



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Avaliação de Aplicações Móveis em Smartphones

Ruyther Parente da Costa

Dissertação apresentada como requisito parcial para
conclusão do Mestrado em Informática

Orientadora
Prof.a Dr.a Edna Dias Canedo

Brasília
2019

Ficha Catalográfica de Teses e Dissertações

Esta página existe apenas para indicar onde a ficha catalográfica gerada para dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas na UnB. A Biblioteca Central é responsável pela ficha, mais informações nos sítios:

<http://www.bce.unb.br>

<http://www.bce.unb.br/elaboracao-de-fichas-catalograficas-de-teses-e-dissertacoes>

Esta página não deve ser incluída na versão final do texto.



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Avaliação de Aplicações Móveis em Smartphones

Ruyther Parente da Costa

Dissertação apresentada como requisito parcial para
Mestrado em Informática

Prof.a Dr.a Edna Dias Canedo (Orientadora)
CIC/UnB

Prof.a Dr.a Rossana Maria
de Castro Andrade
Centro de Ciências,
Departamento de Computação/UFC

Prof.a Dr.a Carla Taciana Lima
Lourenço Silva Schuenemann
CIN/UFPE

Prof. Dr. Bruno Luigi Macchiavello Espinoz
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Informática

Brasília, 09 de Agosto de 2019

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, aos meus amigos, familiares, namorada e, em especial, a professora Edna Dias Canedo, pela ajuda e apoio dados, para a conclusão deste.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pois a Ele toda a honra e toda a glória. Ademais, gostaria de prestar a minha gratidão também aos meus familiares (pai, mãe e irmã) e namorada, revisora do texto deste trabalho, que sempre me apoiaram e incentivaram durante o curso de mestrado. Agradeço ainda a professora Doutora Edna Dias Canedo, orientadora deste trabalho, por todo o apoio e ajuda dados durante a sua realização. A todos, muito obrigado!

Resumo

As inovações propostas pelo mercado de telefonia celular têm crescido constantemente nos últimos anos, juntamente com a crescente complexidade do hardware, dos sistemas operacionais e dos aplicativos disponíveis nesse mercado. Essas mudanças trazem novos desafios relacionados à usabilidade que precisam ser considerados durante o processo de desenvolvimento de aplicativos, uma vez que as novas formas de interação, entre usuários e aplicativo, exigem cada vez mais a adaptação de comportamentos. Nessa situação, a usabilidade é uma questão importante, que depende de fatores de usabilidade como o Usuário, suas características e habilidades, a Tarefa que pretende alcançar e também o Contexto de Uso em que usuário e a aplicação estão inseridos. Esta dissertação apresenta uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de identificar as heurísticas de usabilidade utilizadas na academia e/ou na indústria, dentro do contexto de aplicações móveis. Com base nos resultados de pesquisa, essa dissertação apresenta uma contribuição de nova proposta de um conjunto de heurísticas de usabilidade focadas em aplicativos móveis em smartphones, de maneira que leva em consideração o “Usuário”, “Tarefa” a ser desempenhada e principalmente o “Contexto de uso” no qual se inserem, como fatores de usabilidade, o *Cognitive Load*, como um importante atributo de usabilidade e as sub-heurísticas de usabilidade, que objetivam facilitar a compreensão das diretrizes propostas e são parte dos principais diferenciais apresentados. Os componentes desse conjunto são detalhados em um modelo que foi avaliado por meio de duas avaliações heurísticas, que permitiram incorporar melhorias à proposta. Isto posto, foi proposto um conjunto de 13 heurísticas de usabilidade e 183 sub-heurísticas, que por meio das avaliações heurísticas, resultados melhores foram evidenciados. A proposta possibilitou aos especialistas encontrar uma maior quantidade de problemas de usabilidade, em sua maioria de maior gravidade, se comparado a proposta de Inostroza et al.. Como possíveis trabalhos futuros, outras avaliações podem ser realizadas para avaliar a proposta, de modo a incluir uma quantidade maior de especialistas da área, além de utilizar o conjunto de heurísticas em um número maior de aplicações de diferentes categorias.

Palavras-chave: Aplicações Móveis; Usabilidade; Heurística de Usabilidade; Avaliação Heurística; Carga Cognitiva.

Abstract

The innovations proposed by the mobile phone market have grown steadily in recent years, along with the increasing complexity of the hardware, operating systems and applications available in this market. These changes bring new usability-related challenges that need to be considered during the application development process, as new forms of user-application interaction increasingly require behavioral adaptation. In this situation, usability is an important issue, which depends on usability factors such as the User, their characteristics and skills, the Task he intend to achieve and also the Context of Use in which the user and the application are inserted. This dissertation presents a systematic literature review aiming to identify the usability heuristics used in academia and/or industry, within the context of mobile applications. Based on the research results, this dissertation presents a new proposal contribution of a set of usability heuristics focused on mobile applications on smartphones, so that it takes into account the “User”, “Task” to be performed and maunly the “Context of Use” in which they fit, as usability factors, the Cognitive Load, as an important usability attribute and usability sub-heuristics, which aim to facilitate the understanding of the proposed guidelines and are part of the main differentials presented. The components of this set are detailed in a model that was evaluated through two heuristic evaluations, which allowed to incorporate improvements to the proposal. Thus, a set of 13 usability heuristics and 183 sub-heuristics were proposed, which, through heuristic evaluations, better results were evidenced. The proposal makes it easier for experts to find a greater number of usability problems, mostly of greater severity, compared to the proposal of Inostroza et al.. As possible future work, further evaluations may be carried out to evaluate the proposal to include more experts in the field, as well as to use the set of heuristics in a larger number of applications of different categories.

Keywords: Mobile Applications; Usability; Usability Heuristics; Heuristic Evaluation; Cognitive Load.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Justificativa	3
1.2	Objetivos	3
1.2.1	Objetivo Geral	3
1.2.2	Objetivos Específicos	4
1.3	Contribuição	4
1.4	Metodologia	4
1.5	Organização do Trabalho	6
2	Fundamentação Teórica	8
2.1	Dispositivos Móveis	8
2.1.1	<i>Smartphones</i>	10
2.2	Usabilidade	10
2.3	Avaliação Heurística	12
2.3.1	Heurísticas de Usabilidade	13
2.3.2	Avaliação Heurística para Dispositivos <i>Touchscreen</i>	16
2.4	<i>Cognitive Load</i>	17
2.5	Trabalhos Correlatos	18
2.6	Síntese do Capítulo	25
3	Revisão Sistemática de Literatura	26
3.1	Questões de Pesquisa	27
3.2	Protocolo de Pesquisa Adotado	28
3.3	Estratégia de Busca	30
3.3.1	Busca Manual	30
3.3.2	<i>Snowballing</i>	31
3.4	<i>String</i> de Busca	32
3.4.1	Critérios de Seleção (Inclusão e Exclusão)	32
3.4.2	Critérios de Qualidade	34

3.5	Coleta dos Dados	34
3.5.1	Resultados	35
3.5.2	Discussão	47
3.6	Síntese do Capítulo	48
4	Desenvolvimento do Conjunto de Heurísticas de Usabilidade Preliminar	49
4.1	Análise das Heurísticas encontradas na RSL	50
4.2	Conjunto Preliminar de Heurísticas de Usabilidade para Aplicações Móveis em <i>Smartphones</i>	54
4.2.1	HU1 – Visibilidade do Status do Aplicativo	54
4.2.2	HU2 – Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real	54
4.2.3	HU3 – Controle do Usuário e Liberdade	55
4.2.4	HU4 – Consistência e Padrões	56
4.2.5	HU5 – Prevenção de Erros	57
4.2.6	HU6 – Minimização do <i>Cognitive Load</i> do Usuário	57
4.2.7	HU7 – Customização e Atalhos	58
4.2.8	HU8 – Eficiência de Uso e Desempenho	59
4.2.9	HU9 – Design Estético e Minimalista	59
4.2.10	HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros	60
4.2.11	HU11 – Ajuda e Documentação	60
4.2.12	HU12 – Interação Agradável e Respeitosa com o Usuário	61
4.2.13	HU13 – Privacidade	62
4.3	Discussão	62
4.4	Síntese do Capítulo	65
5	Avaliação da Proposta	67
5.1	Primeira Avaliação Heurística	67
5.1.1	Procedimentos para a Avaliação Heurística	68
5.1.2	Discussão da Avaliação das Heurísticas	70
5.1.3	Riscos à Validade da Avaliação	71
5.2	Segunda Avaliação Heurística	71
5.2.1	Refinamento da Proposta para a Avaliação	73
5.2.2	Discussão da Avaliação das Heurísticas	74
5.2.3	Riscos à Validade da Avaliação	78
5.3	Síntese do Capítulo	78

6 Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Aplicações Móveis em Smartphones	79
6.1 Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Avaliação de Aplicações Móveis em Smartphones	79
6.1.1 HU1 – Visibilidade do Status do Aplicativo	80
6.1.2 HU2 – Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real	83
6.1.3 HU3 – Controle do Usuário e Liberdade	85
6.1.4 HU4 – Consistência e Padrões	87
6.1.5 HU5 – Prevenção de Erros	90
6.1.6 HU6 – Minimização do <i>Cognitive Load</i> do Usuário	92
6.1.7 HU7 – Customização e Atalhos	94
6.1.8 HU8 – Eficiência de Uso e Desempenho	96
6.1.9 HU9 – Design Estético e Minimalista	97
6.1.10 HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros	98
6.1.11 HU11 – Ajuda e Documentação	101
6.1.12 HU12 – Interação Agradável e Respeitosa com o Usuário	102
6.1.13 HU13 – Privacidade	105
7 Conclusão	107
7.1 Trabalhos Futuros	108
7.2 Trabalhos Publicados	108
Referências	110

Lista de Figuras

1.1	Fluxograma da Metodologia de Pesquisa.	6
2.1	Comparativo dos Modelos de Usabilidade [1].	22
3.1	Fases e Atividades da Revisão Sistemática de Literatura [2], [3].	28
3.2	Etapas da Estratégia de Pesquisa Adotada.	29
3.3	Fluxograma da Estratégia de Pesquisa Adotada.	33
3.4	Resultado da Seleção dos Trabalhos.	36
4.1	Metodologia Utilizada para Propor o Conjunto de Heurísticas de Usabilidade deste Trabalho.	49
4.2	Quantidade de Heurísticas que se Assemelham ou São Iguais a Proposta de Nielsen [4] em Relação Aquelas que Não São.	52
4.3	Quantidade de Trabalhos com Heurísticas Iguais ou Semelhantes às de Nielsen [4].	63
5.1	Quantidade de Problemas de Usabilidade Encontrados por Proposta.	74
5.2	Número de Problemas de Usabilidade por Especialista, em Relação a Proposta do Presente Trabalho que Contia as 197 Sub-Heurísticas.	75
5.3	Quantidade de Problemas de Usabilidade quanto a Gravidade Baseados no Conjunto de Heurísticas de Inostroza et al. [5]	75
5.4	Quantidade de Problemas de Usabilidade quanto a Gravidade Baseados no Conjunto de Heurísticas Proposto que Contia as 197 Sub-Heurísticas.	76
6.1	Disposição dos Fatores de Usabilidade de cada Heurística de Usabilidade.	79
6.2	Exemplo da Sub-Heurística (8).	81
6.3	Exemplo da HU1 e HU2.	83
6.4	Exemplo da HU3.	87
6.5	Exemplo da HU4.	89
6.6	Exemplo da HU5.	91
6.7	Exemplo da HU6.	94

6.8	Exemplo da HU7.	95
6.9	Exemplo da HU9.	99
6.10	Exemplo da HU10.	100
6.11	Exemplo da HU11.	103
6.12	Exemplo da HU12.	105
6.13	Exemplo da HU13.	106

Lista de Tabelas

1.1	Equivalência das Atividades deste Trabalho em Relação ao Proposto por Jiménez et al. [6].	6
2.1	Heurísticas de Usabilidade [7], [4], Adaptado.	15
2.2	Heurísticas de Usabilidade [7], [4], Adaptado (Continuação).	16
2.3	Heurísticas Propostas por Miranda [8].	20
2.4	Heurísticas Propostas por Miranda [8] (Continuação).	21
2.5	Diretrizes de Usabilidade Proposta por Ahmad et al. [9].	23
2.6	Diretrizes de Usabilidade Proposta por Ahmad et al. [9] (Continuação).	24
3.1	Questões de Pesquisa (QP) e a Motivação para cada QP.	28
3.2	Conferências e Periódicos Consultados na Busca Manual.	31
3.3	Artigos/Estudos Seleccionados na Busca Automática por Base de Dados.	35
3.4	Artigos/Estudos Seleccionados por Estratégia de Busca.	35
3.5	Artigos/Estudos Primários Seleccionados para a Coleta de Dados.	37
3.6	Heurísticas Identificadas para o Contexto <i>Mobile</i> nos Estudos Primários Seleccionados.	40
3.7	Heurísticas Identificadas para o Contexto <i>Mobile</i> nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 1).	41
3.8	Heurísticas Identificadas para o Contexto <i>Mobile</i> nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 2).	42
3.9	Heurísticas Identificadas para o Contexto <i>Mobile</i> nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 3).	43
3.10	Heurísticas Identificadas para o Contexto <i>Mobile</i> nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 4).	44
4.1	Mapeamento das Heurísticas dos Artigos Seleccionados da RSL em Relação a Proposta de Nielsen [4].	51
4.2	Relação das Heurísticas propostas com as de Nielsen [4].	64
4.3	Mapeamento das Heurísticas Extras (2) com as Propostas.	65

5.1	Perfil dos Especialistas da Primeira Avaliação Heurística.	68
5.2	Resultados da Primeira Avaliação.	69
5.3	Perfil dos Especialistas da Segunda Avaliação Heurística.	73
5.4	Resultados do Questionário por Avaliador.	76
5.5	Heurísticas Excluídas da Proposta Final.	77
5.6	Heurísticas Excluídas da Proposta (Continuação).	78

Lista de Abreviaturas e Siglas

E Estudo.

Ep Especialista.

ERP *Enterprise Resource Planning*.

FAQ *Frequently Asked Questions*.

GPS *Global Positioning System*.

GUI *Graphical User Interface*.

HU1 Visibilidade do Status do Aplicativo.

HU10 Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros.

HU11 Ajuda e Documentação.

HU12 Interação Agradável e Respeitosa com o Usuário.

HU13 Privacidade.

HU2 Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real.

HU3 Controle do Usuário e Liberdade.

HU4 Consistência e Padrões.

HU5 Prevenção de Erros.

HU6 Minimização do *Cognitive Load* do Usuário.

HU7 Customização e Atalhos.

HU8 Eficiência de Uso e Desempenho.

HU9 Design Estético e Minimalista.

PACMAD *People at the Centre of Mobile Application Development.*

QP *Questão de Pesquisa.*

RSL *Revisão Sistemática de Literatura.*

StArt *State of the Art through Systematic Review.*

UIM *Usability Inspection Methods.*

Capítulo 1

Introdução

O mercado de dispositivos móveis cresce ano após ano, juntamente com a evolução de seu hardware e da complexidade de seus sistemas operacionais e aplicativos [10].

Outro fator relevante é a evolução dos telefones celulares para os *smartphones*, que trazem novas funcionalidades ao usuário, de maneira que proporcionam uma utilização muito mais ampla, por intermédio do acesso a músicas, outros meios de comunicação, transferências bancárias, compras online, entre outros [11].

Essa evolução traz novos desafios que devem ser considerados e estudados para o desenvolvimento de uma aplicação móvel, bem como o fator chave de usabilidade de *software* nesse contexto [12].

Compreensão de grande valia é a do significado de usabilidade, que pode ser definido como “um conceito amplo que basicamente se refere ao quão fácil é para usuários aprenderem um sistema, quão eficientes podem ser (uma vez que eles já tenham aprendido) e o quão agradável é utilizá-lo” [13], ou seja, é descrita como a capacidade de utilizar um produto com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso [14].

Ademais, é um requisito muito importante de *design*, isto é, de grande vulto para os usuários na decisão de adquirir um produto [15].

O “*Information Systems Success Model*” apresenta, do ponto de vista do produto, como um sistema está relacionado com a satisfação do usuário. Este modelo permite inferir como a usabilidade é um fator importante a ser considerado em um produto e/ou processo de desenvolvimento de *software*. Por isso, é importante saber aplicá-la e avaliar o seus resultados.

A avaliação por meio de heurísticas de usabilidade é possível identificar problemas de usabilidade e, assim, poder avaliar um *software* quanto à sua usabilidade [15].

Avaliações heurísticas de usabilidade descrevem princípios de *design*/usabilidade que servem para avaliar um determinado *software*. Essas avaliações são realizadas em grande parte por especialistas em usabilidade ou por usuários comuns, embora este último seja

menos indicado [16], [17]. A avaliação de usabilidade por heurísticas vem sendo amplamente estudada e é um dos métodos mais utilizados para avaliar a qualidade de um *software*, de maneira que é considerada na literatura como método tradicional de avaliação [18], [19].

Há de se fazer menção o conjunto das dez heurísticas propostas por Nielsen [4], que é um clássico da literatura e revela princípios para a construção de uma interface de usuário em um sistema de modo que tenha uma boa usabilidade.

No contexto de aplicações móveis, novos fatores a serem considerados surgiram em relação a interação humano-computador no âmbito da concepção e do desenvolvimento de uma aplicação de *software* que objetiva disponibilizar uma boa usabilidade, bem como um conjunto de heurísticas de usabilidade que levem em consideração tais mudanças e incorpore esses novos fatores de usabilidade.

Esta dissertação apresenta uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) com o intuito de identificar as heurísticas de usabilidade para o contexto *mobile* propostas na literatura, principalmente àquelas que consideram os atributos e fatores de usabilidade proposto por Harrison et al. [1], e também o de identificar as principais métricas utilizadas em avaliações heurísticas de aplicações *mobile*. Posto isto, essas foram as principais motivações para a realização de uma nova RSL, dado que em nenhum outro estudo esses pontos foram inclusos nas questões de pesquisa.

Com base nos resultados da RSL, este trabalho propõe um conjunto de heurísticas de usabilidade específicas para o contexto de aplicações para *smartphones touchscreen*. O conjunto de heurísticas proposto leva em consideração o Usuário, o Contexto de Uso e a Tarefa como sendo fatores de usabilidade [1], além do *Cognitive Load* como um atributo de usabilidade [1].

Diferentemente da abordagem de trabalhos que propõem heurísticas específicas para um dado contexto, como o trabalho apresentado por Ajibola e Goosen [20] cujo contexto é o *e-commerce*, este trabalho propõe heurísticas no contexto geral de aplicações móveis para *smartphones touchscreen*, semelhante ao trabalho desenvolvido por Inostroza et al. [5], uma vez que as heurísticas mais gerais para avaliar interfaces do usuário geralmente se tornam mais fáceis de entender e aplicar [21].

Dourado e Canedo [7], Salazar et al. [22] apresentaram revisões sistemáticas de literatura para propor heurísticas gerais para o contexto de aplicações móveis. Kumar et al. [23] propôs heurísticas específicas para o contexto de aplicações móveis de aprendizagem. Isto posto, o presente trabalho se difere dos demais, pois além de apresentar uma RSL para propor um conjunto de heurísticas gerais para o contexto de aplicações móveis para *smartphones touchscreen*, incorpora os fatores de usabilidade (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa), o atributo de usabilidade *Cognitive Load* (ambos descritos por Harrison et al.

[1]) e as sub-heurísticas no conjunto de heurísticas de usabilidade para que, respectivamente: o contexto de uso seja também um importante fator a ser considerado, que a carga cognitiva do usuário necessária para utilizar o aplicativo seja minimizada e que por meio das sub-heurísticas, a proposta seja clara e de fácil entendimento aos avaliadores durante a condução de uma avaliação heurística.

1.1 Justificativa

Os avanços no setor de tecnologia móvel, mais especificamente o de *smartphones*, fez com que aplicações móveis se caracterizassem de forma única em relação a aplicações para computadores pessoais (*desktop*).

A mobilidade de um *smartphone*, o tamanho de tela limitado e variante entre dispositivos móveis, a limitação de conectividade, bateria e de processamento são algumas das limitações a serem consideradas por um desenvolvedor *mobile* na concepção e desenvolvimento de uma aplicação móvel em geral, e interfere também na concepção da interface desse sistema.

As heurísticas de usabilidade, como as de Nielsen [4], por exemplo, abrangem o contexto de aplicações de *software* no âmbito geral, independente de dispositivos. No caso de aplicadas no contexto de aplicações móveis, não levam em consideração características bem específicas, como as citadas anteriormente, de modo a se tornar necessário assim um levantamento de heurísticas de usabilidade de *software* específicas para o contexto de *smartphones touchscreen*.

Vários trabalhos foram desenvolvidos a fim de propor heurísticas de usabilidade para aplicações móveis (Dourado e Canedo [7], Salazar et al. [22], Kumar et al. [23], entre outros), porém não levam em consideração ou não aprofundam o Contexto de Uso como um fator de usabilidade [1], nem o *Cognitive Load* como atributo de usabilidade, ambos importantes influenciadores da usabilidade de uma aplicação móvel.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor um conjunto de heurísticas de usabilidade focadas no contexto de aplicações móveis em *smartphones touchscreen*, detalhando-as e também apresentando sub-heurísticas que facilitem o entendimento das heurísticas propostas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Realizar uma revisão sistemática de literatura para investigar e identificar as heurísticas de usabilidade inseridas no contexto de aplicações móveis;
- Investigar e identificar as principais métricas utilizadas em avaliações heurísticas existentes no contexto de aplicações móveis por meio da RSL;
- Propor um conjunto de heurísticas de usabilidade para o contexto *mobile* que considerem os fatores de usabilidade (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa) e o *Cognitive Load* como atributo de usabilidade;
- Realizar avaliações heurísticas para avaliar o conjunto de heurísticas de usabilidade proposto, de modo a utilizar aplicativos já desenvolvidos;
- Analisar os dados e resultados obtidos das avaliações heurísticas e assim refinar a proposta do conjunto de heurísticas de usabilidade.

1.3 Contribuição

A principal contribuição deste trabalho foi:

- Propor um conjunto de heurísticas de usabilidade específicas para aplicações móveis em *smartphones touchscreen*, de modo a considerar o Usuário, o Contexto de Uso e a Tarefa a ser cumprida na aplicação, como fatores de usabilidade, além do *Cognitive Load* como um importante atributo de usabilidade. Além disso, foi proposto um conjunto de sub-heurísticas que contribuem de modo a facilitar no entendimento de cada um das heurísticas propostas.

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi baseada no modelo proposto por Jiménez et al. [6], que consiste em 6 passos:

1. Exploratória: informações bibliográficas relacionadas ao tema principal da pesquisa são coletadas, quais sejam, aplicações específicas, suas características, heurísticas de usabilidade gerais ou relacionadas (se houver);

2. Descritiva: evidenciar as características mais importantes das informações previamente coletadas, para formalizar os principais conceitos associados à pesquisa;
3. Correlacional: identificar as características que as heurísticas de usabilidade devem conter para aplicações específicas, baseadas em heurísticas tradicionais e análise de estudos de caso;
4. Explicativa: para especificar formalmente o conjunto de heurísticas propostas, por intermédio de um modelo padrão.
5. Validação: revisar as novas heurísticas em face das heurísticas tradicionais da literatura, por meio de experimentos e/ou avaliações heurísticas, realizadas em casos de estudo selecionados e complementadas com testes de usuário;
6. Refinamento: com base no *feedback* da etapa de validação realizar o refinamento da proposta.

