as informações serão apresentadas aos usuários; e
- Navegação: Representa o espaço navegacional, definindo os elementos de acesso e suas associações usados na exploração das informações.

Esta técnica baseia-se nas perspectivas Web para facilitar a categorização dos problemas de usabilidade pelos avaliadores. Dessa forma, cada heurística é associada a uma perspectiva de representação formando pares que servem para agrupar os problemas de acordo com uma das perspectivas a elas associadas.

Por ser uma técnica de inspeção baseada em *checklist*, a WDP pode ser adequada facilmente ao uso por inspetores com alguma experiência em inspeções de usabilidade, onde eles podem executar a inspeção da forma mais conveniente, e contam com a ajuda do *checklist* para verificação de características pontuais na aplicação Web. Entretanto, como apresentado no estudo de observação relatado em (Conte *et al.*, 2009), isso ainda não é suficiente para ajudar inspetores novatos na execução dessa atividade. Inspetores novatos precisam de direcionamento, um procedimento a ser seguido para executar a inspeção. A WDP fornece as diretrizes para a avaliação, porém não informa aos inspetores a ordem das diretrizes ou mesmo as perspectivas de projeto Web que devem ser aplicadas na avaliação.

### **3.2.2. Condução do Estudo Preliminar**

Em cada inspeção utilizou-se o mesmo número de inspetores usando cada técnica, no entanto todos avaliaram individualmente a aplicação selecionada. Dessa forma, os inspetores

foram divididos em três grupos de duas pessoas com um mestrando em cada grupo. Para a realização da atividade, cada inspetor utilizou um formulário de registro de problemas, onde os mesmos faziam considerações sobre os problemas de usabilidade encontrados, assim como o registro do tempo gasto na inspeção.

Os problemas foram consolidados em reunião de inspeção realizada entre três alunos de mestrado não envolvidos no processo de avaliação da aplicação. Após a realização da inspeção, os inspetores obtiveram o seguinte desempenho:

*Tabela 3.1 – Resultados obtidos no estudo preliminar.*

| <b><u>Técnicas / Características</u></b> |                                                   | <b>WDP</b> | <b>AH</b> | <b>PC</b> |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| A                                        | Nº. de Inspetores                                 | 2          | 2         | 2         |
| B                                        | Defeitos encontrados                              | 11         | 10        | 7         |
| C                                        | Tempo médio gasto (hora)                          | 1,8        | 0,78      | 0,58      |
| D                                        | Eficiência (defeitos detectados/hora)             | 6          | 12        | 13        |
| E                                        | Eficácia (defeitos encontrados/total de defeitos) | 64%        | 58%       | 41%       |

A Tabela 3.1 descreve uma comparação das três técnicas utilizadas. Em relação número de problemas encontrados, a WDP obteve um melhor resultado. Porém, considerando o tempo de execução da inspeção, o PC foi executado em menor tempo.

A WDP mostrou-se mais eficiente, por conter um conjunto de diretrizes detalhadas para orientar os avaliadores, o que permitiu com que as questões de avaliação tivessem maior clareza. Mas, apesar do número de problemas encontrados ter sido maior, o tempo médio gasto para inspeção foi também maior, pois a quantidade de diretrizes tornou a avaliação demorada, devido à checagem e decisão do inspetor quanto às diretrizes da técnica.

Ao executar a avaliação com a técnica WDP, o inspetor utiliza as perspectivas específicas para a representação de aplicações Web. Apesar de algumas características similares, aplicações Web se diferem de aplicações móveis, pois no contexto móvel, as aplicações possuem maior foco na perspectiva de apresentação. Algumas das perspectivas utilizadas na WDP acabaram confundindo os inspetores. Em aplicações Web móveis, as interfaces devem ser simples e intuitivas, focando principalmente a perspectiva de apresentação. Os inspetores acabaram gastando maior tempo checando outras perspectivas que não se aplicam a tais aplicações.

A AH detectou um número de defeitos considerado razoável em relação às outras técnicas. Seu desempenho pode ser explicado pelo conjunto de diretrizes generalizadas que a tornou bem mais abrangente em relação à técnica da WDP. A avaliação de aplicações móveis pode ser bem executada devido à generalidade das heurísticas, uma vez que podem ser adaptadas para a interface provida em aplicações móveis. Porém, conforme mencionado, nesse tipo de técnica, é necessário um conhecimento aprofundado em usabilidade, por parte do inspetor, para realizar a AH. Apesar da generalização das heurísticas, a categorização dos problemas pelo inspetor foi um fator que aumentou o tempo gasto para execução da avaliação em relação ao PC.

As heurísticas foram elaboradas de maneiras generalizadas para facilitar a avaliação de usabilidade em diversos padrões de interfaces. Essa generalização torna o equilíbrio entre o tempo gasto e o número de problemas de usabilidade encontrados aceitáveis. Esse desempenho pode ser melhorado detalhando ainda mais as heurísticas, como o realizado na WDP, que especifica as heurísticas através de perspectivas de representação. Isto facilita a categorização dos problemas em determinada heurística pelo inspetor.

Por fim, a técnica PC obteve um menor número de problemas encontrados e foi executada em menos tempo, como a técnica PC é executada ao se responder somente três questões, isto pode ser considerado um fator determinante para o baixo tempo gasto na inspeção da aplicação para dispositivo móvel. Apesar de a técnica ser independente do tipo de interface a ser inspecionada, ela não faz com que o inspetor observe a maioria dos aspectos da interface. Além disso, grande parte da dificuldade está na atenção que os inspetores precisam ter para interpretação das ações direcionadas às questões do formulário utilizado no PC.

Apesar das restrições e dificuldade de aplicação, a avaliação de usabilidade permitiu mostrar um importante indício sobre quais técnicas podem ser aplicáveis para o contexto móvel. Embora outras técnicas utilizadas neste estudo tenham obtido desempenho melhor, as características de cada técnica devem ser levadas em consideração na adaptação delas para o contexto móvel. A AH se mostrou viável para utilização como método-base para definição da nova proposta. Além disso, a AH é o método-base da WDP que foi a técnica que obteve melhor desempenho. Isto se deve pela generalidade das diretrizes, bem como o foco

da avaliação em interfaces genéricas, podendo ser aplicada em vários tipos de aplicações.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, e por ser o método mais utilizado como base para definição de novos métodos e também pela facilidade de aplicação, decidiu-se fundamentar a nova proposta através das heurísticas de Nielsen (1994) durante a definição da técnica. Além disto, os métodos baseados em *checklists* e itens de verificação possuem como vantagem a possibilidade de utilização em especificações de interfaces, protótipos ou sistemas completos, o que pode aumentar a flexibilidade de uso da técnica e incentivar a sua adoção dentro do processo de desenvolvimento de tais aplicações.

A partir dos resultados deste estudo, foi possível perceber as características de cada técnica considerando indicadores de eficiência e eficácia na detecção de defeitos de usabilidade. Com base nos resultados obtidos, optou-se por utilizar o método de Avaliação Heurística. A AH utiliza diretrizes que indicam o que deve ser avaliado na interface da aplicação, podendo aumentar o equilíbrio entre o tempo gasto e o número de defeitos de usabilidade encontrados e com isto diminuir o tempo gasto de inspeção. Além disto, métodos baseados em *checklists* e itens de verificação possuem como vantagem a possibilidade de utilização em especificações de interfaces, protótipos ou sistemas completos, o que pode aumentar a flexibilidade de uso da técnica e incentivar a sua adoção dentro do processo de desenvolvimento de tais aplicações.

Com base nestes indícios, foi elaborada uma nova técnica na qual é testada a adoção de fatores de usabilidade relevantes em computação móvel através de itens de verificações customizáveis de acordo com tais fatores. A proposta da técnica é detalhar cada item de verificação com base em cada fator de usabilidade. Os conceitos e definições de cada fator são apresentados a seguir.

### **3.3. Fatores de Usabilidade em Computação Móvel Identificados para Definição da Técnica UBICUA**

Segundo Lee (2005), considerar fatores de usabilidade de computação móvel pode contribuir para facilitar a detecção de defeitos de usabilidade inseridos nesse paradigma. Para um usuário de computação móvel, a satisfação durante a interação com a aplicação depende do ambiente físico ao qual o mesmo está inserido e ao contexto de uso (Vuolle et

al., 2008). Assim, cada fator, identificado no estudo secundário e descrito no Capítulo 2, conforme a Figura 3.2.



*Figura 3.2 – Caracterização dos fatores de usabilidade de computação móvel identificados no Mapeamento Sistemático (Bonifácio et al., 2010b).*

Cada fator foi posteriormente dividido em subfatores, definidos de acordo com as especificidades de cada fator, com o objetivo de criar parâmetros para mensurar melhor a a usabilidade em cada fator geral. Cada fator é descrito detalhadamente nas próximas seções (Seção 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3 respectivamente).

### **3.3.1. Características do Usuário**

Em computação móvel, as características do usuário influenciam diretamente como os usuários interagem com os dispositivos computacionais (Souza e Spinola, 2006). Aplicações Web são interativas, centradas no usuário e baseadas em hipermídia, onde a interface com o usuário desempenha um papel central (Olsina et al., 2006) (Olsina et al. 2006). Mas além da interatividade provida pela Web, a utilização destas aplicações em dispositivos depende de um conjunto de fatores em que a usabilidade pode facilitar positivamente na interação. Em vista desse cenário, existem dois conceitos dentro das características do usuário que podem influenciar no desempenho da técnica: a experiência do usuário em relação à utilização de serviços no contexto móvel e a sua destreza para realização das tarefas nos dispositivos.

A **experiência do usuário** de acordo com a (ISO/IEC 9241) (2002) é definida como um conjunto de percepções de uma pessoa e as respostas que resultam da utilização ou a utilização antecipada de um produto, sistema ou serviço. No contexto móvel, a habilidade e

o conhecimento adquirido através do contexto de uso real de dispositivos móveis podem aumentar a eficácia, eficiência e facilidade de uso dos usuários com interfaces adaptadas para o contexto móvel.

Outro importante conceito que pode facilitar o processo de inspeção é a destreza do avaliador, uma vez que durante a inspeção o avaliador deve considerar a expertise do usuário e a familiaridade do mesmo na utilização do dispositivo e da aplicação móvel. A interface de uma aplicação móvel deve conduzir, através dos elementos da interface, o usuário na interação com o dispositivo computacional.

A **destreza** segundo Bastien (1993) é definida como os meios disponibilizados pela interface para guiar o usuário a realizar determinadas ações. Este atributo pode afetar a usabilidade das aplicações, já que a interface deve além de prover legibilidade de informações e minimizar a carga de processamento do dispositivo.

Esse conceito engloba também todos os meios que permitem ao usuário conhecer o contexto no qual ele se encontra. As alternativas disponíveis em termos de ações, as ferramentas de ajuda e o seu modo de acesso. Uma vez que, a falta de destreza do usuário no processo de avaliação da interface pode comprometer a eficácia na detecção de defeitos de usabilidade.

### **3.3.2. Características do Dispositivo**

As diferenças entre os dispositivos atuais constituem um importante fator a ser considerado na elaboração de uma técnica específica para avaliar a usabilidade de suas aplicações. Devido às diferenças de plataforma, os dispositivos possuem características distintas que os diferem entre si.

(Queiroz e Ferreira, 2009b) afirma que as características próprias dos dispositivos móveis devem ser consideradas e respeitadas para prover facilidade de uso e aprendizado na utilização de aplicações Web. Estas diferenças se devem às diferentes plataformas de desenvolvimento que aplicações devem suportar para obter popularidade entre os usuários de serviços móveis.

Dentre as características dos dispositivos, duas foram escolhidas para servir de base para

elaboração da técnica: a plataforma de desenvolvimento do dispositivo que pode alterar o contexto de uso da aplicação e a interface da aplicação no dispositivo, pois dependendo do dispositivo utilizado a mesma aplicação pode ter formas de interação diferentes. Assim, os usuários podem ter dificuldade com essas alterações na aplicação, dependendo do tipo de dispositivo utilizado.

A **plataforma de desenvolvimento** consiste no núcleo do sistema que gerencia todos os recursos do hardware do dispositivo (Gavala e Economou, 2011), similar ao sistema operacional, porém com restrições devido às características dos dispositivos. Com o avanço em inovações em software móvel, as aplicações estão seguindo um paradigma multi-plataforma. Por essa razão, as aplicações devem ser escaláveis para todos os tipos de plataformas (Maia *et al.*, 2010).

Pelas características dinâmicas providas pela Web 2.0, algumas aplicações possuem diferenças de interação em dispositivos com diferentes plataformas (Bonifácio *et al.*, 2010c). Estas diferenças podem afetar a usabilidade total da aplicação ou do dispositivo. Considerar as diferenças de plataformas constitui um importante fator que pode melhorar o desempenho da técnica na avaliação de usabilidade.

Outra característica importante em aplicações Web móvel que deve ser considerada em conjunto com a plataforma do dispositivo é a sua interface. A **interface gráfica da aplicação no dispositivo** é aparência estética da aplicação. Este fator é de extrema importância, pois as características dos dispositivos considerando a interface do mesmo podem comprometer as aplicações de desempenhar certas funções de maneira eficiente (e.g. resolução da tela, aplicação, cores, entre outros).

No processo de avaliação de usabilidade, utilizar as características do dispositivo para encontrar defeitos pode favorecer a distinção entre os defeitos referentes ao dispositivo e à aplicação. Dessa forma, a UBICUA foi desenvolvida para ser flexível de acordo com cada fator visando diminuir a dificuldade de avaliação da mesma aplicação em diferentes plataformas.

### 3.3.3. Características do Canal de Comunicação

O paradigma em que os dispositivos móveis estão inseridos também possui influência sobre as características que o dispositivo precisa atender quanto a sua usabilidade. No ambiente de utilização real, frequentemente os usuários se deparam com a presença de ruídos. Dessa forma, o contexto de utilização dos serviços móveis pode ser influenciado pelas restrições do canal de comunicação.

As aplicações Web em dispositivos móveis devem suportar as diferentes condições na transmissão e carregamento de dados para não afetar sua usabilidade. As restrições do canal de comunicação podem afetar a escolha do dispositivo e conseqüentemente pode limitar a competitividade de um produto.

Segundo Souza e Spinola (2006), características como “tempo de inicialização” – em aplicações de tempo crítico podem requerer um dispositivo com inicialização imediata; “integridade de dados” – se um usuário não puder tolerar perda de dados e necessitar de armazenamento permanente, no próprio dispositivo; “robustez/resistência” – os dispositivos móveis geralmente não são muito robustos e podem se quebrar se forem derrubados – e “interface com o usuário” – as características próprias do dispositivo podem incapacitá-lo a desempenhar certas funções, devido aos aspectos da interface gráfica com o usuário.

Devido a estas restrições do canal de comunicação, a proposta desta abordagem utiliza o seguinte conceito na sua definição: segurança e integridade dos dados. Uma aplicação além de ser fácil de utilizar deve manter a integridade dos dados e tempo de carregamento, pois estes fatores podem afetar a usabilidade e satisfação do usuário na utilização da aplicação no dispositivo.

Por essa razão, a **segurança e integridade dos dados** envolvem a proteção dos dados dos usuários durante a interação com a aplicação. Os serviços Web normalmente utilizam dados sigilosos dos usuários como: número de contas correntes, transações bancárias, movimentações financeiras e compra e venda de produtos.

Aplicações deste porte costumam depender do canal de comunicação para o envio e recebimento de informações. Embora algumas aplicações mantenham sincronização de

dados para aumentar a segurança de informações e minimizar o processamento, pode haver perda de dados que podem comprometer o desempenho da aplicação. Assim, outro requisito necessário para customização da técnica deve ser a customização de itens baseados na integridade dos dados, para distinção de problemas de segurança que afetam o desempenho da aplicação e podem comprometer a sua usabilidade.

