



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS QUIXADÁ
CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE**

MARCOS RANDEL FREITAS BRITO

**EXPLORANDO O MODELO MALTU NA AVALIAÇÃO DE
USABILIDADE E EXPERIÊNCIA DE USO EM UM DISPOSITIVO
UBÍQUO**

QUIXADÁ

2018

MARCOS RANDEL FREITAS BRITO

EXPLORANDO O MODELO MALTU NA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E
EXPERIÊNCIA DE USO EM UM DISPOSITIVO UBÍQUO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia
de Software da Universidade Federal do Ceará como
requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel.

Área de concentração: Computação

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Andréia Libório
Sampaio

QUIXADÁ

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B876c Brito, Marcos Randel Freitas.
Explorando o modelo MALTU na avaliação de usabilidade e experiência de uso em um dispositivo ubíquo / Marcos Randel Freitas Brito. – 2018.
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Engenharia de Software, Quixadá, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Andréia Libório Sampaio.

1. Sistemas-Avaliação. 2. Interação Homem-Máquina. 3. Computação Ubíqua. I. Título.

CDD 005.1

MARCOS RANDEL FREITAS BRITO

EXPLORANDO O MODELO MALTU NA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E
EXPERIÊNCIA DE USO EM UM DISPOSITIVO UBÍQUO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Engenharia de Software da Universidade
Federal do Ceará como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel.

Área de concentração: Computação

Aprovada em: ___/___/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Andréia Libório Sampaio (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Marília Soares Mendes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. MSc. Rainara Maia Carvalho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, e a todos que cruzaram meus caminhos nessa longa caminhada da graduação.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiro a Deus por ter me concedido saúde, sabedoria e força para manter-se firme nesse longo caminho da graduação.

Agradecer aos meu pais, Antonia de Maria e José de Arimateia pois foram eles que sempre acreditaram em mim até quando eu mesmo duvidei. Eles foram os pilares centrais dessa formação.

A professora Andréia Libório por toda sua dedicação na orientação desse e de outros trabalhos.

A todos os meus familiares que torceram por mim.

Aos meus colegas e amigos da UFC de Russas que me ajudaram a entender e realizar atividades que jamais conseguiria sozinho.

Aos colegas e amigos da UFC de Quixadá que me acolheram e apresentaram uma visão mais ampla de conhecimento e experiência.

A todos vocês, meus sinceros agradecimentos.

“Nada no mundo consegue tomar o lugar da persistência. O talento não consegue; nada é mais comum que homens fracassados com talento. A genialidade não consegue; gênios não recompensados é quase um provérbio. A educação não consegue; o mundo é cheio de errantes educados. A persistência e determinação sozinhas são onipotentes.”

(Calvin Coolidge)

RESUMO

Quando nos referimos a revolução tecnológica, a noção de sistemas ubíquos é um dos assuntos principais. A popularização desses dispositivos se justifica pela necessidade dos usuários de se manterem conectados. Diante desse salto tecnológico dos dispositivos ubíquos, a sua usabilidade e experiência de usuário, não cresceram no mesmo ritmo. São facilmente encontrados comentários relatando problemas de interação nas lojas virtuais como PlayStore. Buscando auxiliar os desenvolvedores de dispositivos ubíquos a melhorarem a interação, esse trabalho faz uma exploração no modelo de avaliação MALTU a fim de verificar sua aplicabilidade a sistemas ubíquos. A exploração do modelo foi realizada de maneira manual em uma amostra de comentários retirados da Amazon.com a respeito do dispositivo ubíquo HhydrateSpark 2.0. No decorrer do trabalho foram realizadas duas avaliações utilizando os métodos MALTU e HUBis (Heurísticas específicas para dispositivos ubíquos) e seus resultados foram analisados e comparados a fim de verificar se o MALTU é capaz de identificar problemas típicos de dispositivos ubíquos. Os resultados mostraram que o MALTU foi capaz de identificar problemas de interação em dispositivos ubíquos, principalmente quando os avaliadores buscam encontrar problemas relacionados a experiência de usuário.

Palavras-chave: Avaliação de sistemas. Sistemas Ubíquos. Interação Humano-Computador.

ABSTRACT

When we refer to the technological revolution, the notion of ubiquitous systems is one of the main issues. The popularization of these devices is justified by the users' need to stay connected. Faced with this technological leap of ubiquitous devices, its usability and user experience did not grow at the same pace. Comments are easily found reporting interaction issues in virtual stores such as PlayStore. In order to help the developers of ubiquitous devices to improve the interaction, this work explores the MALTU evaluation model in order to verify its applicability to ubiquitous systems. The exploration of the model was handled manually in a sample of comments taken from Amazon.com regarding the ubiquitous HidrateSpark 2.0 device. Two evaluations were performed using the MALTU and HUBis methods (specific heuristics for ubiquitous devices) and their results were analyzed and compared in order to verify if MALTU is able to identify problems typical of ubiquitous devices. The results showed that MALTU was able to identify interaction problems in ubiquitous devices, especially when the evaluators seek to find problems related to the user experience.

Keywords: Systems evaluation. Ubiquitous Systems. Human-Computer Interaction.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 1 – | Metodologia de Avaliação do modelo MALTU | 18 |
| Figura 2 – | Hidrate Spark 2.0 | 26 |
| Figura 3 – | A- Tela inicial, B- Tela de histórico mensal | 32 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-------------|---|----|
| Quadro 1 – | Comparação dos trabalhos | 24 |
| Quadro 2 – | Classificação por tipo | 29 |
| Quadro 3 – | Classificação por intenção do usuário | 30 |
| Quadro 4 – | Classificação por funcionalidade..... | 30 |
| Quadro 5 – | Classificação por usabilidade | 30 |
| Quadro 6 – | Classificação por UX | 30 |
| Quadro 7 – | Principais termos-chave de cada faceta | 31 |
| Quadro 8 – | Experiência dos avaliadores e dispositivos utilizados | 32 |
| Quadro 9 – | Número de problemas identificados para cada tarefa | 33 |
| Quadro 10 – | Comparação entre os métodos | 38 |
| Quadro 11 – | Problemas detectados por ambos os modelos | 38 |
| Quadro 12 – | Problemas detectados pelo MALTU | 40 |
| Quadro 13 – | Problemas detectados pelas HUBis | 41 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| IHC | Interação Humano-Computador |
| SS | Sistemas Sociais |
| PRU | Postagem Relacionada ao Uso |
| MALU | Modelo para Avaliação de interação em sistemas sociais a partir da Linguagem Textual do Usuário |
| HN | Heurísticas de Nilsen |
| UX | <i>User eXperience</i> , Experiência do Usuário |
| UUX | Usabilidade e Experiência do Usuário |
| UUX-Posts | Buscador de postagens relacionadas a UUX |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 2.1 Avaliação de Usabilidade | 15 |
| 2.2 Avaliação de Experiência de Usuário | 16 |
| 2.3 MALTU | 17 |
| 2.4 HUBis | 18 |
| 3. TRABALHOS RELACIONADOS | 21 |
| 3.1 Beyond traditional evaluations – user’s view in app stores | 21 |
| 3.2 HUBis: Heurísticas de Usabilidade para Avaliar Sistemas Ubíquos | 22 |
| 3.3 Avaliação Qualitativa da Usabilidade e das Motivações de Usuários de Relógios Inteligentes | 22 |
| 3.4 Comparação dos trabalhos relacionados | 23 |
| 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 25 |
| 4.1 Selecionar o dispositivo ubíquo a ser avaliado | 25 |
| 4.2 Aplicar as HUBis no dispositivo selecionado | 26 |
| 4.3 Aplicar o modelo MALTU no dispositivo selecionado | 27 |
| 4.4 Análise da exploração do modelo MALTU..... | 27 |
| 5. INVESTIGAÇÃO REALIZADA | 28 |
| 5.1 Avaliação com o MALTU | 29 |
| 5.2 Avaliação com HUBis | 32 |
| 6. REULTADOS | 36 |
| 6.1 Análise da exploração do modelo MALTU | 36 |
| 6.2 Considerações finais | 42 |
| 7. CONCLUSÃO | 43 |
| 7.1 Trabalhos futuros | 43 |
| REFERÊNCIAS | 44 |

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente evolução da tecnologia, fortemente intrínseca na vida das pessoas por meio dos computadores, dispositivos móveis e Internet, trazem grandes desafios para os especialistas em UUX (do inglês - *Usability and User eXperience*) em tornar seu uso uma interação amigável e acessível (GONÇALES, 2011).

Nesse contexto da evolução tecnológica surge o conceito de dispositivos ubíquos, que trouxe a ideia da presença ubíqua de dispositivos como atuadores, sensores e dispositivos inteligentes que se comunicam entre si e trocam informações na busca de alcançar um objetivo em comum (GIUSTO, et al., 2010).

Dispositivos ubíquos, são nada mais do que, objetos do cotidiano, por qualquer que ele seja, possuem uma capacidade computacional e de comunicação conectado ou não à Internet. Existem vários exemplos da sua aplicação nas mais diversas áreas. Na saúde já existem aplicações que detectam quando o paciente tomou o medicamento através dos próprios comprimidos (PROTEUS, 2018). Em residências, dispositivos inteligentes que aprendem sobre o comportamento dos moradores e preparam o ambiente adaptando até a temperatura. E no dia-a-dia já é possível perceber a presença de relógios inteligentes (*smartwatches*) capazes de medir informações do estilo de vida em geral dos seus usuários.