A Figura 1.1 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada neste trabalho, de maneira que entrega contendo 7 atividades, descritas abaixo:

1. Revisão sistemática de literatura: foram identificados e analisados trabalhos relevantes para 3 questões de pesquisa, obtidos através da definição de um protocolo de pesquisa, da estratégia de busca e de critérios de inclusão e exclusão aplicados a cada trabalho selecionado na RSL [2] (detalhado no Capítulo 3);
2. Proposta preliminar do conjunto de heurísticas de usabilidade: foi proposto um conjunto de heurísticas de usabilidade focado no contexto de aplicações móveis para *smartphones touchscreen* (detalhado no Capítulo 4), de modo a considerar os fatores de usabilidade (Usuário, Tarefa e Contexto de Uso), além do atributo de usabilidade *Cognitive Load*;
3. Escrita da dissertação de mestrado: foi realizada a escrita parcial do trabalho para a qualificação do programa de mestrado;
4. Realização da avaliação heurística: foram realizadas duas avaliações heurísticas de usabilidade (detalhadas no Capítulo 5). As avaliações de deram de modo que o conjunto proposto por Inostroza et al. [5] foi utilizado para efeitos de comparação na realização, de forma que se comparou com o objeto de pesquisa desta dissertação a fim de avaliá-lo;
5. Implantação de melhorias no conjunto de heurística de usabilidade: após a análise dos resultados obtidos das avaliações heurísticas conduzidas, foram feitas melhorias no conjunto de heurísticas proposto;

6. Escrita de artigos científicos: foi redigido a escrita de dois artigos científicos para publicação. Esta dissertação foi aceita para publicação no *Journal IEEE Access* e na *International Conference on Human-Computer Interaction – HCI 2019*;
7. Escrita e revisão da versão final da dissertação de mestrado.

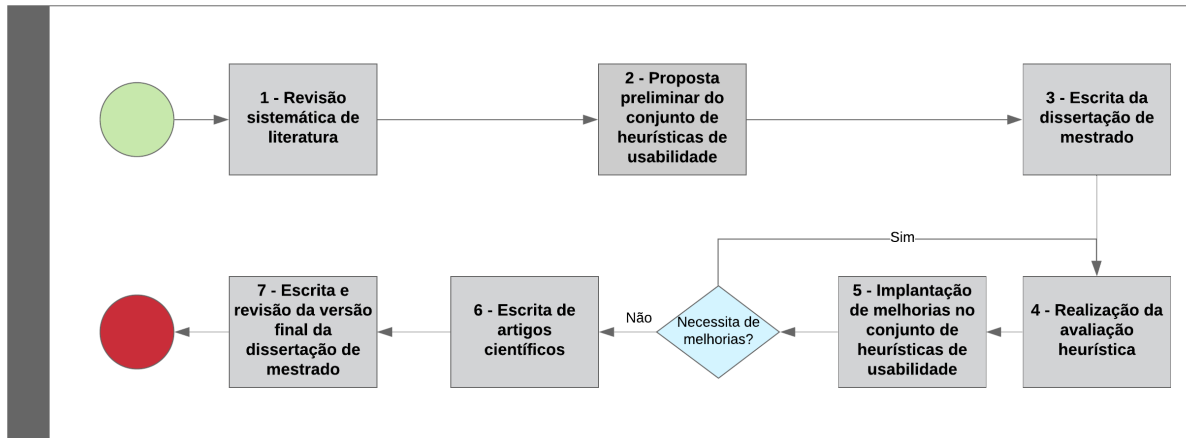


Figura 1.1: Fluxograma da Metodologia de Pesquisa.

A Tabela 1.1 especifica as atividades desta dissertação (Figura 1.1), equivalentes as etapas propostas por Jiménez et al. [6]:

Tabela 1.1: Equivalência das Atividades deste Trabalho em Relação ao Proposto por Jiménez et al. [6].

Atividades deste trabalho	Etapas propostas por Jiménez et al.
1	1, 2 e 3
2	4
4	5
5	6

1.5 Organização do Trabalho

Além do presente Capítulo, este trabalho está organizado em 6 capítulos:

- O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica do trabalho, apresentando os conceitos no estado da arte necessários para o entendimento deste trabalho, assim como contextualizando a área de dispositivos móveis ao qual está inserida esta dissertação;
- O Capítulo 3 apresenta a revisão sistemática de literatura, o protocolo de pesquisa utilizado, bem como os resultados obtidos a partir da mesma;

- O capítulo 4 apresenta a análise das heurísticas encontradas nos trabalhos selecionados na RSL, e com base nessa análise é apresentado o conjunto de heurísticas de usabilidade preliminar para o contexto de aplicações móveis em *smartphones touchscreen*;
- O Capítulo 5 apresenta os detalhes das avaliações heurísticas conduzidas para avaliação da proposta;
- O Capítulo 6 apresenta a proposta final do conjunto de heurísticas refinadas;
- O Capítulo 7 apresenta as considerações finais deste trabalho, aprendizados e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Dispositivos Móveis

Dispositivos móveis são dispositivos eletrônicos com alguma capacidade de processamento e de conexão com a internet, sendo intermitente ou não, alguns exemplos de dispositivos móveis são: *smartphones*, *smartwatches*, notebooks, dispositivos GPS, entre outros.

Os dispositivos móveis são utilizados para comunicação e informação nos dias atuais e três aspectos podem influenciar no *design* da interface de usuário [24]:

- Quando são utilizados pelas mãos do usuário (*touchscreen*);
- Quando se conectam com a internet sem a utilização de cabos (*wireless*);
- Quando suportam a adição de novas aplicações e conexão com a internet [25].

Existem também outros aspectos que impactam em uma avaliação de usabilidade de dispositivos móveis, quais sejam [26]:

1. O tamanho reduzido para apresentação de um conjunto de informações muito grande;
2. Botões físicos que apresentam mais de uma função de utilização;
3. Dispositivos móveis que ostentam recursos de processamento e de memória limitados.

De acordo com a taxonomia apresentada no trabalho de Schiefer e Decker [27], dispositivos móveis podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios:

1. Tamanho e peso;
2. Modos de entrada;

3. Modos de saída;
4. Desempenho;
5. Tipo de uso;
6. Capacidades de comunicação;
7. Tipo de sistema operacional;
8. Expansibilidade.

Essa classificação considera que o dispositivo tenha uma fonte de energia, uma bateria, e a habilidade de comunicação, tanto para receber quanto para enviar informações (comunicação bidirecional).

Nilsson [28], em seu trabalho, propõe 3 grandes áreas problemáticas, que se subdividem em outras áreas problemáticas menores, e que surgem na projeção de interfaces de usuário em dispositivos móveis. Solucioná-los é um passo fundamental para que aplicativos móveis sejam mais amigáveis ao usuário (tenham uma boa usabilidade). As 3 grandes áreas e suas subdivisões segundo o autor são:

1. Utilização do espaço da tela:
 - (a) Espaço da tela em geral – rolagem (*scroll*) horizontal;
 - (b) Interfaces de usuário flexíveis – manipulando caixas de diálogo lotadas quando o teclado do *software* é mostrado e escondido.
2. Mecanismos de interação:
 - (a) Manipulando entrada – mecanismos para inserir texto;
 - (b) Não usando a caneta (*stylus*) – interagindo com aplicativos sem usar a caneta.
3. *Design* em geral:
 - (a) Diretrizes – *design* que suporta a marca (identidade visual). É estético e utiliza o espaço da tela de forma otimizada;
 - (b) “Difícil de entender” – interação do usuário durante a espera da conclusão de operações de longa duração.

Dispositivos móveis *touchscreen* são todos aqueles que apresentam tela sensível ao toque e que, de acordo com a taxonomia de Schiefer e Decker [27], englobam grande parte dos tipos disponíveis atualmente, como por exemplo *smartphones* e *smartwatches*.

2.1.1 *Smartphones*

O termo *smartphone* se refere a uma combinação entre *feature phones* (telefones que tem algumas funcionalidades a mais do que somente às relacionadas a ligações telefônicas, menos funcionalidades que um *smartphone*) e computadores portáteis, ou seja, que possui uma tela com dimensões menores e um número menor de funcionalidades se comparado a um computador dessa categoria.

A principal forma de interação costuma ser por telas sensíveis a toque, realizada em sua maioria pelos dedos de uma pessoa ou por uma caneta especial, a fim de que os eventos sejam reconhecidos pelos dispositivos [25].

2.2 Usabilidade

De acordo com a literatura o termo usabilidade possui várias definições. A Organização Internacional para Padronização (ISO) juntamente com a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) define usabilidade na ISO/IEC 9241-11 [14], como: “até que ponto um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir as metas especificadas com eficácia (a precisão e integridade com as quais os usuários atingem as metas especificadas), eficiência (os recursos gastos em relação à precisão e completude com que os usuários alcançam metas) e satisfação (o conforto e a aceitabilidade do uso) em um contexto especificado de uso” [29].

Existem normas que definem o que é importante ser considerado em termos de usabilidade quando o objetivo é a qualidade de *software* durante o seu processo de desenvolvimento.

A ISO/IEC 9126-1 [30] descreve seis categorias de qualidade de *software* que são relevantes no processo de desenvolvimento de *software*, dentre as quais está a usabilidade definida basicamente como a facilidade de uso [30]. A ISO/IEC 14598 [31] no entanto disponibiliza um *framework* para a utilização do modelo ISO/IEC 9126-1 como forma de avaliação de produtos de *software* [31].

A ISO/IEC 25000 [32] é uma série de normas que veio para substituir e estender a ISO/IEC 9126 [30] e a ISO/IEC 14598 [31], com o principal objetivo de organizar, melhorar e unificar conceitos relacionados a dois grandes processos do desenvolvimento de *software*, que sejam a especificação dos requisitos de qualidade de *software* e a avaliação da qualidade de *software*, que são realizadas juntamente com o processo de medição de qualidade de *software* [32].

Usabilidade é considerada em todo padrão, e é mencionada especificamente também na DTR 25060 (*Common Industry Format (CIF)*) para usabilidade - Estrutura Geral para

Informações Relacionadas à Usabilidade) e na ISO 25062:2006 [33] (*Common Industry Format (CIF)* para relatórios de teste de usabilidade) [18].

Shackel e Richardson [34] definem usabilidade como sendo a capacidade em termos funcionais humano para um sistema ser usado de maneira fácil e eficiente pela faixa específica de usuários, oferecido treinamento especificado e o suporte ao usuário, a fim de atender a quantidade especificada de tarefas, dentro da quantidade especificada de cenários.

Seu conceito é bastante amplo na literatura, Nielsen, o pesquisador pioneiro da área, propôs em seu livro *Usability Engineering* [35] que a usabilidade é composta de um conjunto de paradigmas, princípios e atributos, com a finalidade de padronizar conceitos da área. Ademais definiu cinco atributos para caracterizá-la, que impactam na usabilidade geral e podem ser utilizados para auxiliar na avaliação de uma aplicação de *software*, quais sejam [18], [36]:

1. **Efficiency** - sistemas devem ser eficientes para serem utilizados, ou seja, o usuário deve ser capaz de realizar o maior número de tarefas por unidade de tempo ao utilizar o sistema. Quanto maior é a usabilidade, mais rápido conseguirá alcançar o seu objetivo e completar a sua tarefa;
2. **Learnability** - sistemas devem ser de fácil aprendizagem. Usuários devem ser capazes de aprender as principais funcionalidades do sistema e de ganhar proficiência para completar as suas tarefas ao utilizá-lo;
3. **Memorability** - sistemas devem ser fáceis de se lembrar, fazendo com que usuários casuais consigam utilizá-los mesmo após determinado período de ociosidade. Usuários devem ser capazes de utilizar o sistema sem que necessitem passar por um alta curva de aprendizagem novamente;
4. **Satisfaction** - o sistema deve ser agradável e garantida a satisfação subjetiva quando se utiliza o sistema;
5. **Errors** - sistemas devem ter uma taxa baixa de ocorrência de erros no momento que usuários os estão utilizando. Não estão relacionados a erros de sistema, mas sim à quantidade de erros que o usuário comete para se completar uma determinada tarefa.

Harrison et al. [1] defende que existam mais dois atributos de usabilidade que os propostos por Nielsen [35], de modo que impacta a usabilidade geral do aplicativo e, como tal, pode ser utilizado para auxiliar na avaliação da usabilidade do sistema. São

eles: eficácia, a capacidade do usuário em concluir a tarefa em um contexto específico, e o *Cognitive Load*, descrito na Seção 2.4.

Existem fatores que podem afetar a usabilidade de um sistema, são denominados fatores de usabilidade e podem impactar no *design* geral do produto e, em particular, podem afetar também a interação do usuário com a aplicação.

De acordo com Harisson et al. [1], existem três fatores de usabilidade que devem ser considerados:

1. **Usuário:** o usuário é um importante fator a ser considerado durante o processo de desenvolvimento, pois pode possuir limitações físicas, o que pode influenciar na forma como utiliza uma aplicação de *software*. Outro ponto importante é a experiência do usuário, se o mesmo está ou não acostumado à utilizar a aplicação, caso esse usuário venha a ter bastante experiência de uso ele pode querer utilizar uma interface mais direta e um pouco menos intuitiva para usuários novatos por exemplo, que provavelmente preferirão uma interface mais simples e intuitiva.
2. **Tarefa:** tarefa se refere ao objetivo que o usuário quer alcançar na utilização de uma aplicação. Um excesso de funcionalidades extras pode acarretar no aumento de sua complexidade, de modo a fazer com que sua usabilidade geral seja prejudicada, pois será mais difícil ao usuário completar o seu objetivo.
3. **Contexto de Uso:** contexto de uso se refere ao ambiente em que o usuário irá utilizar uma aplicação, ademais se refere a interação do usuário com outras pessoas e também com outros objetos (como por exemplo um dispositivo externo necessário para utilização da aplicação móvel). Existem alguns contextos de uso que podem influenciar na utilização de uma aplicação móvel, o trabalho apresentado por Bergman e Vainio [37], que discorre sobre a diminuição média na velocidade de caminhada quando o usuário utiliza uma aplicação móvel ao mesmo tempo dessa prática esportiva. Considerar o impacto que outras tarefas podem ocasionar, se executadas em paralelo à utilização de uma aplicação móvel, releva ser um fator importante a ser levado em consideração.

2.3 Avaliação Heurística

Heurísticas são sentenças escritas de forma geral que representam princípios ou reflexões que devem ser aplicadas à um interface de um sistema de *software mobile*, quando relacionados a usabilidade, por avaliadores que tenham experiência na área [38].

A avaliação heurística pode resultar em vários aprimoramentos para os aplicativos móveis; uma avaliação pode mostrar, por exemplo, que as aplicações devem incorporar a

possibilidade de ampliar o tamanho do texto, que as cores usadas devem ser neutras para melhorar o contraste e que os *links* devem ser mais óbvios e claramente identificados, além disso, a consistência da navegação e da colocação de ícones deve ser melhorada [39].

A avaliação heurística é um dos métodos de avaliação de usabilidade mais utilizado [29] e envolve a participação de especialistas de usabilidade, os quais analisam os elementos interativos de um sistema, de forma que são guiados por um conjunto estabelecido de princípios de usabilidade chamados de heurísticas [25].

Segundo Matera et al. [40], a avaliação heurística [41] está entre os Principais Métodos de Inspeção de Usabilidade (UIMs).

A avaliação heurística proposta por Nielsen [41] auxilia o inspetor em avaliações de usabilidade usando diretrizes. O processo de avaliação consiste em um grupo de avaliadores que examinam a Interface Gráfica do Usuário (UIM) usando heurísticas, que são uma coleção de regras que buscam descrever propriedades comuns de interfaces utilizáveis. Inicialmente, os inspetores examinam as GUIs em busca de problemas e, se uma for encontrada, ela é relatada e associada às heurísticas que ela violou. Depois, os inspetores podem classificar os problemas pelo seu grau de severidade.

Inostroza et al. [25] propõem que cada especialista, que irá realizar a avaliação heurística, inspecione a interface do usuário para identificar problemas de usabilidade de forma independente. Caso tenha vários avaliadores, esses devem ser organizados de forma que cada um realize a sua avaliação de forma independente dos demais, e quando todos finalizarem, possam compartilhar seus resultados. Essa restrição se faz necessária, pois dessa forma há a garantia de que as avaliações sejam independentes e imparciais uma da outra.

De acordo com Nielsen [13], para a realização das avaliações heurísticas, geralmente são requeridas entre 3 a 5 avaliadores, sendo que 3 usuários são considerados o mínimo necessário para que se encontre mais de 50% dos problemas em uma interface de usuário [42].

Os avaliadores durante a avaliação das heurísticas realizam a inspeção do produto várias vezes, com base nos elementos interativos e os compara com as que foram definidas como parâmetros. Por esses motivos, devem ser selecionadas de forma a levar em conta o contexto do produto que está sendo avaliado, seja ele um produto físico ou um *software*, de maneira que leve em consideração as suas particularidades.

2.3.1 Heurísticas de Usabilidade

As heurísticas de usabilidade focadas para sistemas *desktops* e *web* amplamente conhecidas são as dez heurísticas de Nielsen [4] que contemplam itens que buscam garantir, por exemplo, o *feedback*, a visibilidade do estado do sistema, o controle e a liberdade do usuário e a correspondência entre o sistema e o mundo real [43], quais sejam:

1. **Visibilidade do status do sistema:** o sistema deve sempre manter os usuários informados sobre o que está acontecendo, através de *feedback* apropriado dentro de um prazo razoável;
2. **Correspondência entre o sistema e o mundo real:** o sistema deve expressar a linguagem dos usuários, com palavras, frases e conceitos que lhe sejam familiares, em vez de termos orientados pelo sistema. Siga as convenções do mundo real, fazendo as informações aparecerem em uma ordem natural e lógica;
3. **Controle do usuário e liberdade:** os usuários geralmente escolhem as funções do sistema por engano e precisarão de uma “saída de emergência” claramente marcada para deixar o estado indesejado sem ter que passar por um diálogo extenso. Suporte desfazer e refazer.
4. **Consistência e padrões:** os usuários não devem questionar a si mesmo, se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa;
5. **Prevenção de erros:** ainda melhor do que boas mensagens de erro é um projeto cuidadoso que impede que um problema ocorra em primeiro lugar. Elimine as condições propensas a erros ou verifique-as e apresente aos usuários uma opção de confirmação antes de se comprometerem com a ação;
6. **Minimizar a carga de memória do usuário:** minimize a carga de memória do usuário, tornando os objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar das informações de uma parte do diálogo para outra. As instruções de uso do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que apropriado;
7. **Flexibilidade e eficiência de utilização:** os atalhos - nunca vistos pelo usuário iniciante - podem acelerar a interação do usuário especialista, de modo que o sistema possa atender a usuários inexperientes e experientes. Permitir que os usuários personalizem ações frequentes;
8. **Design estético e minimalista:** os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades relevantes de informação e diminui sua visibilidade relativa;
9. **Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros:** as mensagens de erro devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicar precisamente o problema e sugerir construtivamente uma solução;

10. **Ajuda e documentação:** em muitos casos é melhor o sistema ser utilizado sem documentação, mesmo assim, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação ao usuário. Qualquer informação do sistema deve ser fácil de pesquisar, focada na tarefa do usuário, listar etapas concretas a serem executadas e não ser muito extensa.

Embora as dez heurísticas de Nielsen [4] sejam as mais utilizadas pela literatura, no trabalho apresentado por Dourado e Canedo [7], em que é realizado uma revisão sistemática de literatura para encontrar as heurísticas de usabilidade voltadas para o contexto *mobile*, são encontradas três heurísticas de usabilidade adicionais às dez heurísticas de Nielsen [4], que objetivam alinhar melhor o conjunto de heurísticas para o contexto de aplicações móveis.

As Tabelas 2.1 e 2.2 comparam as heurísticas encontradas na revisão sistemática de literatura por Dourado e Canedo [7] com as de Nielsen [4], e como pode-se observar nas Tabelas 2.1 e 2.2, as heurísticas 12 e 13 são acrescidas e as heurísticas 7 e 8 são especificamente adaptadas para que o conjunto de heurísticas se adapte ao contexto de aplicações móveis.

Tabela 2.1: Heurísticas de Usabilidade [7], [4], Adaptado.

Heurística De Usabilidade para Mobile		Heurísticas de Nielsen	
ID	Nome	ID	Nome
1	Visibilidade do status do sistema	1	Visibilidade do status do sistema
2	Correspondência entre o aplicativo e mundo real	2	Correspondência entre sistema e mundo real
3	Controle e liberdade do usuário	3	Controle e liberdade do usuário
4	Consistência e padrões	4	Consistência e padrões
5	Prevenção de erros	5	Prevenção de erros
6	Minimizar a carga de memória do usuário	6	Minimizar a carga de memória do usuário
7	Customização e atalhos	7	Customização e atalhos
8	Eficiência de uso e desempenho		
9	<i>Design</i> estético e minimalista	8	<i>Design</i> estético e minimalista
10	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros	9	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros

Tabela 2.2: Heurísticas de Usabilidade [7], [4], Adaptado (Continuação).

Heurística De Usabilidade para Mobile		Heurísticas de Nielsen	
11	Ajuda e documentação	10	Ajuda e documentação
12	Interação agradável e respeitosa com o usuário	–	–
13	Privacidade	–	–

2.3.2 Avaliação Heurística para Dispositivos *Touchscreen*

A avaliação heurística pode conter heurísticas específicas ou generalistas, independente da escolha entre essas duas, a descrição da heurística deve ser de fácil entendimento e aplicação.

Heurísticas muito específicas tendem a se tornar muito difíceis de serem aplicadas em uma avaliação, em contrapartida as heurísticas mais generalistas, complementadas por outras mais específicas, tendem a funcionar melhor na maioria das vezes por não exigirem do avaliador conhecimento muito específico de um determinado contexto, como por exemplo, as heurísticas propostas por Inostroza et al. [25] que são generalistas no contexto de aplicações de dispositivos móveis, como *smartphones* com telas *touchscreen*.

Para avaliar a usabilidade de dispositivos *touchscreen* é importante considerar alguns aspectos particulares desses dispositivos que influenciam também em suas aplicações, como por exemplo, *smartphones*.

De acordo com Heo et al. [24], dispositivos móveis são sistemas portáteis de comunicação e informação, e as suas interfaces são influenciadas por 3 importantes aspectos:

1. Geralmente são utilizados pelas mãos do usuário;
2. São operados de forma sem fio;
3. Suportam novas aplicações por meio de uma conexão com a Internet.

De acordo com Lee et al. [26], outros aspectos podem ser considerados:

1. Os dispositivos têm tela de tamanho reduzido para exibir um conjunto grande de informações;

2. Botões usualmente apresentam mais de uma funcionalidade;
3. Os dispositivos tem a capacidade de processamento, bateria e memória interna limitadas.

2.4 *Cognitive Load*

De acordo com Feinberg e Murphy [44], pode-se definir a teoria do *Cognitive Load* como a quantidade necessária de “energia mental” para que uma pessoa processe uma determinada parcela de informação, de forma que à medida que essa quantia aumenta, há também o aumento da carga cognitiva em seus recursos mentais.

Quando a quantidade de informação e instrução excede a capacidade e limite do recurso mental de uma pessoa, ou seja, quando não consegue absorver mais nenhuma informação, dado o grande volume/quantidade de informações fornecidas [44].

Schildbach e Rukzio [45] apresentam um trabalho que faz um estudo comparativo entre usuários que utilizam uma aplicação móvel para completar tarefas de seleção de alvos (quando o usuário seleciona com êxito um alvo, o visual e o *feedback* tátil são fornecidos) e também de leitura, ambas com o usuário caminhando ao mesmo tempo em que executa as tarefas descritas.