Além disso, o canal de comunicação pode influenciar no **tempo de carregamento de informações** no dispositivo móvel. Para não ter perda de dados, normalmente os usuários ficam esperando o tempo de carregamento de todas as informações, porém muitas vezes a longa espera comprometer a integridade do sistema, devido à falta de *feedback* quando ocorre um problema. O que normalmente compromete a satisfação do usuário ao utilizar determinado serviço no dispositivo móvel. Aplicações sem adaptação para o contexto móvel costumam utilizar grande quantidade de imagens ou tecnologias que podem comprometer o tempo de carregamento (Nielsen, 2009).

A definição desses conceitos foi útil para o desenvolvimento da abordagem proposta. Assim, foi elaborada uma nova técnica na qual é testada a adoção de fatores de usabilidade relevantes em computação móvel através de itens de verificações customizáveis de acordo com tais fatores. A proposta da técnica é detalhar cada item de verificação com base em cada fator de usabilidade. A técnica é apresentada a seguir.

### **3.4. A Técnica UBICUA**

A técnica UBICUA adiciona às heurísticas novos itens de verificação relacionados a usabilidade de aplicações móveis com base nos seguintes fatores: características do usuário, características do dispositivo e características do canal de comunicação. Estes itens servem para orientar os inspetores sobre o que está sendo avaliado, detalhando as heurísticas através de tais fatores. O propósito com isso é que os fatores possam auxiliar na avaliação, considerando os fatores, e com isso facilitar a aplicação da técnica. Assim, para facilitar a elaboração da técnica, cada fator foi refinado em dois subfatores, definidos na Seção anterior, como forma de melhorar o desempenho da técnica e facilitar a aplicação pelos inspetores com pouco conhecimento, conforme a Tabela 3.2.

*Tabela 3.2 – Fatores de usabilidade relevantes para computação móvel utilizados na*

*definição da UBICUA.*

| <b>Características do usuário</b>             |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Experiência do usuário</b>                 | De acordo com a ISO 9241, é um conjunto de percepções de uma pessoa e as respostas que resultam da utilização ou a utilização antecipada de um produto, sistema ou serviço.                                                     |
| <b>Presteza</b>                               | Segundo Bastien (2010a), a presteza é definida como os meios disponibilizados pela interface para guiar o usuário a realizar determinadas ações, ou seja, verifica se o sistema informa e conduz o usuário durante a interação. |
| <b>Característica do Dispositivo</b>          |                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Plataforma de desenvolvimento</b>          | Consiste no núcleo do sistema que gerencia todos os recursos do hardware do dispositivo                                                                                                                                         |
| <b>Interface da aplicação no dispositivo</b>  | De acordo com Mandel (1997), a interface da aplicação com o usuário pode ser entendida como parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato físico, perceptivo e conceitual.                           |
| <b>Característica do canal de comunicação</b> |                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Segurança e integridade dos dados</b>      | Envolve a proteção dos dados dos usuários durante a interação com a aplicação e como eles influenciam no funcionamento da aplicação                                                                                             |
| <b>Tempo de carregamento de informações</b>   | Tempo gasto na alteração do estado de uma aplicação após a interação com o usuário.                                                                                                                                             |

Em cada fator de usabilidade, descrito na Tabela 3.2, a técnica UBICUA utiliza itens de verificação que apontam um fator que deve ser avaliado e relaciona cada item de verificação com as heurísticas de Nielsen (1994). O objetivo desta relação com as heurísticas é para detalhar melhor o que está sendo avaliado, através de itens de verificação incluídos em todas as heurísticas. Cada uma das dez heurísticas foi mapeada através dos itens de verificação, com foco nos fatores de usabilidade especificados. Esta relação é mostrada na Tabela 3.3.

*Tabela 3.3 – Relação entre os fatores e os itens de verificação da técnica UBICUA.*

| <b>Verificação</b> | <b>Características do Usuário</b> |          | <b>Características do Dispositivo</b> |                     | <b>Características do Canal de Comunicação</b> |                       |
|--------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|-----------------------|
|                    | Conhecimento do inspetor          | Destreza | Plataforma                            | Design da aplicação | Segurança e integridade dos dados              | Tempo de carregamento |
| <b>1</b>           | ✓                                 |          |                                       |                     |                                                |                       |
| <b>2</b>           | ✓                                 | ✓        | ✓                                     | ✓                   |                                                |                       |
| <b>3</b>           | ✓                                 |          |                                       | ✓                   | ✓                                              |                       |
| <b>4</b>           | ✓                                 | ✓        | ✓                                     | ✓                   | ✓                                              |                       |
| <b>5</b>           | ✓                                 |          | ✓                                     | ✓                   | ✓                                              | ✓                     |
| <b>6</b>           | ✓                                 | ✓        |                                       | ✓                   |                                                |                       |
| <b>7</b>           | ✓                                 | ✓        | ✓                                     | ✓                   |                                                | ✓                     |
| <b>8</b>           | ✓                                 | ✓        | ✓                                     | ✓                   |                                                |                       |
| <b>9</b>           | ✓                                 | ✓        | ✓                                     | ✓                   |                                                | ✓                     |
| <b>10</b>          | ✓                                 |          |                                       |                     | ✓                                              |                       |

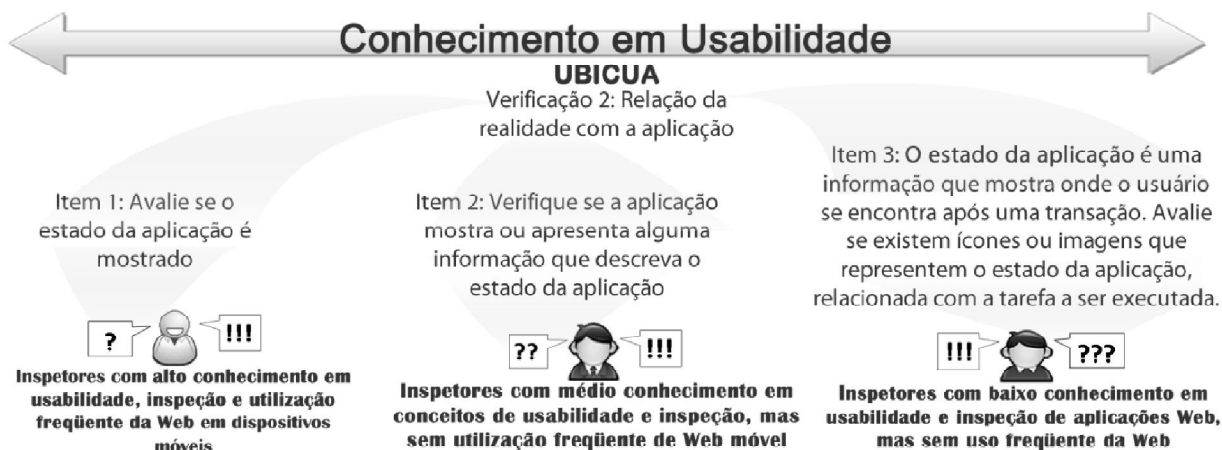
Para cada item de verificação na técnica UBICUA, foram listados itens que apontam o que deve ser avaliado em relação ao fator de usabilidade referente. Um exemplo disso é apresentado na Figura 3.3, onde o mesmo item de verificação é detalhado de forma diferente, com base no fator de usabilidade que está em foco.

Além dos fatores de usabilidade, a técnica UBICUA é customizada dependendo do nível de conhecimento em avaliações de usabilidade. Nem todo engenheiro de software possui conhecimento em avaliação de usabilidade, por isso pode ser necessário dar mais direcionamento aos mesmos durante a inspeção, pois com os itens de avaliação específicos para cada fator, pode-se minimizar a dificuldade do avaliador sobre qual aspecto da aplicação avaliar de cada vez.



*Figura 3.3 – Itens de verificação modificados de acordo com cada fator Avaliado.*

Dessa forma, dependendo do inspetor, a técnica pode apresentar um maior ou menor detalhamento dos itens para auxiliar na detecção de defeitos de usabilidade. Um exemplo disto é mostrado na Figura 3.4, que mostra a UBICUA customizada de acordo com o nível de conhecimento de cada inspetor. Assim, novos itens são adicionados para facilitar a busca por defeitos na aplicação. Para inspetores com alto conhecimento é apresentado somente o “item 1 da verificação 2”. Para inspetores com médio conhecimento, a técnica mostra além do “item 1” um outro item detalhando o que está sendo avaliado na aplicação, e o mesmo é feito para inspetores de baixo conhecimento.



*Figura 3.4 – Extrato da UBIQUA e a customização para o mesmo item de acordo com o conhecimento do inspetor.*

Para essa customização, o conhecimento do inspetor foi dividido de acordo a frequência de uso de serviços Web. Dessa forma, foram considerados: o conhecimento em usabilidade e em inspeção de software, além do nível de experiência de uso (frequência de utilização) de Web móvel, para cada inspetor. A versão 2 da UBIQUA está apresentada no Apeêndice C.

### 3.5. Considerações Finais

Este Capítulo apresentou os conceitos e as características de uma técnica específica para avaliar usabilidade de aplicações Web móvel, a técnica UBIQUA. Essa técnica é customizada através de critérios específicos, como o conhecimento do inspetor, para que possa ser empregada pelos próprios engenheiros de software durante o processo de desenvolvimento.

A técnica UBIQUA será avaliada no próximo Capítulo, através de uma metodologia que utiliza os resultados de estudos experimentais, descrita no Capítulo 1, visando aumentar a eficiência e eficácia na detecção de defeitos de usabilidade comparada às abordagens existentes.

O próximo Capítulo descreve os estudos experimentais realizados para verificar a viabilidade da técnica. O objetivo com isto é verificar a viabilidade da UBIQUA em relação a outras abordagens de avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel.

## **Capítulo 4 - Avaliando a UBICUA através de estudos experimentais *in vitro***

---

*Este capítulo apresenta os estudos experimentais de avaliação da técnica UBICUA. Os resultados mostram indícios da viabilidade da técnica para avaliação de usabilidade de aplicação Web móvel.*

### **4.1. Introdução**

Neste capítulo são descritos os dois estudos experimentais para avaliação da técnica UBICUA. Os resultados obtidos nesses estudos foram úteis para o aprimoramento da técnica visando a transferência segura da tecnologia da academia para indústria, de acordo com a metodologia experimental desta pesquisa. No primeiro estudo, buscou-se avaliar a viabilidade da técnica UBICUA em comparação com o método-base Avaliação Heurística (AH). O segundo estudo foi conduzido através de um estudo de observação comparando a UBICUA com outra técnica específica para avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel.

Este capítulo está organizado da seguinte maneira: a Seção 4.2 descreve o primeiro estudo de viabilidade, comparando a técnica UBICUA com o método-base AH. Além disso, nesta Seção são apresentados os resultados quantitativos e qualitativos utilizados para o aprimoramento da proposta; a Seção 4.3 apresenta o segundo estudo de viabilidade, comparando a técnica UBICUA com outra técnica específica para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis, apresentando os resultados e lições aprendidas e; por fim, a Seção 4.4 discute as considerações finais deste capítulo.

### **4.2. Primeiro Estudo de Viabilidade**

De acordo com a metodologia seguida nesta pesquisa, o primeiro estudo experimental para caracterizar uma nova tecnologia é um estudo de viabilidade. Nesse contexto, foi planejado um estudo de viabilidade comparando a UBICUA com o método-base através do qual ela foi definida, a Avaliação Heurística (AH). O estudo ocorreu em abril de 2011, cujos resultados quantitativos foram apresentados em Bonifácio *et al.* (2011). Este estudo foi feito

visando avaliar a técnica UBICUA quantitativamente, através de indicadores de eficácia e eficiência.

#### **4.2.1. Planejamento do Estudo**

O estudo foi planejado visando avaliar a técnica UBICUA comparativamente através dos indicadores de eficácia e eficiência. Neste estudo os indicadores de eficácia e eficiência foram definidos como:

- Eficácia - razão entre o número de problemas detectados e o número total de problemas existentes;
- Eficiência - razão entre o número de problemas detectados e o tempo gasto na inspeção.

Tais definições para esses indicadores têm sido empregadas em estudos anteriores para avaliar técnicas de inspeção de usabilidade de aplicações *Web* (Conte *et al.*, 2007; Fernandez *et al.*, 2010).

Participaram deste estudo dez alunos de pós-graduação em Informática para atuarem como inspetores. Segundo Nielsen (1994), três a cinco inspetores de cada perfil de usuário são o suficiente para se detectar a maior parte dos problemas. Por essa razão, os participantes foram divididos em dois grupos, sendo cinco participantes para cada técnica. A divisão dos participantes nos dois grupos foi feita considerando os níveis de experiência dos inspetores em IHC e Inspeção, além da frequência de uso em aplicações *Web* móveis. A Tabela 4.1 mostra os níveis de experiência de cada inspetor.

Como objeto de avaliação no estudo, optou-se por escolher uma aplicação do tipo de entretenimento, a eBuddy-mobile<sup>7</sup>. Esta aplicação permite agregar vários serviços, como: mensageiros instantâneos e integração com redes sociais.

Para a execução do estudo, foi escolhido o dispositivo HTC Magic<sup>8</sup> da plataforma Android OS<sup>9</sup>. Esta escolha foi feita por sua flexibilidade na inserção de aplicações *Web*. Além disso, este dispositivo é utilizado por parte dos usuários de *Web* móvel e dispõe de características

---

<sup>7</sup> m.ebuddy.com

<sup>8</sup> www.htc.com

<sup>9</sup> Android OS versão Android 2.1

que facilitam a interação, o que pode ser representativo para avaliação de uma aplicação nesse contexto (Maia *et al.*, 2010).

No planejamento do roteiro de tarefas a serem avaliadas, foram definidas quatro atividades relevantes na utilização da aplicação: (1) cadastrar um usuário na aplicação; (2) vincular uma conta de mensagem instantânea ao eBuddy-mobile; (3) enviar uma mensagem a um contato e (4) sair de uma das contas vinculadas.

No planejamento foram também elaborados os seguintes documentos: o Roteiro de Inspeção; o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); o Questionário Pós-Inspeção, para coletar opiniões do inspetor sobre a aplicação da técnica; e o Formulário de Caracterização do Participante. O Formulário de Caracterização continha questões que deveriam ser respondidas pelos participantes em relação ao seu conhecimento em Interação Humano-Computador (IHC). Além disso, os mesmos deveriam informar sua experiência em inspeções de software, bem como em utilização de aplicações *Web* em dispositivos móveis. Dessa forma, esse Formulário foi útil para classificação dos participantes, pois suas respostas dos formulários permitiram a divisão nos dois grupos (AH e UBICUA) balanceados pelos níveis de experiência. Os documentos utilizados são apresentados nos Apêndices A, B e C respectivamente.

Para melhor entendimento sobre o comportamento dos participantes e suas interações com a técnica durante a realização de cada tarefa, foi utilizado o método *Think-Aloud*. Tal técnica permite uma maior compreensão sobre as dificuldades sentidas pelo usuário e também a forma como os inspetores utilizam a técnica.

#### **4.2.2. Execução do Primeiro Estudo**

Ao iniciar a execução do estudo, um pesquisador atuou como moderador, sendo responsável por passar as informações para a execução da avaliação aos inspetores. Em seguida, o moderador leu para cada participante o Roteiro de Inspeção, e foi explicado o método *Think-Aloud*, para os inspetores expressarem suas dúvidas e dificuldades.

Depois de o moderador verificar se o inspetor entendeu os procedimentos, o inspetor iniciava então o processo de inspeção. Enquanto isso, o monitor anotava comentários, dúvidas e erros dos participantes. Para auxiliar na coleta sobre as percepções de cada

inspetor durante a avaliação, foram utilizadas câmeras para capturar a interação de cada inspetor com a aplicação. As discrepâncias detectadas pelos inspetores foram agrupadas em uma lista única de discrepâncias. Ao término da inspeção, cada participante preencheu o Questionário Pós-Inspeção.

Após isso, foi feita uma reunião de discriminação. Nessa reunião, a lista única de discrepâncias foi apresentada para um grupo de controle formado por três pesquisadores com maior expertise em inspeção de usabilidade que não fizeram parte do estudo. Esse grupo de controle realizou a classificação das discrepâncias em problemas reais ou falso-positivos. Essa classificação ocorreu sem interferência dos pesquisadores autores da técnica UBICUA.