Todavia é sempre um grande desafio a introdução de novas tecnologias, visto que os consumidores tendem a resistir a mudanças (JANAWAY, 2016). No trabalho de Jiang, Muhanna e Klein (2000) eles apresentam um estudo sobre os aspectos que causam a resistência dos usuários às mudanças tecnológicas, um desses aspectos é a interação com o usuário. A pesquisa foi realizada em forma de um questionário. Os resultados mostraram que cerca de 82% dos participantes já tiveram experiências de resistência a novas tecnologias. Uma forma de diminuir essa resistência é o estudo da usabilidade no processo de desenvolvimento e evolução do produto.

Nesse contexto a IHC (Interação Humano-Computador) define usabilidade seguindo a norma ISO - 9241-11(1998), que diz: usabilidade é a extensão na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico. De maneira geral, usabilidade está relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso (NIELSEN, 1993). A usabilidade no contexto mais específico

de dispositivos ubíquos está relacionado com a simplicidade e facilidade com que um dispositivo pode ser utilizado.

Para garantir que um dispositivo ubíquo tenha uma boa usabilidade a IHC ainda dispõe de poucos métodos e modelos de avaliação para que os desenvolvedores se apoiem para desenvolverem um dispositivo com melhor qualidade. O problema é que as formas de avaliação de usabilidade que existem hoje em dia foram feitas para as tecnologias consolidadas e precisam ser adaptados ao contexto de dispositivos ubíquos (LEITE, 2017).

Essa escassez de modelos ou métodos para a avaliação de dispositivos ubíquos é devido ao fato desses dispositivos possuírem características que são difíceis de avaliar pois é preciso uma vivência longa do uso para que os problemas sejam identificados (ROCHA, 2017). Às vezes é preciso mudar de ambiente, mudar o contexto ou acontecer algum evento não previsto para que os problemas apareçam (ROCHA, 2017). Segundo Santos (2014) além das características comuns de sistemas interativos como conforto, confiança, prazer, dentre outros, os sistemas ubíquos envolvem também características como transparência, atenção, calma, mobilidade e sensibilidade ao contexto.

Portanto existe uma necessidade de modelos e metodologias que sejam capazes de avaliar a UUX de dispositivos ubíquos. Com isso, surgiu a ideia de explorar uma metodologia de avaliação da interação que fosse genérica e tivesse um potencial para avaliar dispositivo ubíquos. Analisando algumas metodologias, foi verificado que o modelo MALTU (Modelo para Avaliação de interação em sistemas sociais a partir da Linguagem Textual do Usuário) dispõe de uma metodologia genérica que possui um grande potencial a ser explorado no contexto ubíquo. Ficou definido então que a metodologia a ser explorada seria a MALTU.

Segundo Mendes (2015), o MALTU é um modelo que utiliza PRUs (Postagem Relacionada ao Uso do Sistema) como principal insumo para realizar uma avaliação da interação. PRUs são comentários deixados por usuários em redes sociais, fóruns, grupos de discussões, dentre outros, relatando sua experiência vivida com um sistema. A partir desses comentários, a MALTU propõe uma mineração de dados a fim de validá-los, categorizá-los, analisá-los e finalmente, apresentar os resultados obtidos nesse processo de avaliação. Essa metodologia de avaliação foi escolhida por se diferenciar das outras por ter um baixo custo de aplicação, necessitar de pouco tempo para sua execução e principalmente, não depender da disponibilidade dos usuários no decorrer da avaliação.

A princípio o modelo MALTU foi desenvolvido para avaliar a UUX de sistemas por meio de um conjunto de PRUs contidas em Sistemas Sociais (SS), todavia as técnicas descritas na metodologia desse modelo podem ser aplicadas em outros contextos que não estão

relacionadas com SS como foi feito por Silva (2017) em uma avaliação de UUX em aplicativos *mobiles* de mobilidade urbana com base em PRUs extraídas de lojas virtuais. Neste presente trabalho o objetivo será a exploração da metodologia do MALTU no contexto de dispositivos ubíquos, verificando assim, se a metodologia é capaz de identificar problemas específicos desses dispositivos.

Para que esse objetivo principal seja alcançado, é preciso que outros objetivos específicos sejam concluídos, são eles: Avaliar a interação de um dispositivo ubíquo utilizando a MALTU a partir de comentários deixados por usuários reais em um fórum de discussões; avaliar a usabilidade do mesmo dispositivo utilizando as heurísticas HUbis que são específicas para dispositivos ubíquos, dessa forma pode-se comparar o desempenho da MALTU com o desempenho de uma metodologia específica para dispositivos ubíquos; e por fim analisar o uso do MALTU no contexto de avaliação de dispositivos ubíquos.

Com a realização desse trabalho, os estudantes e profissionais na área de IHC terão uma análise completa da aplicação do modelo MALTU na avaliação de UUX em dispositivos ubíquos. Com isso, eles poderão analisar e até considerar a aplicação do MALTU em futuras avaliações de dispositivos ubíquos.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma. No Capítulo 2 são apresentadas as fundamentações teóricas; No Capítulo 3 os trabalhos relacionados, que tratam dos temas de avaliação e exploração do modelo de avaliação; O Capítulo 4 apresenta a metodologia de trabalho a ser utilizada; no capítulo 5 são mostrados os resultados da exploração do MALTU e das HUbis; No capítulo 6 os resultados são expostos e por fim o Capítulo 7 expõe as conclusões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Avaliação de Usabilidade

Usabilidade, segundo a norma ISO/IEC 9126 (1991) é definida como: “*Um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo, e relacionado com a avaliação individual de tal uso, por um conjunto específico de usuários.*”

A norma segue definindo usabilidade como a capacidade de um produto de software ser compreendido, aprendido, operado e ser atraente ao usuário. Nota-se que esse conceito é muito abrangente e pode ser aplicado até mesmo a sistemas que não possuem interface gráfica como por exemplo, alguns dispositivos ubíquos.

Segundo Barbosa (2010), habitualmente a usabilidade enfoca a maneira como o uso de um sistema interativo no ambiente de trabalho é afetado por características do usuário (sua cognição, capacidade de agir sobre a interface e capacidade de perceber as respostas do sistema).

A norma ISO 9241-11 (1998), usa três palavras-chave para explicação de usabilidade, são elas: eficiência, eficácia e satisfação. Eficiência está relacionado como a capacidade do usuário alcançar seus objetivos corretamente. Já a eficácia está relacionada aos recursos necessários para os usuários interagirem com o sistema e alcançarem seus objetivos. A norma também destaca a importância de considerar a satisfação, ou seja, o prazer advindo da experiência do uso do sistema.

Para atingir qualquer objetivo pretendido com um produto ou serviço, as empresas estão percebendo que investir em usabilidade podem trazer excelentes benefícios e retornos. O relatório de Gomez (2010) publicado na *Why Web Performance Matters*, entrevistou 1.500 consumidores sobre suas opiniões a respeito de sites de e-commerce e constatou que 88% dos consumidores on-line são menos propensos a retornar a um site após uma experiência ruim. Quase metade expressou uma percepção menos positiva da empresa em geral, após uma única experiência ruim.

Tendo em vista a importância da usabilidade, avaliar sistemas no que tange a Interação Humano-Computador tornou-se fundamental para alcançar o sucesso de um produto ou serviço. Para avaliar um sistema atualmente existem vários métodos de avaliação de usabilidade, Barbosa (2010) classifica eles em três categorias, métodos de investigação (questionário, entrevista), observação de uso (teste de usabilidade) e inspeção (avaliação

heurística). O foco deste trabalho será o método de investigação, que de maneira geral permite ao avaliador com a posse dos dados, interpretar e analisar opiniões e experiências de usuários relacionados ao uso do sistema.

2.2. Avaliação de Experiência de Usuário

De acordo com a ISO 9241-210:2010, a experiência do usuário (UX) inclui todas as emoções, crenças, preferências, percepções, respostas físicas e psicológicas, comportamentos e realizações do usuário que ocorrem antes, durante e após o uso de um sistema ou produto.

Em outras palavras, a UX é todo aspecto resultante da interação com um artefato, seja antes, durante ou após o uso, visto que as relações produto-sistema-contexto são dinâmicas (KRIPPENDORFF, 2006).

Uma vez definido o conceito da UX, questiona-se como avaliar a experiência do usuário. Assim como toda ciência, a experiência do usuário apresenta métodos e métricas que possibilitam avaliar como se dá e se caracteriza a experiência do usuário com um sistema. De acordo com a ABNT NBR ISO 9241-11:2010, a avaliação centrada no usuário é uma atividade necessária em um projeto centrado no ser humano.

Para avaliar a interação dos usuários em relação às formas de uso, são realizados experimentos da experiência do usuário, que utilizam métodos, dimensões e métricas específicas, com intuito de compreender e mensurar diversos fatores durante a UX (TULLIS & ALBERT, 2008). Vermeeren et. al., (2010) apresentam técnicas, métodos e estruturas para indicar ao profissional da UX caminhos e ferramentas de auxílio para realização do estudo sobre a experiência do usuário.

É necessário, portanto, que o profissional em UUX considere diversas variáveis para a seleção dos modelos, métricas, métodos, e ferramentas adequadas ao seu estudo, levando em conta tecnologias disponíveis, tempo de coleta, tempo de análise dos dados e orçamento.