De acordo com os resultados encontrados pelos autores, o desempenho dos usuários, ao executar as tarefas propostas, diminuem e o *cognitive load* aumentava significativamente. Além disso, constatou-se que aumento de tamanho dos alvos na tela do dispositivo poderia causar uma melhora na usabilidade, enquanto que na tarefa de leitura, um aumento do tamanho do texto não produzia melhores resultados de usabilidade, dado que a necessidade de rolagem do texto aumenta proporcionalmente.

No trabalho apresentado por Ahmad et al. [9], é proposto um conjunto de heurísticas de usabilidade para *smartphones*. *Cognitive Load* é definido pelos autores como a quantidade de esforço total na memória operacional, que é responsável pelo processamento da informação [46], de maneira a pontuar que o *Cognitive Load* alto pode levar o usuário ao erro [47] e o *Cognitive Load* baixo pode maximizar a satisfação e o desempenho do usuário [48].

Harrison et al. [1] referem-se ao *Cognitive Load* como a quantidade de processamento cognitivo necessário para que um usuário consiga utilizar uma aplicação de *software*. Nos estudos de usabilidade tradicionais supõe-se que quando o usuário, ao utilizar uma aplicação de *software*, ao executar apenas uma tarefa, pode se concentrar completamente nessa, pois é minimizada a carga da memória do usuário.

Cognitive Load, de acordo com Harrison et al. [1], é um atributo importante pois impacta diretamente e pode ser impactado pela usabilidade de uma aplicação. Por esse

motivo, este trabalho propõe um conjunto de heurísticas focadas em três fatores de usabilidade (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa), bem como foca no *Cognitive Load* como um atributo de usabilidade importante.

2.5 Trabalhos Correlatos

Dourado e Canedo [7] apresentam um conjunto de heurísticas de usabilidade para o contexto *mobile* e métricas utilizadas na execução de uma avaliação heurística baseada em uma RSL. Os autores realizaram uma avaliação heurística em uma aplicação *mobile*, o “Carona *Phone*”, de forma que aplicaram o conjunto de heurísticas proposto e por meio desse concluíram que seu trabalho é um modelo válido para orientar especialistas a avaliar a usabilidade de uma aplicação móvel.

Dourado e Canedo [7] propõem 13 heurísticas de usabilidade e em nenhuma delas o fator de usabilidade “Contexto de Uso” é considerado como algo que possa influenciar na avaliação da usabilidade de aplicativos móveis, assim como na proposta dos autores não há incluso, nas heurísticas propostas, sub-heurísticas de usabilidade, o que aponta as principais diferenças entre este trabalho e o proposto por Dourado e Canedo.

Salazar et al. [22] apresentam em seu trabalho uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que busca responder se existem heurísticas de usabilidade focadas para aplicações móveis. Segundo os autores, as heurísticas consideradas tradicionais não são adaptadas para incluir as novas formas de uso de aplicações em dispositivos móveis (como por exemplo dispositivos móveis *touchscreen*) e por isso não são indicadas para avaliar a usabilidade de aplicações desse contexto.

Foram analisadas as heurísticas de usabilidade propostas pelos trabalhos selecionados na RSL e desse modo os autores mapearam as heurísticas de cada qual juntamente com as heurísticas propostas por Nielsen [4]. 4 heurísticas adicionais à proposta de Nielsen foram encontradas, quais sejam: (1) – compatibilidade entre diferentes plataformas; (2) – minimizar a interação humano/dispositivo; (3) – Interação física e ergonômica; e (4) – legibilidade e layout.

Com isso pontuaram que a maioria das heurísticas dos trabalhos selecionados são semelhantes as heurísticas tradicionais (Seção 2.3.1) propostas por Nielsen, que não consideram de forma abrangente as características de dispositivos móveis quanto as suas limitações (por exemplo: físicas, tecnológicas, formas de utilização, funcionalidades e características de usuário e ambiente), de maneira que 7 dessas heurísticas são customizadas para o contexto *mobile* (heurísticas 1, 3, 4, 5, 7, 8 e 9 descritas na Seção 2.3.1).

Salazar et al. [22] propõem 14 heurísticas que contém dentre elas o fator de usabilidade “Contexto de Uso”, pelo fato de que na RSL foi selecionado o trabalho dos autores Billi

et al. [49] que também levam em consideração esse fator de usabilidade, dessa forma, esta dissertação se difere ao proposto por Salazar et al., principalmente por adicionar na proposta sub-heurísticas de usabilidade além de uma heurística voltada para a privacidade do usuário.

Kumar et al. [23] apresentam uma RSL na qual selecionaram 16 estudos, para auxiliar os autores a identificar heurísticas de usabilidade para aplicações *mobile* de aprendizagem, por meio disso, propõem 3 novas heurísticas ao modelo de Nielsen [4], quais sejam: (1) – comandos orientados por seleção; (2) – organização de conteúdo; e (3) – representação visual.

Com base nisso, foi conduzido um estudo de caso, no qual foi realizada em uma avaliação heurística de dois aplicativos, de forma que cada avaliador utilizou o conjunto de 10 heurísticas de Nielsen [4], acrescidas das 3 heurísticas propostas pelos autores, com o intuito de verificar se as que haviam sido propostas ajudariam a encontrar mais problemas de usabilidade durante a avaliação heurística.

Por fim, os autores concluíram que o modelo de Nielsen [4] com as 3 heurísticas propostas acrescidas, produziram melhor resultado durante a avaliação heurística de forma a serem identificadas pelos avaliadores uma quantidade maior de problemas de usabilidade.

Diferentemente de Salazar et al. [22] que utilizam as mesmas heurísticas de Nielsen [4] acrescidas de mais quatro heurísticas, Kumar et al. [23] não as customizam para serem aplicadas em um contexto de aplicações móveis e somente acrescenta três novas que são voltadas para esse contexto, ou seja, o presente trabalho tem como principais diferenciais: todas as heurísticas são voltadas para o contexto *mobile*, assim como sub-heurísticas de usabilidade e, também, o fator de usabilidade “Contexto de Uso” é incluído na proposta.

No trabalho apresentado por Miranda [8] é descrito um conjunto de 16 heurísticas focadas para dispositivos móveis, as quais são apresentadas nas Tabelas 2.3 e 2.4.

Além da proposta do conjunto de heurísticas, o trabalho realiza algumas avaliações heurísticas em diferentes aplicações móveis, que se caracterizam por serem de categorias diferentes e por conterem funcionalidades distintas, para a validação da proposta, quais sejam: *CNN*, *Amazon*, *TripAdvisor*, *Ebook Reader*, *Calendar*, *QR Code Scanner*, *Dropbox*, *Dictionary* e *Skype*. As aplicações foram testadas em diferentes dispositivos móveis para que o maior número de possíveis erros fossem descobertos, de forma a abranger mais de uma plataforma móvel, desse modo, o estudo utilizou os seguintes dispositivos:

- *Smartphone* Samsung Galaxy S4: rodando o sistema Android;
- *Tablet* iPad: rodando o sistema iOS;
- HTC Titan: rodando o Windows phone OS.

Tabela 2.3: Heurísticas Propostas por Miranda [8].

ID	Heurísticas
1	Visibilidade do status do sistema: o sistema deve manter os usuários informados sobre o que está acontecendo através do indicador visual dentro de algum tempo razoável.
2	Correspondência entre o sistema e o mundo real: o sistema deve falar o idioma do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares ao usuário, em vez de termos orientados pelo sistema. Segue as convenções do mundo real, fazendo as informações aparecerem em uma ordem natural e lógica.
3	Controle e liberdade do usuário: os usuários geralmente escolhem as funções do sistema por engano e precisarão de uma “saída de emergência” claramente marcada para deixar o estado indesejado sem ter que passar por um diálogo extenso. Precisa dar suporte a desfazer e refazer as opções.
4	Consistência e padrões: os usuários não devem se perguntar se palavras, situações ou ações diferentes significam a mesma coisa.
5	Prevenção de erros: melhor do que boas mensagens de erros é um projeto cuidadoso que evita a ocorrência de um problema. Elimine as condições propensas a erros ou verifique-as e apresente aos usuários uma opção de confirmação antes de se comprometerem com a ação.
6	Reconhecimento ao invés de lembrar: minimize a carga de memória do usuário, tornando objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma parte do diálogo para outra. As instruções de uso do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que apropriado.
7	Flexibilidade e eficiência de uso: atalhos - nunca vistos pelo usuário iniciante, podem acelerar a interação do usuário especialista, de modo que o sistema possa atender a usuários inexperientes e experientes. Permitir que os usuários personalizem ações frequentes.
8	Design estético e minimalista: os diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em um diálogo compete com as unidades de informação relevantes e diminui sua visibilidade.
9	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros: mensagens de erros devem ser expressas em linguagem simples (sem códigos), indicar precisamente o problema e sugerir construtivamente uma solução.
10	Ajuda e documentação: embora seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário fornecer ajuda e documentação. Qualquer informação desse tipo deve ser fácil de pesquisar, focada na tarefa do usuário, listar etapas concretas a serem executadas e não ser muito extensa.
11	Interrupções: um aplicativo deve permitir interrupções sem complicações. Em troca, o usuário deve encontrar o aplicativo em uma condição na qual ele foi deixado, para que o usuário possa continuar trabalhando sem problemas.
12	Tempos de espera: devem ser evitados longos períodos de espera durante a execução das tarefas em um aplicativo. O custo de interação deve ser reduzido o máximo possível.
13	Foco: a atenção do usuário do dispositivo móvel deve sempre estar focada no conteúdo essencial de um aplicativo. Precisa otimizar o texto, o que é apropriado para o público-alvo.
14	Alegria de uso: a diversão/alegria não deve se referir apenas às emoções positivas, mas também deve conter um conceito de aplicação para evitar a experiência negativa do usuário.

Tabela 2.4: Heurísticas Propostas por Miranda [8] (Continuação).

ID	Heurísticas
15	Não minta para o usuário: elimine links errôneos ou enganosos. Não se refira a informações ausentes.
16	Lidar adequadamente com a orientação da tela: Certifique-se de que os itens apareçam no local adequado e não demore muito para renderizar novamente, e na orientação, se os itens não estão cortados ou cobertos.

O autor [8] conclui que com a popularização de dispositivos móveis, como os *smartphones*, uma boa usabilidade em uma aplicação de *software mobile* é característica que distingue uma solução de *software* bem-sucedida das demais e que buscar usabilidade de excelência em uma aplicação deve ser algo a ser considerado durante o desenvolvimento.

O trabalho apresentado reforça que a avaliação heurística é um método adequado para avaliar a usabilidade de aplicativos de dispositivos móveis, e que o conjunto de heurísticas propostas em sua pesquisa pode ser melhorado para que mais erros de usabilidade possam ser encontrados através desse método.

Os principais diferenciais deste trabalho para o de Miranda são: proposta de sub-heurísticas de usabilidade e inclusão do fator de usabilidade “Contexto de Uso”.

No trabalho apresentado por Harrison et al. [1], é proposto um modelo de usabilidade chamado PACMAD (*People at the Centre of Mobile Application Development*) que foi projetado para resolver as limitações que os autores afirmam existir no modelos de usabilidade tradicionais focados para aplicações *desktop*, em relação a dificuldade em conseguir lidar com os novos problemas de usabilidade que surgiram com o advento dos dispositivos móveis, quando aplicados nesse contexto.

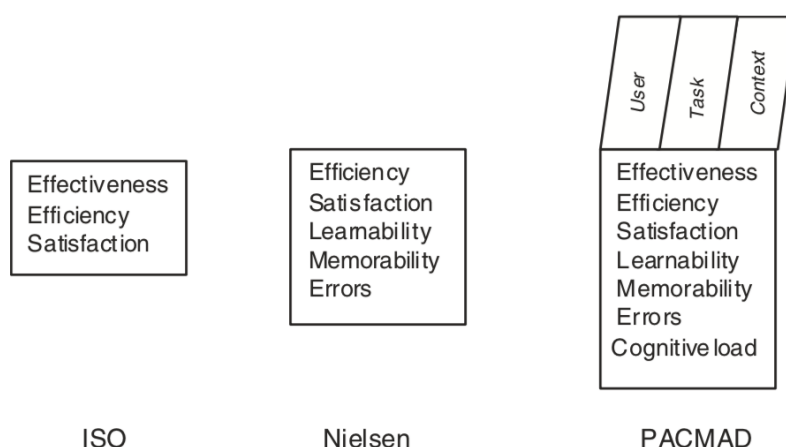


Figura 2.1: Comparativo dos Modelos de Usabilidade [1].

Harrison et al. [1] compara o seu modelo com ou outros propostos pela ISO 9241 [50] e por Nielsen [13], conforme apresentado na Figura 2.1. O PACMAD incorpora os atributos

de ambos e adiciona o *Cognitive Load* como um atributo de usabilidade para aplicações móveis.

Ademais, o PACMAD propõe três fatores de usabilidade, o *User*, *Task* e o *Context of Use*, que os autores defendem ser importantes ao desenvolver uma aplicação móvel, pois pode impactar na interface final do sistema.

Harrison et al. [1] não propõem heurísticas de usabilidade em seu modelo, inclusive apontam isso como uma proposta de pesquisa, mas propõe importantes questões a serem considerados ao avaliar a usabilidade de uma aplicação *mobile* como os fatores (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa) e os atributos (Efetividade, Eficiência, Satisfação, Aprendibilidade, Memorabilidade, Erros e *Cognitive Load*) de usabilidade que estão incorporados no presente trabalho.

Gómez et al. [51] propõem uma lista de heurísticas focada para *smartphones*, no qual identifica as principais limitações no processo de desenvolvimento de uma interface para dispositivos móveis, quais sejam: instalações de entrada/saída limitadas, mobilidade e contexto variável, tipo de tarefas, acesso multi-dispositivo, capacidade de processamento e potência limitadas, e adoção.

Com base em alguns estudos, que contêm várias heurísticas e sub-heurísticas gerais, e baseado principalmente no trabalho de Torrente [52], os autores chegaram a um conjunto de 13 heurísticas gerais de usabilidade e, para cada heurística, propôs sub-heurísticas específicas para o âmbito de aplicações móveis no contexto de *e-commerce*, antes pontuando também sub-heurísticas focadas para o contexto geral de aplicações de *software*, dado que defende que as sub-heurísticas tradicionais focadas para aplicações de computadores não se adéquam para a melhor detecção de problemas específicos de usabilidade no contexto *mobile*.

Os autores concluem que o conjunto de heurísticas e sub-heurísticas contribuem para que sejam evitados problemas de usabilidade não identificados durante o desenvolvimento da aplicação, mesmo com desenvolvedores não especializados na realização de uma avaliação heurística.

O presente trabalho também propõe sub-heurísticas focadas para o contexto *mobile*, mas são direcionados para aplicações móveis de forma geral e não para aplicações *e-commerce* como o proposto por Gómez et al. [51], além de que incluiu o fator de usabilidade “Contexto de Uso” foi incluído como o principal diferencial do conjunto de heurísticas de usabilidade proposto.

Ahmad et al. [9] propõem uma lista de diretrizes para aplicações móveis multiplataformas e de diferentes gêneros. Defendem que as diretrizes de usabilidade podem ser classificadas em três conjuntos distintos: diretrizes específicas de alguma plataforma, específicas de gênero e genéricas.

As diretrizes específicas são voltadas para sistemas operacionais (por exemplo: Android OS e iOS), de maneiras que são exclusivas de cada plataforma, as diretrizes específicas de gênero são aquelas que são exclusivas de algum gênero de aplicativo, como por exemplo, aplicativos de saúde, jogos e etc; diretrizes genéricas são aquelas voltadas para aplicações *desktop*, mas pela sua natureza, podem ser utilizadas também para aplicações móveis.

Na proposta dos autores, as diretrizes propostas são subdivididas em sete grandes grupos, conforme apresentado nas Tabelas 2.5 e 2.6, quais sejam: Navegação, Conteúdo, Tratamento de Erros, Método de Entrada, Uso Equitativo, Carga Cognitiva e *Design*.

Esta dissertação apresenta heurísticas genéricas e inclui a privacidade dos dados do usuário como um “grande grupo”, de forma que faz um paralelo com o trabalho de Ahmad et al. [9], além de incluir o fator de usabilidade “Contexto de Uso” e as sub-heurísticas como os principais diferenciais.

Tabela 2.5: Diretrizes de Usabilidade Proposta por Ahmad et al. [9].

Grupos	Diretrizes
Navegação	Use uma navegação consistente e clara; Forneça botões visíveis e bem definidos; Reduza a navegação fornecendo uma hierarquia de menus; Minimize a rolagem de tela por meio de botões de pesquisa; Tratamento de erro.
Conteúdo	Não utilize objetos que forneçam significados diferentes; Evite o uso de objetos que se movimentam rápido e de animações; Forneça <i>thumbnails</i> em cada página; Itens visitados devem ser distinguíveis; O conteúdo deve ser breve e específico; Utilize termos que são relacionados ao mundo real.
Tratamento de erro	Mensagens de erros devem ser simples e fáceis de seguir; Forneça prevenção de erros confirmando antes de cometer uma ação.
Método de entrada	Minimizar o número de toques na tela enquanto ocorre a entrada de dados.
Uso equitativo	Forneça a mesma funcionalidade para diferentes orientações e tamanho de tela;

Tabela 2.6: Diretrizes de Usabilidade Proposta por Ahmad et al. [9] (Continuação).

Grupos	Diretrizes
	Forneça gráficos relevantes e assistência de voz.
Carga cognitiva	O status do sistema deve ser visível por meio de um <i>feedback</i> apropriado; Passos ou ações, similares ou mínimos, devem ser requeridos para se completar uma tarefa; Forneça informações, em módulos, pequenas e homogêneas para que se evite uma carga cognitiva.
Design	O <i>design</i> deve ser atrativo, mas evite utilizar muitas cores e animações; O contraste de cor de fundo e conteúdo de primeiro plano deve ser visível; Evite estilos de fontes extravagantes; O <i>design</i> deve ser simples e deve seguir convenções; Limite a tela e forneça o título da tela; Aumente o toque físico direto para aumentar a satisfação do usuário.

Os trabalhos correlatos aqui identificados e relatados, apresentam diretrizes e heurísticas de usabilidade para aplicações móveis focadas no usuário e nas tarefas que o usuário venha a desempenhar ao utilizar uma determinada aplicação. De acordo com Harrison et al. [1], são poucos os trabalhos de usabilidade que consideram o contexto de uso como fator de usabilidade. Defendem ainda que possam existir uma lacuna na literatura acerca deste assunto. Desse modo, esta dissertação propõe um conjunto de heurísticas de usabilidade que considerem o Usuário, a Tarefa e o Contexto de Uso, como fatores de usabilidade de maneira que objetiva contribuir para a minimização dessa possível lacuna existente.

2.6 Síntese do Capítulo

Este capítulo apresentou os conceitos necessários para o entendimento do contexto desta dissertação, os quais foram: **Dispositivos móveis** – dispositivos que rodam aplicações móveis, sendo apresentado também o conceito de *smartphone* (uma vez que o foco está em aplicações que são executadas em *smartphones* com uma tela sensível a toque); **Usabilidade** – conceito relacionado ao quão fácil é para o usuário utilizar um aplicativo;

Avaliação heurística – forma de avaliação para atestar a qualidade da usabilidade de uma aplicação, no contexto móvel ou não e ***Cognitive Load*** – que é a quantidade de processamento cognitivo necessário para que um usuário consiga utilizar uma aplicação de *software*. Além disso, foram apresentados alguns trabalhos correlatos à este, mostrando os seus principais diferenciais.

O Capítulo 3 apresenta a Revisão Sistemática de Literatura, que teve como objetivo identificar as heurísticas de usabilidade voltadas para o contexto de aplicações móveis, já propostas na literatura, assim como identificar as principais métricas utilizadas durante avaliações heurísticas.

Capítulo 3

Revisão Sistemática de Literatura

Neste trabalho é utilizada a Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

A RSL é um *framework* que tem por objetivo proporcionar uma forma de identificar, analisar e interpretar pesquisas relevantes para determinada questão de pesquisa, área de conhecimento ou fenômeno de interesse [2].

Os estudos que contribuem para responder as questões de pesquisa de uma revisão sistemática são chamados de estudos primários [2]. A RSL é uma forma secundária de estudo que procura identificar e analisar pesquisas relevantes para uma determinada questão de pesquisa.

As principais características que diferem a RSL de uma revisão de literatura convencional são [2]:

- Uma revisão sistemática é iniciada quando ocorre a definição de um protocolo de revisão que especifique as questões de pesquisa e os métodos que serão utilizados durante a sua condução;
- Uma revisão sistemática é baseada na definição de uma estratégia que visa detectar as possíveis pesquisas mais relevantes na literatura, bem como documentá-las para que leitores tenham acesso ao seu rigor e completude;
- Uma revisão sistemática requer explicitamente os critérios de inclusão e exclusão dos potenciais estudos primários;
- Uma revisão sistemática especifica a informação a ser obtida dos estudos primários, incluindo os critérios de qualidade que serão utilizados para a avaliação dos trabalhos.

O principal objetivo desta RSL foi o de identificar estudos primários que propunham um conjunto de heurísticas de usabilidade voltadas para o contexto de aplicações móveis,

de modo a contribuir para que sejam identificadas quais são as novas heurísticas propostas para esse contexto que levam em consideração os fatores e atributos de usabilidade propostos por Harrison et al. [1], e com base nisso, fundamentar a proposta do conjunto de heurísticas de usabilidade deste trabalho. Como nenhum trabalho foi identificado de modo que tivesse uma RSL conduzida seguindo os mesmos critérios estabelecidos no presente trabalho, essa foi a motivação considerada para a realização de uma nova RSL nessa dissertação.

Durante a realização desta RSL foram seguidas as fases de Planejamento, Condução e Publicação de Resultados, conforme definido no trabalho apresentado por Kitchenham [2]:

1. **Planejamento da Revisão:** definir a necessidade de uma revisão sistemática; definir as questões de pesquisa; definir o protocolo de revisão: fontes de dados, estratégia e termos de pesquisa, critérios de seleção e qualidade dos estudos, extração e síntese de dados;
2. **Condução da Revisão:** o protocolo definido é aplicado e faz com que os trabalhos sejam selecionados e analisados, as questões de pesquisa respondidas e os resultados apresentados;
3. **Publicação dos Resultados da Revisão:** ocorre a documentação e divulgação dos resultados obtidos.

A Figura 3.1 apresenta as fases e atividades realizadas em cada uma das etapas da RSL.

A ferramenta StArt (State of the Art through Systematic Review) [53], foi utilizada para auxiliar na execução das etapas de planejamento e condução dessa Revisão Sistemática de Literatura.

Em complemento a RSL, foram também utilizadas outras duas técnicas complementares: a Busca Manual e o *Snowballing*, conforme protocolo de condução adotado e apresentado na Figura 3.2. Essas duas técnicas serão detalhadas respectivamente, nas Seções 3.3.1 e 3.3.2.

3.1 Questões de Pesquisa

Com o objetivo de direcionar a revisão sistemática de literatura, foram definidas as questões de pesquisa e suas motivações, as quais são descritas na Tabela 3.1 e respondidas nas seções subsequentes deste capítulo.