#### **4.2.3. Resultados Obtidos no Primeiro Estudo**

Como resultado da inspeção foi identificado um total de 32 diferentes problemas de usabilidade. Os resultados para cada inspetor, após a classificação durante a reunião de discriminação, são mostrados na Tabela 4.1.

*Tabela 4.1 – Resultados por inspetor do primeiro estudo.*

| Técnica | Inspetores | Conhecimento em usabilidade | Conhecimento em inspeção | Experiência de Uso | Defeitos | Tempo (hora) | Defeitos /Hora | % Defeitos encontrados |
|---------|------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|----------|--------------|----------------|------------------------|
| UBICUA  | 1          | Alta                        | Alta                     | Alta               | 7        | 0,80         | 8,7            | 21, 8                  |
|         | 2          | Alta                        | Média                    | Alta               | 9        | 1,56         | 5,7            | 28, 1                  |
|         | 3          | Média                       | Baixa                    | Média              | 5        | 1,98         | 2,5            | 15, 6                  |
|         | 4          | Baixa                       | Baixa                    | Média              | 5        | 1,78         | 2,8            | 15,6                   |
|         | 5          | Alta                        | Alta                     | Média              | 7        | 1,21         | 5,7            | 21,8                   |
| AH      | 6          | Alta                        | Alta                     | Alta               | 4        | 0,75         | 5,3            | 12,5                   |
|         | 7          | Alta                        | Média                    | Alta               | 3        | 1,03         | 2,9            | 9,3                    |
|         | 8          | Alta                        | Alta                     | Média              | 4        | 1,03         | 3,8            | 12, 5                  |
|         | 9          | Baixa                       | Baixa                    | Média              | 2        | 0,73         | 2,7            | 6,2                    |
|         | 10         | Alta                        | Alta                     | Média              | 3        | 0,91         | 3,2            | 9,3                    |

A Tabela 4.2 mostra as médias para os indicadores de eficácia e de eficiência considerados neste estudo. Analisando o indicador de eficácia, percebe-se que um inspetor conseguiu identificar em média 20,62% dos problemas conhecidos utilizando a UBICUA, enquanto a AH obteve eficácia média de 10%.

*Tabela 4.2 – Resultados dos Indicadores de Eficiência e Eficácia.*

| <b>Técnica</b> | <b>Indicador de eficiência média</b> | <b>Indicador de eficácia média (%)</b> | <b>Média de tempo (hora)</b> | <b>Total de problemas conhecidos</b> |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| UBICUA         | 5,11                                 | 20,6%                                  | 1,47                         | 32                                   |
| AH             | 3,62                                 | 10,0 %                                 | 0,89                         |                                      |

Em relação ao tempo gasto por cada inspetor para realizar a inspeção, a média foi de 1,47 horas (ou 88 minutos) utilizando a UBICUA, e média de 0,89 horas (ou 53 minutos) utilizando a AH, como visto na Tabela 4.2.

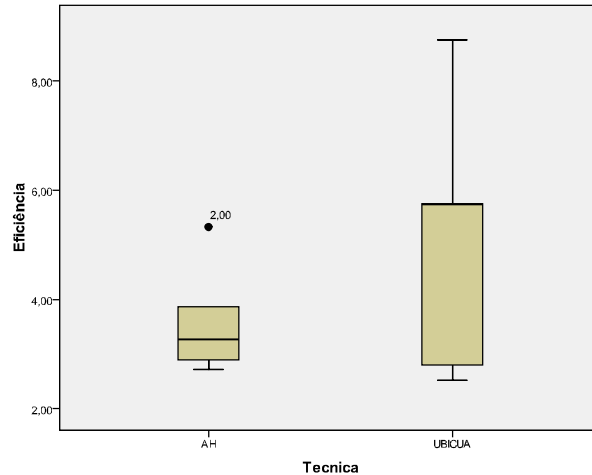
Vale salientar que dez problemas identificados foram categorizados como problemas de rede, pois houve momentos de falha de conexão com a internet. Estes problemas podem ser considerados indícios de que características do canal de comunicação podem influenciar em problemas de usabilidade causados por falta de conexão, em casos em que a aplicação não retorna nenhuma informação sobre a causa do problema.

#### **4.2.4. Análise Quantitativa dos Resultados do Primeiro Estudo**

Foi feita uma análise estatística dos resultados quantitativos para os indicadores de eficiência e eficácia utilizando análise de boxplots e o teste não-paramétrico Mann-Whitney. Para realização da análise estatística foi utilizado o software SPSS<sup>10</sup> com  $\alpha=0.05$ . A Figura 4.1 mostra os boxplots com a distribuição de eficiência para as duas técnicas.

---

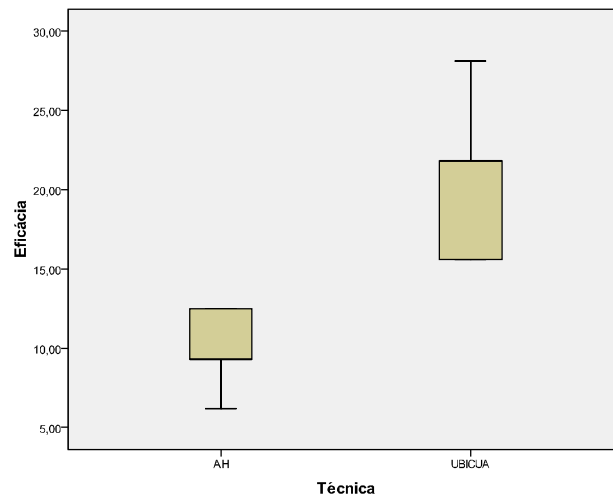
<sup>10</sup> SPSS Statistics versão 17.0



*Figura 4.1 – Boxplots de eficiência por técnica do primeiro estudo.*

Ao comparar as duas amostras através do teste de Mann-Whitney foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos ( $p = 0,057$ ). Além disso, a comparação dos bloxpots da eficiência das duas técnicas (Figura 4.1) mostra que os inspetores que usaram a UBICUA obtiveram desempenho superior aos inspetores que usaram a AH.

A mesma análise foi aplicada para verificar se houve diferença significativa em relação ao indicador eficácia das duas técnicas na detecção de problemas de usabilidade. Os boxplots apresentados na Figura 4.2 mostram que o grupo de inspetores que utilizaram a UBICUA obteve um desempenho significativamente superior que o do grupo que utilizou a AH. Este resultado foi confirmado pelo teste Mann-Whitney ( $p = 0,04$ ). Estes resultados apontam que a técnica UBICUA foi mais eficaz do que a AH para inspecionar a aplicação eBuddy-mobile.



*Figura 4.2 – Boxplots de eficácia por técnica do primeiro estudo.*

Embora o tamanho da amostra seja pequena, estes resultados são um indicativo da viabilidade de uso da UBICUA para avaliações de usabilidade em aplicações *Web* móveis, visto que mostrou melhor desempenho em relação à eficiência e à eficácia que o método base AH.

#### **4.2.5. Análise Qualitativa do Primeiro Estudo**

Como os indicadores quantitativos não proveêm dados relacionados à qualidade de interação da técnica durante sua aplicação pelos inspetores, decidiu-se coletar dados qualitativos sobre como os inspetores aplicam a técnica.

Para coletar os dados qualitativos, foi desenvolvido um Questionário Pós-inspeção. A partir dos dados extraídos, foi possível verificar a opinião dos inspetores em relação à facilidade de uso, à compreensão dos termos e à utilidade da técnica UBICUA. Para análise dos dados, foram utilizados procedimentos do método *Grounded Theory* – *GT* (Strauss e Corbin, 1998), objetivando obter informações sobre como os inspetores interagiram com a técnica.

A ideia básica do *GT* (ou Teoria Fundamentada nos Dados) consiste em utilizar um conjunto de procedimentos sistemáticos para gerar, elaborar e validar teorias substantivas sobre fenômenos essencialmente sociais, ou processos sociais abrangentes (Bandeira-De-Mello e Cunha, 2003). Embora a finalidade do método *GT* seja a construção de teorias substantivas, o pesquisador pode usar apenas alguns de seus procedimentos para satisfazer seus objetivos de pesquisa (Bandeira-De-Mello e Cunha, 2003). Nesta análise foram utilizados procedimentos de duas etapas do método *GT*, conforme sugerido por Strauss e Corbin (1998): codificação aberta e codificação axial.

- *Codificação aberta*: envolve a quebra, a análise, a comparação, a conceituação e a categorização dos dados que emergem do texto para formação de códigos. Estes códigos visam entender o que está por trás dos dados.
- *Codificação axial*: consiste em gerar relacionamentos ou associações entre os códigos identificados.

A codificação aberta foi realizada nos Questionários Pós-inspeção, conforme a Figura

4.3. Ao final da codificação dos questionários, foram produzidos 35 códigos. Após a realização da codificação axial foi possível obter os resultados sobre a qualidade de interação dos inspetores com a técnica UBICUA.

Como você aplicou a técnica UBICUA durante a inspeção?

A aplicação da UBICUA contribui na realização da inspeção. Uma dificuldade encontrada ao longo da atividade foi a ambientação com o dispositivo. Entretanto, a técnica deu orientações que ajudaram no “entendimento” de algumas funcionalidades.

Das verificações, existe algum que você acredita necessitar de algum comentário sobre sua aplicação?



Figura 4.3 – Exemplo de Codificação Aberta.

Em seguida, os códigos extraídos dos questionários foram agrupados de acordo com as suas propriedades, formando assim conceitos que representam categorias. Para análise da interação do inspetor com a técnica, foram definidas as seguintes categorias:

- *Pontos Negativos da Técnica*: dificuldades encontradas na utilização da UBICUA;
- *Pontos Positivos da Técnica*: percepções positivas durante a interação com a UBICUA; e
- *Sugestões de Melhorias na Técnica*: sugestões para aprimoramento da UBICUA.

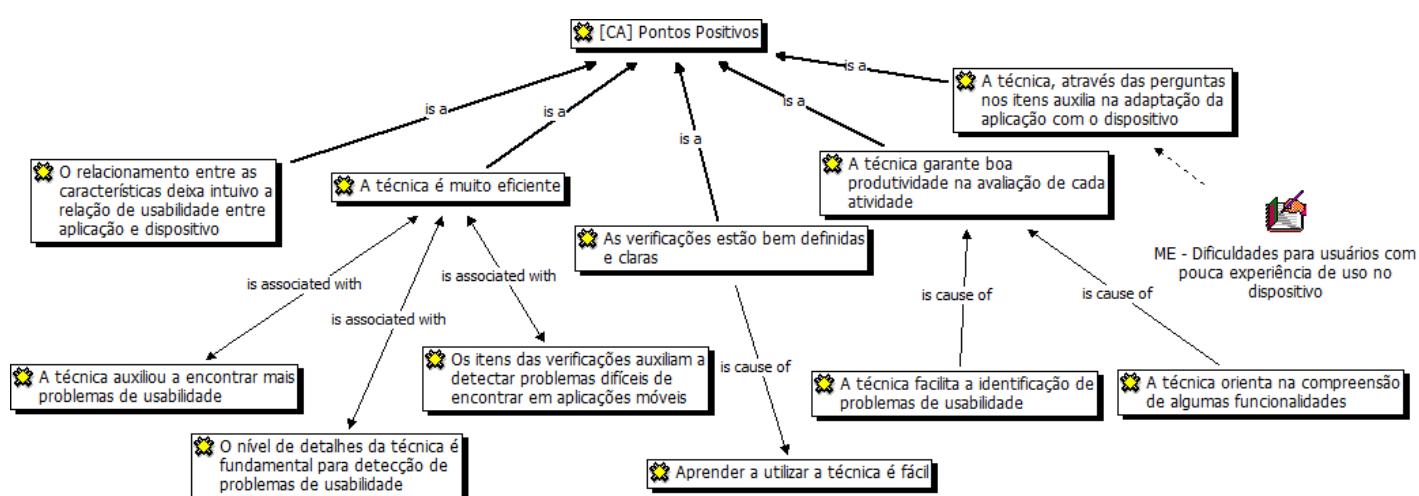


Figura 4.4 – Representação gráfica dos pontos positivos identificados no primeiro estudo e seus respectivos relacionamentos.

Os pontos positivos listados pelos inspetores são apresentados na Figura 4.4. Entre os pontos fortes identificados na análise, está o código “a técnica é muito eficiente”. Esta eficiência foi influenciada pelos itens de verificação e o nível de detalhes, que segundo os

inspetores foi fundamental para detecção de problemas de usabilidade. Os outros pontos estão relacionados à usabilidade da aplicação e do dispositivo, por exemplo: “O relacionamento entre as características e a técnica deixa intuitivo a relação de usabilidade entre aplicação e dispositivo” e “A técnica através das perguntas nos itens auxilia na adaptação com o dispositivo”.

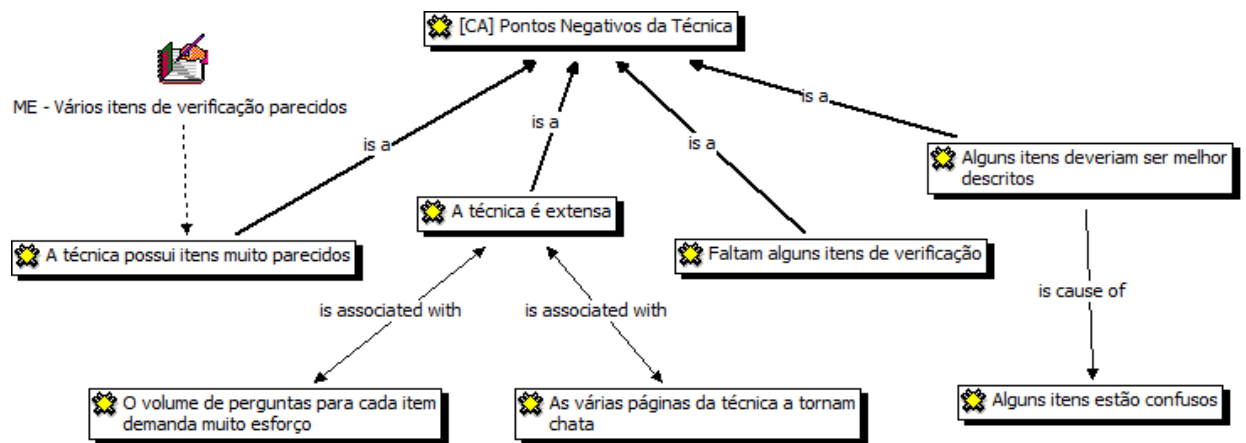


Figura 4.5 – Representação gráfica dos pontos negativos identificados da técnica, no primeiro estudo.

A Figura 4.5 mostra a categoria de pontos negativos: o “tamanho da técnica” e a “quantidade de páginas” foram identificados como principais itens associados aos pontos negativos. Além disso, foi identificado que a semelhança entre alguns itens causou confusão entre os participantes. No entanto, estes pontos podem ser úteis para auxiliar na redefinição de alguns pontos da técnica, que podem torná-la mais eficiente na detecção de problemas de usabilidade.