Shedroff (2003) defende que designers deveriam, com mais frequência, ter uma visão holística da UX no desenvolvimento de soluções. Argumenta também que o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o designer a projetar para a UX está em crescimento, porém ainda requer muitos estudos para chegar a um estado maduro.

Diante do exposto, a avaliação da UX se mostra relevante por possibilitar a coleta de novas informações à respeito das necessidades do usuário. Esta atividade também é uma fonte de retorno sobre pontos fortes e fracos do projeto, proporcionando avaliar se os requisitos

dos usuários foram atingidos, estabelecendo parâmetros para comparação entre projetos (ABNT NBR ISO 9241-11:2010).

Todavia, a avaliação da UX com métodos tradicionais como observação, inspeção, entrevistas e questionários são muito custosos e necessitam de muito tempo para serem executadas. Por isso, qualquer esforço que trabalhe no intuito de diminuir os custos com este tipo de avaliação são válidos, para isso o MALTU pode contribuir nesses esforços já que seu custo de execução é o baixo dentre os métodos acima.

2.3. MALTU

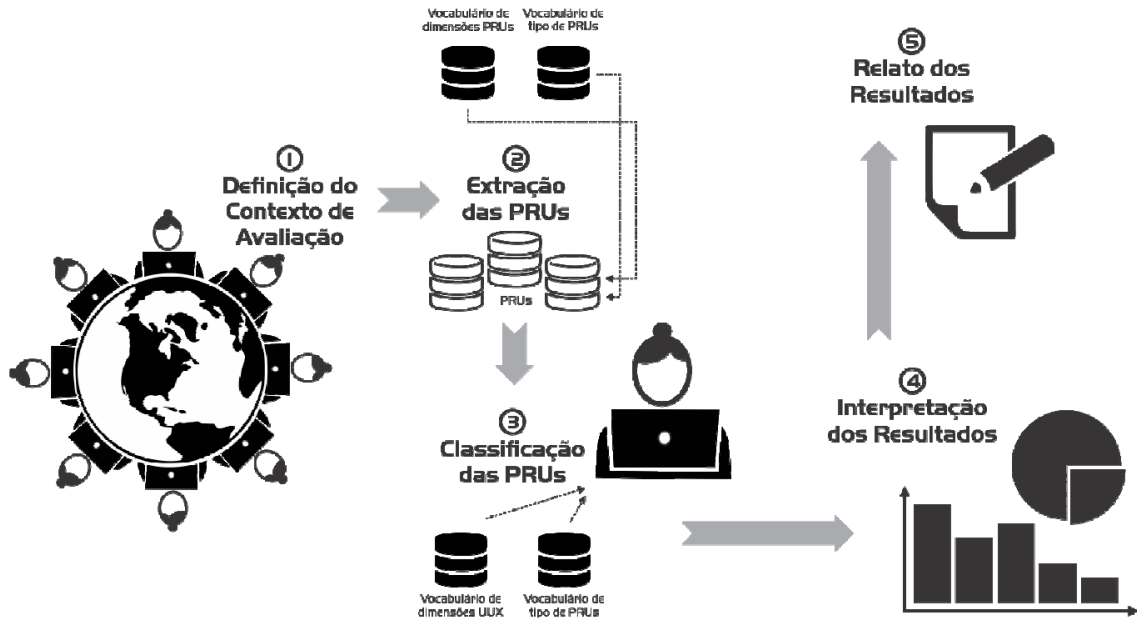
O MALTU (Modelo para Avaliação de interação em sistemas sociais a partir da Linguagem Textual do Usuário) segundo Mendes (2015), é um modelo que possui uma metodologia para avaliação de UUX a fim de obter um resultado de avaliação, o foco desse trabalho não será o modelo, mas sim a exploração da metodologia em si. A metodologia do modelo pode ser utilizado de maneira manual e ou automática. Para a extração automática existe uma ferramenta chamada UUX-POSTS¹, mas a classificação até o momento só é realizada de maneira manual, porém essa classificação pode ser apoiada pela mesma ferramenta da extração, pois nela as classificações já estão pré-definidas.

A questão que a metodologia procura responder por meio de seus componentes é: como avaliar? O MALTU – Modelo para Avaliação da interação em SS (Sistemas Sociais) a partir da Linguagem Textual do Usuário apresenta uma visão geral da avaliação a partir de textos espontâneos relacionados ao uso do sistema postados por usuários em SS.

A metodologia de avaliação do modelo MALTU tem como objetivo guiar um profissional de IHC na avaliação de um SS a partir de um conjunto de PRUs. A metodologia explica as cinco atividades de um avaliador, representadas em etapas sequenciadas para avaliação, são elas: (1) definição do contexto de avaliação; (2) extração das PRUs; (3) classificação das PRUs; (4) interpretação dos resultados e (5) relato dos resultados. Tais etapas são explicadas logo abaixo na Figura 1.

¹ <http://uuxposts.russas.ufc.br/v3/>

Figura 1 – Metodologia de Avaliação do modelo MALTU.



Fonte: MENDES (2015)

2.4. HUBis

A Avaliação Heurística (AH) é um método de inspeção criado para avaliar interfaces de usuário com o objetivo de identificar problemas de usabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

Na Avaliação Heurística, os avaliadores tem o papel de inspecionar a interação de um sistema ou dispositivo a partir de um conjunto de princípios gerais de usabilidade ou heurísticas de usabilidade e classificar a severidade dos problemas encontrados, a fim de priorizar aqueles que são mais graves para a interação do usuário com o sistema. Por fim, os avaliadores se reúnem e consolidam os problemas que foram reportados.

Nas HUBis utiliza-se do mesmo procedimento das heurísticas citadas acima, mas com pequenas diferenças, são elas: as HUBis são específicas para dispositivos ubíquos; e o tempo de inspeção é maior nas HUBis em relação as heurísticas comuns. Logo abaixo são listadas as HUBis que os avaliadores deviam utilizar para avaliar um sistema ou dispositivo que está passando por uma avaliação.

Heurísticas de Usabilidade para Avaliar Sistemas Ubíquos

- HU1 – Visibilidade do status do sistema.
 - Características: Calma, Atenção e Visualização das informações.
- HU2 – Correspondência entre o sistema e o mundo real.
 - Características: Familiaridade, Visualização das informações, Posicionamento dos componentes, Previsibilidade, Facilidade de uso, e Usabilidade.
- HU3 – Controle do usuário e liberdade.
 - Características: Calma, Aceitabilidade, Satisfação do usuário, Atenção e Reversibilidade.
- HU4 – Consistência e Padrões.
 - Características: Usabilidade, Previsibilidade, Entrada de dados e Familiaridade.
- HU5 – Prevenção de erros.
 - Características: Previsibilidade, Flexibilidade, Confiabilidade, Escalabilidade, Proteção e Disponibilidade.
- HU6 – Reconhecimento ao invés de memorizar.
 - Características: Visualização das informações, Usabilidade, Previsibilidade, Calma e Atenção.
- HU7 – Flexibilidade e Eficiência do uso.
 - Características: Flexibilidade, Utilidade, Eficiência e Eficácia.
- HU8 – Estética e Design minimalista.
 - Características: Simplicidade, Calma, Atenção e Posicionamento dos componentes.
- HU9 – Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros.
 - Características: Simplicidade, Calma e Aceitabilidade.
- HU10 – Ajuda e documentação.
 - Características: Usabilidade e Facilidade de uso.
- HU11 – Mobilidade e dispositivos.
 - Características: Capacidade do dispositivo, Capacidade da rede, Interconectividade e Mobilidade.
- HU12 – Privacidade e Segurança.
 - Características: Privacidade, Proteção, Segurança e Confiança.
- HU13 – Invisibilidade e Transparência.

- Características: Transparência e Previsibilidade.
- HU14 – Sensibilidade ao contexto e interfaces adaptativas.
 - Características: Sensibilidade ao contexto, Adaptação e Facilidade de uso.
- HU15 – Sensores e entrada de dados.
 - Características: Entrada de dados e Robustez.

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção são apresentados alguns trabalhos relacionados que apoiaram a construção deste trabalho.

3.1. Beyond traditional evaluations – user’s view in app stores

O artigo de Silva (2017) publicado no simpósio IHC em 2017 se assemelha a este trabalho por também realizar uma exploração da metodologia MALTU em comentários de usuários. Mas diferente do presente trabalho que explora a metodologia em sistemas ubíquos, o artigo explora a MALTU com o objetivo de responder às seguintes perguntas: será que a classificação por estrelas representa, de fato, o que os usuários expressam textualmente sobre o aplicativo? E já que os usuários também podem avaliar um aplicativo por meio de comentários nas App Stores, qual seria o resultado de uma avaliação da Usabilidade e UX (UUX) nesses aplicativos a partir dos comentários? (SILVA, 2017).

Para a construção do artigo seguiu-se três passos de execução: 1) avaliação textual da UUX a partir dos comentários dos usuários nas App Stores; 2) análise comparativa entre os comentários dos usuários e o número de estrelas de cada postagem; e 3) comparação dos resultados obtidos nos passos 1 e 2.