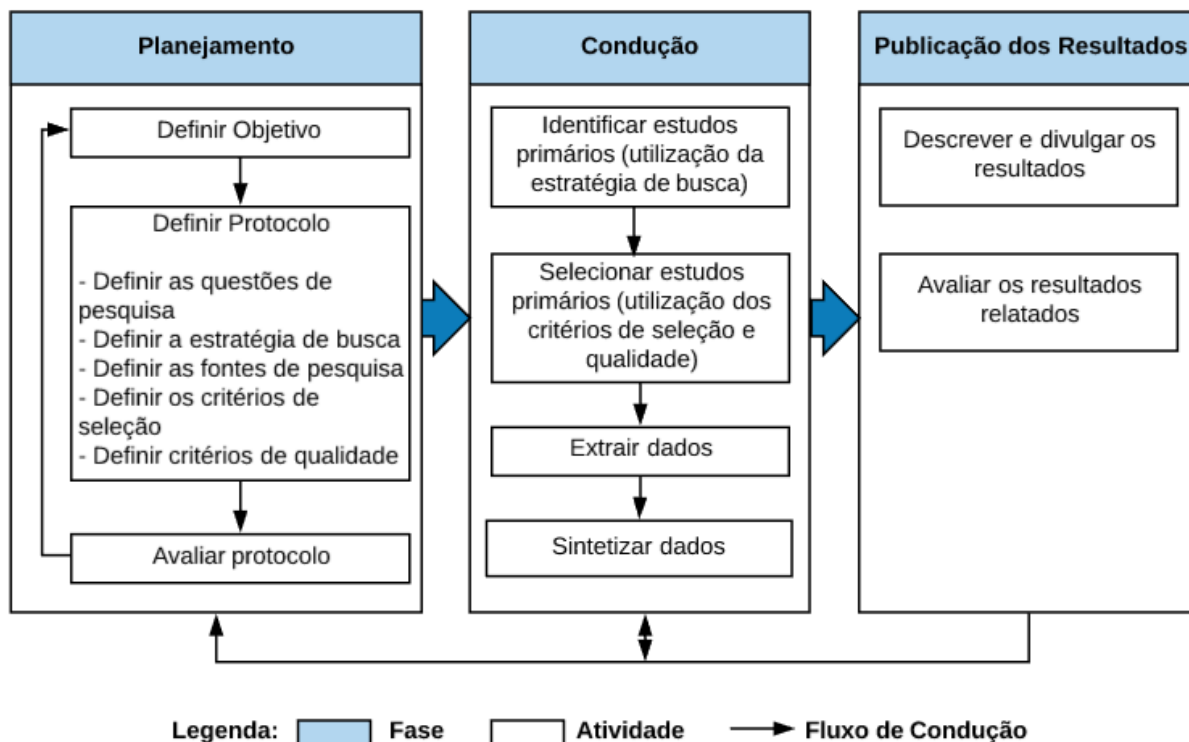


Figura 3.1: Fases e Atividades da Revisão Sistemática de Literatura [2], [3].

Tabela 3.1: Questões de Pesquisa (QP) e a Motivação para cada QP.

Questão de Pesquisa (QP)	Motivação
QP.1. Quais as heurísticas que são utilizadas, no contexto de aplicações <i>mobile</i> , para avaliação da qualidade do produto?	Identificar na literatura as heurísticas de usabilidade utilizadas para avaliar a qualidade de aplicações móveis.
QP.2. Quais são as heurísticas de usabilidade utilizadas, no contexto de aplicações <i>mobile</i> , que consideram os fatores de usabilidade: usuário (suas características), tarefa (objetivo do usuário a ser alcançado na utilização da aplicação) e contexto de uso da aplicação?	Identificar as heurísticas de usabilidade que incorporem os fatores de usabilidade proposto por Harrison et al. [1].
QP.3. Quais são as métricas utilizadas em uma avaliação heurísticas no contexto de aplicações <i>mobile</i> ?	Identificar as métricas que são utilizadas para a avaliação heurística.

3.2 Protocolo de Pesquisa Adotado

A revisão sistemática de literatura seguiu rigorosamente as atividades do protocolo de revisão adotado neste trabalho (Figura 3.2), quais sejam:

1. **Aplicar a *String* de busca nas bases de pesquisa:** aplicar uma *String* definida com as principais palavras-chave relacionadas a usabilidade *mobile* nas bases digitais.

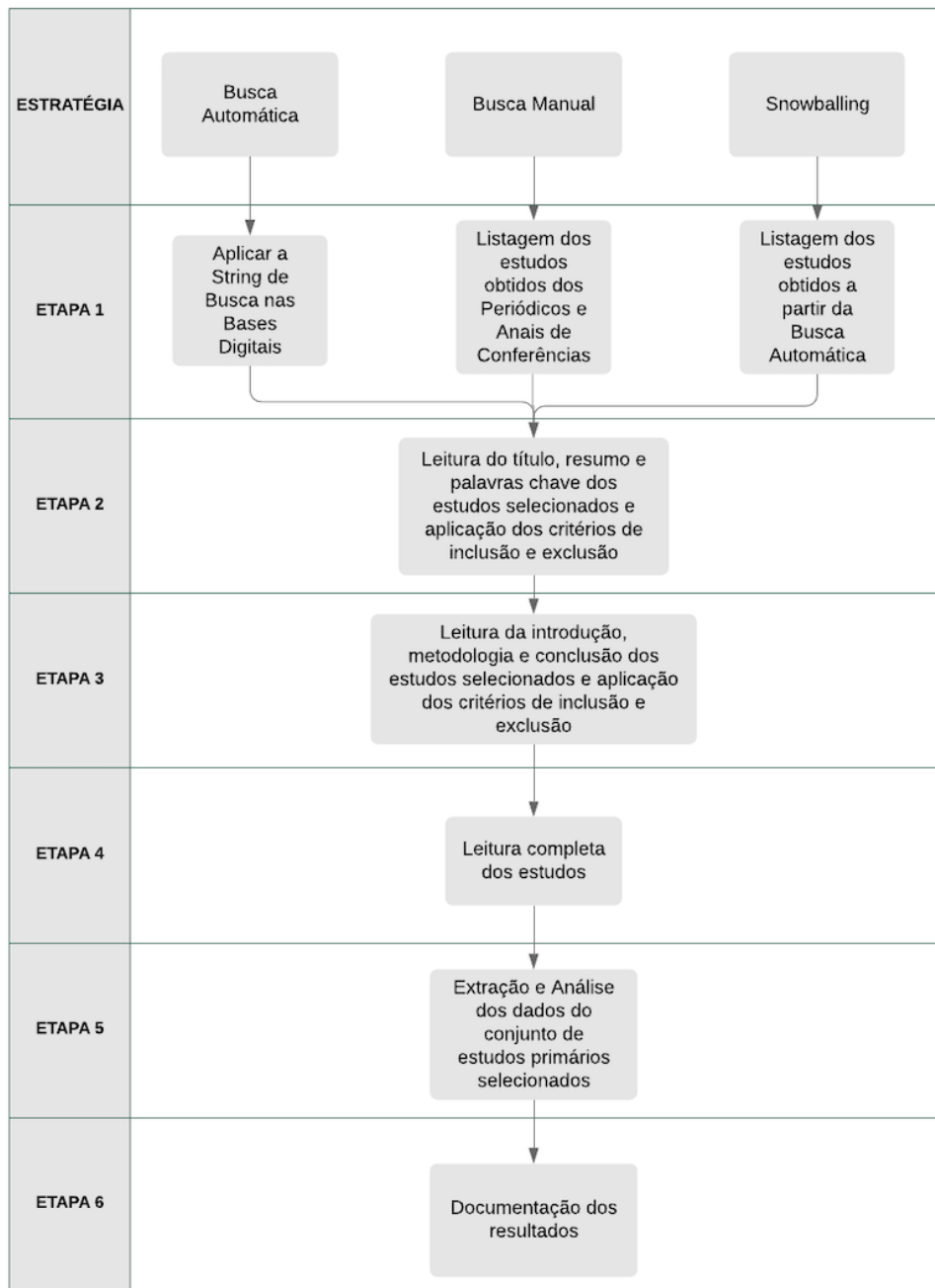


Figura 3.2: Etapas da Estratégia de Pesquisa Adotada.

Esta atividade será detalhada na Seção 3.4;

2. **Realizar a leitura do título, resumo e das palavras-chaves:** verificar se o conteúdo do artigo está de acordo com os critérios estabelecidos de seleção e de exclusão;
3. **Aplicar os critérios de seleção e exclusão:** aplicar os critérios de seleção e exclusão adotados nos artigos selecionados e verificar se estão de acordo com os

critérios estabelecidos. Esta atividade será detalhada na Seção 3.4.1;

4. **Realizar a leitura completa dos artigos selecionados:** o objetivo dessa etapa é verificar se o artigo responde as questões de pesquisa que foram definidas, bem como se estão de acordo com os critérios de seleção e exclusão dos artigos. Caso o artigo não atenda aos critérios, o mesmo será excluído após a sua leitura completa;
5. **Extração dos dados:** realizar a seleção dos artigos que respondem as questões de pesquisa definidas e extrair os dados pertinentes;
6. **Análise dos dados:** organizar os dados obtidos na RSL e criar um relatório completo. Esta atividade será detalhada na Seção 3.5;
7. **Apresentar o relatório final com os resultados obtidos:** responder as questões de pesquisa definidas com base nos estudos primários selecionados pela RSL.

3.3 Estratégia de Busca

A estratégia de pesquisa envolveu o uso da Busca Automática, que consiste na pesquisa através de uma *String* de busca em bases de dados digitais [54], seguida da Busca Manual, que consistiu em uma procura de trabalhos em anais de Conferências, *Journals* ou Revistas específicas [3]; além disso, foi aplicado o *Snowballing* [7].

A Busca Automática foi realizada em 5 bases de dados digitais, selecionadas por possuírem um considerável volume de trabalhos publicados em periódicos e conferências da área de conhecimento de usabilidade, foco desta RSL, quais sejam:

- Biblioteca Digital ACM;
- IEEEExplore;
- Science Direct;
- Scopus;
- SpringerLink.

3.3.1 Busca Manual

A Busca Manual foi realizada de modo a analisar os títulos e resumos de estudos publicados em Anais de Conferências e *Journals*, que tratam de Interação Humano-Computador, para que artigos importantes não encontrados pela busca automática pudessem ser selecionados caso necessário.

Para a eleição dos trabalhos considerados potencialmente relevantes, foram aplicados os mesmos critérios de seleção utilizados na Busca Manual, definidos na Seção 3.4.1.

As conferências e periódicos consultados nesta pesquisa são apresentados na Tabela 3.2 e foram selecionados por possuírem importantes publicações na área de conhecimento tema.

Tabela 3.2: Conferências e Periódicos Consultados na Busca Manual.

Sigla	Conferência / <i>Journal</i>
HCI	<i>International Conference on Human-Computer Interaction</i>
CHI	<i>Conference on Human Factors in Computing Systems</i>
JCHB	<i>Computer in Human Behavior</i>
IJHCS	<i>International Journal of Human-Computer Studies (print)</i>

3.3.2 *Snowballing*

Os trabalhos selecionados pela *String* de busca nas bases de dados podem apresentar resultados com algumas limitações, seja pela falta de palavras-chave ou sinônimos na *String*, ou pela não seleção de uma base de dados que poderia retornar trabalhos importantes da área em questão, ou até mesmo pela forma no qual a *String* foi definida, o que pode afetar os resultados obtidos na condução de uma RSL [55].

Com o objetivo de minimizar a perda de importantes trabalhos, optou-se por utilizar o conjunto de instruções do *snowballing*, proposto por Wohlin e Prikladniki [55], que consiste na revisão das referências bibliográficas dos artigos selecionados, pela busca automática e manual, com o objetivo de selecionar trabalhos importantes relacionados a interação humano-computador que eventualmente não foi selecionado pelas outras estratégias de busca definidas.

Os passos empregados para a aplicação dessa técnica foram:

1. Utilizar os artigos selecionados pela busca automática e manual como o conjunto inicial de estudos selecionados.
2. Checar as referências bibliográficas dos estudos, de forma a identificar os autores, dado que provavelmente terão outros trabalhos relevantes publicados na área de pesquisa em questão;
3. Com base nos estudos encontrados, verificar os que citam esses mesmos trabalhos.

3.4 *String* de Busca

Para responder as questões de pesquisa propostas na Tabela 3.1, a definição da *String* de Busca é um passo necessário para realizar a pesquisa nas bases científicas digitais.

A construção dela consiste na identificação de palavras-chave, a partir das questões de pesquisa, e utiliza conectores *AND* para combinar palavras-chave e *OR* para combinar termos sinônimos.

A definição da *String* de Busca foi definida de acordo com o conjunto de critérios PICO [56], que consiste em: P (população) – estabelece o foco da pesquisa; I (intervenção) – delimita o foco da pesquisa dentro de um escopo mais amplo; C (comparação) – identifica alternativas e compara com a delimitação realizada na intervenção; e O (resultados/*outcomes*) – lista o que se pretende realizar, medir, melhorar ou afetar em relação à população [3], [56].

- **População:** a população definida foi usabilidade no contexto *mobile*. Para procurar a população, foram utilizadas as palavras-chave: *Usability*, *Smartphone* e *Mobile*.
- **Intervenção:** a intervenção visou identificar e apresentar os atributos de usabilidade e as heurísticas de avaliação. Para isso foram utilizadas as palavras-chave: *Mobile Applications*, *Usability Guidelines*, *Mobile Heuristics* e *Heuristic Evaluation*.
- **Comparação:** o foco do estudo não abrangeu a realização de estudos comparativos, desse modo, essa técnica não foi utilizada na estratégia de pesquisa, nem na formação da *String* de Busca.
- **Resultado:** houve a procura de trabalhos relacionados tanto à heurísticas de usabilidade, como a modelos de usabilidade. Assim, foram avaliados trabalhos que continham palavras-chave, dentre as quais: *Usability Heuristics* e *Usability Model*.

A partir da definição desses critérios, foi definida a seguinte *String* de Busca, segundo a qual fora aplicada nas bases digitais:

((“smartphone” OR “mobile” OR “usability”) AND (“usability heuristics” OR “heuristic evaluation” OR “usability guidelines”) AND TITLE-ABS-KEY(“heuristics” OR “mobile applications”)).

3.4.1 Critérios de Seleção (Inclusão e Exclusão)

Foram definidos critérios de seleção para incluir e excluir um estudo primário pré selecionado pela sua respectiva estratégia de busca (Figura 3.3). Dessa forma, foram definidos os critérios de inclusão e exclusão para selecionar trabalhos mais relevantes, que objetivassem responder as questões de pesquisa.

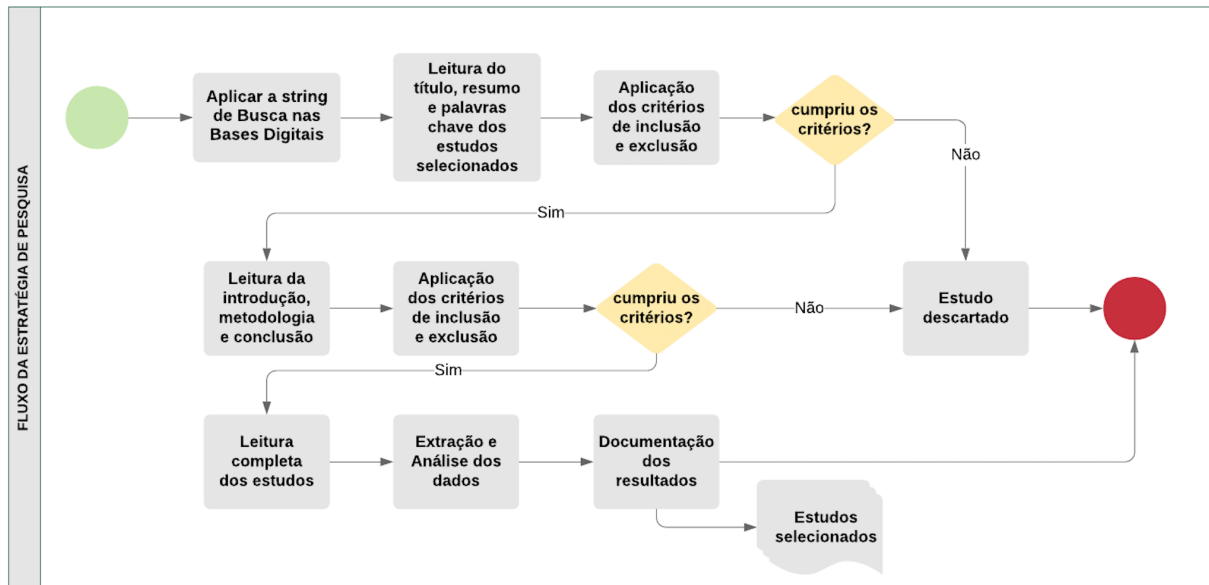


Figura 3.3: Fluxograma da Estratégia de Pesquisa Adotada.

Os critérios de inclusão foram definidos para selecionar estudos que se adequassem às necessidades desta pesquisa, os quais foram:

1. Trabalhos científicos que detalhassem heurísticas de usabilidade para aplicações móveis;
2. Trabalhos que relatassem estudos empíricos de avaliações heurísticas de aplicações móveis;
3. Trabalhos de pesquisa que propusessem ou utilizassem uma métrica para avaliação de heurísticas de usabilidade para aplicações móveis;
4. Trabalhos publicados entre 2009 e 2019. Entretanto fontes clássicas com definições (livros com conceitos clássicos ou artigos pioneiros) também puderam ser considerados;
5. Trabalhos publicados em fontes científicas, como anais de congressos e periódicos, uma vez que essas publicações tiveram seu conteúdo revisado por outros pesquisadores independentes (*peer review*);
6. Trabalhos de pesquisa escritos em Português ou Inglês.

Os trabalhos foram excluídos baseado nos seguintes critérios:

1. Trabalhos fora do escopo desta pesquisa;

2. Trabalhos de pesquisa que não relatassem, ou referenciassem, heurísticas ou métricas para avaliação de heurísticas fundamentadas de forma empírica;
3. Trabalhos de pesquisa que focassem em aplicações *desktop*, *web* ou jogos (incluindo jogos *mobile*);
4. Trabalhos de pesquisa que não estivessem relacionados a área da Computação ou Engenharia de Software;
5. Trabalhos de pesquisa publicados como *Short Paper*.

3.4.2 Critérios de Qualidade

A avaliação da qualidade dos estudos identificados após a execução da estratégia de busca, possibilitou a seleção dos artigos considerados relevantes para compor a RSL.

Os critérios adotados foram:

1. Execução da estratégia de pesquisa envolvendo as buscas automática e manual. Com isso uma lista preliminar de estudos foi gerada, de maneira que com o auxílio da ferramenta StArt foi possível descartar os trabalhos duplicados;
2. Identificação de estudos potencialmente relevantes, com base na leitura do título, resumo e palavras chaves. Neste passo foi possível descartar estudos fora do escopo dessa pesquisa. Em caso de dúvida sobre a permanência de algum estudo na RSL, o próximo passo auxilia nesta definição;
3. Leitura da introdução, metodologia e conclusão dos trabalhos pré-selecionados, de forma a reaplicar os critérios de inclusão e exclusão;
4. Os trabalhos selecionados foram lidos por completo e o volume de artigos resultantes neste passo foram utilizados para compor a RSL e as auxiliar nas respostas às questões de pesquisa;
5. Durante a condução desta RSL, a atividade de busca foi documentada para garantir a transparência e permitir que os leitores possam verificar sua completude e abrangência.

3.5 Coleta dos Dados

Esta Seção apresenta os resultados encontrados a partir da execução da revisão sistemática de literatura e provê as respostas para as questões de pesquisa que foram definidas na Tabela 3.1.

3.5.1 Resultados

Foram extraídos os dados das publicações selecionadas para análise e interpretação, por meio da estratégia de busca adotada, com a finalidade de responder a cada uma das questões de pesquisa.

Por meio da estratégia de busca automática aplicada nas bases de dados selecionadas, de um total de 137 artigos retornados a partir da *String* de Busca, após a leitura do título, resumo e das palavras-chave foram selecionados 30 artigos e excluídos 107 (Etapa 2 da Figura 3.4). Posteriormente, foram realizadas as etapas 3 e 4 do protocolo de pesquisa adotado (Figura 3.2), que resultou na seleção de 10 artigos para responder as questões de pesquisa e na exclusão de 20 artigos.

Dessa forma, as etapas 4, 5 e 6 do protocolo de pesquisa adotado foram executadas, o que cominou na leitura completa dos **10 estudos primários**, os quais são listados na Tabela 3.3, de acordo com a base de dados.

Tabela 3.3: Artigos/Estudos Selecionados na Busca Automática por Base de Dados.

Base de Dados	Referência	Total
Biblioteca Digital ACM	[18], [57], [20], [58]	4 artigos
IEEEExplore	[36], [59] e [60]	3 artigos
Science Direct	[5]	1 artigo
Springer	[49] e [61]	2 artigos

Após a seleção dos artigos pela estratégia de busca automática, 1 artigo foi selecionado a partir da busca manual e 1 através do *Snowballing*, totalizando **12 estudos primários** para a extração de dados por meio da revisão sistemática de literatura (Figura 3.4).

Tabela 3.4: Artigos/Estudos Selecionados por Estratégia de Busca.

Estratégia de Busca	Referência	Total
Busca Automática	[18], [57], [20], [58], [36], [59], [60], [5], [49] e [61]	10 artigos
Busca Manual	[62]	1 artigo
<i>Snowballing</i>	[51]	1 artigo

A extração das informações para compor o resultado da RSL ocorreu através da leitura completa dos 8 artigos selecionados (Tabela 3.5) e, dessa forma, foi possível elaborar as respostas para as questões de pesquisa definidas nesta dissertação.

As colunas da Tabela 3.5 são compostas pelos seguintes campos: **ID** - coluna identificadora dos estudos selecionados; **Título do Artigo** - que contém o título do estudo primário; **Ref** - para apresentar o número da referência bibliográfica do trabalho; **Ano** - refere-se ao ano de publicação do estudo primário; **Tipo** - para identificar se a publicação

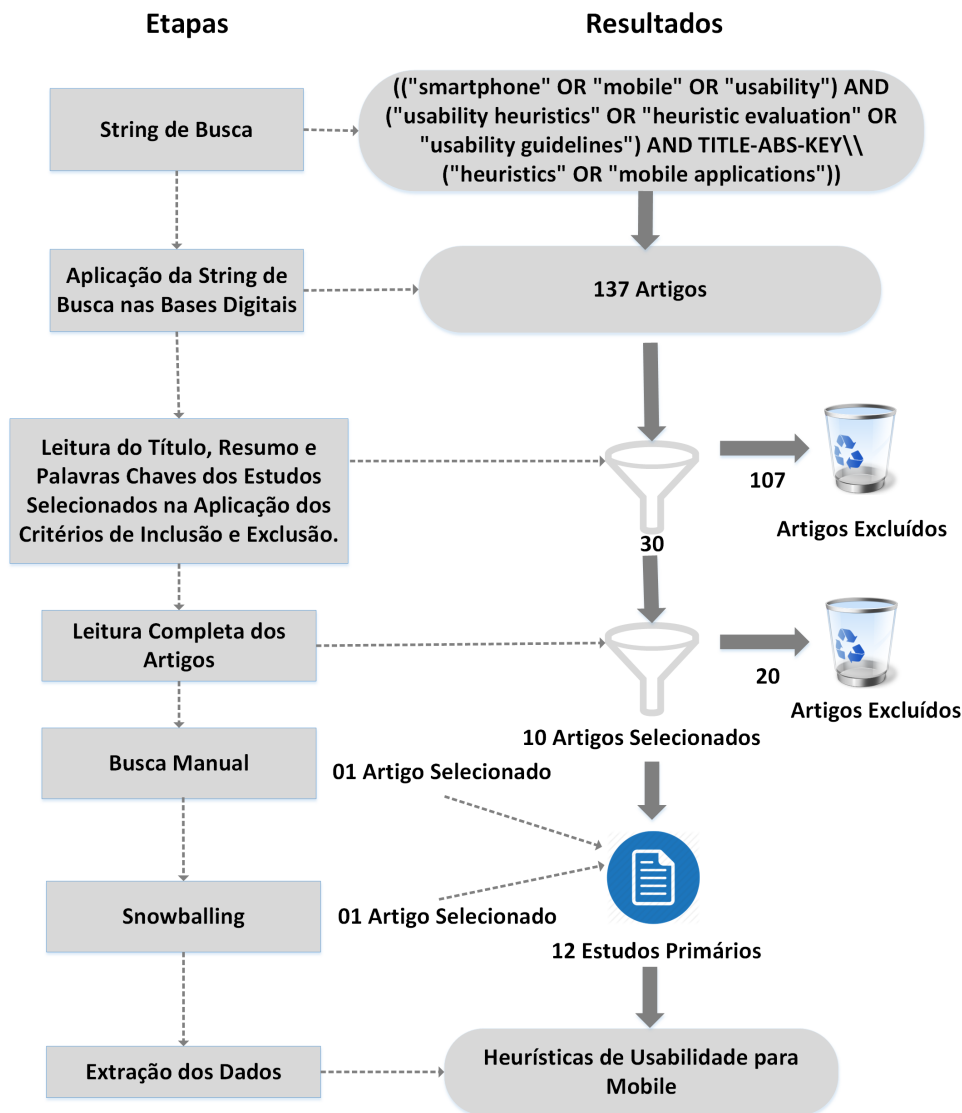


Figura 3.4: Resultado da Seleção dos Trabalhos.

ocorreu em **C** - Anais de congressos/conferências ou **P** - periódicos/*journals*; **QP** - com a informação de qual questão de pesquisa foi respondida com o uso do trabalho identificado.