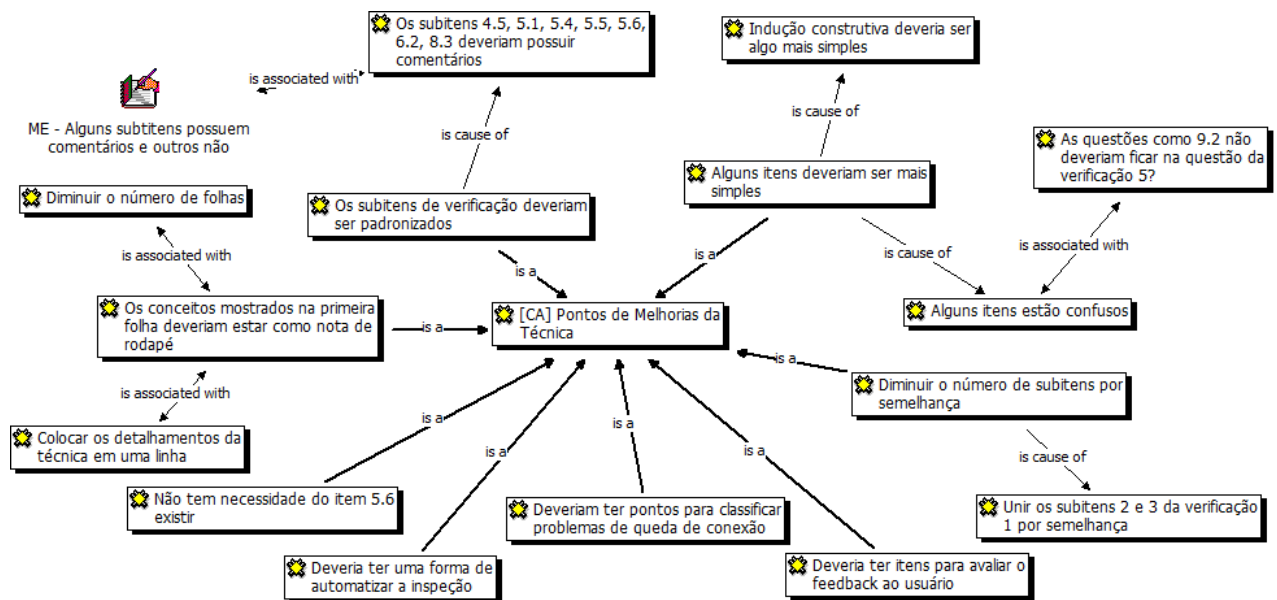


Figura 4.6 – Representação gráfica dos pontos de melhorias identificados no primeiro Estudo e seus respectivos relacionamentos.

As sugestões de melhorias na técnica identificadas através da análise qualitativa são mostradas na Figura 4.6. Entre as melhorias foi sugerido “diminuir o número de folhas”, de forma a deixar a técnica menor e minimizar o esforço de ter muitas páginas. Outra sugestão dada foi a “Diminuição da primeira página de conceitos da UBICUA” e o “número de itens de verificação”.

Além disso, outra sugestão foi a “utilização de termos mais simples para as verificações”, o que pode ter causado confusão na compreensão de alguns itens da técnica, como: “Alguns itens deveriam ser mais simples” e “Indução construtiva deveria ser algo mais simples”. Outro ponto sugerido foi a “Automatização da inspeção”. As sugestões de melhorias, assim como os pontos negativos, podem auxiliar no aprimoramento da técnica UBICUA.

#### 4.2.5.1. Ameaças a Validade do Primeiro Estudo

Os estudos realizados em uma tecnologia podem ter sua validade comprometida caso os responsáveis pelo estudo não mitiguem as possíveis ameaças que comprometam o resultado do estudo. As ameaças relacionadas a este estudo são apresentadas a seguir, e estão classificadas em quatro categorias: validade interna, validade externa, validade de conclusão e validade de constructo.

**Validade Interna:** neste estudo, apenas uma ameaça foi considerada um risco de interpretação imprópria dos resultados: a classificação de experiência dos participantes. Esta ameaça foi tratada da seguinte forma: a classificação dos participantes foi feita baseada nas respostas do Formulário de Caracterização de cada participante. E a distribuição dos grupos foi feita de forma a balancear cada grupo de acordo com as respostas de cada participante, determinada pela experiência e frequência de uso da aplicação e do dispositivo.

**Validade Externa:** três questões foram consideradas: (1) os participantes do estudo foram estudantes de pós-graduação e podem não ser bons substitutos para simular o ambiente industrial; (2) a realização do estudo em ambiente acadêmico pode não representar o ambiente industrial (3) validade do eBuddy-mobile como representante de aplicações Web móvel de entretenimento. Sobre a questão (1) apesar de serem alunos de pós-graduação, os participantes possuíam experiência em desenvolvimento de aplicações móveis e alguns em inspeção. Em relação à questão (2), o objeto da inspeção (o eBuddy-mobile) é uma aplicação Web real. Sobre a questão (3), não é possível afirmar que o eBuddy-mobile represente todo tipo de aplicação Web móvel do tipo de entretenimento.

**Validade de Conclusão:** o maior problema é o tamanho pequeno e a homogeneidade da amostra, sendo todos alunos de pós-graduação de uma única instituição. A homogeneidade e o tamanho da amostra pode realmente limitar a capacidade de generalização dos resultados. Apesar de Nielsen (1993) afirmar que três a cinco inspetores de cada perfil de usuário são o suficiente para se detectar a maior parte dos problemas, no contexto de análise estatística, os resultados obtidos podem ser considerados apenas indícios e não resultados conclusivos.

**Validade de Constructo:** neste tipo de ameaça, foi considerada a definição dos indicadores, que foram eficiência e eficácia. Esses indicadores têm sido adotados em estudos que investigam técnicas de detecção de problemas de usabilidade e estes indicadores foram medidos utilizando a mesma abordagem aplicada em outros estudos que avaliam a usabilidade de aplicações Web (Conte *et al.*, 2007; Fernandez *et al.*, 2010; Fernandes *et al.*, 2011).

#### **4.2.6. Conclusões do Primeiro Estudo**

O primeiro estudo de avaliação da técnica UBICUA realizado visava avaliar a viabilidade da técnica para detecção de defeitos de usabilidade. Os resultados quantitativos obtidos foram os seguintes: a UBICUA possui um indicador de eficiência de 5,11 problemas por hora, e eficácia individual média de 20,6%. Esses percentuais estão acima dos resultados obtidos da AH, método-base da UBICUA, que obteve como indicador de eficiência de 3,62 e eficácia de 10%. De acordo com esses resultados, é possível ter indícios de que o uso da UBICUA, para inspeção de aplicações Web em dispositivos móveis é viável para a detecção de problemas de usabilidade.

Apesar dos resultados quantitativos se mostrarem úteis para prover indicadores relacionados às medidas de eficiência e eficácia, a compreensão sobre como os inspetores aplicam a UBICUA, ao presenciar eventuais dificuldades, foram primordiais para a avaliação da técnica. Por essa razão, a análise qualitativa foi determinante para entender o comportamento e dificuldades dos participantes durante a interação com a UBICUA.

A análise qualitativa possibilitou a identificação de sugestões de melhorias na técnica, tais como: (1) diminuir o número de itens da técnica; (2) agrupar alguns itens de verificação de acordo com a semelhança do que está sendo analisado; (3) definir subitens relacionados a *feedback* para o usuário; (4) automatizar a inspeção; (5) simplificar a linguagem empregada nos itens e subitens de verificação. Os dados qualitativos formaram uma importante base para o aprimoramento de uma nova versão da UBICUA. Além disso, através dos dados qualitativos, foi possível identificar a necessidade do desenvolvimento de um assistente de apoio à UBICUA, visando automatizar a inspeção.

De acordo com os resultados deste primeiro estudo de viabilidade, foi possível ter indícios de que o uso da UBICUA, para inspeção de aplicações Web em dispositivos móveis, é viável para a detecção de defeitos de usabilidade. No entanto, a AH, usada para comparação neste estudo, não é uma técnica específica para aplicações Web em dispositivos móveis. Por essa razão, outro estudo foi elaborado, porém para verificar a viabilidade da técnica UBICUA em comparação com uma técnica específica para avaliar a usabilidade de aplicações Web móvel.

A partir dos resultados qualitativos, foram realizadas melhorias na técnica UBICUA em termos de percepção do inspetor em relação à interação. O objetivo foi aprimorar a técnica para realização de um novo estudo comparativo, porém com outra técnica específica. As melhorias feitas na técnica são descritas a seguir.

#### **4.3. Melhorias Realizadas na Técnica UBICUA**

De acordo com a análise qualitativa, foi possível identificar pontos negativos e pontos de melhorias. Por isso, foi feita uma revisão da técnica, com base na análise qualitativa. Dentre os pontos de melhoria na técnica podemos destacar os seguintes pontos:

**Alteração dos itens da Verificação cinco, seis e oito**, identificados no código “Os subitens 4.5, 5.1, 5.4, 5.5, 5.6, 6.2 e 8.3” na Figura 4.6. Estes pontos foram melhorados utilizando uma maior descrição de cada subitem. Além disso, foram adicionadas as definições de cada característica no rodapé de cada página da técnica para facilitar a visualização dos conceitos de cada fator.

Outra alteração feita foi **a diminuição no número de páginas da técnica**. Na versão inicial, a técnica possuía nove páginas. Porém, alguns itens foram agrupados e esse número diminuiu para cinco páginas. Dentre as modificações feitas estão:

- O agrupamento de itens ambíguos como, por exemplo, a união dos subitens da Verificação 9 (subitem 9.2, 9.4) para a Verificação 5: Consistência e Padrões de Aplicação e Eliminação dos itens 5.6: Avalie se botões e/ou funcionalidades mostrados na interface estão posicionados de acordo com as teclas do dispositivo;
- A união dos subitens 2 e 3 da Verificação 1: Estrutura e Configuração Atual da Aplicação e;
- A união dos itens da “Verificação 9: Indução Construtiva de Solução” e “Verificação 10: Ajuda”, que foi modificada para “Verificação 9: Feedback e Informações de ajuda ao usuário”. Vale salientar que a modificação na descrição da Verificação 9 também foi uma das sugestões de melhoria, no código “Indução construtiva de Solução deveria ser algo mais simples”.

Estas modificações permitiram evoluir a técnica para a sua segunda versão. Com isso, um

segundo estudo experimental foi feito utilizando a UBICUA em comparação a outra técnica específica para Web móvel, a Mobile Heuristic (MH). O planejamento do segundo estudo de viabilidade, bem como os resultados do estudo comparativos entre a UBICUA e a MH são descritos a seguir.

#### **4.4. Segundo Estudo Experimental**

O primeiro estudo experimental consistiu em obter indícios da viabilidade de uso da técnica UBICUA na detecção de defeitos de usabilidade em aplicações Web móvel. Dessa forma, foi elaborado um segundo estudo de observação com o objetivo de entender como os usuários aplicam a UBICUA em relação a outra técnica de inspeção, porém esta específica para avaliar a usabilidade de aplicações *Web móvel*. Este estudo ocorreu em agosto de 2011.

A técnica escolhida, identificada através do mapeamento sistemático (Bonifácio *et al.*, 2010a), é chamada de *Mobile Heuristic* (MH). Bertini *et al.* (2006), propõe heurísticas adaptadas para computação móvel como forma de maximizar a detecção de defeitos considerando o contexto de interação do usuário com dispositivos móveis.

A *Mobile Heuristic* utiliza o método de AH, pois este método reduz o problema de detectar defeitos cosméticos ou de falsos-positivos durante a avaliação (Bertini *et al.*, 2006). Nesse contexto, foi planejado um segundo estudo comparando a UBICUA e a MH.

##### **4.4.1. Planejamento do Segundo Estudo**

A avaliação das técnicas foi feita quantitativamente, através de indicadores de eficácia e eficiência, assim como qualitativamente, através da percepção do usuário sobre a qualidade de interação com as técnicas. Assim como no primeiro estudo, neste foram considerados os indicadores de eficácia e eficiência:

- *Eficácia*: razão entre o número de defeitos detectados e o total de defeitos;
- *Eficiência*: razão entre o número de defeitos detectados e o tempo gasto na inspeção.

Tal definição tem sido empregada em estudos anteriores para avaliar técnicas de inspeção de usabilidade de aplicações *Web* (Conte *et al.*, 2009; Bonifácio *et al.*, 2010c; Fernandez *et al.*, 2010; Bonifácio *et al.*, 2011).

**Hipóteses:** Através da definição dos indicadores, as seguintes hipóteses foram verificadas:

- $H_{01}$ : Não existe diferença entre a eficiência das técnicas UBICUA e MH.
- $H_{A1}$ : A técnica UBICUA é mais eficiente do que a técnica MH para detecção de defeitos de usabilidade de aplicações Web móvel.
- $H_{02}$ : Não existe diferença entre a eficácia das técnicas UBICUA e MH
- $H_{A2}$ : A técnica UBICUA é mais eficaz do que a técnica MH para detecção de defeitos de usabilidade de aplicações Web móvel.

**Participantes:** Neste estudo foram selecionados doze alunos de mestrado em Informática, divididos em dois grupos com seis participantes, tendo como base para a divisão as respostas do formulário de caracterização de cada participante. Embora o número de participantes de cada grupo seja pequeno para o estudo, conforme já mencionado e segundo Nielsen (1994), três a cinco inspetores são suficientes para se detectar a maior parte dos defeitos.

**Recursos Utilizados:** Como objeto de avaliação no estudo, optou-se por utilizar uma aplicação chamada Facebook for Android<sup>11</sup>. Esta aplicação é uma versão móvel da rede social Facebook, que possui maior popularidade entre usuários de Web móvel (Google, 2011). Para execução do estudo, foi escolhido o dispositivo HTC Magic<sup>12</sup> da plataforma Android OS<sup>13</sup>, pela representatividade dos usuários de dispositivo nesta plataforma com crescimento sistemático (Maia *et al.*, 2010). No planejamento foram também elaborados: o Roteiro de Inspeção; o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); o Questionário Pós-Inspeção, para coletar opiniões do inspetor sobre a aplicação da técnica; e o Formulário de Caracterização do Participante. O Formulário de Caracterização continha questões para verificar o conhecimento em Usabilidade, experiência em inspeções de software e utilização de aplicações Web em dispositivos móveis. Este Formulário foi útil para classificação dos participantes, pois as respostas dos formulários permitiram a divisão nos dois grupos (MH e UBICUA) balanceados pelos níveis de experiência, esta divisão é mostrada na Tabela 4.4.

---

<sup>11</sup><http://www.facebook.com/android>

<sup>12</sup> [www.htc.com](http://www.htc.com)

<sup>13</sup> Android OS versão Android 3.1

Para melhor entendimento sobre o comportamento dos participantes e sua interação com as técnicas durante a realização de cada tarefa, foi utilizado o método *Think-Aloud*. Tal técnica permite uma maior compreensão sobre as dificuldades sentidas pelo usuário e também a forma como os inspetores utilizam a técnica.

#### **4.4.2. Execução do Segundo Estudo**

**Procedimento:** Ao iniciar a execução do estudo, um pesquisador atuou como moderador, sendo responsável por passar as informações sobre a avaliação e explicar sobre o método *Think-Aloud*, para os inspetores expressarem suas dúvidas.

Depois de o moderador verificar se o inspetor entendeu os procedimentos, o inspetor iniciava então o processo de inspeção. Enquanto isso, o monitor anotava comentários, dúvidas e erros dos participantes. As discrepâncias detectadas pelos inspetores foram agrupadas em uma lista única de discrepâncias. E ao término da inspeção, cada participante preencheu o Questionário Pós-Inspeção.

Após isso, foi feita uma reunião de discriminação. Nessa reunião a lista única de discrepâncias foi apresentada para um grupo de controle, que não fez parte do estudo, formado por três pesquisadores com maior expertise em inspeção de usabilidade. Este grupo realizou a classificação das discrepâncias em defeitos reais ou falso-positivos. Esta classificação ocorreu sem interferência dos pesquisadores autores da técnica.

#### **4.4.3. Resultados Obtidos no Segundo Estudo**

Como resultado da inspeção foi identificado um total de 38 defeitos únicos de usabilidade. A Tabela 4.3 mostra as médias para os indicadores de eficácia e de eficiência considerados neste estudo para cada técnica. Analisando o indicador de eficácia, percebe-se que o grupo que utilizou a UBICUA conseguiu identificar em média 21,92% dos defeitos conhecidos, enquanto o grupo da MH obteve eficácia média de 12,71%.