Na primeira parte os autores usaram a metodologia MALTU para avaliar a UUX dos aplicativos a partir das PRUs extraídas das lojas virtuais oficiais do Windows Phone e Android. Na segunda etapa eles classificaram as PRUs em positiva, negativa, neutra, positiva inconsistente, negativa inconsistente ou neutra inconsistente. A partir dessa categorização foi possível realizar uma análise comparativa entre o comentário e o número de estrelas atribuídas para cada avaliação, por exemplo: para uma PRU ser considerada consistente e negativa, ela deve conter um comentário classificado como negativo (crítica) e uma estrela. Caso fosse uma PRU negativa com cinco estrelas, o comentário seria negativo e inconsistente. Na última etapa o questionamento “Será que a classificação por estrelas representa, de fato, o que os usuários expressam textualmente sobre o aplicativo?” foi respondido comparando as etapas 1 e 2.

A partir da execução das atividades descritas acima, os autores concluíram que a classificação por estrelas representou a opinião expressada, textualmente, pelos usuários em seus comentários.

3.2. HUBis: Heurísticas de Usabilidade para Avaliar Sistemas Ubíquos

Na dissertação de mestrado de Rocha (2017) é proposto um conjunto de heurísticas de usabilidade para avaliar sistemas ubíquos (HUBis), considerando tanto as características específicas que influenciam a IHC desses sistemas quanto às HNs (Heurísticas de Nielsen).

O foco da dissertação é a avaliação por meio da inspeção através de heurísticas, esse tipo de avaliação consiste em uma inspeção realizada por especialistas guiados por diretrizes de usabilidade. Baseados nessas diretrizes eles avaliam as interfaces dos sistemas com o objetivo de encontrar problemas de usabilidade.

No entanto, Rocha (2017) afirma que as heurísticas de Nielsen não estão adequadas para avaliar sistemas de ubíquos, pois elas são mais específicas para sistemas desktop e web. Através dessa afirmativa ela propõe um conjunto de heurísticas focadas nas particularidades dos sistemas ubíquos como, por exemplo, mobilidade e sensibilidade ao contexto. Dessa forma, problemas de usabilidade relacionados a esses aspectos podem ser identificados.

O trabalho de Rocha (2017) se assemelha ao presente trabalho por realizar uma exploração de uma técnica utilizada para avaliação em sistemas web e desktop (Heurísticas) no contexto ubíquo. Mas diferente deste trabalho que objetiva somente uma exploração, o intuito da dissertação é adaptar as heurísticas de Nielsen a realidade de dispositivos ubíquos. A aplicação deste método no presente trabalho, também foi de grande importância, pois foi fundamental a sua comparação com o MALTU em busca de resultados mais consistentes para esta exploração. Ao final da dissertação, mostra-se um conjunto de heurísticas onde é possível realizar avaliações em dispositivos ubíquos com características específicas.

3.3. Avaliação Qualitativa da Usabilidade e das Motivações de Usuários de Relógios Inteligentes.

No trabalho de Andrade et al (2016), o intuito é caracterizar experimentalmente e qualitativamente as experiências dos usuários de *smartwatches*, identificando as suas motivações para adquirir e utilizar este dispositivo ubíquo, e a ocorrência de problemas em situações de uso no cotidiano de usuários brasileiros.

Nesse artigo, Andrade et al (2016) estudaram as motivações para compra, usabilidade, privacidade e as limitações dos *smartwatches*. A semelhança com o presente trabalho está na parte em que eles avaliam a UUX dos *smartwatches*. Mas diferente do artigo

de Andrade et al (2016) que utiliza questionários, o presente trabalho utiliza avaliação heurística (HUBis) e de investigação (MALTU).

No artigo são mostrados os resultados do questionário sobre aplicativos nativos do dispositivo, e através das respostas dadas por usuários reais, eles chegaram à conclusão que a maior satisfação dos usuários se encontra no uso de aplicativos para monitorar, incentivar e sugerir atividade física. No entanto houveram muitos relatos sobre as limitações de hardware que travam em determinados processamentos.

No que diz respeito a privacidade, que é uma característica ubíqua, foi questionado aos participantes, dentre outras perguntas, se eles se preocupavam com a privacidade ao utilizar o aparelho, a maioria dos participantes disse que sente que atraem atenção para si quando utilizam os seus relógios inteligentes, interferindo em sua discricção. Notou-se, ainda, que esta percepção ocorre mais constantemente quando os participantes utilizam alguma função nos seus relógios em local público e, principalmente, quando realizam ou recebem chamadas telefônicas.

Por fim, os autores concluíram o artigo, relatando que o dispositivo tem vários problemas de interação, como travamentos, tela pequena, textos mal organizados e etc., mas que nenhum desses empecilhos é suficiente para que o usuário deixassem de utilizar o dispositivo.

3.4. Comparação dos trabalhos relacionados

A tabela a seguir, apresenta a comparação entre os trabalhos relacionados e o presente trabalho, nela pode-se observar que no artigo de Silva (2017) o objetivo foi a exploração do modelo MALTU através da aplicação dele numa avaliação de UUX em aplicativos *mobile*. Rocha (2017) por sua vez, propõe um método de avaliação baseado em inspeção através da criação de heurísticas para dispositivos ubíquos. O trabalho de Andrade *et al*(2016) visa avaliar a interação humano-computador de diferentes tipos de *smartwatches* através de um questionário e o presente trabalho tem o objetivo de explorar a aplicação do MALTU em sistemas ubíquos.

A seguir é apresentada um quadro com todas as diferenças e semelhanças dos trabalhos relacionados.

Quadro 1 – Comparação dos trabalhos

| Trabalho | Dispositivos ubíquos | Experiência de Usuário(UX) | Usabilidade | Método | Objetivo |
|----------------------|----------------------|----------------------------|-------------|---------------|---|
| SILVA (2017) | Não | Sim | Sim | MALTU | Exploração do MALTU em lojas virtuais. |
| ROCHA (2017) | Sim | Não | Sim | HUBis | Criação de heurísticas para dispositivos ubíquos. |
| ANDRADE et al (2016) | Sim | Sim | Sim | Questionário | Avaliação de um dispositivo ubíquo. |
| Este Trabalho | Sim | Sim | Sim | MALTU e HUBis | Exploração do MALTU em dispositivos ubíquos. |

Fonte: Autor

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Nessa seção serão descritas todas as fases para a execução desta pesquisa. Boa parte dos procedimentos metodológicos seguem as etapas propostas pelo MALTU.

4.1. Selecionar o dispositivo ubíquo a ser avaliado

O dispositivo ubíquo teve sua escolha baseada nos quesitos a seguir:

- Ter um aplicativo mobile associado publicado na loja PlayStore.
- Ter pelo menos um fórum de discussão como: grupos de Facebook, comentários nas lojas virtuais dentre outros.
- Ser um dispositivo ubíquo com notas baixas nas avaliações dos usuários nas lojas virtuais.
- Possuir comentários disponíveis sobre experiências de usuários

Apesar de existirem vários dispositivos ubíquos disponíveis no mercado que se enquadrem nessas exigências, a escolha teve sua definição final limitada a um dispositivo que os avaliadores tivessem acesso físico (hardware) para conseguirem realizar uma avaliação através das heurísticas definidas por Rocha (2017) chamadas de HUBis.

Uma questão fundamental quando se realiza uma escolha como essa, é a ameaça a validade, para reduzir ao máximo essa questão, alguns dados foram checados, são eles: a) os avaliadores possuírem experiência no tema IHC, b) os avaliadores não tinham contato algum com a empresa do dispositivo, e c) nenhum avaliador afirmou ser desenvolvedor do dispositivo. Mesmo com todos esses cuidados, mitigar as ameaças nunca será uma atividade 100% concluída, há sempre algumas limitações. Nesse presente estudo, por exemplo, não se pode afirmar que seus resultados sejam aplicados a todos os dispositivos ubíquos, pois seu caráter é apenas exploratório e não objetiva provar ou validar nenhuma hipótese, o que prevalecerá será o bom senso do leitor em interpretar esses resultados e aplica-los a seus estudos específicos. Além desses cuidados, foi realizada uma pesquisa e verificou-se que até o momento, não há estudos de avaliação sobre o sistema escolhido.

Dessa forma o dispositivo ubíquo selecionado foi a garrafa inteligente Hidrate Spark 2.0. Essa garrafa possui conexão *bluetooth* com o aplicativo disponibilizado na AppStore e PlayStore. Esse dispositivo visa ajudar o usuário a ter uma hidratação adequada, controlando,

automaticamente, a sua ingestão diária de água. A garrafa também possui outros sensores que calculam a quantidade de água ingerida, são eles: microprocessador, memória para conexão e armazenamento de dados.

Figura 2 – Hidrate Spark 2.0



Fonte: <https://hidratespark.com/>

4.2. Aplicar as HUBis no dispositivo selecionado

A Avaliação Heurística (AH) é um método de inspeção criado para avaliar interfaces de usuário com o objetivo de identificar problemas de usabilidade (BARBOSA; SILVA, 2010).

Na Avaliação Heurística, os avaliadores tiveram o papel de inspecionar a interface do aplicativo Hidrate Spark 2.0 a partir de um conjunto de princípios gerais de usabilidade ou heurísticas de usabilidade, e ainda classificaram a severidade dos problemas encontrados, a fim de priorizar aqueles que são mais graves para a interação do usuário com o sistema. Por fim, os avaliadores se reuniram e consolidaram os problemas que foram reportados logo abaixo.

Na avaliação heurística foram utilizadas heurísticas ubíquas (HU) apropriadas para a avaliação de sistemas ubíquos (HUBis), visto que as heurísticas iniciais propostas por Nielsen (1993) podem não auxiliar na detecção de problemas relacionados com as características específicas desses sistemas, tais como: atenção, calma e transparência.