QP1 - Quais as heurísticas que são utilizadas, no contexto de aplicações *Mobile*, para avaliação da qualidade do produto?

O trabalho **E1** de Billi et al. apresenta um conjunto de 8 heurísticas de usabilidade gerais voltadas para o contexto *mobile* (primeira linha da Tabela 3.6). Os autores afirmam que heurísticas tradicionais, como por exemplo, as de Nielsen [4], não lidam com a mudança de contexto e por isso novas heurísticas são necessárias para que melhores resultados em uma avaliação heurística sejam alcançados em relação a avaliar aplicações móveis. O trabalho **E12** de Caro-Alvaro et al. utiliza as mesmas 8 heurísticas de usabilidade propostas por

Tabela 3.5: Artigos/Estudos Primários Seleccionados para a Coleta de Dados.

ID	Título do Artigo	Ref	Ano	Tipo	QP
E1	<i>A Unified Methodology for the Evaluation of Accessibility and Usability of Mobile Applications</i>	[49]	2010	C	1 e 3
E2	<i>Usability Heuristics for Touchscreen-Based Mobile Devices: Update</i>	[18]	2013	C	1 e 2
E3	<i>An Expert-Based Framework for Evaluating iOS Application Usability</i>	[60]	2013	C	1 e 3
E4	<i>Heuristics for the Assessment of Interfaces of Mobile Devices</i>	[57]	2014	C	1
E5	<i>Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist</i>	[51]	2014	P	1 e 3
E6	<i>Heuristics for Evaluating the Usability of Mobile Launchers for Elderly People</i>	[61]	2014	P	1
E7	<i>Towards a List of Heuristics to Evaluate Smartphone Apps Targeted at Older Adults: A Study with Apps that Aim at Promoting Health and Well-being</i>	[36]	2015	C	1 e 2
E8	<i>Developing SMASH: A set of SMARtphone's uSability Heuristics</i>	[5]	2016	P	1 e 3
E9	<i>Development of Heuristics for Usability Evaluation of M-Commerce Applications</i>	[20]	2016	C	1
E10	<i>Heuristic Evaluation Checklist for Mobile ERP User Interfaces</i>	[59]	2016	C	1
E11	<i>Heuristics for Evaluating Multi-Touch Gestures in Mobile Applications</i>	[62]	2017	C	1 e 3
E12	<i>A Systematic Evaluation of Mobile Applications for Instant Messaging on iOS Devices</i>	[58]	2017	C	1

Billi et al. [49] e Bertini et al. [63] (primeira linha da Tabela 3.7), de modo a aplicá-las na execução de uma avaliação heurística focada em aplicativos de mensagens instantâneas, Caro-Alvaro et al. conclui, bem como Billi et al., que heurísticas focadas para o contexto de aplicações móveis são necessárias pois heurísticas tradicionais não abrangem o contexto específico de aplicações móveis.

Os trabalhos **E2** e **E8** de Inostroza et al. propõem um conjunto de 12 heurísticas gerais para dispositivos móveis baseados em *touchscreen* (segunda linha da Tabela 3.6). O conjunto de heurísticas proposto foi refinado a partir de uma avaliação com especialistas da área de usabilidade, divididos em dois grupos de forma que, um grupo utilizou o conjunto de heurísticas de Nielsen [4] e o outro grupo utilizou o proposto pelo autores na avaliação de alguns aplicativos. No final concluiu-se que o modelo proposto por Inostroza et al. encontrou mais problemas de usabilidade se comparado ao modelo proposto

por Nielsen, de modo que poderia inferir que para avaliações de usabilidade de aplicativos em dispositivos móveis, heurísticas focadas para esse contexto apresentam melhores resultados.

O trabalho **E4** de Neto e Pimentel propõe um conjunto de 11 heurísticas de usabilidade focadas especificamente para o contexto *mobile* (terceira linha da Tabela 3.6), apresenta uma comparação com as dez heurísticas de Nielsen [4] e mostra que na proposta do autores existem categorias de problemas associados a aplicações móveis que o conjunto de heurísticas de usabilidade de Nielsen abrange, bem como alguns problemas não são abrangidos (por exemplo, “Clareza do mapeamento entre o componente e as informações exibidas”), por outro lado na proposta de Neto e Pimentel são todos abrangidos. É conduzida uma avaliação heurística e os autores apresentam como resultado que a proposta deles possibilitou aos avaliadores encontrar mais problemas de usabilidade do que o conjunto de heurísticas proposto por Nielsen.

O trabalho **E5** de Gómez et al. apresenta um conjunto de 13 heurísticas gerais voltadas para aplicações móveis (quarta linha da Tabela 3.6), e para cada heurística os autores propõem sub-heurísticas de usabilidade.

As sub-heurísticas são questionamentos que indicam boas práticas de usabilidade e auxiliam na aplicação e no entendimento durante uma avaliação heurística.

O trabalho **E11** de Humayoun et al. apresenta um conjunto de 15 heurísticas focadas em aplicações móveis que utilizam gestos multi-toque (segunda linha da Tabela 3.9). A avaliação heurística por ele conduzida, o autor concluiu que por meio do conjunto de heurísticas proposto, os avaliadores conseguiram achar mais problemas de usabilidade do que outras propostas de heurísticas também focadas em aplicações móveis, como por exemplo, no trabalho de Joyce e Lilley [64], que também propõe um conjunto de heurísticas focadas para o contexto *mobile*.

O trabalho **E3** de Nayebi et al. apresenta um conjunto de 13 heurísticas para aplicações móveis da plataforma iOS (primeira linha da Tabela 3.10) e para cada heurística é apontado um exemplo de aplicações de usabilidade para facilitar o entendimento. Além disso, apresenta um conjunto de 26 diretrizes focadas especificamente para a interface de usuário que direcionam os desenvolvedores durante o processo de desenvolvimento de aplicações móveis para esta plataforma específica.

Existem alguns trabalhos que defendem um conjunto de heurísticas para o contexto *mobile* mais focado em algum domínio específico, segundo o trabalho **E9** de Ajibola e Goosen (segunda linha da Tabela 3.7). Esse trabalho apresenta uma proposta de 11 heurísticas (quinta linha da Tabela 3.6), baseadas nas heurísticas de Nielsen [4], porém contém algumas heurísticas a mais focadas e outras customizadas para o contexto do *m-commerce*. O estudo apresenta uma proposta revisada das heurísticas, dado que as

mesmas foram reavaliadas com especialistas do domínio para melhorar e validar a sua proposta.

O trabalho **E10** Omar et al. propõe um conjunto de 19 heurísticas (terceira linha da Tabela 3.9) focadas em aplicações móveis ERP (*Enterprise Resource Planning*), que consiste em sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema. Esse trabalho tem como base o trabalho proposto por Gómez et al. [51], em que são apresentados 6 novas heurísticas e 230 novas sub-heurísticas focadas na usabilidade de aplicações móveis ERP além das propostas por Gómez et al..

O trabalho **E6** de Al-Razgan et al. propõe um conjunto de 13 heurísticas (segunda linha da Tabela 3.10) voltadas para aplicações móveis classificadas como “*Launchers*”, que têm idosos como o público alvo. Os autores também propõem para cada heurística sub-heurísticas de usabilidade em um formato de questionamentos para um melhor entendimento de cada uma. As heurísticas são categorizadas pelos autores da seguinte forma: (1) – Olhe e sinta: 1, 2, 3 e 4; (2) – Interação: heurísticas 5, 6, 7, 8 e 9; e (3) – Funcionalidade: heurísticas 10, 11, 12 e 13.

O trabalho **E7** de Silva et al. propõe um conjunto de 33 heurísticas de usabilidade (terceira linha da Tabela 3.7), evolução do trabalho de Silva et al. [65], voltadas para o contexto de aplicações móveis para *smartphones* focado especificamente em usuários idosos. O estudo apresenta as heurísticas agrupadas da seguinte maneira:

- **Percepção:** são heurísticas relacionadas com as limitações de percepção que o usuário de mais idade tende a sofrer, tais como: alterações visuais e auditivas;
- **Cognição:** são heurísticas que se referem a mudanças cognitivas que podem ocorrer com o avanço da idade, como a dificuldade de manter a atenção ou gerenciar um grande número de itens pela memória de trabalho;
- **Habilidade:** são heurísticas relacionadas à dificuldade na realização de tarefas, por conta das limitações das habilidades motoras do usuário;
- **Navegação:** são heurísticas direcionadas ao entendimento da estrutura da aplicação e de como o usuário pode utilizá-la essa aplicação baseada nessa estrutura;
- **Conteúdo:** são heurísticas relacionadas à informação e à linguagem utilizadas na aplicação;
- **Design Visual:** são heurísticas que abordam detalhes de *design*, como por exemplo, detalhes de formatação e de representações visuais.

A Tabela 3.6 apresenta as heurísticas de usabilidade que são utilizadas no contexto *mobile* para avaliação da qualidade do produto, de acordo com os estudos primários selecionados.

Tabela 3.6: Heurísticas Identificadas para o Contexto *Mobile* nos Estudos Primários Selecionados.

Estudo(s)	Heurísticas
E1, E12	(1)-Visibilidade do status do sistema e capacidade de localização do dispositivo móvel; (2)-Correspondência entre o sistema e o mundo real; (3)-Consistência e mapeamento; (4)-Boa ergonomia e <i>design</i> minimalista; (5)-Facilidade de entrada e leitura e legibilidade de tela; (6)-Flexibilidade, eficiência de uso e personalização; (7)-Estética, privacidade e convenções sociais; (8)-Gerenciamento de erros realista.
E2, E8	(1)-Visibilidade do Status do Sistema; (2)-Correspondência entre o sistema e o mundo real; (3)-Controle do usuário e liberdade; (4)-Consistência e padronização; (5)-Prevenção de erros; (6)-Redução da carga de memória do usuário; (7)-Personalização e atalhos; (8)-Eficiência de uso e desempenho; (9)- <i>Design</i> estético e minimalista; (10)-Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros; (11)-Ajuda e documentação; (12)-Interação física e ergonomia.
E3	(1)-Controle de usuário e liberdade; (2)-Correção de erro; (3)-Limitações humanas; (4)-Acomodação; (5)-Clareza linguística; (6)-Integridade estética; (7)-Simplicidade; (8)-Predicabilidade; (9)-Flexibilidade; (10)-Consistência; (11)-Suporte de usuário; (12)-Perdão; (13)-Responsividade.
E4	(1)-Uso do espaço da tela; (2)-Consistência e padronização; (3)-Visibilidade e facilidade de acesso à todas as informações;

Tabela 3.7: Heurísticas Identificadas para o Contexto *Mobile* nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 1).

Estudo(s) Primário(s)	Heurísticas
E4	(4)-Adequação do componente a sua funcionalidade; (5)-Adequação da mensagem à funcionalidade e ao usuário; (6)-Prevenção de erros e recuperação rápida para o último estado estável; (7)-Entrada de dados fácil; (8)-Acesso fácil à todas as funcionalidades; (9)- <i>Feedback</i> imediato e observável; (10)-Ajuda e documentação; (11)-Redução da carga de memória do usuário.
E5	(1)-Visibilidade do status do sistema; (2)-Correspondência entre o sistema e o mundo real; (3)-Controle de usuário; (4)-Consistência; (5)-Prevenção de Erros; (6)-Minimizar a carga de memória do usuário; (7)-Flexibilidade e eficiência de uso; (8)-Estética e <i>design</i> minimalista; (9)-Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros; (10)-Ajuda e documentação; (11)-Proficiência; (12)-Iteração agradável e respeitosa; (13)-Privacidade.
E6	(1)-Torne os elementos na página fáceis de ler; (2)-Reconhecimento fácil e acessibilidade; (3)-Tornar itens clicáveis fáceis de segmentar e atingir; (4)-Use a linguagem e a cultura dos idosos; minimizar termos técnicos; (5)-Fornecer <i>feedback</i> claro sobre ações; (6)-Fornecer gesto preferível para idosos; (7)-Fornecer informações aos idosos sobre o status do lançador/idoso; (8)-Use itens de interação convencionais; (9)- <i>Design</i> de ergonomia; (10)-Fornecer funções que reduzem a carga de memória dos idosos; (11)-Idoso não se sente perdido ou preso (controle e liberdade do idoso); (12)-Evitar erros na ocorrência; (13)-Fornecer informações e configurações necessárias.
E7	Cognição: (1)-Concentre-se em uma tarefa de cada vez, em vez de exigir que o usuário monitore ativamente duas ou mais tarefas e indique claramente o nome e o status da tarefa em todos os momentos; (2)-Evite o uso de tempos limite de interação e forneça tempo suficiente para ler informações;

Tabela 3.8: Heurísticas Identificadas para o Contexto *Mobile* nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 2).

Estudo(s) Primário(s)	Heurísticas
E7	<p>(3)-Evite o uso de animação e objetos em movimento rápido;</p> <p>(4)-Alavancar modelos mentais familiares aos idosos;</p> <p>(5)-Reduza a demanda de memória de trabalho apoiando o reconhecimento em vez da necessidade de lembrança;</p> <p>(6)-O objetivo é criar uma interface de usuário estética, usando imagens e/ou gráficos de forma intencional e adequada para minimizar a confusão na interface do usuário e evitar detalhes irrelevantes.</p> <p>Conteúdo:</p> <p>(7)-Dê instruções específicas e claras e disponibilize ajuda e documentação. Lembre-se que é melhor prevenir um erro do que recuperá-lo;</p> <p>(8)-Forneça um <i>feedback</i> claro e, ao apresentar mensagens de erro, torne-as simples e fáceis de seguir;</p> <p>(9)-Certifique-se de que as mensagens de erros sejam descritivas e usem palavras e verbos significativos ao exigir uma ação;</p> <p>(10)-Escreva em uma linguagem simples, clara e adequada ao público.</p> <p>Habilidade:</p> <p>(11)-Evite menus que se abrem para baixo;</p> <p>(12)-Evite o uso de rolagem;</p> <p>(13)-Aumentar o tamanho dos elementos da interface do usuário em geral; os alvos devem ter pelo menos 14 mm quadrados.</p> <p>Navegação:</p> <p>(14)-Mantenha a estrutura de navegação da interface do usuário estreita, simples e direta;</p> <p>(15)-Use navegação passo a passo consistente e explícita.</p> <p>Descrição Heurística:</p> <p>(16)-Certifique-se de que o botão “Voltar” se comporta de maneira previsível;</p> <p>(17)-Suporte ao controle e liberdade do usuário, permitindo fluxos de interação alternativos e flexíveis;</p> <p>(18)-Desativar objetos da interface do usuário inativos.</p> <p>Percepção:</p> <p>(19)-Não confie apenas na cor para transmitir informações. Esteja ciente do daltonismo;</p> <p>(20)-Forneça não apenas <i>feedback</i> visual, mas também tátil e auditivo;</p> <p>(21)-Tornar a informação acessível através de diferentes modalidades;</p> <p>(22)-Use frequências mais baixas para transmitir informações auditivas, como tons de confirmação e alertas;</p> <p>(23)-Não use fundos de contraste brancos ou em rápida mudança;</p> <p>(24)-Facilite as pessoas a alterar o tamanho do texto diretamente da tela.</p>

Tabela 3.9: Heurísticas Identificadas para o Contexto *Mobile* nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 3).

Estudo(s) Primário(s)	Heurísticas
E7	<p>Design Visual:</p> <p>(25)-Use combinações de cores de alto contraste de fonte e/ou gráficos e plano de fundo para garantir a legibilidade e a perceptibilidade; evite usar azul, verde e amarelo nas proximidades;</p> <p>(26)-Use cores conservadoras, limitando o número máximo de cores em uso a quatro;</p> <p>(27)-Certifique-se de que o texto use tipos, estilos e tamanhos apropriados para idosos, ou seja, por exemplo, mas não exclusivamente: fontes grandes, sem serifa, fontes não condensadas, não-italico e justificado à esquerda;</p> <p>(28)-Faça links e botões claramente visíveis e distinguíveis de outros elementos da interface do usuário;</p> <p>(29)-Torne as informações fáceis de ler, folhear e/ou digitalizar;</p> <p>(30)-Agrupar informações visualmente (faça bom uso de cores, textos, tópicos, etc.);</p> <p>(31)-Deixe espaço em branco suficiente para garantir um <i>design</i> de interface de usuário balanceado;</p> <p>(32)-Use os elementos da interface do usuário de forma consistente e siga os padrões e convenções, se existirem;</p> <p>(33)-Use ícones simples e significativos.</p>
E9	<p>(1)-Torne a página inicial fácil de se olhar;</p> <p>(2)-Previna os usuários de perder dados;</p> <p>(3)-Tornar o botão principal (“Adicionar ao carrinho”) visível em cada página da aplicação;</p> <p>(4)-Seja cauteloso com a estética e inclusão de carrosséis animados de <i>design</i> minimalista;</p> <p>(5)-Tenha cuidado ao adicionar imagens ou informações sobre produtos em diferentes sub-páginas;</p> <p>(6)-Tenha cuidado na organização e no <i>design</i> das opções de seleção de conta;</p> <p>(7)-Certifique-se de que a correção automática do dicionário esteja desativada quando estiver fraca;</p> <p>(8)-Certifique-se de que os campos sejam longos o suficiente para exibir dados comuns na íntegra (Adicionar rótulo no topo do campo);</p> <p>(9)-Permitir a verificação do dia e da data inseridos;</p> <p>(10)-Garantir distinção clara de cada área de acerto e item de lista;</p> <p>(11)-Garantir que as preocupações de privacidade e segurança dos usuários sejam abordadas.</p>
E10	<p>(1)-Visibilidade do status do sistema;</p> <p>(2)-Correspondência entre o sistema e o mundo real;</p> <p>(3)-Controle de usuário;</p> <p>(4)-Consistência;</p> <p>(5)-Prevenção de Erros;</p> <p>(6)-Minimizar a carga de memória do usuário;</p>

Tabela 3.10: Heurísticas Identificadas para o Contexto *Mobile* nos Estudos Primários Seleccionados (Continuação 4).

Estudo(s) Primário(s)	Heurísticas
E10	(7)-Flexibilidade e eficiência de uso; (8)-Estética e <i>design</i> minimalista; (9)-Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros; (10)-Ajuda e documentação; (11)-Proficiência; (12)-Iteração agradável e respeitosa; (13)-Privacidade. (14)-Navegação e acesso à informação; (15)-Apresentação de tela e saída; (16)-Adequação do suporte de tarefa; (17)-Natureza do sistema intuitiva (aprendibilidade); (18)-Habilidade de customização; (19)-Habilidade de suportar interfaces de usuário adaptativas;
E11	(1)-Visibilidade do status do sistema; (2)-Correspondência entre o sistema e o mundo real; (3)-Controle e liberdade do usuário; (4)-Consistência e padrões; (5)-Gerenciamento de erros realista; (6)-Customização e atalhos; (7)- <i>Design</i> estético e minimalista; (8)-Ajuda e documentação; (9)-Prazer de Uso; (10)-Aprendizagem; (11)-Carga de trabalho cognitiva; (12)-Fatiga; (13)-Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros; (14)-Não minta ao usuário; (15)-Orientação da tela.

QP2 - Quais são as heurísticas de usabilidade utilizadas, no contexto de aplicações *mobile*, que consideram os fatores de usabilidade: usuário (suas características), tarefa (objetivo do usuário a ser alcançado na utilização da aplicação) e contexto de uso da aplicação?

De forma geral, todos os trabalhos que propõem heurísticas de usabilidade buscam evidenciar os problemas de usabilidade de uma aplicação de *software* e, com base nisso, determinar se tal aplicação tem ou não uma boa usabilidade e seja de fácil utilização para usuários em geral ou para aqueles com características específicas. Dessa forma, há

trabalhos que propõem heurísticas que evidenciam os fatores de usabilidade propostos por Harrison et al. [1].

O primeiro fator de usabilidade (Usuário) é evidenciado em todos os trabalhos que propõem heurísticas de usabilidade (como por exemplo, os trabalhos da Tabela 3.5), dado que o objetivo das mesmas é de representar princípios gerais de usabilidade para que sejam aplicados em uma interface de *software*, e com isso, a interface vir a ser fácil e intuitiva para o maior número de usuários com as mais diversas características. Quando o público alvo de uma aplicação tem características mais únicas, como por exemplo, alguma limitação física ou mental, os trabalhos são conduzidos com foco nessas características mais específicas dos usuários. O trabalho **E7** de Silva et al. (sexta linha da Tabela 3.6), propõe um conjunto de heurísticas focadas para usuários idosos que geralmente tem certas características especiais, que segundo os autores, podem ser mudanças psicossociais e funcionais que afetam a visão, a audição, o movimento, a cognição e a relação delas com elas mesmas e com os outros ao seu redor. Assim, as heurísticas que evidenciam o fator de usabilidade “Usuário” no trabalho dos autores são:

- Heurísticas 2 e 3: Usuários idosos tendem a ser mais lentos ao executar tarefas no geral;
- Heurística 10: As características do público alvo devem ser levadas em consideração na linguagem utilizada na aplicação;
- Heurísticas 13, 19, 20, 23, 24, 25, 26 e 27: Usuários idosos tendem a ter problemas de visão;
- Heurística 22: Usuários idosos tendem a ter problemas de audição.

O segundo fator de usabilidade (Tarefa) é evidenciado em todos os trabalhos que propõem um conjunto de heurísticas de usabilidade, pois o grande objetivo das heurísticas é apresentar princípios gerais de usabilidade, para quando aplicados em determinado *software*, se tenha como resultado final a melhor usabilidade possível, fazendo com que consequentemente o usuário consiga realizar suas tarefas e consiga alcançar os seus objetivos de forma fácil e intuitiva ao utilizar um *software*. Essa afirmação vem de encontro com a definição de usabilidade dada por Shackel e Richardson [34]. Sendo assim, todas as heurísticas apresentadas no trabalho **E2** de Inostroza et al., por exemplo, evidenciam o fator de usabilidade (tarefa) proposto por Harrison et al. [1], pelo fato de todas as heurísticas serem voltadas para a maximização da facilidade do usuário em alcançar os seus objetivos da forma mais intuitiva possível.