*Tabela 4.3 – Resultados dos indicadores de eficiência e eficácia por cada técnica.*

| <b>Técnica</b> | <b>Indicador de eficiência média</b> | <b>Indicador de eficácia média (%)</b> | <b>Média de tempo(hora)</b> | <b>Total de defeitos conhecidos</b> |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| UBICUA         | 11,29                                | 21, 92%                                | 0,82                        | 38                                  |
| MH             | 7,37                                 | 12, 71%                                | 0,72                        |                                     |

Em relação ao tempo gasto por cada inspetor para realizar a inspeção, a média foi de

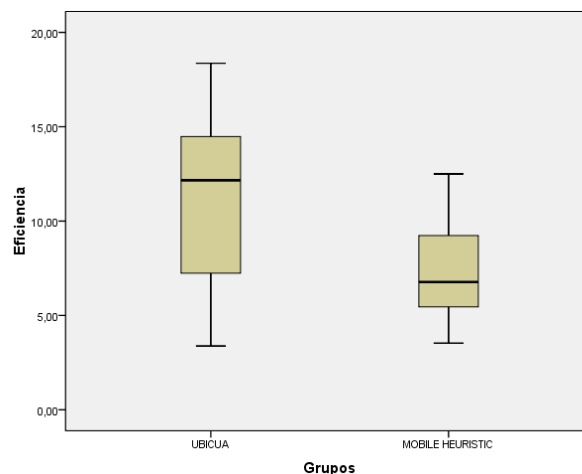
0,82 horas (ou 50 minutos) utilizando a UBICUA, e média de 0,72 horas (ou 43 minutos) utilizando a MH, como visto na Tabela 4.4. Os resultados para cada inspetor, após a classificação durante a reunião de discriminação, são mostrados na Tabela 4.4.

*Tabela 4.4 –Resultado por inspetor no segundo estudo.*

| <i>Técnica</i> | <i>Inspetor</i> | <i>Experiência em IHC</i> | <i>Experiência em Inspeção</i> | <i>Experiência de Uso</i> | <i>Defeitos</i> | <i>Tempo (hora)</i> | <i>Defeitos / Hora</i> | <i>% Defeitos encontrados</i> |
|----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|
| <b>UBICUA</b>  | 1               | Alta                      | Média                          | Média                     | 11              | 1,05                | 10,47                  | 28,94                         |
|                | 2               | Alta                      | Alta                           | Média                     | 7               | 0,96                | 7,24                   | 18,42                         |
|                | 3               | Baixa                     | Baixa                          | Alta                      | 15              | 0,81                | 18,36                  | 39,47                         |
|                | 4               | Baixa                     | Baixa                          | Média                     | 4               | 1,18                | 3,38                   | 10,52                         |
|                | 5               | Média                     | Média                          | Alta                      | 6               | 0,43                | 13,24                  | 15,78                         |
|                | 6               | Baixa                     | Baixa                          | Média                     | 7               | 0,48                | 14,48                  | 18,41                         |
| <b>MH</b>      | 7               | Alta                      | Média                          | Média                     | 3               | 0,85                | 3,52                   | 7,89                          |
|                | 8               | Alta                      | Média                          | Média                     | 4               | 0,43                | 9,23                   | 10,52                         |
|                | 9               | Média                     | Média                          | Alta                      | 4               | 0,61                | 6,48                   | 10,52                         |
|                | 10              | Média                     | Média                          | Média                     | 5               | 0,4                 | 12,5                   | 13,15                         |
|                | 11              | Baixa                     | Baixa                          | Média                     | 8               | 0,13                | 7,05                   | 21,05                         |
|                | 12              | Baixa                     | Alta                           | Alta                      | 5               | 0,91                | 5,45                   | 13,16                         |

#### **4.4.4. Análise Quantitativa do Segundo Estudo**

Para dar maior validade aos resultados quantitativos, foi feita uma análise estatística dos resultados quantitativos para os indicadores de eficiência e eficácia utilizando análise de boxplots e o teste não-paramétrico Mann-Whitney. Para realização da análise estatística foi utilizado o software SPSS<sup>14</sup> com  $\alpha=0.05$ . A Figura 4.7 mostra os boxplots com a distribuição de eficiência para as duas técnicas.

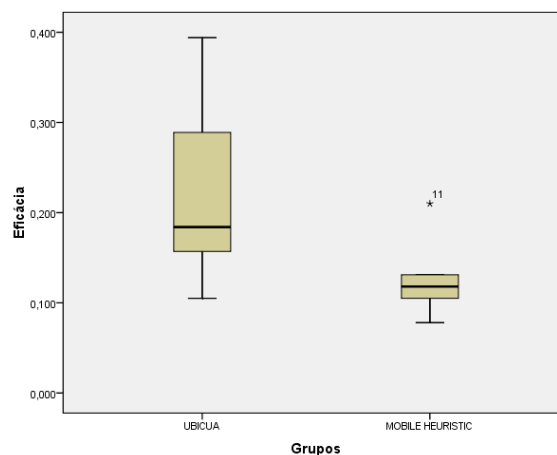


*Figura 4.7 – Boxplots de eficiência por técnica do segundo estudo.*

<sup>14</sup> SPSS Statistics versão 17.0

Ao comparar as duas amostras através do teste de Mann-Whitney foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos ( $p = 0,057$ ). Além disso, os bloxplots da eficiência das duas técnicas (Figura 4.7) mostram que os inspetores da UBICUA obtiveram desempenho superior aos inspetores que usaram a MH. Estes resultados suportam a hipótese alternativa 1 ( $H_{A1}$ ) que a UBICUA é mais eficiente que a MH para detecção de defeitos.

A mesma análise foi aplicada para verificar se houve diferença significativa em relação ao indicador eficácia das duas técnicas na detecção de defeitos de usabilidade. Os boxplots apresentados na Figura 4.8 mostram que o grupo de inspetores que utilizaram a UBICUA obteve um desempenho significativamente superior que o do grupo que utilizou a MH. Este resultado foi confirmado pelo teste Mann-Whitney ( $p = 0,04$ ).



*Figura 4.8 – Boxplots de eficácia por técnica do segundo estudo.*

Estes resultados apontam que a técnica UBICUA foi mais eficaz do que a MH para inspecionar a aplicação Facebook for Android e suportam a hipótese alternativa 2 ( $H_{A2}$ ) que a UBICUA é mais eficaz que a MH. Embora o tamanho da amostra seja pequena, os resultados obtidos neste estudo são um indicativo da viabilidade de uso da UBICUA para avaliação de usabilidade de aplicações Web móvel.

#### **4.4.5. Análise Qualitativa do Segundo Estudo**

Após a análise dos resultados quantitativos, verificou-se os questionários preenchidos, pelos inspetores após a fase de detecção, com propósito de analisar a opinião deles sobre a utilidade da técnica UBICUA. Como objetivo adicional, esperava-se que os questionários

ajudassem a entender quais pontos ainda poderiam ser melhorados para facilitar a inspeção usando a técnica proposta.

Foi feita uma análise específica dos dados qualitativos contidos nos questionários, tendo por base os procedimentos do método Grounded Theory (GT) (Strauss e Corbin, 1998). Os dados qualitativos foram analisados utilizando um subconjunto das fases do processo de codificação sugerido por (Strauss e Corbin, 1998) para o método GT – as codificações aberta e axial. O propósito dessa análise qualitativa foi entender qual a percepção dos inspetores sobre a experiência de uso da técnica. Como não se pretendia criar uma teoria a esse respeito, não foi realizada a codificação seletiva (3ª etapa do método GT segundo Strauss e Corbin (1998)).

Antes de iniciar a análise, foi realizada uma verificação inicial dos questionários, para visualizar melhor quais informações foram abordadas pelos participantes. Verificou-se que o conteúdo dos questionários teve maior direcionamento para os pontos relacionados à interação com a técnica, aos pontos negativos e positivos e às possíveis melhorias.

Para a criação dos códigos, não foi necessário utilizar as “categorias-semente”. Os códigos foram criados conforme a leitura dos questionários e a partir de citações do texto. No total foram identificados 28 códigos, sendo que para agrupar esses códigos foram criadas 3 categorias: (i) Pontos de melhorias da UBICUA; (ii) Pontos negativos da técnica e; (iii) Pontos positivos da técnica.

Em relação aos pontos positivos, vários pontos foram identificados em relação ao primeiro estudo, conforme a Figura 4.9. Entre os pontos identificados na análise, está o código “A técnica facilita detectar defeitos”. Esta afirmação pode ter sido influenciada pelo nível de detalhes dos itens, o que também está associado com outro código “A técnica possui detalhes que auxiliam a detectar defeitos”. Além disso, foi identificado outro aspecto relacionado à facilidade de uso, através do código “A técnica é fácil de usar”, isto pode ser explicado pela customização dos itens da técnica, feitos através do detalhamento de cada item verificado.

Outros pontos estão relacionados com a relação entre os fatores relevantes de computação móvel da técnica e os itens de verificação. O código “A relação entre as características e os itens da técnica é clara” e o “A subdivisão dos itens é importante para detalhar o erro” tornam a customização uma característica importante para aumentar a eficiência na detecção de defeitos de usabilidade.

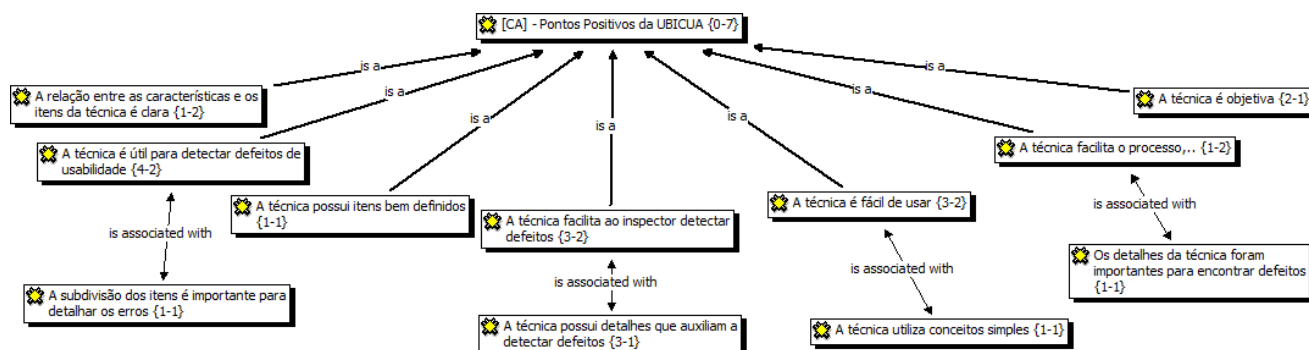


Figura 4.9 – Representação gráfica dos pontos positivos identificados no segundo estudo.

Apesar dos pontos identificados, neste segundo estudo ainda foram identificados alguns pontos negativos, como apresentado na Figura 4.10. Dentre os códigos identificados, um está relacionado aos termos utilizados na técnica, como: “A técnica utiliza termos de difícil compreensão por inspetores com pouca experiência”. Uma das alternativas para minimizar este ponto, seria realizar um treinamento antes da realização das avaliações.

Um ponto negativo identificado que gerou contradição foi o código “A relação entre os fatores é confusa”. Estes pontos podem ser úteis para aprimorar o detalhamento dos itens deixando mais claros alguns conceitos que podem influenciar durante a interação com a técnica UBIQUA por usuários de baixo conhecimento em usabilidade.

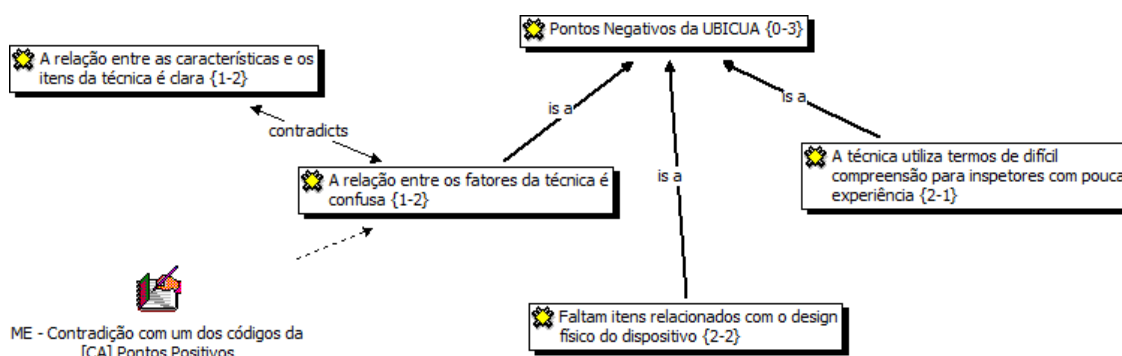


Figura 4.10 – Representação gráfica dos pontos negativos do segundo estudo e seus

respectivos relacionamentos.

As sugestões de melhorias na técnica, identificadas no segundo são mostradas na Figura 4.11. Entre as sugestões de melhoria foi sugerido “Dividir as características para agilizar a utilização da técnica”, “Agrupar os itens para minimizar o esforço durante a inspeção”. Outro ponto relacionado a esforço foi identificado através do código “A inspeção deveria ser automatizada com um sistema de apoio”, isto pode ser explicado devido o esforço dos inspetores utilizando a técnica no papel, o que acabou sendo cansativo após certo tempo de avaliação. Ainda relacionado aos pontos de melhorias, foram sugeridas instruções preliminares de como usar a técnica, no código “Para usuários com pouca experiência, deveria ter mais instruções de como usar a técnica”, o que pode ser minimizado através de maior detalhamento do roteiro de inspeção e instruções preliminares da avaliação.

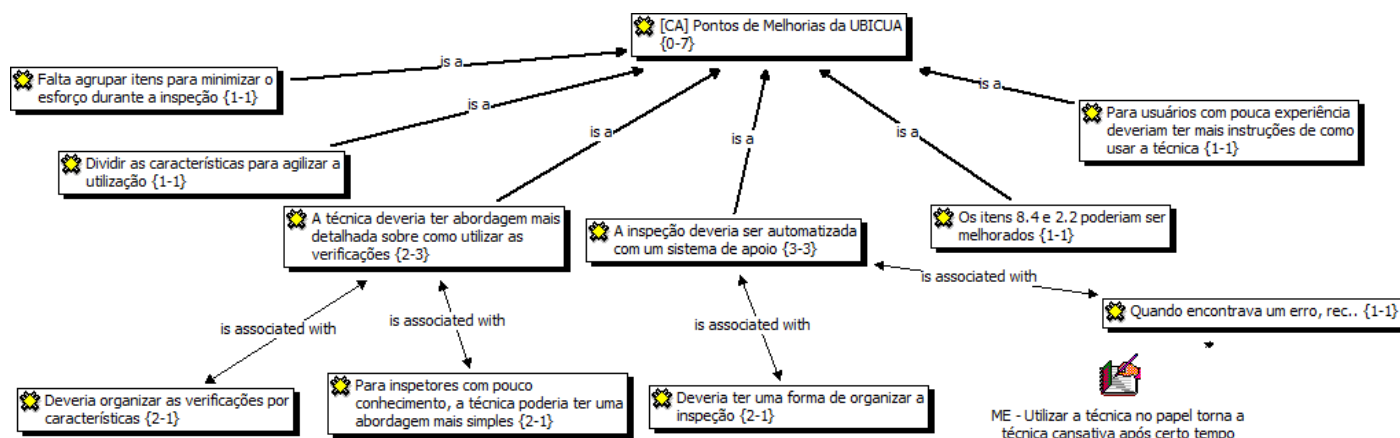


Figura 4.11 – Representação gráfica dos pontos de melhoria do segundo estudo.

As sugestões de melhorias, assim como os pontos negativos, foram utilizadas no auxílio do aprimoramento da nova versão da técnica UBICUA, descrita no Apêndice C. Além disso, alguns destes pontos foram úteis para a elaboração de pontos de melhoria dos inspetores ao utilizar a técnica UBICUA.

#### 4.4.5.1. Ameaças a Validade no Segundo estudo

As ameaças relacionadas a este estudo são apresentadas a seguir, e estão classificadas em quatro categorias: validade interna, validade externa, validade de conclusão e validade de constructo.