4.3. Aplicar o modelo MALTU no dispositivo selecionado

Com os passos 4.1 e 4.2 concluídos, o modelo MALTU pôde ser aplicado seguindo os passos descritos logo abaixo.

A primeira etapa realizada foi a definição do contexto de avaliação que é subdividida em três partes: 1) contexto de uso do sistema; 2) domínio do sistema; 3) objetivos de avaliação.

O contexto de uso do sistema segundo o MALTU consiste em definir plataforma e usuários. Os usuários foram definidos de maneira geral como sendo: Usuários reais de dispositivos ubíquos. A maioria dos dispositivos ubíquos utilizam a plataforma Mobile para comunicação, o dispositivo Hhydrate Spark 2.0 não é diferente e tem sua conexão totalmente Mobile.

Além das características definidas acima, é importante que outras propriedades específicas de dispositivos ubíquos sejam definidas, como: mobilidade, conexão, sincronismo, termos utilizados nas PRUs, dentre outros, mas essas definições são mais interessantes quando a extração e classificação são automáticas, pois o programa (UUX-Posts) irá identificar e extrair as PRUs automaticamente, o que não é o caso do presente trabalho. A segunda atividade denominada de extração das PRUs foi feita de maneira manual. A extração manual consistiu na coleta e armazenamento em formato CSV (Excel) das PRUs do fórum de discussão da Amazon.com, todas as regras de extração das PRUs são definidos no item 5.1, neste processo as PRUs vieram de uma base com língua inglesa, neste caso elas passaram por um processo de tradução automática pelo Google Tradutor para melhorar o entendimento dos avaliadores, mas o texto original foi disponibilizado ao lado da tradução para consultas.

A terceira etapa envolveu a classificação das PRUs de maneira manual utilizando dois avaliadores, um experiente e outro iniciante. Os avaliadores analisaram e classificaram as PRUs nas categorias definidas pelo MALTU. Vale frisar que algumas PRUs foram classificadas por ambos avaliadores quando algum avaliador tinha dúvidas.

Na quarta etapa os resultados foram organizados e exibidos obedecendo uma relação lógica entre eles. Tabelas com resultados foram construídas, sempre objetivando o melhor entendimento dos interessados na avaliação.

Na última etapa, os resultados desta avaliação são relatados na sessão 6.1.

4.4. Análise da exploração do modelo

A partir da execução dos passos anteriores foi obtido uma avaliação de UUX de um dispositivo ubíquo resultante da aplicação do modelo MALTU. Esse resultado passou por uma análise a fim de gerar um relatório sobre o desempenho do modelo MALTU na avaliação de usabilidade e experiência de usuário em um dispositivo ubíquo.

Nesse trabalho, foi analisado se o MALTU identificou problemas de usabilidade e UUX relacionados às características de sistemas ubíquos. Além disso, os resultados foram comparados com a avaliação do mesmo dispositivo ubíquo utilizando a Avaliação Heurísticas proposta por Rocha (2017), as HUBis.

Nesse relatório contém uma análise crítica do modelo relatando os seguintes quesitos:

- Problemas de interação que foram detectados em ambas avaliações (MALTU e HUBis);
- Problemas de interação identificados somente pelo MALTU;
- Problemas de interação identificados somente pelas HUBis;
- Conclusão da exploração do MALTU;

5. INVESTIGAÇÃO REALIZADA

5.1. Avaliação com o MALTU

Através do modelo MALTU foram analisadas 99 PRUs sendo que 21 foram descartadas por não terem informações relevantes à análise (exemplo de PRU descartada:” apenas BLÁ”), restando assim 78. Essas PRUs foram retiradas da plataforma Amazon.com² onde além de ser vendida a garrafa Hidrate Spark 2.0, há um local destinado aos compradores da garrafa para opinarem sobre ela baseando-se na sua experiência. O critério para extração das PRUs foram comentários que possuíam até três estrelas atribuídas, pois nessas categorias, os problemas são mais relatados, sendo divididas em três partes iguais.

Nesses critérios, restaram 22 PRUs com uma estrela, 26 PRUs com duas estrelas e 30 PRUs com três estrelas. Inicialmente esses comentários estavam em inglês, mas sofreram uma tradução automática pelo Google Tradutor, porém a versão na língua nativa foi disponibilizada para os avaliadores em caso de dúvida.

Partindo da extração para a classificação, as PRUs eram categorizadas em tipo, por intenção, usabilidade, UX. Os tipos poderiam ser: a) crítica, b) elogio, c) dúvida, d) comparação, e) sugestão e f) ajuda. Por intenção eram: a) visceral, b) comportamental e c) reflexiva. Por funcionalidade que não possuem categorias pré-definidas, mas nesse trabalho foram encontradas as categorias: a) bateria, b) função principal, c) conexão e d) luz. Por usabilidade: a) eficiência b) satisfação, c) segurança, d) utilidade, e) memorabilidade e f) aprendizado. Por UX: a) satisfação, b) afeto, c) confiança, d) estética, e) frustração, f) motivação e g) suporte. Os resultados e sua interpretação serão relatados logo abaixo:

Quadro 2 – Classificação por tipo.

| Tipo | Quantidade |
|-------------|-------------------|
| Crítica | 97,5% / 76 |
| Sugestão | 2,5% / 2 |

Fonte: Autor

²<https://goo.gl/Zjtdny11>

Quadro 3 – Classificação por intensão do usuário.

| Intenção | Quantidade |
|-----------------|-------------------|
| Visceral | 69,2% / 54 |
| Comportamental | 15,4% / 12 |
| Reflexiva | 15,4% / 12 |

Fonte: Autor

Quadro 4 – Classificação por funcionalidades.

| Funcionalidade | Quantidade |
|-----------------------|-------------------|
| Bateria | 44,8% / 35 |
| Função Principal | 29,5% / 23 |
| Conexão | 21,9% / 17 |
| Luz | 3,8% / 3 |

Fonte: Autor.

Quadro 5 – Classificação por usabilidade.

| Usabilidade | Quantidade |
|--------------------|-------------------|
| Satisfação | 51,7 % / 40 |
| Eficiência | 30,6 % / 24 |
| Eficácia | 10,1 % / 8 |
| Utilidade | 5 % / 4 |
| Aprendizado | 2,6 % / 2 |

Fonte: Autor.

Quadro 6 – Classificação por UX.

| UX | Quantidade |
|------------|-------------------|
| Frustração | 70,5% / 55 |
| Satisfação | 28,2 % / 22 |
| Confiança | 1,3 % / 1 |

Fonte: Autor.

Quadro 7 – Principais termos-chave de cada faceta.

| Facetas | Hidrate Spark 2.0 |
|-------------|--|
| Satisfação | Devolução; Dispositivo caro; Concorrentes são melhores; Desnecessário; Não comprar; |
| Eficiência | Interrupção no funcionamento; Não fica conectado em segundo plano; Não registrou corretamente o consumo; |
| Eficácia | Não conectou; Não funcionou; Baterias novas esgotadas; |
| Utilidade | Pouca capacidade; Inútil; |
| Aprendizado | Sem instruções iniciais; |
| Frustração | Baterias com pouco durabilidade; Desconectou sem avisar; |
| Confiança | Senso impreciso; Às vezes não registra o consumo; |

Fonte: Autor.

Com os resultados obtidos é possível observar no Quadro 2 que a maioria das PRUs válidas são críticas relacionadas com a função principal, conexão, bateria e a luz emitida. Somente 2 usuários sugeriram algo.

Como foi visto no Quadro 3 as PRUs também receberam classificação quanto às intenções dos usuários, essa categorização mostra o quão o usuário apresentava detalhes da funcionalidade que ele estava criticando e a intensidade de sentimento. A visceral foi a que mais apareceu na classificação em aproximadamente 70% das PRUs, essa classificação é definida com alta intensidade de sentimento e pouco detalhamento do problema como pode-se observar no exemplo: “*Decepcionante, item com defeito. Nunca funciona. Não posso esperar para obter o meu dinheiro de volta!*”. A comportamental contém média intensidade de sentimento e detalhamento, representou 14,2% das PRUs. Enquanto que a reflexiva é definida com baixa intensidade de sentimento e alto detalhamento ficou com a mesma porcentagem da comportamental.

Na categoria funcionalidades (Quadro 4), o maior problema encontrado foi com relação a bateria (44,8%) seguido da principal função do sistema que é o registro do consumo de água (29,5%), outro problema bem comum relatado foi a conexão com o aplicativo 21,9%

dos comentários relataram problemas com o emparelhamento via *bluetooth*. Com relação a usabilidade destacaram-se negativamente a satisfação, eficiência, eficácia, utilidade e aprendizado do sistema. Em satisfação, onde é relatado o grau de aceitação do usuário e quão o sistema é agradável a ele, 51,7% das PRUs relataram esse problema, 30,6% criticaram a eficiência, relatando um nível de dificuldade elevado para realizar as tarefas. Apenas 10,1% (problema de eficácia) dos usuários não conseguiram usufruir da garrafa por não conseguirem utilizar a função principal.