O terceiro fator de usabilidade (Contexto de Uso) é exatamente o fator que Harrison et al. [1] menciona como sendo uma possível lacuna na literatura pela falta de um número

expressivo de trabalhos relacionados. Dessa forma, durante a execução dessa revisão sistemática de literatura foi encontrado somente um trabalho contendo heurísticas voltadas para o contexto de uso, reforçando a afirmação de Harrison et al. [1], o trabalho **E1** de Billi et al. e **E12** de Alvaro et al. apresentam 3 heurísticas que incluem esse fator de usabilidade:

- (2) – Correspondência entre o sistema e o mundo real: isso permite que o usuário móvel interprete corretamente as informações fornecidas, apresentando-as em uma ordem natural e lógica. Sempre que possível, o sistema deve ser capaz de detectar seu ambiente e adaptar a apresentação das informações de acordo.
- (3) – Controle e liberdade do usuário: o modelo conceitual do usuário da possível função/interação com o dispositivo ou sistema móvel deve ser consistente com o contexto. É especialmente crucial que haja um mapeamento consistente entre as ações/interações do usuário (nos botões e controles do dispositivo) e as tarefas reais correspondentes (por exemplo, navegação no mundo real).
- (6) – Customização e atalhos: isso deve permitir que os usuários móveis personalizem/personalizem ações frequentes, bem como configurar o sistema dinamicamente de acordo com as necessidades contextuais. Sempre que possível, o sistema deve apoiar e sugerir a personalização baseada no sistema quando for crucial ou benéfico.

QP3 - Quais são as métricas utilizadas em uma avaliação heurísticas no contexto de aplicações *mobile*?

O trabalho **E5** de Gómez et al. utiliza uma métrica para a priorização da relevância de itens heurísticos para a interface específica avaliada. Dessa forma, os especialistas priorizaram as heurísticas de 1 a 4, com base na aplicação de *software* avaliada, sendo: 1 - para itens heurísticos concluídos, 2 - para aqueles correspondentes às lacunas de usabilidade, 3 - para itens heurísticos que não foram avaliados na fase atual do ciclo de vida do software e 4 - para questões não aplicáveis à interface.

Os trabalhos **E8** de Inostroza et al. realiza uma avaliação de suas heurísticas propostas, comparando-as com as heurísticas de Nielsen [4], fazendo com que dois grupos distintos de avaliadores avaliassem uma aplicação móvel em condições igualitárias. Inostroza et al. [5] utilizaram uma métrica que consistia em avaliar a severidade dos problemas de usabilidade relacionados a uma determinada heurística, utilizando uma escala de severidade de 0 (baixa) até 4 (alta). O trabalho **E3** de Nayebi et al. utiliza uma lógica semelhante na avaliação conduzida, porém a métrica varia de 1 (baixa) a 5 (alta).

O trabalho **E1** de Billi et al. realiza uma avaliação heurística dividida em três etapas: pré-avaliação, avaliação individual e consolidação das descobertas individuais. Na fase de

pré-avaliação os avaliadores assinam um formulário de consentimento e é dado um questionário demográfico para a avaliação heurística, bem como as instruções necessárias para que os avaliadores se familiarizem com o conjunto de heurísticas móveis propostas pelos autores. Na fase de avaliação individual, os avaliadores buscaram identificar e priorizar os problemas de usabilidade com base nas heurísticas propostas. Na fase de consolidação das descobertas individuais, os avaliadores após terminarem a fase anterior, se reuniram para discutir as descobertas com os outros avaliadores. Na avaliação heurística conduzida utilizou-se uma métrica proposta por Nielsen [35] para a priorização dos problemas de usabilidade, que consiste na avaliação do problema de usabilidade encontrado quanto à sua severidade em uma escala de 0 a 4, sendo: 0 para nenhum problema encontrado, 1 para problemas estéticos encontrados, 2 para problemas menores de usabilidade encontrados, 3 para problemas maiores de usabilidade encontrados que são necessários ser consertados com uma alta prioridade e 4 para problemas extremamente urgentes de usabilidade, sendo necessário serem consertados antes do produto ser liberado para os usuários finais.

O trabalho **E11** de Humayoun et al. realiza uma avaliação heurística com cinco avaliadores especialistas da área de ciência da computação. A avaliação foi conduzida de modo que foi dado um pequeno treinamento aos avaliadores, de 30 a 60 minutos, para que ficassem familiarizados com o método. Dessa forma, foi dado os cenários de avaliação aos avaliadores e posteriormente foi realizado a avaliação heurística de fato, os autores descrevem que foi utilizado a métrica de escala de Likert [66] (Ajibola e Goosen [20] também utilizam essa mesma métrica em seu trabalho) para classificar as heurísticas de 1 a 5 quanto a sua utilidade durante a avaliação, sendo: 1 - discordo fortemente, 2 - discordo, 3 - neutro, 4 - concordo e 5 - concordo fortemente.

3.5.2 Discussão

Com base nos resultados obtidos durante a realização da revisão sistemática de literatura, foi possível identificar trabalhos, como os estudos primários citados na resposta da primeira questão de pesquisa (QP.1) da RSL, que propõem heurísticas voltadas para o contexto de aplicações móveis de forma geral (por exemplo E2) e também para contexto específicos (por exemplo E6), evidenciando que para contexto muito específicos, heurísticas específicas atendem melhor se comparado a heurísticas gerais, enquanto as heurísticas gerais abrangem melhor os vários contextos em que aplicações móveis podem estar inseridas.

A segunda questão de pesquisa da RSL mostrou que há trabalhos que consideram os fatores de usabilidade propostos por Harisson et al [1], sendo que os três fatores foram evidenciados pelos trabalhos referenciados nessa RSL. Uma heurística é um princípio de usabilidade que busca definir padrões a serem seguidos por uma aplicação para que a

mesma possa ser utilizada de maneira fácil e intuitiva, de forma que o usuário consiga realizar uma quantidade específica de tarefas em determinados cenários de uso, sendo assim, justifica-se que a maioria dos trabalhos considerem o “Usuário” e a “Tarefa” como fatores de usabilidade. Porém, durante a execução da RSL, apenas dois trabalhos evidenciaram o fator de usabilidade “Contexto de Uso”, provavelmente pela complexidade que se tem para avaliar com completude a usabilidade de uma aplicação tendo o contexto como uma variável a ser considerada, e também indicando uma possível lacuna nos trabalhos que não incluíram esse fator de usabilidade.

A terceira questão de pesquisa mostrou que as métricas utilizadas em uma avaliação heurística são relativamente simples, como por exemplo, usando a escala Likert [66], e contribuem para avaliar a severidade dos problemas de usabilidade por heurística, para avaliar a heurística em si quanto a sua utilidade de auxílio ao avaliador para encontrar problemas de usabilidade e para a priorização da relevância das heurísticas para a avaliação de determinada interface.

3.6 Síntese do Capítulo

Neste capítulo foram apresentadas todas as etapas realizadas na realização da RSL que possibilitou responder as questões de pesquisa definidas neste trabalho. Após a realização da revisão sistemática de literatura, integrada à busca manual e ao *snowballing*, foi feito o levantamento das heurísticas de usabilidade para aplicações móveis, foram identificados os trabalhos que consideram o Usuário, a Tarefa e o Contexto de Uso como fatores de usabilidade e também foram identificadas as métricas que são utilizadas em uma avaliação heurística.

Como base nesses dados, foi realizado uma análise das heurísticas encontradas em cada trabalho selecionado pela a RSL e com base nelas foi proposto um conjunto de heurísticas de usabilidade que considerem o usuário, a tarefa e o contexto como fatores de usabilidade. Esse conjunto está descrito no Capítulo 4.

Capítulo 4

Desenvolvimento do Conjunto de Heurísticas de Usabilidade Preliminar

Para propor o conjunto de heurísticas de usabilidade deste trabalho, foi realizado um mapeamento das heurísticas propostas por cada estudo selecionado na RSL, mapeando-as com as heurísticas de Nielsen [4] (Tabela 4.1) e detalhando aquelas que são iguais ou semelhantes (de modo a levar em consideração que os trabalhos têm heurísticas voltadas para o contexto de aplicações móveis, sendo elas gerais ou específicas a um contexto de uso) às de Nielsen. Foram analisadas também as heurísticas adicionais propostas por cada trabalho selecionado na RSL, ou seja, àquelas que não se assemelham ou são idênticas a alguma heurística proposta por Nielsen, de modo a identificar o foco de suas diretrizes (à que elas se referem) no contexto de aplicações móveis (Seção 4.1). O trabalho de Nielsen foi escolhido para comparação e fundamentação por ser o trabalho pioneiro na área, de modo com que fossem adicionadas novas heurísticas e customizações naquelas semelhantes, para melhor se adequarem ao contexto de aplicações móveis.

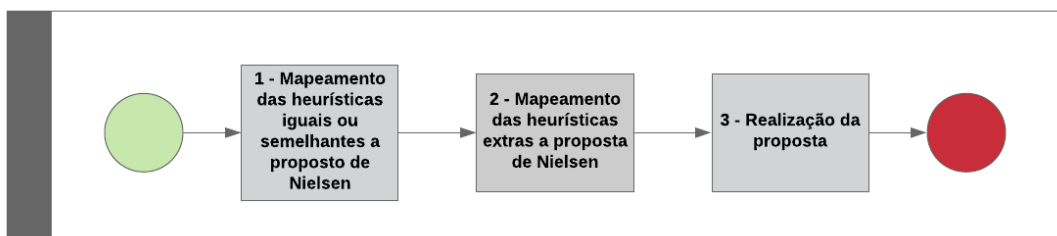


Figura 4.1: Metodologia Utilizada para Propor o Conjunto de Heurísticas de Usabilidade deste Trabalho.

O objetivo desse mapeamento foi o de abranger, no presente trabalho, a maior quantidade de diretrizes propostas pelos autores, de modo a identificar o conteúdo de cada diretriz presente nos 12 trabalhos selecionados na RSL e a inserir os fatores de usabilidade (Usuário, Tarefa e o Contexto de Uso) e o *Cognitive Load* como um importante atributo de usabilidade. A Seção 4.2 apresenta a proposta das heurísticas de usabilidade do presente trabalho, que foram desenvolvidas por meio da metodologia apresentada na Figura 4.1.

As tarefas descritas na Figura 4.1 são referentes ao passo 2 da metodologia geral da pesquisa apresentada na Figura 1.1, quais sejam:

1. Mapeamento das heurísticas iguais ou semelhantes a proposto de Nielsen [4]: para cada trabalho da RSL foram identificadas e citadas as heurísticas que são semelhantes ou iguais às de Nielsen;
2. Mapeamento das heurísticas extras a proposta de Nielsen [4]: foram identificadas e citadas nominalmente as heurísticas que não foram mapeadas como iguais ou semelhantes às propostas por Nielsen;
3. Realização da proposta: a proposta incorporou as diretrizes mapeadas nos passos 2 e 3, de modo a introduzir os fatores de usabilidade e o *Cognitive Load* como um importante atributo de usabilidade.

4.1 Análise das Heurísticas encontradas na RSL

No trabalho **E1** de Billi et al. e no **E12** de Alvaro et al., que utiliza as mesmas heurísticas de E1 (Tabela 3.5), 1 heurística é adicional (Figura 4.2) se comparada as de Nielsen [4]. A primeira delas é a “(7) – Estética, privacidade e convenções sociais”, bastante focada na ergonomia de utilização da aplicação, na privacidade dos dados do usuário e também ao que diz respeito as convenções sociais em que a aplicação está inserida.

Nos trabalhos **E2** e **E8** de Inostroza et al. (Tabela 3.5) são acrescentadas 2 heurísticas a mais em relação as de Nielsen [4] Figura 4.2, a “(8) – Eficiência de uso e desempenho” e “(12) – Interação física e ergonomia”. A heurística (8) é focada no desempenho da aplicação no dispositivo, que deve executar com uma boa performance. A heurística (12) é focada na ergonomia da aplicação, em que toda a interface deva estar estruturada de forma que a mão do usuário fique em uma posição natural no momento de utilizar as principais funcionalidades do sistema.

O trabalho **E3** de Nayebi et al. e o **E4** de Neto e Pimentel (Tabela 3.5) apresentam todas as suas heurísticas mapeadas as de Nielsen [4], de modo a indicar que são semelhantes ou iguais, conforme apresentado na Tabela 4.1 e na Figura 4.2. Uma ou mais heurísticas

Tabela 4.1: Mapeamento das Heurísticas dos Artigos Selecionados da RSL em Relação a Proposta de Nielsen [4].

Artigos	Visibilidade do status do sistema	Correspondência entre sistema e mundo real	Controle e liberdade do usuário	Consistência e padrões	Prevenção de erros	Minimizar a carga de memória do usuário	Flexibilidade e eficiência de utilização	Design estético e minimalista	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros	Ajuda e documentação
E1	(1)	(2)	-	(3)	-	-	(6)	(4) e (5)	(8)	-
E2, E8	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(9)	(10)	(11)
E3	(8) e (13)	(4)	(1)	(10)	(2)	(3)	(9)	(5), (6) e (7)	(2) e (12)	(11)
E4	(9)	(5)	(6)	(2)	(6) e (11)	(1), (3), (7), (8) e (11)	(8)	(4)	(6)	(10)
E5	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
E6	(5), (7) e (8)	(4)	-	(11)	(12)	(10)	-	(9)	-	(13)
E7	(1)	(4) e (10)	(17)	(15) e (16)	(7)	(5)		(6)	(8) e (9)	-
E9	(1)	-	-	(6)	(2) e (7)	(8)	(10)	(4)	(9)	-
E10	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7), (16) e (18)	(8) e (15)	(9)	(10)
E11	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(11)	(6)	(7)	(13)	(8)
E12	(1)	(2)	-	(3)	-	-	(6)	(7)	(8)	-

foram mapeadas como iguais ou semelhantes a uma ou mais heurísticas propostas por Nielsen, por esse motivo existem trabalhos com mais de dez heurísticas mapeadas desse modo apresentadas na Figura 4.2, como o **E3**.

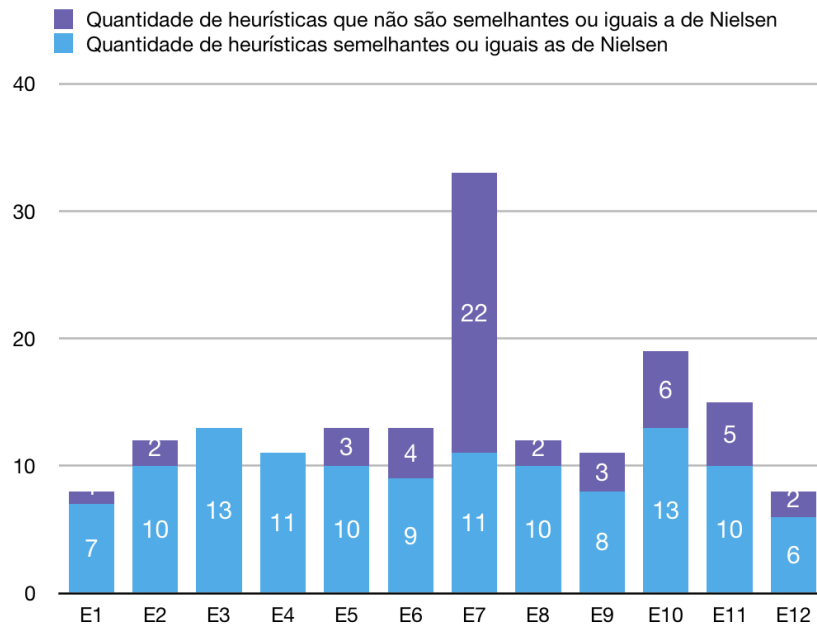


Figura 4.2: Quantidade de Heurísticas que se Assemelham ou São Iguais a Proposta de Nielsen [4] em Relação Aquelas que Não São.

O trabalho **E5** de Gómez et al. (Tabela 3.5) possui três heurísticas que não contêm interseção com as de Nielsen [4] (Figura 4.2): “(11) – Proficiência”, “(12) – Iteração agradável e respeitosa” e “(13) – Privacidade”. A heurística (11) se refere as habilidades dos usuários, em que a experiência de uso deve ser focada ou customizada para os experientes ou não, para por exemplo, direcionar uma mensagem de erro de acordo com o nível de experiência do usuário alvo. A heurística (12) se refere a experiência de uso do usuário com a aplicação, a ergonomia. A heurística (13) se refere a segurança e privacidade dos dados do usuário, fator não contemplado no conjunto de heurísticas proposto por Nielsen.

O trabalho **E10** de Omar et al. (Tabela 3.5) possui 6 novas heurísticas focadas em aplicações móveis ERP (*Enterprise Resource Planning*) propostas e introduzidas juntamente com as outras 13 heurísticas de Gómez et al. [51] (**E5**), 3 dessas heurísticas novas não contêm interseção com as de Nielsen (Figura 4.2) por serem bem específicas do contexto de aplicações ERP, quais sejam: “(14) – Navegação e acesso à informação”, “(17) – Natureza do sistema intuitiva (aprendibilidade)” e “(19) – Habilidade de suportar interfaces de usuário adaptativas”. A heurística (14) se refere ao quão fácil é para o usuário navegar pelo sistema, heurística (17) ao quão difícil é para o usuário aprender a utilizar o sistema

e por último, a heurística (19) que se refere a capacidade de customização da aplicação, dado o contexto de aplicações ERP caracterizados pelo alto poder de customização.

No trabalho **E6** de Al-Razgan et al. (Tabela 3.5) 4 heurísticas não contêm interseção com as de Nielsen [4] (Figura 4.2): “(1) – Torne os elementos na página fáceis de ler”, “(2) – Reconhecimento fácil e acessibilidade”, “(3) – Tornar itens clicáveis fáceis de segmentar e atingir” e “(6) – Fornecer gestos preferíveis para idosos”. Todas essas levam em considerações características bem específicas do público alvo, usuários idosos, e por esse motivo a proposta dos autores se caracteriza por ser bem particular. As heurísticas extras citadas são voltadas, de forma geral, para que informações sejam acessíveis para usuários idosos, assim como a interação por meio de gestos, que devem ser pensadas e focadas em suas características inerentes, e por conseguinte, se distanciam das heurísticas propostas por Nielsen. Tal como Al-Razgan et al., o trabalho **E7** de Silva et al. (Tabela 3.5) também contém heurísticas semelhantes as de Nielsen (Tabela 4.1), bem como outras que não se assemelham (Figura 4.2) por serem bem específicas (contendo usuário idosos como público alvo), quais sejam (por categoria): Cognição – (2) e (3); Habilidade – (11), (12) e (13); Navegação – (14); Descrição Heurística – (18); Percepção – (19), (20), (21), (22), (23) e (24); *Design* Visual – (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31), (32) e (33).

No trabalho **E9** de Ajibola e Goosen (Tabela 3.5) 3 heurísticas não contêm interseção com as de Nielsen [4] (Figura 4.2): “(3) – Tornar o botão principal (“Adicionar ao carrinho”) visível em cada página da aplicação”, “(5) – Tenha cuidado ao adicionar imagens ou informações sobre produtos em diferentes sub-páginas” e “(11) – Garantir que as preocupações de privacidade e segurança dos usuários sejam abordadas”. As heurísticas (3) e (5) são voltadas ao layout e navegação de aplicações *m-commerce* e por esse motivo não se assemelham a nenhuma heurística proposta por Nielsen. Ademais a heurística (11) aborda o fator de segurança e privacidade dos dados de usuário, não aludido por Nielsen. A (11) além de ser utilizada no contexto de *m-commerce*, pode também ser aproveitada para aplicações em um contexto geral como proposto nos trabalhos **E1** e **E5**.

No trabalho **E11** de Humayoun et al. (Tabela 3.5) 5 heurísticas não contêm interseção com as de Nielsen (Figura 4.2): “(9) – Prazer de Uso”, “(10) – Aprendizagem”, “(12) – Fátiga”, “(14) – Não minta ao usuário” e “(15) – Orientação da tela”. As heurísticas (9), (12) e (15) são relacionadas a experiência de uso ou a ergonomia da aplicação, e a (10) se refere a aprendibilidade do usuário com o sistema em relação ao **design** do sistema.

4.2 Conjunto Preliminar de Heurísticas de Usabilidade para Aplicações Móveis em *Smartphones*

No conjunto de 13 heurísticas propostas cada uma delas são descritas da seguinte forma: ID (sigla), nome (identificador), definição (a definição da heurística), explicação (explanação da heurística), benefícios (os prós na aplicação), problemas (os contras na aplicação e possíveis interpretações errôneas) e os estudos que foram selecionados na RSL que justificam a sua utilização por conter heurísticas exatamente iguais ou semelhantes às propostas nesse trabalho.

4.2.1 HU1 – Visibilidade do Status do Aplicativo

Definição: O aplicativo deve manter o usuário informado sobre todos os processos e mudanças de estados dentro de um período de tempo razoável.

Explicação: Através da interação com o aplicativo, o usuário deve ser capaz de realizar diferentes tarefas. Caso as ações do usuário levem a uma mudança de estado da aplicação, o usuário deve ser informado de alguma forma (por exemplo: sons, mensagens e/ou animações na tela). Ações do usuário, como o de gestos (toque na tela e/ou arraste da tela), devem dar um *feedback* de forma visível, clara e concisa.

Benefícios: O usuário consegue ter uma experiência de uso melhor quando o aplicativo o informa sobre mudanças de estado, de forma precisa e adequada. Outro benefício está relacionado a conscientização do usuário ao utilizar o aplicativo, dado que ele irá saber se teve ou não alguma mudança significativa do estado da aplicação.

Problemas: É importante distinguir, ao aplicar esta heurística, que o usuário pode enfrentar problemas com a ausência de *feedback* pela falta de implementação dessa funcionalidade ou por problemas de performance do aplicativo, ocasionados por uma grande quantidade de processos em execução simultâneos e/ou por causa da bateria com pouca carga, afetando o desempenho do aplicativo.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.2 HU2 – Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real

Definição: O aplicativo deve falar o idioma dos usuários e não em termos técnicos de sistema. O aplicativo deve seguir as convenções do mundo real e exibir a informação em uma ordem lógica e natural.

Explicação: Os aplicativos atualmente têm vários modos de interação, onde os usuários podem executar tarefas de formas intuitivas imitando regras de interação do mundo real. Como exemplo, ao deslocar para baixo uma lista longa, se o usuário “desliza” com certa velocidade, a lista continuará movendo-se, imitando o efeito da inércia. Outro exemplo é com relação ao gesto multitoque em um aplicativo, ao executar um gesto de deslizar para a esquerda o sistema deve trazer o próximo objeto do lado direito, ou seja, mostrando a próxima imagem do lado direito (como por exemplo uma funcionalidade de carrossel). Espera-se que cada interação mostre uma resposta semelhante à esperada no mundo real. Além disso, o idioma (texto ou ícones) deve estar relacionado ao mundo real e a conceitos reconhecíveis.

Benefícios: O usuário, ao reconhecer conceitos do mundo real no aplicativo, terá uma barreira menor para se adaptar na utilização do sistema e interpretar corretamente as informações fornecidas pelo sistema, pois serão apresentadas em uma ordem lógica e natural. Outro benefício é a minimização de erros cometidos pelo usuário durante a utilização do sistema, pois o mesmo estará mais familiarizado com o aplicativo.

Problemas: Ao aplicar esta heurística, não se deve confundi-la com “HU4 – Consistência e Padrões”. Caso algumas partes do sistema estejam em um idioma diferente, não é uma questão relacionada à “HU2 – Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real”, é uma questão relacionada à consistência.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.3 HU3 – Controle do Usuário e Liberdade

Definição: O aplicativo deve permitir que o usuário desfça e refaça suas ações para uma navegação clara e deve fornecer ao usuário uma opção de saída de estados indesejáveis do sistema.

Explicação: Quando o usuário cometer um erro ao introduzir um texto, modificar opções de configuração ou apenas chegar a um estado indesejado, o sistema deve fornecer “saídas de emergência” adequadas. Essas saídas devem permitir facilmente ao usuário passar de um estado não desejado para um desejado. Além disso, o aplicativo deve permitir o usuário desfazer e refazer suas ações de forma simples e intuitiva, pois muitas vezes os usuários podem executar gestos indesejados na tela sensível ao toque de um *smartphones* (por exemplo: tocar, deslizar, etc.), o que pode levar o aplicativo a outro estado.