**Validade Interna:** foi considerada a seguinte ameaça: a classificação de experiência dos participantes. Esta ameaça foi tratada da seguinte forma: a classificação dos participantes foi feita baseada nas respostas do Formulário de Caracterização de cada participante. E a distribuição dos grupos foi feita de forma a balancear cada grupo de acordo com as respostas de cada participante, determinada pela experiência e frequência de uso da aplicação e do dispositivo.

**Validade Externa:** três questões foram consideradas: (1) os participantes do estudo foram estudantes de pós-graduação e podem não ser bons substitutos para simular o ambiente industrial; (2) a realização do estudo em ambiente acadêmico pode não representar o ambiente industrial (3) validade do Facebook for Android como representante de aplicações Web móvel de entretenimento. Sobre a questão (1) apesar de serem alunos de pós, os participantes, possuíam experiência em desenvolvimento de aplicações móveis e alguns em inspeção. Em relação à questão (2), embora a inspeção tenha sido feita em ambiente acadêmico, o objeto da inspeção (o Facebook for Android) é uma aplicação Web real. Sobre a questão (3), não é possível afirmar que o Facebook for Android represente todo tipo de aplicação Web móvel.

**Validade de Conclusão:** O maior problema é o tamanho pequeno e a homogeneidade da amostra, sendo todos alunos de pós-graduação de uma única instituição. A homogeneidade e o tamanho da amostra podem realmente limitar a capacidade de generalização dos resultados. Da mesma forma que no 1º estudo, três a cinco inspetores de cada perfil de usuário são o suficiente para detectar a maior parte dos defeitos (Nielsen, 1994). Assim, os resultados obtidos podem ser considerados apenas indícios e não resultados conclusivos.

**Validade de Constructo:** Neste tipo de ameaça foi considerada a definição dos indicadores de eficiência e eficácia. Porém esses indicadores têm sido adotados em estudos que investigam técnicas de detecção de defeitos de usabilidade (Conte *et al.*, 2009; Bonifácio *et al.*, 2010c; Fernandez *et al.*, 2010).

#### **4.5. Conclusões do Segundo Estudo**

Segundo a metodologia adotada neste trabalho, o estudo de viabilidade consiste em responder a seguinte pergunta: “Os resultados são viáveis e o tempo é bem empregado?”.

Apesar dos resultados mostrarem bons indícios da técnica proposta para detecção de defeitos de usabilidade de aplicações Web móvel, o primeiro estudo consistia apenas em obter indícios da viabilidade da UBICUA em relação ao método-base. Dessa forma, foi elaborado um estudo de observação com o objetivo de entender como os usuários aplicam a UBICUA em relação à outra técnica de inspeção, porém esta específica para avaliar a usabilidade de aplicações Web móvel.

No segundo estudo, a UBICUA obteve um indicador de eficiência de 11,29 defeitos por hora, e eficácia individual média de 21,92%. Este percentual é acima dos resultados obtidos da MH que obteve como indicador de eficiência de 7,38 defeitos/hora e eficácia de 12,71%. De acordo com esses resultados, tem-se ter indícios de que o uso da UBICUA, para inspeção de aplicações Web em dispositivos móveis é viável para a detecção de problemas de usabilidade.

#### **4.6. Considerações Finais**

Este Capítulo apresentou os dois estudos experimentais para avaliar a viabilidade da técnica UBICUA. Esta nova técnica, específica para avaliar usabilidade de aplicações Web móvel, está sendo avaliada através de uma metodologia que utiliza os resultados de estudos experimentais, visando aumentar a eficiência e eficácia na detecção de defeitos de usabilidade comparada às abordagens existentes.

Os resultados dos estudos experimentais apontam indícios da viabilidade da técnica UBICUA para detecção de defeitos de usabilidade. No primeiro estudo a UBICUA obteve eficiência média de 5,11 defeitos por hora, e eficácia individual média de 20,6% em relação à AH, que obteve como indicador de eficiência de 3,62 e eficácia de 10%. Adicionalmente, quando comparada a outro método específico para avaliar aplicações Web móvel, a MH, no segundo estudo a UBICUA obteve um indicador de eficiência de 11,29 defeitos por hora, e eficácia individual média de 21,92%. Esse percentual está acima dos resultados obtidos da MH que obteve como indicador de eficiência de 7,38 e eficácia de 12,71%. De acordo com esses resultados, tem-se indícios de que o uso da UBICUA, para inspeção de aplicações Web em dispositivos móveis é viável para a detecção de problemas de usabilidade.

As análises qualitativas mostram alguns pontos negativos e sugestões de melhorias

identificadas, apesar dos resultados quantitativos serem favoráveis à UBICUA, em relação às técnicas comparadas. Os resultados dessa análise foram úteis para algumas melhorias na técnica e identificação de oportunidades e estratégias de pesquisa relacionada a técnica. No próximo Capítulo, serão apresentadas as conclusões desta dissertação e as perspectivas futuras desta pesquisa.

## Capítulo 5 - Considerações Finais da Pesquisa e Perspectivas Futuras

---

*Neste capítulo, as conclusões desta dissertação são apresentadas, resumindo seus resultados, contribuições e limitações. As perspectivas futuras fornecem a direção para que seja dada a continuidade da pesquisa sobre avaliação de usabilidade de aplicações Web móveis.*

### **5.1. Resultados Finais**

Nesta dissertação foi apresentado um trabalho relacionado à qualidade de aplicações Web em dispositivos móveis. O sucesso dos serviços disponibilizados através da Web se deve a duas características: a rápida evolução da Web e a usabilidade das aplicações (Luna *et al.*, 2010). Além disso, o avanço tecnológico tem provocado mudanças no comportamento e relacionamento dos usuários da Web, o que tem influenciado a busca por diferentes alternativas de acesso às informações pelos usuários, fazendo esse acesso evoluir para o contexto móvel.

Apesar da crescente demanda de usuários que buscam os dispositivos móveis devido às vantagens de acesso às informações em qualquer lugar e a qualquer momento, o desenvolvimento de aplicações Web móvel não é tarefa simples (Florence *et al.*, 2009). Isto porque aplicações Web em ambientes móveis possuem diferenças determinadas principalmente por algumas características, como: as características específicas dos dispositivos, as limitações do ambiente de comunicação sem fio e o contexto dinâmico de uso (Weiss Scott, 2005). Essas características podem influenciar no *design* de criação de aplicações Web móvel e a usabilidade pode ajudar a minimizar as dificuldades de interação. Por essa razão, a usabilidade é um fator muito importante em aplicações para dispositivos móveis, pois pode melhorar a qualidade de uso e minimizar a dificuldade de interação dos usuários finais. Como a qualidade de uma aplicação móvel é influenciada pelo contexto de uso (Wasserman, 2010), o atributo de qualidade analisado nesta pesquisa foi a usabilidade

de aplicações Web móvel.

Nesse contexto, técnicas de avaliação de usabilidade específicas para aplicações Web móvel podem beneficiar o processo de desenvolvimento de aplicações em tais dispositivos. Assim, várias técnicas específicas para avaliação de usabilidade têm sido propostas. No entanto, estudos comparativos mostram que as metodologias de avaliação de usabilidade para este tipo de aplicação não estão consolidadas (Betiol, 2005; Bastien, 2010a; Bonifácio *et al.*, 2010a), uma vez que as características diferenciais das aplicações móveis fazem com que novos aspectos devam ser considerados em avaliações de usabilidade.

Este fato motivou a elaboração de uma nova técnica de inspeção, chamada UBICUA (*Usability-Based Inspection CUsomizable Approach*), específica para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis. Esta técnica é customizada através do conhecimento do inspetor, para que possa ser empregada pelos próprios engenheiros de software durante o processo de desenvolvimento. A idéia é que com esta customização, utilizando critérios específicos, possa-se identificar maior quantidade de defeitos se comparado às abordagens existentes.

O objetivo desta pesquisa consistiu em propor e desenvolver a técnica UBICUA seguida de sua avaliação através de estudos experimentais. Tal desenvolvimento e avaliação da técnica UBICUA se fundamentou em uma abordagem baseada em experimentação.

O primeiro estudo experimental apresenta os trabalhos identificados através de um estudo baseado em revisão sistemática de literatura. O objetivo deste estudo foi identificar características das abordagens da literatura técnica, para que a definição da nova tecnologia pudesse estar baseada em evidências da literatura. Pelo rigor e confiança nos resultados, em comparação a revisões informais de literatura, foi decidido a utilização de uma abordagem de revisão sistemática de literatura chamada mapeamento sistemático (Kitchenham *et al.*, 2010). Esse mapeamento sistemático contribuiu para a escolha de uma abordagem baseada em inspeção de usabilidade, devido ao baixo custo que este tipo de avaliação possui. Além disso, este estudo contribuiu para caracterização de fatores de usabilidade relevantes para computação móvel, que podem influenciar no contexto de uso, tais como: Perfil do Usuário, Características do Dispositivo e Características do Canal de Comunicação. Esses indícios em conjunto com o estudo preliminar, descrito em Bonifácio *et al.* (2010), auxiliaram na

definição da nova técnica de avaliação de usabilidade.

Os resultados dos estudos experimentais apontam indícios da viabilidade da técnica UBICUA para detecção de defeitos de usabilidade. No primeiro estudo a UBICUA obteve eficiência média de 5,11 defeitos por hora, e eficácia individual média de 20,6% em relação à AH, que obteve como indicador de eficiência de 3,62 e eficácia de 10%. E quando comparada a outro método específico para avaliar aplicações Web móvel, a MH, no segundo estudo a UBICUA obteve um indicador de eficiência de 11,29 defeitos por hora, e eficácia individual média de 21,92%. Este percentual é acima dos resultados obtidos da MH que obteve como indicador de eficiência de 7,38 e eficácia de 12,71%. De acordo com esses resultados, é possível ter indícios de que o uso da UBICUA, para inspeção de aplicações Web em dispositivos móveis é viável para a detecção de problemas de usabilidade.

Espera-se com estes resultados incentivar a indústria de software Web móvel a realizar avaliações de usabilidade com maior frequência e considerar a usabilidade no processo de desenvolvimento deste tipo de aplicação.

## **5.2. Contribuições da Pesquisa**

As principais contribuições desta dissertação são as seguintes:

- Contribuições relacionadas a avaliações de usabilidade
  - o A criação de um corpo de conhecimento sobre avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis, no qual foram identificadas tendências, práticas e oportunidades de pesquisa que podem ser utilizadas para avaliar este tipo de aplicação, disponível em Bonifácio *et al.* (2010a) ;
  - o Desenvolvimento de uma técnica específica para avaliação de usabilidade de aplicações Web em dispositivos móveis, apresentada no Capítulo 3 (Bonifácio *et al.*, 2010b);
  - o Elaboração de diretrizes e recursos de apoio à realização de inspeções de usabilidade em ambientes acadêmicos: descrição de atividades a serem realizadas para a realização de inspeção de usabilidade, realizar uma avaliação de usabilidade de aplicação Web e a segunda versão da técnica UBICUA, descritos nos Apêndice A, B e C;

- o Relatos de estudos experimentais com o propósito de disseminar o conhecimento sobre a utilização para avaliar e evoluir uma nova tecnologia em Engenharia de Software e IHC (Bonifácio *et al.*, 2010c; Bonifácio *et al.*, 2011);
- Contribuições relacionadas a estudos experimentais
  - o Execução de estudos experimentais, apresentando os passos realizados em cada estudo.
  - o Disseminação sobre o conhecimento sobre análises quantitativas e qualitativas com a execução de tecnologias como procedimentos do Método Grounded Theory (Strauss e Corbin 1998), para auxiliar nos resultados. O Capítulo 4 apresenta o primeiro estudo e o segundo estudos.
  - o Evolução da tecnologia a partir dos estudos experimentais. Na análise dos resultados dos estudos, foram destacadas as melhorias da técnica (Seção 4.3) e o que foi agregado visando melhorar a interação com os inspetores.

### **5.3. Perspectivas Futuras**

Embora a pequena amostra nos estudos seja uma limitação desta pesquisa, a utilização de métodos estatísticos baseados em análise qualitativa aumenta a validade dos resultados obtidos. Estes resultados abrem novas perspectivas de pesquisa, que podem ser exploradas em trabalhos futuros. Um dos trabalhos seria o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à técnica UBICUA, que utilize os dados do dispositivo para a coleta e análise de interação dos usuários no processo de inspeção da aplicação.

Outra perspectiva seria utilizar a abordagem metodológica proposta por Shull *et al.* (2001) e extendida de Mafra *et al.* (2006), para realizar outros estudos experimentais que não foram abordados nesta pesquisa, como: estudo de caso de ciclo de vida e estudo de caso na indústria. O estudo de ciclo de vida tem o objetivo de inserir a técnica UBICUA no desenvolvimento de software real. Há a necessidade de inserir a técnica UBICUA dentro do processo de desenvolvimento, para que a técnica possa ser avaliada no processo de concepção desse tipo de aplicação.

Finalmente, o estudo de caso na indústria tem o objetivo de verificar o amadurecimento da tecnologia. De acordo com a metodologia de Shull *et al.* (2001) os estudos na indústria

devem ser realizados para identificar se existem problemas de integração da aplicação da técnica UBICUA em um ambiente industrial.

## Referências Bibliográficas

---

- Anatel, A.N.D.T., 2011, "Acessos móveis ultrapassam 185 milhões assinantes". In: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=20824>, accessed in outubro de 2011.
- Araújo, C., Santos, F., Galvão, L., Conte, T.U., 2010, "Aprimorando a Qualidade de um Serviço Web através de Teste de Usabilidade - Uma Experiência Prática". In: *IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, v. v. 1., pp. 375-382, Belém - PA, Brasil.
- Baille, L., Morton, L., 2009, "Designing quick & dirty applications for mobiles: Making the case for the utility of HCI principles ". In: *Information Technology Interfaces, 2009. ITI '09.*, pp. 293 - 298 Dubrovnik
- Bandeira-De-Mello, R., Cunha, C., 2003, "Operacionalizando o método da Grounded Theory nas Pesquisas em Estratégia: técnicas e procedimentos de análise com apoio do software ATLAS/TI", Curitiba, Brasil.
- Barcelos, R.F., Travassos, G.H., 2006, "ArqCheck: Uma abordagem para inspeção de documentos arquiteturais baseada em checklist". In: *V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2006*, Vila Velha, ES - Brasil.
- Bastien, J.M.C., 2010a, "Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method", *International Journal of Medical Informatics*, v. abs/1009.5918, pp. e18-e23.
- Bastien, J.M.C., 2010b, "Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method", *International Journal of Medical Informatics* v. abs/1009.5918, pp. e18-e23.
- Bertini, E., Gabrielli, S., Kimani, S., 2006, "Appropriating and assessing heuristics for mobile computing", *ACM*, Venezia, Italy.
- Betiol, A.D.A., 2005, "Usability Testing of Mobile Devices: A Comparison of Three Approaches". In: *Human-Computer Interaction - INTERACT 2005*, v. v. 3585, pp. 470-481, Rome - Italy.
- Biolchini, J.C.D.A., Mian, P.G., Natali, A.C.C., Conte, T., Travassos, G.H., 2007, "Scientific research ontology to support systematic review in software engineering", *Elsevier Science Publishers B. V.*, v. 21, n. 2, pp. 133-151.
- Blackmon, M.H., Polson, P.G., Kitajima, M., C., L., 2002, "Cognitive walkthrough for the web". In: *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves*, v. 5, pp. 463 - 470, Minneapolis, Minnesota, USA.
- Bonifácio, B., Cruz, M.J., Conte, T., "Extração e análise de características para avaliação de usabilidade em aplicações móveis baseadas em evidências da literatura". In: [www.dcc.ufam.edu.br/uses/index.php/publicacoes/cat\\_view/69-relatorios-tecnicos](http://www.dcc.ufam.edu.br/uses/index.php/publicacoes/cat_view/69-relatorios-tecnicos).
- Bonifácio, B., Fernandes, P., Oliveira, H.A.B.F.D., Conte, T., 2011, "UBICUA: A Customizable Usability Inspection Approach for Web Mobile Applications", *IADIS*, Rio de Janeiro, RJ - Brazil.
- Bonifácio, B., Oliveira, H.A.B.F.D., Conte, T., 2010b, "Avaliação de Usabilidade de Aplicações em Dispositivos Móveis". In: *IX Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2010)*, v. 1, pp. 269-270, Belo Horizonte, MG, Brasil.