A partir da amostra analisada foram encontrados poucos problemas na categoria aprendizagem, sendo que somente 2,6% das PRUs relataram problemas dessa categoria. No quesito UX (Experiência do Usuário) apenas três categorias foram identificadas, são elas: frustração, satisfação e confiança. 70,5% dos usuários se sentiram frustrados com o sistema, 28,2% das PRUs relataram problemas de satisfação e uma única PRU relatou problema de confiança na utilização da garrafa. Todas as tabelas com resultados detalhados mostrando onde exatamente os problemas acontecem e as PRUs analisadas estão disponíveis no link³.

5.2. Avaliação com HUBis

A Avaliação Heurística foi executada envolvendo a participação de cinco avaliadores, que utilizaram *smartphones*. O nível de experiência dos avaliadores com este método são apresentados no Quadro 8. O avaliador A1 executou a inspeção em 31 dias, o A2 em 6 dias, o A3 em 4 dias e os avaliadores A4 e A5, cada um, em 2 dias.

Quadro 8 - Experiência dos avaliadores e dispositivos utilizados

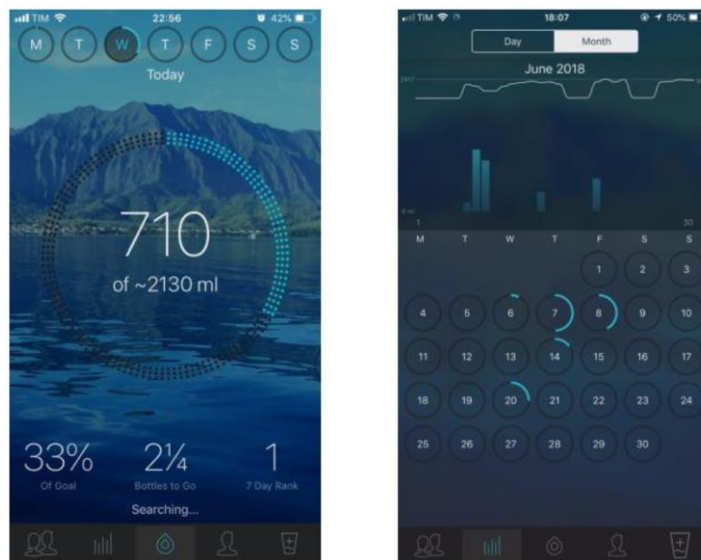
| Avaliador | Experiência |
|-----------|-------------|
| A1 | Experiente |
| A2 | Experiente |
| A3 | Iniciante |
| A4 | Iniciante |
| A5 | Iniciante |

Fonte: Autor.

³<https://goo.gl/pZyyV8>

O Quadro 9 mostra que os avaliadores identificaram um total de 33 problemas de usabilidade na interface do aplicativo executando as seguintes tarefas: T1 – Instalar o aplicativo e sincronizá-lo com a garrafa; T2 – Consultar o consumo de água, comparando o dia anterior e o atual; T3 – Consultar o histórico do consumo de água; e T4 – Alterar um dado do perfil do usuário (peso, altura ou nível de atividade física), a fim de verificar se a meta diária foi adaptada. Essas tarefas caracterizam as primeiras interações do usuário com o aplicativo. A figura abaixo mostra as telas da tarefa T1 e T2.

Figura 3. a) Tela inicial b) Tela de histórico mensal



Fonte: App Hidrate Spark 2.0 IOs

Quadro 9 - Número de problemas identificados para cada tarefa.

| Tarefa | Nº de problemas identificados |
|--------------|-------------------------------|
| T1 | 11 |
| T2 | 11 |
| T3 | 8 |
| T4 | 3 |
| Total | 33 |

Fonte: Autor

As tarefas T1 e T2 apresentaram uma maior ocorrência de problemas (11 para cada uma). Os problemas identificados na tarefa T1, afetam as telas de cadastro do usuário, como é o caso em que o aplicativo não mantém a data de nascimento quando o usuário retorna de telas posteriores para a tela de seleção da data de nascimento, apresentando um valor padrão. E os problemas referentes à tarefa T2 prejudicam o uso da tela inicial, que mostra o consumo diário

de água do usuário, como é o caso em que um avaliador ficou em dúvida se o aplicativo registrou o seu consumo de água quando a garrafa não estava posicionada em uma superfície plana, já que ela foi usada em um veículo em movimento.

A tarefa T3 apresentou 8 problemas, que afetam as telas de histórico do consumo de água diário e mensal. Por exemplo, o gráfico do consumo de água diário mostrou que o usuário consumiu água em um horário que ele não ingeriu água, de acordo com os horários apresentados nos registros abaixo do gráfico. Por fim, a tarefa T4, que está relacionada com a tela de informações pessoais do usuário e com a tela inicial, apresentou apenas 3 problemas, o menor número registrado durante a inspeção, como é o caso em que um dado importante para o cálculo da meta diária de ingestão de água (peso, altura ou nível de atividade física) foi editado, porém a meta só foi alterada ao reiniciar o aplicativo.

Baseado na escala de severidade de Nielsen (1993), foram identificados 6 problemas cosméticos, como é o caso em que o teclado é escondido automaticamente quando o usuário está digitando seu nome e decide apagar todo o texto clicando continuamente no botão de *backspace*. Em relação aos problemas pequenos, foram identificados 11 problemas.

Por exemplo, o caso em que o usuário está inserindo o e-mail e o teclado esconde o campo de senha, deixando o usuário perdido sem saber onde inserir essa informação.

Sobre os problemas grandes, foram encontrados 15 problemas, como é o caso em que o aplicativo sincroniza o consumo de água do usuário, mostra a informação rapidamente e depois retira ela da tela. Em relação aos problemas catastróficos, identificou-se apenas um problema que ocorre na tela de finalização do cadastro, em que o aplicativo não fornece uma opção de “*sign in*” ou “esqueci minha senha” quando o usuário já possui um perfil cadastrado.

As heurísticas de usabilidade mais violadas foram: a HU1 (Visibilidade do status do sistema) com 11 problemas; a HU7 (Flexibilidade e Eficiência do uso) com 10 problemas; e a HU4 (Consistência e Padrões) com 9 problemas. Essa análise também indica que a interface dos aplicativos não mantém o estado do sistema e não fornece *feedback* às ações dos usuários de forma apropriada; a completude das tarefas é prejudicada por não haver boa eficiência de uso; as informações sofrem inconsistência; e não são usados padrões familiares ao usuário, que possibilitem um melhor entendimento, aprendizado e uso da interface.

Considerando apenas as heurísticas mais relacionadas com as características específicas dos sistemas ubíquos (HU11-HU15), as mais violadas foram: a HU11 (Mobilidade e dispositivos) e a HU14 (Sensibilidade ao contexto e interfaces adaptativas). Essa análise também mostra que os aplicativos não mantêm algumas funcionalidades funcionando corretamente quando ocorre deslocamento físico dos usuários e que existem problemas

relacionados com as propriedades dos dispositivos, como a comunicação entre o aplicativo e a garrafa através do *bluetooth*, a capacidade de bateria do *smartphone* e a capacidade de memória da garrafa. Por fim, o aplicativo não adapta o uso da interface a partir da mudança de contexto dos usuários e dos dispositivos.

As características ubíquas mais afetadas foram: Atenção, Interconectividade e Sensibilidade ao contexto (5 problemas para cada uma). Isso comprova a existência dos problemas relacionados com a transmissão de informações por meio da comunicação entre os dispositivos, e com a adaptação das funcionalidades a partir das mudanças contextuais. Ressalta-se também que o usuário pode esquecer sua atividade principal (ingestão adequada de água) pelo fato de se preocupar com a tecnologia envolvida no sistema ubíquo (característica de Atenção).

A listagem completa dos problemas identificados através da Avaliação Heurística e as telas analisadas podem ser acessadas no link⁴.

⁴<https://goo.gl/dcVQYs>

6. RESULTADOS

6.1. Análise da exploração do MALTU

Como era de se esperar, analisando somente comentários com até três estrelas, pois o objetivo deste trabalho é explorar a capacidade do MALTU de encontrar problemas específicos de dispositivos ubíquos, por isso exclui-se neste estudo os comentários com críticas positivas que possivelmente o MALTU identificaria se tivesse sido incluído na pesquisa comentários com quatro e cinco estrelas. Dessa forma a aplicação da MALTU identificou quase em sua totalidade críticas negativas relacionadas ao uso do dispositivo.

A priori o MALTU se mostrou eficiente em encontrar problemas de interação e também muito rápido quando comparado com a avaliação utilizando heurísticas. A avaliação através das HUBis realizada no mesmo dispositivo levou cerca de 34 dias para ser concluída levando em consideração os 33 dias que um avaliador passou inspecionando e um dia para discursões. Nesse quesito de tempo de avaliação, o MALTU pode ser executado em apenas um dia tendo em vista a disponibilidade de PRUs e de no mínimo dois avaliadores ao mesmo tempo. Mesmo reduzindo o tempo de inspeção das HUBis, é preciso levar em consideração que uma avaliação heurística em um dispositivo ubíquo é diferente de um sistema *web* por exemplo. No estudo de Rocha (2017) em uma entrevista aplicada a especialistas após testarem as HUBis (entrevista pós-avaliação), quando foi questionado se as HUBis conseguem avaliar os aspectos de ubiquidade, um participante afirmou que “*Quando envolve questões de contexto e mobilidade, você tem que testar vários cenários pra responder de forma mais segura a heurística.*”. Já outro participante sugeriu que “*Os resultados da avaliação seriam melhores se tivesse mais tempo para testar*”, tendo em vista esses aspectos, quanto mais tempo o avaliador tiver para inspecionar, melhor será os resultados da avaliação.