Benefícios: Ao ter controle sobre o sistema, o usuário tem uma maior sensação de liberdade, conseqüentemente uma melhor experiência de uso e uma maior eficiência na utilização do aplicativo.

Problemas: Essa heurística não deve ser confundida com o conceito de flexibilidade e eficiência de uso. Apesar de alguns efeitos de controle estarem relacionados a uma melhor eficiência (como apontados no tópico anterior dos Benefícios), eles são conceitos dissimilares. A heurística “HU3 – Controle do Usuário e Liberdade” tem como objetivo reparar ou solucionar erros, dar ao usuário a chance de desfazer ou refazer suas ações e ter controle sobre os recursos do dispositivo.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E10 [59] e E11 [62].

4.2.4 HU4 – Consistência e Padrões

Definição: O aplicativo deve seguir as convenções estabelecidas, permitindo o usuário realizar as suas tarefas de maneira familiar, padronizada e consistente.

Explicação: Muitas vezes, diferentes partes do aplicativo que estão relacionadas e devem ser semelhantes têm design ou lógica de utilização diferentes. Em geral, todo conceito apresentado de maneira contrastante à concepção do conceito pelo usuário produz confusão em algum grau. Essa confusão pode levar a uma diminuição da eficiência de uso ou uma baixa satisfação, entre outros efeitos colaterais. Um determinado gesto de interação do usuário na interface do sistema deve ter o mesmo comportamento em todo o aplicativo. Além disso, é melhor não entrar em conflito com a operação de um gesto com as operações subjacentes dos gestos padrão do sistema operacional. Considerando tudo isso, espera-se que o sistema siga padrões e convenções para obter uma interface intuitiva e de fácil utilização.

Benefícios: O aplicativo que segue convenções e padrões, faz com que novos usuários tenham uma curva menor de aprendizado durante a utilização do sistema, que se beneficia da experiência adquirida com a utilização de outros aplicativos. Dessa forma, erros cometidos pelo usuário na utilização do aplicativo serão minimizados, pois o usuário estará familiarizado com a navegação do sistema.

Problemas: Quando se fala em consistência, um aspecto clássico é a consistência da linguagem. Às vezes há palavras que não têm uma tradução adequada, especialmente quando relacionadas à tecnologia. Essas palavras podem ser difíceis de traduzir ou até perder o sentido. Portanto, manter algumas palavras em outro idioma pode não ser um problema de “consistência”, mas manter um parágrafo inteiro definitivamente é.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.5 HU5 – Prevenção de Erros

Definição: Elimine as condições propensas a erros e apresente ao usuário uma opção de confirmação com informações adicionais antes de se comprometerem com a ação.

Explicação: O aplicativo deve tentar ser explícito em relação a cada opção e funcionalidade disponível ao usuário. Considerando um espaço limitado de tela, isso pode ser um grande desafio. Desta forma, os ícones desempenham um papel muito importante, como por exemplo dar um retorno ao usuário quando o mesmo interage, e mesmo que a parte visível do ícone possa ser pequena, deve haver algum espaço extra de destino invisível que, se um usuário atingir esse espaço, a interação ainda irá ocorrer. Infelizmente, às vezes uma pequena imagem não é suficiente para descrever em detalhes uma função ou algo similar, e para corrigir isso, o sistema deve fornecer informações adicionais sobre a demanda do usuário. A informação deve ser exibida claramente, tentando evitar sequências de diálogo longas. Além disso, o usuário deve ser avisado, especialmente quando ocorre algumas ações que podem ter efeitos indesejados ao usuário.

Benefícios: Ao evitar que o usuário cometa erros, o mesmo perderá menos tempo tentando resolvê-los, o que pode levar a uma maior eficiência.

Problemas: Este conceito não deve ser confundido com a “HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros”. Se o usuário puder acionar um erro, isso é um problema de prevenção.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59] e E11 [62].

4.2.6 HU6 – Minimização do *Cognitive Load* do Usuário

Definição: O aplicativo deve oferecer objetos visíveis, ações e opções para evitar que os usuários tenham que memorizar informações de uma interface para a outra.

Explicação: A memória humana de curto prazo é limitada, portanto, o usuário não deve ser forçado a lembrar informações de uma parte do sistema para outra. As instruções sobre como usar o sistema devem ser visíveis ou fáceis de obter. Ao falar de aplicações que são executadas em dispositivos móveis, os usuários geralmente estão executando outras tarefas ao mesmo tempo em que estão utilizando o aplicativo, como por exemplo, aplicativos de monitoramento de exercícios que são utilizados durante a atividade física, a interface deve ser adaptada a esse contexto de uso para que a carga cognitiva do usuário seja minimizada.

Benefícios: Ao reduzir a carga de memória, a capacidade mental do usuário e o esforço também é reduzido e o usuário pode focar em realizar uma única tarefa de forma mais eficiente.

Problemas: Para esta heurística específica, o avaliador pode encontrar alguns problemas relacionados à prevenção de erros. A questão principal aqui é observar que essa heurística está fortemente relacionada à sobrecarga de informações. Não se trata da disponibilidade de informações, e sim da quantidade de informações que o usuário precisa memorizar para usar o sistema corretamente e de maneira mais eficiente, com base no contexto de uso da aplicação.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59] e E11 [62].

4.2.7 HU7 – Customização e Atalhos

Definição: O aplicativo deve fornecer configurações básicas e avançadas de definição e personalização de atalhos para ações frequentes.

Explicação: Cada usuário tem suas próprias necessidades e tentar satisfazer todas elas com um menu ou interface padrão pode ser um desafio. Desta forma, considere permitir que os usuários criem seus próprios atalhos e personalizar a maioria das partes do sistema pode ajudar. Através do acesso a opções de configuração avançadas, os usuários experientes podem melhorar sua eficiência de uso e os novos usuários podem ter uma sensação mais profunda de propriedade. É importante ter em vista as características do público alvo do aplicativo, pois por meio desse mapeamento, pode-se implementar mais ou menos opções de customizações avançadas, por exemplo.

Benefícios: O usuário sendo capaz de poder customizar algumas ações e/ou funcionalidades passa a ter uma sensação profunda de propriedade, facilitando também o acesso do usuário a funcionalidades que são mais utilizadas, melhor adequando o aplicativo ao perfil do usuário. Atalhos contribuem para que os objetivos sejam alcançados de forma eficiente e assim possibilita benefícios reais ao usuário, como por exemplo, a maximização da eficiência da bateria.

Problemas: Claramente, há um limite em termos de personalização. Modificações estéticas podem ser possíveis na maioria das partes do sistema, mas algumas coisas não são alcançáveis. Modificações significativas devem ser analisadas caso a caso quanto à sua validade de implementação, sendo necessário considerar o perfil do público alvo na análise.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.8 HU8 – Eficiência de Uso e Desempenho

Definição: O dispositivo deve poder carregar e exibir a informação em um período de tempo razoável e minimizar as etapas necessárias para a execução de uma tarefa (quantidade de passos a serem dados pelo usuário para alcançar um objetivo). Animações e transições devem ser exibidas sem problemas e de forma fluida.

Explicação: A combinação entre recursos de hardware e necessidades de *software* nem sempre é a melhor. Espera-se que o aplicativo básico seja compatível com o hardware, especialmente com recursos de processamento, para evitar telas pretas e longos períodos de tempo de espera. Além disso, as animações, efeitos e transições devem ser exibidos de forma fluida e sem interrupções. Outro ponto crítico é o comprimento da sequência de etapas para executar uma tarefa. Tarefas complexas, potencialmente perigosas ou não frequentes podem conter várias etapas como reforço de segurança. Tarefas simples ou frequentes devem ser curtas, ou seja, terem poucas etapas para serem concluídas.

Benefícios: Tempos de resposta mais baixos e melhor desempenho, o que leva a um sistema eficiente.

Problemas: Problemas relacionados ao desempenho do hardware devem ser separados dos problemas relacionados ao desempenho da rede. Mesmo que esses problemas afetem a usabilidade, eles não fazem parte do escopo desta pesquisa, considerando que eles são afetados por diversos fatores complexos. Em relação à duração de uma sequência de etapas para realizar uma tarefa, o limite entre normal e excessivo é subjetivo. O avaliador deve usar seu próprio critério.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.9 HU9 – Design Estético e Minimalista

Definição: O aplicativo deve evitar exibir informações indesejadas que sobrecarreguem a tela.

Explicação: Os textos do aplicativo não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em uma interface compete com outras unidades de informação relevantes que possam ter na interface, fazendo com que a informação extra diminua a visibilidade da informação relevante na interface do aplicativo. Os designers devem ter cuidado ao exibir informações através da tela. Além disso, interfaces sobrecarregadas podem produzir estresse para o usuário e também podem aumentar o consumo de recursos do aplicativo em um *smartphone*.

Benefícios: Caso o aplicativo utilize um *design* minimalista, o dispositivo usa menos do que os recursos, o que deve levar um melhor desempenho, e também minimiza a

quantidade de informação visual do usuário, que pode levar o usuário a ter menos estresse e exaustão.

Problemas: Para que se possa distinguir entre um *design* minimalista e uma interface sobrecarregada, é necessário que o avaliador defina um critério subjetivo no momento da avaliação. Caso o avaliador esteja de frente para uma interface sobrecarregada, há claramente um problema relacionado a essa heurística.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.10 HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros

Definição: O aplicativo deve exibir mensagens de erro em uma linguagem familiar para o usuário, indicando o problema de forma precisa e sugerindo uma solução construtiva.

Explicação: Quando ocorre um erro, o usuário não precisa de detalhes técnicos ou mensagens de alerta criptográficas, mas sim de mensagens claras, em uma linguagem reconhecível, com instruções sobre como se recuperar do erro. Caso seja possível, o aplicativo deve sugerir construtivamente uma solução (que também pode incluir dicas, perguntas frequentes, etc.). Se não houver solução para o erro, ou se o erro tiver um efeito insignificante, o aplicativo deve permitir que o usuário lide com o erro normalmente.

Benefícios: O usuário sendo capaz de obter mensagens de ajuda e instruções de como se recuperar do erro, contribui para que o mesmo diminua a sua frustração ao lidar com o erro.

Problemas: O avaliador deve distinguir entre prevenção e ajuda para recuperar do erro. A principal diferença aqui é o tempo. Se o erro ainda não aconteceu, estamos falando de prevenção, caso contrário, pode ser um problema relacionado a essa heurística.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

4.2.11 HU11 – Ajuda e Documentação

Definição: O aplicativo deve fornecer documentação e ajuda fáceis de encontrar, centrado na tarefa atual do usuário e indicando passos concretos a serem seguidos.

Explicação: O aplicativo deve fornecer acesso à informações detalhadas sobre as funcionalidades disponíveis de forma clara e simples, a partir de qualquer parte ou estado do sistema onde o usuário está localizado. Recomenda-se que esta informação esteja incluída no aplicativo e de fácil acesso, ou caso contrário, que a documentação esteja disponível

em um site. Para interações muito complexas ou um pouco difíceis para os usuários novos entender, como por exemplo, gestos multitoque em um *smartphone touchscreen* que podem ser difíceis, neste caso é indicado apresentar tutoriais, documentação e ajuda para que os usuários sejam elucidados quanto a forma correta de execução do gesto e assim o mesmo alcance o seu objetivo na utilização de determinada funcionalidade do aplicativo.

Benefícios: Através de um maior conhecimento do sistema o usuário tende a cometer uma quantidade menor de erros e a ter uma maior eficiência na utilização do aplicativo, assim como, pode obter um maior conhecimento do sistema por meio de uma rica documentação e também diminuir o risco de cometer erros.

Problemas: A principal dificuldade na aplicação desta heurística é como diferenciá-la da prevenção de erros. Mesmo que a documentação e as mensagens de ajuda possam impedir erros, essa heurística está bastante focada em instruções sobre como usar o sistema (como por exemplo, a interação por gestos do usuário), informações adicionais sobre opções e configuração, e assim por diante.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E8 [5], E10 [59] e E11 [62].

4.2.12 HU12 – Interação Agradável e Respeitosa com o Usuário

Definição: O dispositivo deve fornecer uma interação agradável com o usuário, de forma com que este não se sinta desconfortável ao utilizar a aplicação.

Explicação: Os aplicativos móveis são projetados para serem utilizados em dispositivos portáteis (*smartphones*). Deste ponto de vista, a ergonomia e o conforto desempenham um papel muito importante na interação entre o usuário e o aplicativo. Os botões devem ser colocados em posições reconhecíveis pelo usuário com base em sua experiência com outros aplicativos semelhantes. Além disso, é necessário analisar o contexto de utilização ao qual o aplicativo estará inserido, como por exemplo, uma aplicação para corredores que será utilizada durante a prática esportiva, é necessário que haja uma interface totalmente inclinada para maximização do conforto e a ergonomia do usuário durante a utilização da aplicação quanto a disposição dos elementos. A interface como um todo tem que ser focada nas características do seu público alvo, podendo abranger usuários com características gerais e/ou também as mais específicas, como por exemplo, usuários idosos que tendem a ter certas características especiais, como: mudanças psicossociais e funcionais que afetam a visão, a audição, o movimento, a cognição e a relação delas com elas mesmas e com os outros ao seu redor, tais fatores influenciam a forma da disposição dos elementos na interface.

Benefícios: O aplicativo se torna mais intuitivo ao utilizar da disposição dos elementos na interface de forma que o usuário esteja familiarizado, como por exemplo, colocar

botões em posições reconhecíveis ou ao variar a orientação da aplicação, entre vertical e horizontal, a interface mantenha a mesma disposição dos elementos na tela. Adaptar toda a interface do aplicativo, considerando as características do usuário e também o contexto de uso, faz com que o usuário final tenha mais eficiência na utilização da aplicação.

Problemas: Um possível problema ao aplicar essa heurística pode ser o caso de usuários com necessidades/características especiais. Neste caso, o avaliador deve usar seu próprio critério. Existem aplicativos que podem ser desconfortáveis para a maioria dos usuários e esse é um problema relacionado a essa heurística. Um aspecto muito importante a considerar é “popularidade”, ou seja, o que melhor se adéqua à maioria dos usuários. Porém, cada caso deve ser analisado separadamente e o avaliador deve estabelecer os seus critérios.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E5 [51] e E8 [5].

4.2.13 HU13 – Privacidade

Definição: O aplicativo deve proteger os dados confidenciais do usuário.

Explicação: O aplicativo deverá solicitar a senha do usuário para a modificação de dados importantes, além de, prover informações sobre como os dados pessoais do usuário são protegidos e sobre conteúdos de direitos autorais.

Benefícios: O usuário obterá uma maior satisfação e confiabilidade no aplicativo ao saber que os seus dados pessoais estão protegidos.

Problemas: O objetivo aqui não é somente a documentação ou sobre formas de informar ao usuário em relação aos métodos de proteção utilizados, mas de fato ter funcionalidades no aplicativo que garantam a privacidade dos dados do usuário (como por exemplo, uma visualização de dados diferenciado entre o usuário e os seus seguidores, em um aplicativo de rede social).

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E5 [51] e E9 [20].

4.3 Discussão

Conforme apresentado na Figura 4.3, os trabalhos selecionados pela RSL são fortemente associados as heurísticas estabelecidas por Nielsen [4] por abrangerem grande parte das aplicações de *software*, mesmo com o contexto geral direcionado para aplicações móveis. Outras heurísticas também foram propostas com o propósito de preencher as lacunas advindas do contexto *mobile* (Seção 2.1) apontado por autores como Inostroza et al. [5], apresentado na Tabelas 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 e 3.10.

A proposta preliminar do presente trabalho apresentou heurísticas de usabilidade semelhantes ou iguais ao trabalho de Nielsen [4], assim como vários trabalhos selecionados

na RSL (Figura 4.2), de forma a inserir o contexto de aplicações móveis, a exemplo das heurísticas HU1, HU2, HU3, HU4, HU5, HU6, HU7, HU9, HU10 e HU11, que respectivamente se assemelham as heurísticas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 de Nielsen, como mostrado na Tabela 4.2. A heurística HU6 foi customizada no sentido de inserir o fator de usabilidade “Contexto de Uso”, pois uma interface deve ser adaptada ao contexto de uso para que a carga cognitiva do usuário seja minimizada em alguns casos, como o exemplificado por aplicações de monitoramento de exercícios que podem ser utilizados em paralelo a atividade física, e dessa forma a interface deve conter elementos que façam diminuir o *Cognitive Load* do usuário.

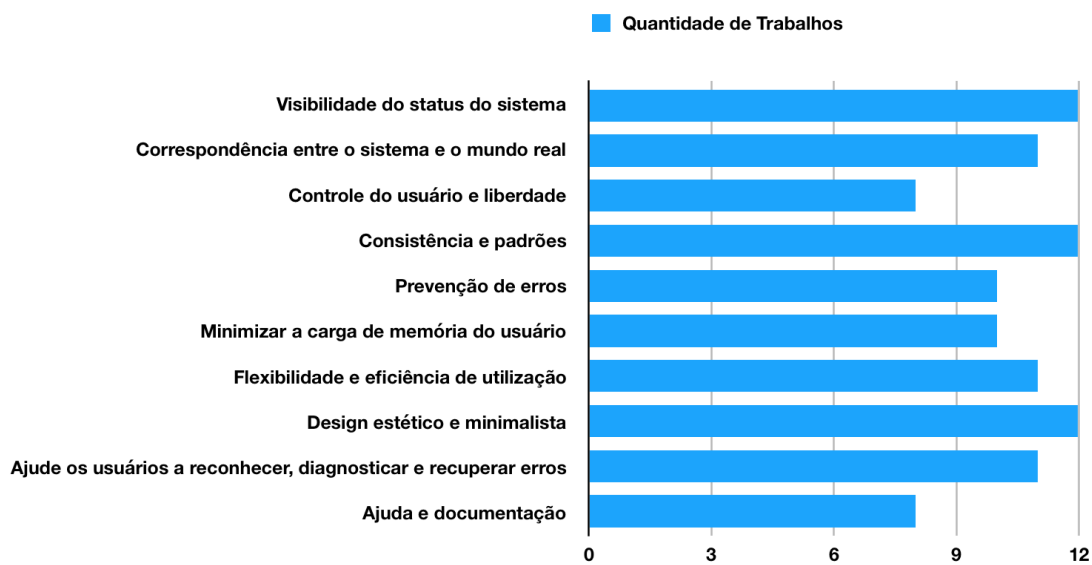


Figura 4.3: Quantidade de Trabalhos com Heurísticas Iguais ou Semelhantes às de Nielsen [4].

As heurísticas HU8, HU12 e HU13 são adicionais, se comparado ao trabalho de Nielsen [4]. As HU8 e HU13 são diretrizes não abordadas por Nielsen e foram introduzidas na proposta, por outro lado a HU12 é como um todo fortemente relacionada com as características de dispositivos móveis por se tratar da ergonomia de utilização. A HU8 apresenta uma diretriz voltada para a performance da aplicação, que caso aplicada, consequentemente será obtido menores tempos de resposta e melhor desempenho, o que leva a um sistema eficiente. A HU12 é uma diretriz que está relacionada a ergonomia, como citado anteriormente, e se relaciona diretamente com uma interação confortável do usuário com o sistema. Além disso foi proposto o “Contexto de Uso” como fator de usabilidade, pois assim como foi apontado na HU6 sobre minimizar o *Cognitive Load* do usuário, nessa heurística é apontado que a ergonomia deve ser pensada e voltada para o contexto em que a aplicação está inserida, pois de fato é afetada por esse fator. A heurística HU13

é focada na proteção dos dados do usuário, que como citado anteriormente, não é uma diretriz específica do contexto *mobile*, mas foi proposta pois é um aspecto que interfere na usabilidade e não foi considerada por Nielsen, por exemplo.

Tabela 4.2: Relação das Heurísticas propostas com as de Nielsen [4].

Heurística De Usabilidade Propostas		Heurísticas de Nielsen	
ID	Nome	ID	Nome
HU1	Visibilidade do status do aplicativo	1	Visibilidade do status do sistema
HU2	Correspondência entre o aplicativo e mundo real	2	Correspondência entre sistema e mundo real
3	Controle do usuário e liberdade	3	Controle e liberdade do usuário
4	Consistência e padrões	4	Consistência e padrões
5	Prevenção de erros	5	Prevenção de erros
6	Minimização do <i>Cognitive Load</i> do usuário	6	Minimizar a carga de memória do usuário
7	Customização e atalhos	7	Customização e atalhos
8	Eficiência de uso e desempenho		
9	Design estético e minimalista	8	Design estético e minimalista
10	Ajuda ao usuário a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros	9	Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros
11	Ajuda e documentação	10	Ajuda e documentação
12	Interação agradável e respeitosa com o usuário	–	–
13	Privacidade	–	–

A Tabela 4.3 apresenta as heurísticas que foram mapeadas na Seção 4.1 como sendo extras (2), ou não sendo semelhantes ou iguais ao modelo de Nielsen, relacionando-as com as heurísticas propostas que contêm alguma relação com elas.

Dado o contexto específico de outras heurísticas extras (2) que não foram incluídas na proposta, como a heurística 6 do trabalho **E6**, por ser bem específica do contexto de usuários idosos. Outras heurísticas também não foram incluídas na proposta do presente

Tabela 4.3: Mapeamento das Heurísticas Extras (2) com as Propostas.

Heurística proposta	Heurísticas Extras (2) por Estudo
HU1	Nenhuma heurística extra associada
HU2	E11 – (14)
HU3	E7 – (14) E10 – (14)
HU4	E10 – (17) E11 – (10)
HU5	Nenhuma heurística extra associada
HU6	E6 – (3)
HU7	E5 – (11) E7 – (24), (28), (29), (30), (31) E10 – (19)
HU8	E2 e E8 – (8)
HU9	E6 – (1) e (2) E7 – (13)
HU10	Nenhuma heurística extra associada
HU11	Nenhuma heurística extra associada
HU12	E2 e E8 – (12) E5 – (12) E11 – (9), (11) e (15)
HU13	E1 e E12 – (7) E2 e E8 – (12) E5 – (13) E9 – (11)

trabalho, pelo motivo de que o foco da proposta é o de heurísticas gerais para aplicações móveis, quais sejam: as heurísticas (2), (3), (11), (12), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (25), (26), (27), (32) e (33) do trabalho **E7**; (3) e (5) do trabalho **E9**; e a (19) do trabalho **E10**.

4.4 Síntese do Capítulo

Neste Capítulo foi apresentada a análise das heurísticas encontradas nos trabalhos selecionados na RSL, o mapeamento delas, com as heurísticas propostas por Nielsen [4]. Dessa forma, a proposta preliminar do presente trabalho tem como base as heurísticas gerais mapeadas nos trabalhos selecionados durante a RSL, tendo como foco propor um conjunto de heurísticas gerais para o contexto *mobile* que levassem em consideração os três fatores de usabilidade propostos por Harrison et al. [1] (Usuário, Tarefa e o Contexto de Uso) e o atributo de usabilidade *Cognitive Load*.

Avaliações heurísticas foram realizadas para auxiliar na avaliação do conjunto de heurísticas proposto e estão detalhadas no Capítulo 5.

Capítulo 5

Avaliação da Proposta

Este Capítulo apresenta os procedimentos, dados e a análise dos dados das duas avaliações heurísticas conduzidas no presente trabalho. O principal objetivo foi o de realizar avaliações que envolvessem dois conjuntos de heurísticas de usabilidade, a primeira do proposto neste trabalho e o segundo proposto por Inostroza et al. [5] por ser a proposta mais próxima do proposto no presente trabalho, especialmente se comparado a proposta preliminar apresentada no Seção 4.2, de modo que ao comparar as avaliações conduzidas com as duas propostas, houvesse a possibilidade de analisar os dados para que refinamentos fossem implementados.