- Bonifácio, B., Santos, D.V., Araújo, C., Vieira, S., Conte, T., 2010c, "Aplicando Técnicas de Inspeção de Usabilidade para Avaliar Aplicações Móveis". In: *IX Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2010)*, v. V. 1., pp. 189-192., Belo Horizonte - MG, Brasil.
- Conte, T., Massolar, J., Mendes, E., Guilherme, H.T., 2007, "Web Usability Inspection Technique Based on Design Perspectives". In: *XXI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2007)*, v. 1, João Pessoa - PE, Brasil.
- Conte, T., Massolar, J., Mendes, E., Travassos, G.H., 2009, "Web usability inspection technique based on design perspectives", *Software, IET*, v. 3, n. 2, pp. 106-123.
- D'atri, E., 2007, "A system to aid blind people in the mobility: A usability test and its results". In: *Second International Conference on Systems (ICONS'07)*, v. 1, pp. 35-35, Sainte-Luce, Martinique, France
- Dix, A., Finlay, J.E., Abowd, G.D., Beale, R., 2004, *Human-Computer Interaction*, 3rd Edition ed.
- Duh, H.B.-L., Tan, G.C.B., Chen, V.H.-H., 2006, "Usability evaluation for mobile device: a comparison of laboratory and field tests". In: *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, Helsinki, Finland.
- Fernandes, P.S., Riveros, L., Bonifácio, B., Santos, D.V., Conte, T., 2011, "Avaliando uma nova Abordagem para Inspeção de Usabilidade através de Análise Quantitativa e Qualitativa". In: *VIII Experimental Software Engineering Latin American Workshop*, Rio de Janeiro, RJ - Brazil.
- Fernandez, A., Abrahão, S., Insfran, E., 2010, "Towards to the validation of a usability evaluation method for model-driven web development". In: *Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, pp. 1-4, Bolzano-Bozen, Italy.
- Fetaji, M., Dika, Z., Fetaji, B., 2008, "Usability testing and evaluation of a mobile software solution: A case study". In: *Information Technology Interfaces - ITI 2008*, v. 1, pp. 501 - 506 Dubrovnik
- Fiotakis, G., Raptis, D., Avouris, N., 2009, "Considering Cost in Usability Evaluation of Mobile Applications: Who, Where and When", *Springer-Verlag*, Uppsala, Sweden.
- Fling, B., 2009, *Mobile Design and Development: Practical Concepts and Techniques for Creating Mobile Sites and Web Apps - Animal Guide*, 1st ed., O'Reilly Media, Inc.
- Florence, B.-F., Jenny, F., Heinrich, H., 2009, "Evaluation of User Interface Design and Input Methods for Applications on Mobile Touch Screen Devices", *Springer-Verlag*, Uppsala, Sweden.
- Gavala, D., Economou, D., 2011, "Development Platforms for Mobile Applications: Status and Trends 2011", *IEEE Software*, v. 28, n. 1, pp. 77 - 86.
- Google, I., 2011, "The 1000 most-visited sites on the web". In: <http://www.google.com/adplanner/static/top1000/>, accessed in Outubro de 2011.
- Heo, J., Ham, D.-H., Park, S., Song, C., Yoon, W.C., 2009, "A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors", *Elsevier Science Inc.*, v. 21, n. 4, pp. 263-275.
- Hussain, Z., Lechner, M., Milchrahm, H., Shahzad, S., Slany, W., *et al.*, 2009, "Concept and Design of a Contextual Mobile Multimedia Content Usability Study", *IEEE Computer Society*.
- ISO/IEC 9126-1, "International Organization for Standardization. (2001). ISO/IEC 9126-1. Software engineering-Product quality—Part 1: Quality model. " In: <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=22749&ICS1=35&ICS2=80&ICS3=>, accessed in Dezembro de 2011.
- ISO/IEC 9214 - 11, "International Organization for Standardization. (1998). ISO 9241-11.

- Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)—Part 11: Guidance on usability. Available". In: <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=16883&ICS1=13&ICS2=180&ICS3=> accessed in Dezembro de 2011.
- Kappel, G., Proll, B., Retschitzegger, W., Schwinger, W., 2003, "Customisation for ubiquitous web applications - A comparison of approaches", *International Journal of Web Engineering and Technology*, v. 1, n. 1, pp. 79-111.
- Kitchenham, B.A., Budgen, D., Pearl Brereton, O., 2010, "Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study", *Information and Software Technology*, v. 53, n. 6, pp. 638-651.
- Kjeldskov, J., Graham, C., Pedell, S., Vetere, F., Howard, S., *et al.*, 2005, "Evaluating the usability of a mobile guide: the influence of location, participants and resources", *Behaviour and Information Technology*, v. 24, n. 1 (2005), pp. 51-65.
- Lee, V., Schneider, H., 2005, *Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento.*, Robbie Schell Mobile Business
- Luna, E.R., Panach, J.I., Grigera, J.N., Rossi, G., Pastor, O., 2010, "Incorporating usability requirements in a test/model-driven web engineering approach", *Journal of Web Engineering* v. 9, n. 2, pp. 132-156.
- Mafra, S.N., Barcelos, R.F., Travassos, G.H., 2006, "Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software". In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software - SBQS*, pp. 239-254, Florianópolis, SC, Brasil.
- Maia, C., Nogueira, L.M., Pinho, L.M., 2010, "Evaluating Android OS for Embedded Real-Time Systems". In: *6th International Workshop on Operating Systems Platforms for Embedded Real-Time Applications*, v. 1, pp. 63-70, Brussels, Belgium, July 2010.
- Mandel, T., 1997, *The elements of user interface design* Austin, TX.
- Massolar, J., 2008, "Uma Abordagem baseada na Engenharia para Desenvolvimento e Garantia da Qualidade de Aplicações Web", Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
- Matera, M., Rizzo, F., Carughi, G., Mendes, E., Mosley, N., 2006, "Web Usability: Principles and Evaluation Methods Web Engineering", Springer Berlin Heidelberg.
- Nielsen, J., 1993, *Usability Engineering* San Francisco, 1993, Morgan Kaufmann P. Inc.
- Nielsen, J., 1994, "Heuristic evaluation." In: NIELSEN, J., MACK, R.L. (eds), *Usability Inspection Methods*, John Wiley and Sons
- Nielsen, J., 2010, "Usability of Mobile Websites - AlertBox". In: <http://www.useit.com/alertbox/mobile-usability.html>, accessed in dezembro de 2010.
- Olsina, L., Covella, G., Rossi, G., 2006, "Web Quality". In: MENDES, E., MOSLEY, N. (EDS) (eds), *Web Engineering*, Spinger Verlag.
- Peevers, G., Douglas, G., Jack, M.A., 2008, "A usability comparison of three alternative message formats for an SMS banking service", *Academic Press, Inc.*, v. 66, n. 2, pp. 113-123.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., Mattsson, M., 2008, "Systematic Mapping Studies in Software Engineering". In: *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, University of Bari, Italy, 26 - 27 June 2008.
- Queiroz, J.E.R.D., Ferreira, D.S., 2009a, "A Multidimensional Approach for the Evaluation of Mobile Application User Interfaces". In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction. Part I: New Trends*, San Diego, CA.
- Queiroz, J.E.R.D., Ferreira, D.S., 2009b, "A Multidimensional Approach for the Evaluation of Mobile Application User Interfaces", *Springer-Verlag*, San Diego, CA.
- Rocha, H., Baranauskas, M., 2003, *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador* Campinas, SP.

- Sauer, C., Jeffery, D.R., Land, L., Yetton, P., 2000, "The Effectiveness of Software Development Technical Reviews: A Behaviorally Motivated Program of Research", *IEEE Press*, v. 26, n. 1, pp. 1-14.
- Shrestha, S., 2007, "Mobile web browsing: usability study". In: *Proceedings of the 4th international conference on mobile technology, applications, and systems and the 1st international symposium on Computer human interaction in mobile technology*, v. 1, pp. 187-194, Singapore.
- Shull, F., Carver, J., Travassos, G.H., 2001, "An empirical methodology for introducing software processes", *ACM*, v. 26, n. 5, pp. 288-296.
- Souza, C.S.D., Prates, R.O., Barbosa, S.D.J., 2003, "Adopting information technology as a first step in design", *ACM*, v. 10, n. 2, pp. 72-79.
- Souza, L.S.D., Spinola, M.D.M., 2006, "Requisitos de usabilidade em projetos de interface centrado no usuário de software de dispositivos móveis". In: *XXVI ENEGEP* v. 1, Fortaleza - CE, Brasil
- Strauss, A., Corbin, J., 1998, "Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory". In: LONDON, E. (eds), *SAGE Publications*.
- Triacca, L., Inversini, A., Bolchini, D., 2005, "Evaluating Web usability with MiLE+". In: *Web Site Evolution, 2005. (WSE 2005). Seventh IEEE International Symposium on*, pp. 22-29, 26 Sept. 2005.
- Vuolle, M., Tiainen, M., Kallio, T., Vainio, T., Kulju, M., *et al.*, 2008, "Developing a questionnaire for measuring mobile business service experience". In: *Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, Amsterdam, The Netherlands.
- Wasserman, A., 2010a, "Software engineering issues for mobile application development", *ACM*, pp. 397-400, Santa Fe, New Mexico, USA.
- Wasserman, A.I., 2010b, "Software engineering issues for mobile application development", *ACM*, pp. 397-400, Santa Fe, New Mexico, USA.
- Weiss, S., 2005, "Handheld usability: design, prototyping and usability testing for mobile phones", *ACM*, Salzburg, Austria.
- Weiss Scott, 2005, "Handheld usability: design, prototyping and usability testing for mobile phones", *ACM*, Salzburg, Austria.
- Yun, M., Ji, Y.G., Suh, Y., Bahn, S., 2005, "Mobile Phone Usability Evaluation Framework Using Function-Emotion Hierarchy Deployment". In: *11th International Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 44 - 54, Las Vegas, U.S.A.
- Zamboni, A.B., Thommazo, A.D., Hernandez, E.C.M., Fabbri, S.C.P.F., 2010, "StArt Uma Ferramenta Computacional de Apoio à Revisão Sistemática." In: *CBSOft - Congresso Brasileiro de Software CBSOft*, Salvador - BA - Brasil.
- Zhang, D., Adipat, B., 2005, "Challenges, Methodologies, and Issues in the Usability Testing of Mobile Applications", *International Journal of Human-Computer Interaction* v. 18, n. 3, pp. 293-308.

## APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

*Este apêndice apresenta o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A criação deste documento é obrigatória para resguardar os direitos do participante na pesquisa.*

### **Pesquisa: “Avaliação de Usabilidade utilizando a Técnica UBICUA”**

Prezado Senhor (a),

Como parte de uma pesquisa de mestrado, uma técnica para avaliação de usabilidade específica para aplicações móveis, chamada UBICUA (*Usability-based Inspection CUsTomizable Approach*), foi desenvolvida e está sendo avaliada experimentalmente. Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará os resultados de utilização dessa técnica em uma avaliação de usabilidade de uma aplicação móvel. O objetivo da pesquisa é verificar a viabilidade da técnica UBICUA e aperfeiçoá-la, aumentando sua capacidade de identificação de problemas, contribuindo desta forma para a melhoria da usabilidade de aplicações *Web* de um modo geral. Sua participação na pesquisa **não** é obrigatória.

#### **1) Procedimento**

A técnica UBICUA será utilizada na avaliação de usabilidade de uma aplicação móvel. Para participar deste estudo solicito a sua especial colaboração em: (1) permitir que os dados resultantes da sua avaliação sejam estudados, (2) informar o tempo gasto na atividade de detecção de problemas e (3) responder um questionário sobre a utilização da técnica UBICUA. Quando os dados forem coletados, seu nome será removido. Em caso de filmagens sua identidade será preservada dos mesmos e não será utilizado em nenhum momento durante a análise ou apresentação dos resultados.

#### **2) Tratamento de possíveis riscos e desconfortos**

Serão tomadas todas as providências durante a coleta de dados de forma a garantir a sua privacidade e seu anonimato. Os dados coletados durante o estudo destinam-se estritamente a atividades de pesquisa relacionadas à técnica, não sendo utilizados em qualquer forma de avaliação profissional ou pessoal.

#### **3) Benefícios e Custos**

Espera-se que, como resultado deste estudo, você possa aumentar seu conhecimento sobre usabilidade e inspeção, de maneira a contribuir para o aumento da qualidade de sistemas de software com os quais você trabalhe. Este estudo também contribuirá com resultados importantes para a pesquisa de um modo geral nas áreas de Engenharia de Software e Interface Humano-Computador (IHC). Você não terá nenhum gasto ou ônus com a sua participação no estudo e também não receberá qualquer espécie de reembolso devido à participação **na pesquisa**.

#### **4) Confidencialidade da Pesquisa**

Toda informação coletada neste estudo é confidencial e seu nome e o da sua organização não serão identificados de modo algum, a não ser em caso de autorização explícita para esse fim.

#### **5) Participação**

Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária. Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades. Em caso de você decidir se retirar do estudo, favor notificar um pesquisador responsável.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o mesmo, assim

como tirar dúvidas, bastando entrar em contato pelos seguintes emails:  
Pesquisador: Bruno Araújo Bonifácio – [brunnoboni@gmail.com](mailto:brunnoboni@gmail.com) – DCC/UFAM  
Professora orientadora: Tayana Uchôa Conte – [tayana@dcc.ufam.edu.br](mailto:tayana@dcc.ufam.edu.br) – DCC/UFAM

**6) Declaração de Consentimento**

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi explicada satisfatoriamente e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ter mais de 18 anos e dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Local e Data:

|                                  |                                                   |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|
| Organização: _____               |                                                   |
| Participante                     | Pesquisador Responsável                           |
| Nome: _____<br>Assinatura: _____ | Nome: Bruno Araújo Bonifácio<br>Assinatura: _____ |
| Obrigado pela sua colaboração!   |                                                   |

## **APÊNDICE B – Questionário de Avaliação da Técnica UBICUA**

*Este apêndice apresenta o questionário de avaliação da UBICUA. Este questionário foi útil para avaliar as dificuldades de interação dos inspetores com a técnica após a execução dos estudos.*

Por gentileza, responda as questões a seguir considerando sua experiência durante a inspeção utilizando a técnica UBICUA:

1. Em relação à sua percepção sobre a facilidade de uso da técnica UBICUA, qual o seu grau de concordância em relação às seguintes afirmações:

|                                                                                  | Concordo<br>Totalmente<br>(100%) | Concordo<br>Amplamente<br>(99% - 70%) | Concordo<br>Parcialmente<br>(69% - 51%) | Discordo<br>Parcialmente<br>(50% - 31%) | Discordo<br>Amplamente<br>(30% - 1%) | Discordo<br>Totalmente<br>(0%) |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Foi fácil aprender a utilizar a UBICUA                                           |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Consegui utilizar a UBICUA da forma que eu queria                                |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Eu entendia o que acontecia na minha interação com a UBICUA                      |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Foi fácil ganhar habilidade no uso da UBICUA                                     |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| É fácil lembrar como utilizar a UBICUA para realizar uma inspeção de usabilidade |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Considero a UBICUA fácil de usar                                                 |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |

Comentários (Você pode ajudar comentando sobre melhorias e observações encontradas):

2. Em relação à sua percepção sobre a utilidade da técnica UBICUA, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:

|                                                                                                                                                    | Concordo<br>Totalmente<br>(100%) | Concordo<br>Amplamente<br>(99% - 70%) | Concordo<br>Parcialmente<br>(69% - 51%) | Discordo<br>Parcialmente<br>(50% - 31%) | Discordo<br>Amplamente<br>(30% - 1%) | Discordo<br>Totalmente<br>(0%) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| A UBICUA me permitiu detectar defeitos de forma mais rápida                                                                                        |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Usar a UBICUA melhorou o meu desempenho na inspeção (acredito ter encontrado um número maior de defeitos do que encontraria sem utilizar a UBICUA) |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Usar a UBICUA facilitou a inspeção                                                                                                                 |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |
| Usar a UBICUA aumentou minha produtividade (acredito ter encontrado um maior número de defeitos em um                                              |                                  |                                       |                                         |                                         |                                      |                                |

|                                                                         |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| tempo menor do que levaria sem usar a UBICUA)                           |  |  |  |  |  |  |
| Eu considero a UBICUA útil para inspeções de usabilidade de apps móveis |  |  |  |  |  |  |

3. Em relação a algumas questões específicas da técnica UBICUA, qual o seu grau de concordância em relação às afirmações das características (C. ) abaixo:

|                                                                                                                                                                                 | Concordo Totalmente (100%) | Concordo Amplamente (99% - 70%) | Concordo Parcialmente (69% - 51%) | Discordo Parcialmente (50% - 31%) | Discordo Amplamente (30% - 1%) | Discordo Totalmente (0%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| É fácil identificar os fatores (Caract. usuário, Caract.do dispositivo e Caract. do canal de comunicação) avaliados através dos itens e subitens de avaliação e diferencia-los. |                            |                                 |                                   |                                   |                                |                          |
| Os itens da técnica são fáceis de compreender                                                                                                                                   |                            |                                 |                                   |                                   |                                |                          |

4. Como você aplicou a técnica UBICUA durante a inspeção?

5. Das verificações, existe algum que você acredita necessitar de algum comentário sobre sua aplicação?

6. Use o espaço a seguir para comentários gerais que julgar necessários sobre a técnica, sua aplicação, dificuldades encontradas, etc.