Além disso no artigo de Souza et al (2018) foi observado que problemas encontrados por uma avaliação heurística, não foram encontrados em outras avaliações levando-se em conta o mesmo dispositivo avaliado, por exemplo, o problema em que o aplicativo não registrou o consumo de água do usuário, no caso em que o seu smartphone descarregou, só foi identificado através dessa mudança de contexto. Reforçando essa ideia, foi observado que o avaliador que ficou mais tempo com a garrafa durante a Avaliação Heurística identificou problemas que os outros avaliadores não identificaram.

As heurísticas são capazes de identificar problemas que só aparecem com a utilização diária do dispositivo, problemas que dificilmente seriam encontrados em um

ambiente controlado de testes. O MALTU por sua vez se mostrou bem eficiente também em encontrar esses problemas, já que os usuários são reais e já tiveram uma experiência por um determinado período de tempo, isso pode ser percebido através das seguintes PRUs: *“Funcionou bem durante um mês ou dois, depois o sensor parou de se conectar de forma confiável com o aplicativo do meu telefone (mesmo depois de trocar para baterias novas)”*, *“Parou de sincronizar após cerca de uma semana”*, *“Funcionou por alguns dias e depois não se conectou. Muito decepcionante”*. Essas PRUs mostram que o dispositivo tem dificuldade em manter-se conectado depois de um longo período de utilização, afetando assim a confiabilidade, segurança, eficácia dentre outras características.

Outro ponto a favor do modelo, é que, diferente das HUBis, ele não necessita do dispositivo físico ou da inspeção dos avaliadores, o MALTU só necessita de um fórum que contenha comentários relacionados ao uso de usuários reais, podendo ser comentários em lojas virtuais do aplicativo do dispositivo, fóruns de discussões no Facebook ou até mesmo em fóruns das lojas que vendem o dispositivo físico como foi o caso deste trabalho. É importante salientar que a maioria dos dispositivos ubíquos em produção possuem fóruns de discussões.

Uma característica comum que o MALTU possui, mas que precisa ser relatada é que a avaliação que esse modelo propõe não pode ser utilizada em dispositivos que ainda não estejam no mercado a disposição dos usuários finais, uma vez que seu insumo principal são comentários de usuários comuns relatando suas experiências.

Comparando de maneira geral os dois métodos, é importante frisar que o MALTU é um modelo genérico para avaliar sistemas preferencialmente SS, enquanto que as HUBis possuem características específicas para dispositivos ubíquos, dito isso foi observado que durante o uso do MALTU foram identificados problemas mais gerais, na maioria das vezes com pouca descrição do problema, enquanto que a inspeção realizada pelas HUBis relatam uma descrição bem aprofundada e clara dos problemas encontrados, porém o MALTU tende a encontrar uma quantidade maior de problemas, dependendo da quantidade de PRUs selecionadas, já que na avaliação com as HUBis, seria preciso muito tempo de inspeção para encontrar uma quantidade maior de problemas.

Com base nas avaliações acima, com o MALTU foi capaz de identificar problemas de interação em dispositivos ubíquos, mas desde que suas limitações citadas no Quadro 10 sejam consideradas e analisadas pelos avaliadores que pretendem usar o modelo em dispositivos ubíquos. No Quadro 10 são mostrados alguns fatores para fins comparativos entre o MALTU e as HUBis.

Quadro 10 – Comparação entre os métodos.

| Características | MALTU | HUBis |
|--|-------|-------|
| Curto período de execução | Sim | Não |
| Detecção de problemas que necessitam de tempo para serem identificados | Sim | Sim |
| Necessidade do dispositivo físico | Não | Sim |
| Aplicável em tempo de desenvolvimento | Não | Sim |
| Identificação de problemas gerais | Sim | Sim |
| Alto nível de detalhes dos problemas | Não | Sim |
| Características específicas para dispositivos ubíquos | Não | Sim |

Fonte: Autor

A seguir são mostrados no Quadro 11, alguns dos problemas de interação identificados tanto pelo MALTU quanto pelas HUBis, é importante identificar o grau de detalhamento de ambas avaliações.

Quadro 11 – Problemas detectados por ambos os modelos.

| MALTU | HUBis | Observações |
|--|--|--|
| 53 - “...o recurso bluetooth não funcionou e não estava sincronizando com o aplicativo...” | 12 - O aplicativo demora para sincronizar o consumo de água do usuário, ou seja, a interação não é natural para saber a quantidade de água ingerida – IOs. | O MALTU mostra em várias PRUs que o dispositivo tem problemas com bluetooth em um cenário geral, mas as HUBis dizem exatamente onde ele está em pelo menos um problema específico. |
| 18 - “O emparelhamento e rastreamento é uma farsa. O aplicativo enviará notificações da maneira mais aleatória” | | |
| 24 - “...o Bluetooth, é um lixo completo e total - funciona em torno de 20% do tempo” | | |
| 24 - “Eu também questiono a precisão dessa coisa... .. muitas vezes vendo uma diferença de 50% entre a leitura real e o que a garrafa diz” | | |

| | | |
|---|--|---|
| 19 – “Finalmente, a publicidade afirma que você pode beber a água e continuar com sua atividade. Eles falharam em nos dizer que depois de beber água, você tem que colocar em uma superfície plana por 10 segundos para registrar a ingestão de água, o que faz de forma imprecisa” | 15 - O usuário não sabe se o aplicativo registrou o consumo de água quando a garrafa está sendo usada em um veículo em movimento (a garrafa não está posicionada em uma superfície plana) – Android e IOs. | Tanto o MALTU quanto as HUBis identificaram o problema, mas as HUBis exemplificaram a situação. |
| 64 - “Frequentemente não conta a água que eu bebo” | | |
| 18 - “...elas irão piscar aleatoriamente. Às vezes, duas vezes por dia, às vezes uma vez em três dias, às vezes logo após você engolir metade da garrafa” | 19 -O usuário não sabe qual o intervalo de tempo para a garrafa voltar a piscar, sem entender se isso é relacionado com a sua meta diária – Android e IOs. | Ambos os métodos identificaram o problema de maneira bem similar. |
| 20 – “...às vezes difícil quando perde a conexão ou tem que ser completamente reconectado.” | 22 - O aplicativo não registrou o consumo de água no caso em que o celular do usuário descarregou - Android | Neste caso as HUBis identificaram um caso que a conexão foi perdida, novamente no MALTU a descrição foi mais geral. |

Fonte: Autor.

Com os resultados apresentados no Quadro 11, pode-se perceber que os problemas que foram identificados por ambos os métodos estão bem descritos e mostram uma boa ideia dos problemas. As HUBis foram além dessa simples identificação e relataram o sistema operacional, dependendo da base de dados o MALTU também identificaria o sistema operacional, mas nesse estudo específico, infelizmente não foi possível coletar as PRUs específicas do IOs, pois na loja virtual da Apple onde o aplicativo da garrafa também está disponível, só era possível coletar no máximo três comentários, dessa forma as PRUs extraídas da Amazon.com contemplou as duas plataformas.

Com o uso das HUBis capaz relatar onde exatamente ocorre o problema, mas somente para um caso específico. O uso do MALTU por sua vez, mesmo que de maneira superficial, vários problemas de vários usuários em situações diferentes em uma mesma funcionalidade. A seguir será mostrado no Quadro 12 os problemas que foram identificados com o uso o MALTU que com o uso das HUBis não foram capazes de encontrar nesse avaliação.

Quadro 12 – Problemas detectados pelo MALTU.

| MALTU | Resumo |
|---|---|
| 12 - “As baterias não duram.” | Problemas com bateria. |
| 26 - “Mas depois de nem mesmo uma semana de uso, a bateria já morreu...” | |
| 30 - “Tive que substituir as baterias.” | |
| 18 - “Seu acabamento fosco vai começar a descascar assim que esbarrar ou esfregar algo áspero.” | Problemas com hardware. |
| 73 - “...o revestimento fosco é descascado após menos de um mês de uso típico.” | |
| 61 - “...em várias ocasiões tive que excluir entradas triplicadas” | Problemas com registro triplicado de consumo de água. |
| 20 - “...minha garrafa muitas vezes se desconecta do meu telefone sem avisar” | Problemas com conexão contínua. |
| 29 - “Eu não consegui parear com meu Samsung S5.” | Problemas com primeira conexão. |
| 55 - “...várias tentativas foram feitas para sincronizar o frasco com o aplicativo do telefone” | |

Fonte: Autor.

Observando o Quadro 12, o MALTU foi capaz de identificar não só problemas de *software*, mas também problemas relacionados ao *hardware* como, baterias e qualidade do material da garrafa. Esses problemas de *hardware* podem ou não ser específicos de um lote, mas pela quantidade de críticas, merecem ser destacados.

Os principais problemas de software que o MALTU identificou foram relacionados a conexão e sincronismo da garrafa com o aplicativo, esses problemas foram registrados repetidamente pelos avaliadores. A tabela completa está disponível em no link⁵.

A seguir, no Quadro 13, será mostrado os problemas que as HUBis identificaram que o MALTU não foi capaz de encontrar nesse avaliação.

⁵<https://goo.gl/tZLjCM>

Quadro 13 – Problemas detectados pelas HUBis.

| HUBis | Resumo |
|--|--------------------------------------|
| 1 - Quando digito uma palavra e escolho uma sugestão do teclado do Android, o campo de nome fica vazio novamente. Isso acontece geralmente quando seleciono a sugestão do meio no teclado e quando estou digitando a primeira palavra no campo de texto. | Problemas com entradas de dados. |
| 2 - O teclado do Android é escondido automaticamente quando quero apagar todo o texto clicando continuamente no botão de <code>backspace</code> . | |
| 4 - Na tela de peso, foi definido o peso em KG. Quando estou na tela de data de nascimento e volto para a tela de peso, o menu de medida (LBS ou KG) está marcando em LBS, o contrário que foi selecionado. | Problemas na transição de telas. |
| 5 - O aplicativo não mantém a data de nascimento informada quando volto das telas posteriores para a tela de data de nascimento. Ele mostra a data default. | |
| 23 - Ao navegar no histórico do consumo de água entre dias a meta diárias mudou de um dia para outro | Problemas na consistência dos dados. |
| 25 - O gráfico do histórico do consumo de água apresenta dados diferentes para sistemas operacionais diferentes | |
| 10 - Ao digitar o e-mail, o teclado esconde o campo de password, deixando o usuário perdido sem saber onde inserir a senha | Problemas de login. |
| 11 - Quando o usuário já possui um cadastro, o aplicativo não fornece uma opção de fazer Sign In ou esqueci minha senha | Problemas de login |
| 30 - O usuário fica em dúvida se é possível ter o controle do consumo de água nos dias anteriores e não é claro o controle mensal quanto a esses dados | Problemas na tela de histórico. |

Fonte: Autor.

Analisando o Quadro 13, as HUBis foram capazes de identificar problemas mais relacionados as telas do aplicativo como problemas de entradas de dados, transição de telas, ausência de botões essenciais como: “Esqueci minha senha” e “*Sign In*”. Problemas como esses se fossem corrigidos talvez evitariam muitos dos problemas encontrados no MALTU. A tabela completa está disponível no link⁵.

6.2. Considerações finais

Após finalizar as duas avaliações e compara-las, é possível afirmar que o MALTU também se mostrou capaz de avaliar sistemas ubíquos. Mas seu desempenho está mais voltado para encontrar problemas de UX. A seguir são mostrados os principais pontos positivos e negativos do modelo referente a avaliação de dispositivo ubíquo.

Na análise da exploração foi concluído que o MALTU possui características bem distintas em relação as HUBis. Destacando-se positivamente a sua capacidade de encontrar um grande número de problemas, seu custo e tempo de execução reduzidos, identificação de problemas com hardware, facilidade em encontrar problemas de UX e principalmente o seu potencial de encontrar problemas que só aparecem com a mudança de contexto em um determinado tempo de uso, problemas que dificilmente são encontrados em ambientes controlados.

Porém neste mesmo estudo, foram encontrados pontos que podem inviabilizar sua aplicação, os principais são, aplicação antes da disponibilidade do dispositivo no mercado, dificuldades em identificar problemas relacionados as telas do aplicativo e menor detalhamento dos problemas. Ao mesmo tempo que encontrar problemas de UX é seu ponto forte, encontrar problemas de usabilidade não segue o mesmo princípio.

Sendo assim, pode-se concluir que o MALTU é indicado para avaliações que buscam encontrar de maneira rápida, eficaz e com baixo custo, os problemas mais relacionados a UX, pois nos seus resultados, são mais evidenciadas emoções, críticas e elogios dos usuários. Além disso, por ser um modelo de rápida execução, o nível de detalhamento dos problemas encontrados é baixo. Tendo em vista que os pontos fracos do MALTU são os pontos fortes das HUBis e vice-versa, podemos afirmar que os métodos podem se complementar na busca de uma avaliação mais completa e detalhada em relação a usabilidade e experiência de usuário.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho explorou o modelo MALTU por meio de uma avaliação em um dispositivo ubíquo usando análises e comparações de resultados.

Para atingir o objetivo deste trabalho, alguns passos foram definidos. O primeiro passo foi definir o dispositivo a ser avaliado. Em seguida foram realizadas duas avaliações de interação utilizando dois métodos: MALTU e HUBis, e por fim uma análise da exploração.

Com as avaliações realizadas, a análise da exploração pode ter início. O passo seguinte às avaliações foi identificar os problemas que ambos os métodos detectaram, problemas que só o MALTU identificou e problemas que só as HUBis identificaram. E o último passo foi construir uma análise do resultado da exploração.

Este trabalho mostrou de forma prática, que a avaliação de dispositivos ubíquos também podem ser realizadas com um menor custo através do modelo MALTU com a mesma qualidade proporcionada por outros modelos mais custosos, claro que sua aplicação não é uma carta coringa para qualquer dispositivo ubíquo, suas limitação devem ser respeitadas para que não haja frustração com os resultados obtidos.

Uma das contribuições deste trabalho foi mostrar para o meio acadêmico e industrial que o modelo MALTU pode sim ser utilizado para fins avaliativos de interação em dispositivos ubíquos, principalmente quando o foco é UX.

7.1. Trabalhos futuros

Com a construção de todas as etapas e todos os métodos, bem como seus resultados, encerrou-se esse trabalho. A partir dele, já podem ser identificadas oportunidades de novas pesquisas, sejam elas complementando o presente trabalho ou seguindo por novos caminhos explorando outros modelos no contexto ubíquo. Abaixo uma lista com possíveis trabalhos futuros:

- Realizar a adaptação de características ubíquas no modelo MALTU. Este trabalho não inseriu características específicas dos dispositivos ubíquos, talvez a sua inserção no modelo, poderia facilitar a identificação dos problemas.
- Explorar outros modelos de avaliação no contexto ubíquo. Apenas um modelo de avaliação foi explorado neste trabalho, a escassez de modelos que façam avaliações ubíquas dá fundamentação a novas explorações.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Simone. D. J.; DA SILVA, Bruno. S. **Interação humano-computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BERRY, Michael J.; LINOFF, Gordon. **Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support**. John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- DE ANDRADE SILVA, Gustavo et al. Avaliação qualitativa da usabilidade e motivações de usuários de relógios inteligentes. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 3, p. 1104-1113, 2016.
- GIUSTO, D., IERA, A., MORABITO, G., & ATZORI, L. (Eds.). (2010). **The internet of things: 20th Tyrrhenian workshop on digital communications**. Springer Science & Business Media. 2010.
- GOMEZ, Relatório, 2010. **Site speed: case studies, tips and tools for improving your conversion rate**. Disponível em: <https://econsultancy.com/blog/10936-site-speed-case-studies-tips-and-tools-for-improving-your-conversion-rate>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- GONÇALES, Marco Antonio Damiani. **Experiência do usuário idoso na Internet: o capital técnico e a evolução do conhecimento em TI através de redes sociais**. Rio de Janeiro: UNIRIO, 2011. 198f (Dissertação de Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- ISO 9241-11**. Geneve: International Organization For Standardization, 1998.
- ISO 9241-210:2011**. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR. Requisitos Ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores. Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos, 2011.
- ISO/IEC 9126-1** - Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model
- JANAWAY, M. **UX challenges and opportunities facing IoT designers**. 23 September 2016. Disponível em: <http://www.geektime.com/2016/04/13/7-ux-challenges-and-opportunities-facing-iot-designers>. Acesso em: 4 jun. 2018.
- JIANG, James J., MUHANNAB Waleed A., KLEINE Gary. **User resistance and strategies for promoting acceptance across system types**. ScienceDirect, 2000.
- KRIPPENDORFF, Klaus. **The semantic turn: a new foundation for design**. Boca Raton: Taylor&Francis, 2006.
- LEITE, Pedro Cavalcanti. **Métodos de avaliação de usabilidade para dispositivos da internet das coisas**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

MENDES, M. **MALTU-Um modelo para avaliação da interação em sistemas sociais a partir da linguagem textual do usuário**. 2015. Tese de Doutorado. Tese (doutorado). Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Fortaleza.

Mind Touch, **5 Internet Marketing Must Do's**. 2010. Disponível em: <https://mindtouch.com/resources/5-internet-marketing-must-dos-in-2010>. Acesso em: 20 mar. 2018.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. New York, NY: Academic Press, 1993.

PROTEUS, D. H. **Proteus Digital Health**. Proteus Digital Health, 2018. Disponível em: <http://www.proteus.com/>. Acesso em: 4 jun. 2018.

ROCHA, Larissa Castro. **HUBis: heurísticas de usabilidade para avaliar sistemas ubíquos**. 2017. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SANTOS, R. M. **Características e medidas de software para avaliação da qualidade da interação humano-computador em sistemas ubíquos**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação - Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, 2014.

SILVA, Adriana Maria Marques da. **Técnicas de data mining na aquisição de clientes para financiamento de Crédito Direto ao Consumidor-CDC**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Thiago Hellen O.; FREITAS, Lavínia Matoso; MENDES, Marília Soares. Beyond traditional evaluations: user's view in app stores. In: **Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2017. p. 5.

TULLIS, T.; ALBERT, B. **Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2008.

VERMEEREN, A. P. O. S.; LAW, E. L-C.; ROTO, V.; OBRIST, M.; HOONHOUT, J.; VAANANEN-VANIO-MATTILA, K. **User experience evaluation methods: Current State and Development Needs**. In: NordiCHI 2010 (Anais), 16-20 out. 2010.