## APÊNDICE C – A técnica UBICUA: *Usability-Based Inspection Customizable Approach*

*Este apêndice apresenta a técnica UBICUA e seus níveis de detalhamento baseado no conhecimento do inspetor.*

### UBICUA: *Usability-Based Inspection Customizable Approach*

A norma NBR 9241-11 (2004) define usabilidade como a medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso.

A usabilidade pode ser avaliada através de técnicas que auxiliam na identificação de defeitos, que podem comprometer a qualidade de uso da aplicação. Este método é uma adaptação do Método Avaliação Heurística (Nielsen, 1994), voltada especificamente para avaliação de usabilidade de aplicações web híbrida em dispositivos móveis. Para isso, alguns fatores adicionais de usabilidade precisam ser levados em conta: Características do Usuário, Características do Dispositivo e Características do Canal de Comunicação (Lee, 2005). A seguir é apresentado cada fator de usabilidade do método:

|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características do usuário:</b> São características pessoais dos usuários que influenciam diretamente como eles interagem com os dispositivos computacionais. É dividida em:                                                        |                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Experiência do usuário</b>                                                                                                                                                                                                          | De acordo com a ISO 9241 são um conjunto de percepções de uma pessoa e as respostas que resultam da utilização ou a utilização antecipada de um produto, sistema ou serviço.                                       |
| <b>Destreza</b>                                                                                                                                                                                                                        | Segundo Bastien (2010) é definida como os meios disponibilizados pela interface para guiar o usuário a realizar determinadas ações, ou seja, Verifica se o sistema informa e conduz o usuário durante a interação. |
| <b>Característica do Dispositivo:</b> São características próprias dos dispositivos móveis e devem ser consideradas e respeitadas para prover facilidade de uso e aprendizado na utilização de aplicações Web. Podem ser divididas em: |                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Plataforma de desenvolvimento</b>                                                                                                                                                                                                   | Consiste no núcleo do sistema que gerencia todos os recursos do hardware do dispositivo                                                                                                                            |
| <b>Interface da aplicação no dispositivo</b>                                                                                                                                                                                           | De acordo com Moran (1981), a interface da aplicação com o usuário pode ser entendida como parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato físico, perceptivo e conceitual.               |
| <b>Característica do canal de comunicação:</b> São as características do ambiente de comunicação sem fio como: largura de banda, tipo de comunicação com a internet, protocolos dentre outros. É dividida em:                          |                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Segurança e integridade dos dados</b>                                                                                                                                                                                               | Envolve a proteção dos dados dos usuários durante a interação com a aplicação e como eles influenciam no funcionamento da aplicação                                                                                |
| <b>Tempo de carregamento de informações</b>                                                                                                                                                                                            | Tempo gasto na alteração do estado de uma aplicação após a interação com o usuário.                                                                                                                                |

### Instruções Preliminares

Este documento servirá como um guia, através de *checklists*, a ser verificado para encontrar defeitos de usabilidade nas aplicações avaliadas.

- Para cada interface da aplicação, necessária para execução da tarefa, avalie se atende aos padrões estabelecidos nos *checklists*. Caso tenha dificuldade no primeiro item, os subitens de verificação são detalhados abaixo do correspondente para facilitar a detecção.
- Caso seja identificado um problema associado ao item do *checklist*, este deverá ser registrado em uma planilha de defeitos.

### Características para avaliação de cada fator de usabilidade da UBICUA

#### **Verificação 1 – Estruturação e configuração atual da aplicação**

1. Avalie se a aplicação apresenta alguma informação que informe o estado da aplicação:
  - o **Verifique se a aplicação mostra ou apresenta alguma informação que descreva o estado da aplicação.**
2. Avalie se a visualização do estado da aplicação está sempre disponível:
  - o **Verifique se a aplicação apresenta alguma informação que sempre mostre o estado do sistema.**

3. Avalie se o estado do sistema está representado de maneira intuitiva:
  - o **Avalie se o estado do sistema está representado de maneira de fácil entendimento sobre onde você (usuário) se encontra na aplicação.**
4. Verifique se os ícones são representativos para ilustrar o estado do sistema
  - **Verifique se para usuários com pouca experiência, o estado do sistema é mostrado de maneira não ambígua com outro padrão conhecido**
5. Verifique se o estado do sistema é facilmente alcançável através da tela

#### **Verificação 2 - Relação da aplicação com a realidade**

1. Avalie se as informações são apresentadas em ordem natural e lógica conhecida
  - o **Avalie se as informações são apresentadas em uma ordem que pareça lógica para a sua tarefa**
2. Verifique se as informações estão organizadas de maneira adequada ao padrão estabelecido para o dispositivo
  - **Verifique se o padrão utilizado no dispositivo torna as informações organizadas de maneira adequada.**
3. Avalie se as opções da aplicação são apresentadas de maneira intuitiva em relação ao domínio do problema
  - o **Verifique se as funcionalidades mostradas na interface são apresentadas de forma intuitiva em relação ao domínio do problema**
4. Verifique se a nomenclatura utilizada na aplicação é compreendida
  - o **Verifique se os termos utilizados são fáceis de reconhecer e entender**
5. Avalie se o posicionamento dos elementos da interface está em uma ordem adequada para os dispositivos utilizados:
  - o **Verifique se a posição dos elementos da aplicação segue o padrão coerente com a plataforma para facilitar os cliques no dispositivo.**
6. Avalie se as opções ou botões são facilmente alcançáveis:
  - o **Os botões e/ou funcionalidades mostrados na interface estão posicionados de acordo com as teclas do dispositivo.**

#### **Verificação 3 - Liberdade do usuário**

1. Avalie se a aplicação disponibiliza formas para facilitar ao usuário navegar entre funcionalidades frequentemente utilizadas:
  - o **Verifique se a aplicação disponibiliza formas do usuário desfazer e refazer ações para obter maior conhecimento da aplicação.**
2. Verifique se as formas de facilidade de navegação são compreensíveis e visíveis:
  - o **Avalie se os atalhos são facilmente visíveis e compreensíveis.**
3. Caso o usuário escolha informações irrelevantes ou opções erradas, avalie se a aplicação mostra função de UNDO e REDO:
  - o **Avalie se a aplicação possui saídas alternativas que são fáceis de serem selecionadas através de elementos do dispositivo, como as teclas, por exemplo, ou através do clique do botão cancelar de um formulário.**
4. Avalie se, em caso de desvio, a aplicação possui retorno para o fluxo principal através das teclas do dispositivo:
  - o **Em caso de necessidade de alteração de fluxo para realização de uma tarefa, avalie se existe retorno ao fluxo principal.**

#### **Verificação 4 - Padrões de interface para dispositivos móveis**

1. Avalie se a interface da aplicação possui um padrão definido:
  - o **Padrão são informações apresentadas de maneira organizada e concisa ao usuário.**
2. Verifique se a interface é agradável ao usuário :
  - o **Verifique se os elementos da interface são mostrados de maneira que siga um padrão e agrade o usuário. Além de ser intuitivo para realização da tarefa.**

3. Avalie se há aderência a convenções de plataforma e padrões de interface adotados em relação a layout:
  - o **Verifique se o padrão mostrado na plataforma é facilmente compreendido em todas as funcionalidades.**
4. Avalie se os elementos mostrados na interface estão consistentes:
  - o **Verifique se terminologia, gráficos e símbolos da interface estão consistentes.**
5. Verifique se TODOS os botões físicos do dispositivos que são relacionados à aplicação estão sendo aproveitados e de forma intuitiva.

#### **Verificação 5 - Prevenção de erros**

1. Verifique se a aplicação adota padrões para mensagens de erro.
2. Avalie se as informações mostradas são suficientes para execução correta de uma tarefa
  - o **Para realização da tarefa determinada os dados mostrados e solicitados são suficientes. Avalie se a interface previne a ocorrência de erros de navegação no dispositivo**
3. Para dados obrigatórios, avalie se os formatos das mesmas são mostrados de forma clara
  - o **Avalie se a aplicação apresenta quais são as entrada de dados obrigatórias e os formatos das mesmas**
4. Em caso de erros, verifique se as cores e mensagens de erro são mostrados de maneira facilmente compreensível ao usuário.
5. Avalie se os resultados das funcionalidades/opções disponíveis são claramente definidos pela aplicação.
6. Verifique se a aplicação disponibiliza distinção entre ícones e funcionalidades diferentes.
7. Verifique se a aplicação disponibiliza opção de confirmação antes de executar ações importantes:
  - o **Confirmação de dados são utilizados para que os usuários não informem dados incorretos. Verifique se a aplicação valida e confere a correção dos dados informados antes da realização da ação.**

#### **Verificação 6 - Facilidade de reconhecimento**

1. Verifique se a aplicação disponibiliza botões legíveis:
  - o **Avalie se os botões da aplicação estão mostrados claramente ao usuário.**
2. Avalie se a forma de mostrar a funcionalidade é compreensível pelo usuário:
3. Avalie se consegue reconhecer o significado dos símbolos, ícones e botões:
  - o **Avalie as funcionalidades referentes a cada símbolo e se estas são compreensíveis ao usuário.**
4. Avalie se os botões sem legenda são de fácil compreensão para ilustrar a funcionalidade-alvo:
  - o **Avalie se você consegue compreender o significado dos símbolos/ botões/ícones para execução de uma tarefa.**

#### **Verificação 7 - Aumento da qualidade de uso**

1. Avalie se existe alguma forma de facilitar a execução da funcionalidade desejada:
  - o **Para usuários com maior destreza, existem atalhos para realização das tarefas principais.**
2. Avalie se a interface facilita a entrada de dados:
  - o **Avalie se a interface da aplicação mostra informações que facilitem a entrada de dados.**
3. Avalie se a aplicação disponibiliza uma ou mais formas de executar as ações mais importantes:
  - o **Verifique se existem botões do próprio dispositivo que provêm outra forma de realizar a tarefa.**

#### **Verificação 8 - Padrões e estrutura estética da interface**

1. Avalie se a interface possui layout de forma a destacar os elementos de maneira objetiva:
  - o **Avalie se layout mostrar as partes mais relevantes para realização da tarefa de maneira intuitiva.**
2. Verifique se quantidade de informações mostradas ilustram as funcionalidades necessárias para realizar determinada atividade:
  - o **Verifique se as informações apresentadas são coerentes para visualização de todas as funcionalidades da aplicação**

**necessárias para realizar a tarefa.**

3. Avalie se as informações mostradas (ícones, funcionalidades, menus de ajuda) agridem visualmente e comprometem a aplicação.
4. Avalie se todas as informações mostradas são relevantes:
  - o **Avalie se existe alguma informação (ícones, menus de ajuda/funcionalidades) inadequada para utilização da aplicação.**
5. Verifique se existem informações de difícil visualização e/ou compreensão.

**Verificação9 - Feedback e Informações de ajuda ao usuário**

1. Avalie se as mensagens retornadas são claramente visíveis e compreensíveis pelo usuário:
    - o **Verifique se as informações retornadas são mostradas de maneira que o usuário possa visualizar de acordo com a tela do dispositivo.**
  2. Avalie se a aplicação apresenta informações sobre a mesma, mostrando como utilizá-la:
    - o **Avalie se a aplicação apresenta características da aplicação, para ajudar o usuário na interação.**
  3. Avalie se o usuário compreende a ajuda fornecida pela aplicação:
    - o **Verifique se o sistema apresenta formas de auxílio para solução de eventuais problemas.**
  4. Avalie se a aplicação retorna alguma mensagem informando sobre a validação de uma ação do usuário.
    - o **Em caso de ação ou validação, verifique se a aplicação apresenta mensagens que possam orientar o usuário sobre o sucesso da ação.**
-

## APÊNDICE D – Formulário de Caracterização dos Participantes da UBICUA

*Este apêndice apresenta o formulário de caracterização de participantes. As informações deste formulário foram úteis para o balanceamento dos grupos durante a realização dos estudos experimentais.*

### Formulário de Caracterização de Participantes

#### Pesquisa: “Avaliação de Usabilidade utilizando a Técnica UBICUA”

**Organização:** \_\_\_\_\_

**Participante:** \_\_\_\_\_

Prezado Senhor (a),

O formulário abaixo será utilizado para compreender seu grau de familiaridade com os diversos aspectos relacionados a essa avaliação de usabilidade. **As informações coletadas serão tratadas confidencialmente.**

#### **Conhecimento sobre Usabilidade e conceitos de IHC**

Em relação ao grau do seu conhecimento prévio sobre usabilidade, marque os itens abaixo que melhor se aplicam à sua resposta.

Ao responder, considere experiências práticas como participação em projetos focados em garantir boa usabilidade a um software ou atuação em avaliações de usabilidade.

- ☐ não possuo nenhum conhecimento prévio sobre usabilidade.
- ☐ tenho algumas noções de usabilidade adquiridas através de leituras/palestras.
- ☐ estudei usabilidade em aula ou livro.
- ☐ participei de projeto(s) ou avaliação(ões) que resultaram em publicações ou relatórios sobre usabilidade.

#### **Experiência com Avaliações/Inspeções de Software**

Em relação à sua experiência prévia com avaliações ou inspeções de software, marque os itens abaixo que melhor se aplicam à sua resposta.

- ☐ não participei de nenhuma avaliação/ inspeção de software.
- ☐ participei de \_\_\_\_ avaliações/inspeções de software.

#### **Frequência de Utilização de Aplicações Web (quantas vezes por semana)**

Frequência de uso: \_\_\_\_ x que usa por semana em computadores

Frequência de uso: \_\_\_\_ x que usa por semana nos dispositivos móveis (por exemplo, 12 vezes no celular ou smartphones dentre outros)

- Quais os tipos? (exemplo: Entretenimento, produtividade, jogos, etc.)

\_\_\_\_\_

#### **Conhecimento sobre o Domínio da Aplicação Web móvel a ser Inspeccionada**

- ☐ não uso o Facebook ou aplicação similar
- ☐ já utilizei o Facebook ou aplicações similares, mas não de forma freqüente em dispositivos móveis (menos de uma vez por semana)
- ☐ utilizo o Facebook duas ou mais vezes por semana em dispositivos móveis