5.1 Primeira Avaliação Heurística

Para realizar a avaliação heurística, o aplicativo móvel do Instagram foi selecionado com base nos seguintes critérios: (1) – Ser avaliado com mais de 4 estrelas na loja de aplicativos (uma maior probabilidade de conter boa usabilidade); (2) – Ser amplamente utilizado (facilitando o uso pelos especialistas durante a avaliação heurística por ser bastante conhecido em termos de uso); e (3) – Ser uma aplicação com o potencial de ser utilizada nos mais diversos contextos/ambientes (fazendo com que os avaliadores considerem uma quantidade maior de fatores que podem influenciar na usabilidade da aplicação). Para a escolha dos avaliadores foi definido um critério mínimo de 3 anos de experiência na área de usabilidade, assim sendo, foram escolhidos 3 avaliadores (de acordo com o apresentado em Kumar et al. [23]). O perfil dos participantes da avaliação das heurísticas são descritos na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Perfil dos Especialistas da Primeira Avaliação Heurística.

ID	Função	Local de Trabalho	Escolaridade	Tempo de Experiência
Ep1	Professor	Universidade de Brasília (UnB)	Doutor	5 anos
Ep2	Estudante de Doutorado	Universidade Federal do Amazonas (UFAM)	Mestre	5 anos
Ep3	Analista de Experiência de Usuário	Banco do Brasil	Graduado	4 anos

5.1.1 Procedimentos para a Avaliação Heurística

A avaliação heurística foi conduzida semelhantemente com a realizada no trabalho desenvolvido por Paula et al. [36]. Cada avaliador recebeu 4 documentos contendo as informações necessárias para executarem a avaliação, quais sejam: (1) – Descrição do conjunto de heurísticas propostas; (2) – Descrição do conjunto de heurísticas de Inostroza et al. [5]; (3) – Documento para descrição dos problemas de usabilidade encontrados na aplicação; e (4) – Questionário.

O questionário continha as seguintes perguntas:

1. P.1 – A descrição da heurística contribuiu para o seu entendimento completo (considerando as descrições da definição, explicação, benefícios e problemas)? (Observação: responda essa pergunta para cada uma das 13 heurísticas propostas)
2. P.2 – Existe alguma heurística de usabilidade que precisa ser adicionada/excluída do conjunto proposto?
3. P.3 – Considerando que o conjunto proposto busca considerar os fatores de usabilidade (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa), há algum refinamento necessário a ser feito na proposta para que se torne explícito ao avaliador a aceção de cada fator de usabilidade?

O documento (3) disponibilizado para os avaliadores continha a listagem das principais funcionalidades da aplicação avaliada (Realizar o cadastro/login e Realizar uma postagem), assim como a instrução para os avaliadores avaliarem o máximo de funcionalidades da aplicação e assim aumentar as chances de detecção de um maior número de problemas de usabilidade. Foi instruído também que para cada interface da aplicação o avaliador a utilizasse pelo menos duas vezes. Na primeira vez para que o avaliador se familiarizasse com as interações da interface de usuário em um primeiro momento, e na segunda vez para que o avaliador se concentrasse em avaliar cada interação disponível na aplicação, para

Tabela 5.2: Resultados da Primeira Avaliação.

Problemas de Usabilidade		
ID	Número de problemas identificados pelo conjunto de heurísticas proposto	Número de problemas identificados por meio do conjunto proposto por Inostroza et al. [5]
Ep1	1	1
Ep2	9	8
Ep3	13	13

que dessa forma fosse analisado a usabilidade da aplicação com o propósito de maximizar as chances do avaliador identificar problemas de usabilidade, procedimento esse indicado por Nielsen e Molich [16].

Após as instruções serem fornecidas aos avaliadores, o documento (3) salientou para os especialistas que os problemas de usabilidade fossem documentados, identificando para cada heurística analisada o problema de usabilidade encontrado (realizando esse procedimento para cada um dos dois conjuntos de heurísticas de usabilidade analisados: o proposto por esse trabalho e por Inostroza et al. [5]). O documento (4) conteve perguntas que delinearam identificar possíveis melhorias ao conjunto de heurística de usabilidade proposto por esse trabalho. As três perguntas foram feitas aos avaliadores após a realização da avaliação heurística do aplicativo Instagram.

A avaliação heurística continha 3 avaliadores especialistas na área que avaliaram o aplicativo Instagram utilizando dois conjuntos de heurísticas de usabilidade voltadas ao contexto de aplicações móveis, sendo o proposto nesse trabalho e o proposto por Inostroza et al. [5]. A Tabela 5.2 apresenta a quantidade de problemas de usabilidade encontrados por cada avaliador, evidenciando que o conjunto de heurísticas proposto teve uma pequena quantidade a mais que o modelo proposto por Inostroza et al. [5].

Após realizada a avaliação da aplicação, o questionário foi respondido por cada avaliador e 2 especialistas não apresentaram nenhuma melhoria que poderia ser realizada na proposta. Apenas 1 especialista mencionou algumas melhorias que poderiam ser realizadas, as quais foram:

- Para a pergunta P.1: a proposta poderia citar exemplos da aplicação da usabilidade;
- Para a pergunta P.2: poderia ter uma heurística focada em avaliar as principais funcionalidades do sistema, de modo que essas funcionalidades fossem logo exibidas na aplicação e não tivessem muitos cliques do usuário para utilizá-las;

- Para a pergunta P.3: poderiam ter exemplos em todas as heurísticas para facilitar o entendimento das mesmas no momento da avaliação heurística.

5.1.2 Discussão da Avaliação das Heurísticas

Nesta pesquisa buscou-se analisar e avaliar as heurísticas propostas na Seção 4.2 que, por meio de uma revisão sistemática de literatura, propôs um novo conjunto de heurísticas que consideram os fatores de usabilidade (Usuário, Tarefa e Contexto de Uso) como sendo importantes influenciadores na usabilidade de uma aplicação móvel, assim como o atributo de usabilidade *Cognitive Load*. Através de uma avaliação heurística utilizando as heurísticas propostas, utilizando o aplicativo Instagram para a sua avaliação de usabilidade, o presente trabalho objetivou avaliar o conjunto de heurísticas proposto e assim identificar melhorias para o conjunto de heurísticas.

Por meio do documento (4), 1 especialista mencionou a necessidade de que para cada heurística da proposta se apresentassem exemplos de usabilidade para facilitar o entendimento da heurística, como por exemplo é feito por Inostroza et al. [5] em seu trabalho. Isso pode ter sido o motivo de ter tido apenas 1 problema de usabilidade a mais encontrado por meio do conjunto de heurísticas proposto em relação ao de Inostroza et al. [5], dado que os especialistas podem não ter compreendido por completo como identificar problemas de usabilidade relacionado, por exemplo, ao fator de usabilidade “Contexto de Uso” evidenciado na HU12 e HU6 (Seção 4.2). Por essa razão, além de adicionar as imagens que mostram exemplos para cada heurística, foram adicionadas 197 sub-heurísticas divididas entre as 13 heurísticas propostas. Alguns autores, tais como Gómez et al. [51], Al-Razgan et al. [61] e Thitichaimongkhon e Senivongse [67] utilizam sub-heurísticas em seus trabalhos visando refinar seu conjunto de heurísticas e facilitar a avaliação heurística pelos avaliadores, respectivamente, para aplicação de *e-commerce*, aplicativos “*launchers*” para idosos e para aplicativos Android. De acordo com Thitichaimongkhon e Senivongse [67], a adição de sub-heurísticas possibilitaria que os avaliadores não especialistas tivessem um conhecimento básico sobre usabilidade e, com base nisso, pudessem usar as sub-heurísticas para interpretar as heurísticas mais parcialmente. Assim sendo, 155 sub-heurísticas foram retiradas dos trabalhos de Gómez et al. [51], Al-Razgan et al. [61] e Thitichaimongkhon e Senivongse [67]), sendo 98 somente referenciadas e 57 customizadas para melhor adequação ao contexto deste trabalho. 42 novas sub-heurísticas foram propostas pelo presente trabalho com o propósito de facilitar o entendimento de avaliadores a proposta, apresentando questionamentos que exemplificam possíveis áreas de aplicação da heurística, totalizando 197 sub-heurísticas.

Foi pontuado também por um especialista no questionário que a proposta poderia incluir uma nova heurística para avaliar as principais funcionalidades do sistema no que

tange aos passos necessários para utilização dessa funcionalidade, objetivando a diminuição desses passos para uma maior eficiência. No conjunto de heurísticas proposto a HU8 apresenta uma heurística focada em avaliar a eficiência de determinada tarefa no sistema, detalhando de forma geral que para tarefas simples e frequentes a quantidade de etapas para concluí-la devem ser curtas para uma maior eficiência do usuário em sua execução. Com base nisso, a proposta abrange de forma geral todas as tarefas que o usuário queira realizar na aplicação para que cada uma delas tenha a maior eficiência no que tange aos passos necessários que devem ser dados para completar determinada tarefa, dessa forma a melhoria proposta pelo especialista foi incluída na proposta para que ficasse explícito a importância das principais funcionalidades necessitem de poucos passos para serem finalizadas.

5.1.3 Riscos à Validade da Avaliação

Como mencionado na Seção 5.1.2, os avaliadores apontaram uma quantidade mínima de problemas de usabilidade, comparado ao conjunto de heurísticas proposto por Inostroza et al. [5]. Isso mostra que a avaliação apresentou resultados de carácter preliminar, dado que a proposta do presente trabalho possibilitou aos especialistas encontrar uma maior quantidade de problemas se comparado a outra proposta, porém por uma diferença mínima.

Outra questão a ser apontada está relacionada à metodologia utilizada durante a avaliação heurística, que foi baseada no trabalho de Paula et al. [36], segundo o qual não é coletada a severidade dos problemas de usabilidade encontrados, o que fez com que esses dados não apresentassem a relevância que deveriam ter.

Dado que uma heurística a mais foi encontrada, caso a severidade fosse apontada pelos avaliadores para cada problema de usabilidade, os resultados obtidos da avaliação poderiam ter garantido uma certeza maior para apontar que o conjunto de heurísticas proposto neste trabalho realmente possibilita aos especialistas identificarem problemas de usabilidade mais graves, se comparados ao trabalho de Inostroza et al. [5]. Por esse motivo, outra avaliação foi realizada, já com o conjunto de heurísticas refinado, com o objetivo de novamente avaliar a proposta deste trabalho, descrita na próxima Seção.

5.2 Segunda Avaliação Heurística

Após a primeira avaliação e o refinamento da proposta, foi realizada um outra avaliação para avaliar a proposta do presente trabalho novamente. Toda a metodologia utilizada, conforme apresentado na Seção 5.1, se manteve mas com apenas uma alteração, para cada

problema de usabilidade, a gravidade do problema de usabilidade deveria ser informado. Os níveis de gravidade utilizados, baseados no trabalho de Nielsen [35], foram:

- 0 (Inexistente) – Não concordo que este seja um problema de usabilidade;
- 1 (Baixo) – Problema cosmético apenas: não precisa ser corrigido a menos que haja tempo extra disponível no projeto;
- 2 (Regular) – Menor problema de usabilidade: consertar isso deve receber baixa prioridade;
- 3 (Médio) – Maior problema de usabilidade: importante para corrigir, por isso deve ser dada alta prioridade;
- 4 (Grave) – Catástrofe de usabilidade: imperativo para corrigir isso antes que o produto possa ser liberado.

Outros especialistas participaram desta segunda avaliação, a Tabela 5.3 detalha o perfil de cada um. Os mesmos critérios (5.1) foram utilizados, dessa forma 4 especialistas foram selecionados.

No questionário foram adicionadas algumas perguntas para complementar com o que foi adicionado na proposta, principalmente as sub-heurísticas, discutidas em detalhes posteriormente. Sendo assim, foram entregues aos especialistas as seguintes perguntas:

1. P.1 – A descrição da heurística contribuiu para o seu entendimento completo (considerando as descrições da definição, explicação, benefícios e problemas)? (Observação: responda essa pergunta para cada uma das 13 heurísticas propostas)
2. P.2 – Existe alguma heurística de usabilidade que precisa ser adicionada/excluída do conjunto proposto?
3. P.3 – As sub-heurísticas propostas estão claras e objetivas?
4. P.4 – Você propõe alguma nova sub-heurística? Se sim, descreva e informe para qual heurística
5. P.5 – Considerando que o conjunto proposto busca considerar os fatores de usabilidade (Usuário, Contexto de Uso e Tarefa), há algum refinamento necessário a ser feito na proposta para que se torne explícito ao avaliador a aceção de cada fator de usabilidade?
6. P.6 – De forma geral, há alguma sugestão ou melhoria a ser feita na proposta?

Tabela 5.3: Perfil dos Especialistas da Segunda Avaliação Heurística.

ID	Função	Local de Trabalho	Escolaridade	Tempo de Experiência
Ep1	Professor	IFG - Campus Formosa	Estudante de Mestrado	3 anos
Ep2	Pesquisador	Universidade de Brasília (UnB)	Doutor	4 anos
Ep3	Pesquisador	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)	Graduado	3 e 6 meses
Ep4	Engenheiro de <i>Software</i> - MacOS	Sophos Inc. Vancouver	Graduado	3 anos

A quantidade de documentos entregues aos especialistas continuaram as mesmas, como apresentado na Seção 5.1.1. O aplicativo para que a avaliação fosse realizada mudou, seguindo os mesmos critérios estabelecidos na avaliação anterior, sendo assim, o aplicativo Youtube foi selecionado. O intuito foi de mudar as características do aplicativo analisado para que a proposta fosse utilizada em diferentes contextos de aplicativo, no caso foi o Instagram, rede social de imagens, e o Youtube, plataforma de vídeos.

5.2.1 Refinamento da Proposta para a Avaliação

Posterior a primeira avaliação, foram realizados os refinamentos da proposta para alinhar com as considerações feitas pelos especialistas. Dessa forma, foram adicionadas para cada heurística os seguintes refinamentos:

- Exemplo de aplicação da heurística: uma imagem contendo um exemplo da heurística sendo aplicada em determinadas aplicações foi fornecida;
- Sub-heurísticas: com o objetivo de facilitar ainda mais o entendimento das diretrizes estabelecidas na proposta, sub-heurísticas que são questionamentos que buscam auxiliar o avaliador a identificar problemas de usabilidade, para instigá-los a respondê-las. Caso uma seja respondida com “Não”, isso pode representar um ou mais problemas de usabilidade na aplicação, dado que as perguntas apresentam “o que o aplicativo deveria ter” para uma boa usabilidade.

Além disso, na heurística HU2 foi adicionado o fator de usabilidade “Contexto de Uso”. Dado que a HU2 se refere ao aplicativo exibir as informações de forma familiar ao usuário, o contexto é um fator de extrema relevância, pois de acordo com o contexto externo em que a aplicação está inserida, a forma de apresentar as informações para o

usuário é influenciado. Os demais refinamentos foram aplicados ao texto das heurísticas para enriquecer a descrição textual e dessa maneira facilitar o entendimento de cada uma delas.

5.2.2 Discussão da Avaliação das Heurísticas

Os 4 avaliadores responderam todos os documentos enviados, e com base nos dados, o conjunto de heurísticas de usabilidade proposto neste trabalho apresentou melhores resultados de acordo com a percepção dos avaliadores, se comparado a propostas de Inostroza et al. [5]. A Figura 5.1 apresenta a quantidade de problemas encontrados, por todos os avaliadores, em relação a cada heurística proposta. Na Figura 5.1 é possível identificar que a proposta do presente trabalho possibilitou os especialistas a identificarem uma quantidade maior de problemas, com exceção da HU9. A HU11 apresenta um número bem maior de problemas de usabilidade, se comparado a proposta de Inostroza et al., assim como a HU1, que apresenta a maior diferença na quantidade de problemas relatados pelos avaliadores (Figura 5.1).

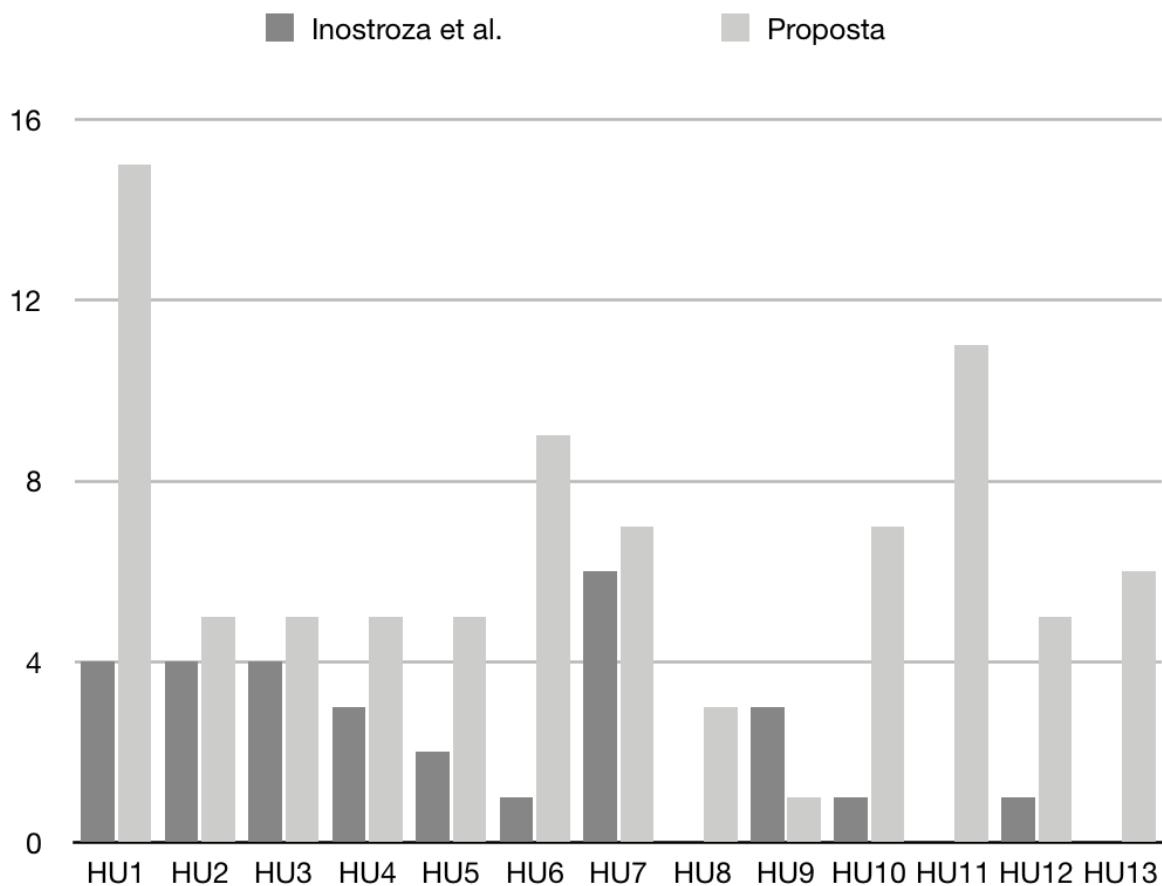


Figura 5.1: Quantidade de Problemas de Usabilidade Encontrados por Proposta.

A Figura 5.2 apresenta a quantidade de problemas de usabilidade encontrados por cada avaliador durante a avaliação das heurísticas propostas.

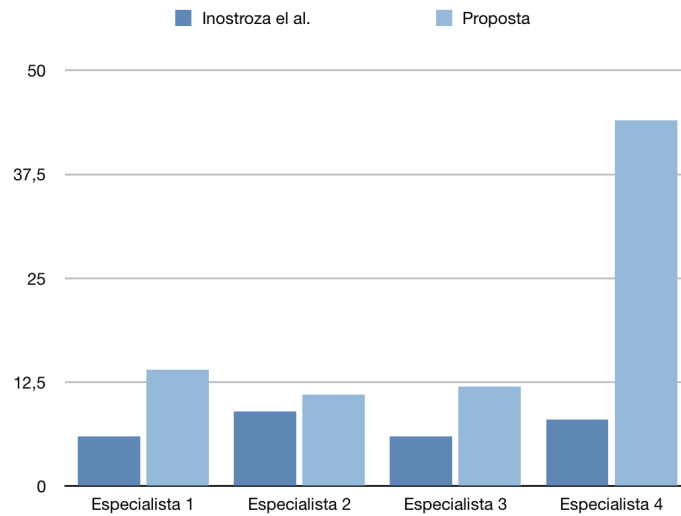


Figura 5.2: Número de Problemas de Usabilidade por Especialista, em Relação a Proposta do Presente Trabalho que Contia as 197 Sub-Heurísticas.

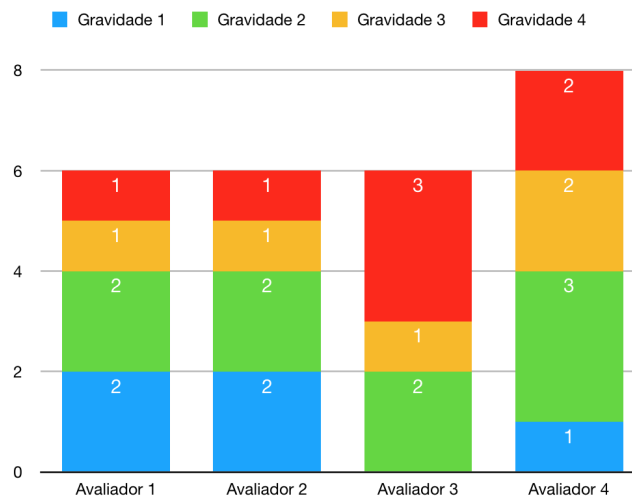


Figura 5.3: Quantidade de Problemas de Usabilidade quanto a Gravidade Baseados no Conjunto de Heurísticas de Inostroza et al. [5]

Outro dado importante é o relacionado a gravidade dos problemas encontrados pelos os especialista. Como apresentado nas Tabelas 5.4 e 5.3, todos os especialistas encontraram uma quantidade maior de problemas graves (nível 4), isso aponta para uma maior eficiência do conjunto de heurísticas do presente trabalho em relação a proposta de Inostroza et al. [5] (levando em consideração os riscos à validade).

Em resumo, todos os dados apresentados indicam a eficiência da proposta e melhoria considerável de performance em avaliações heurísticas (Figuras 5.4 e 5.3), se comparada a

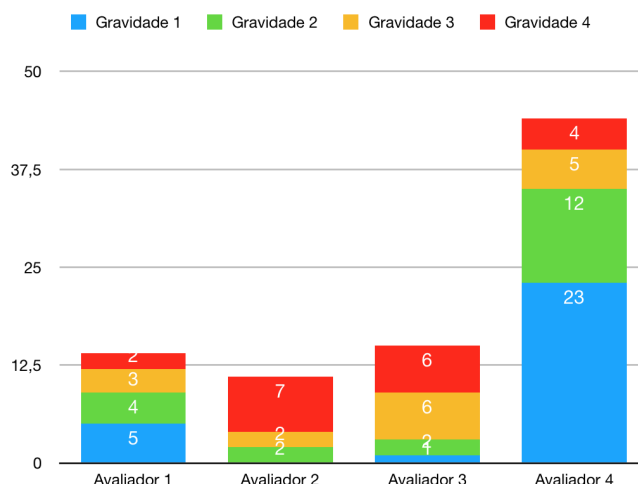


Figura 5.4: Quantidade de Problemas de Usabilidade quanto a Gravidade Baseados no Conjunto de Heurísticas Proposto que Contia as 197 Sub-Heurísticas.

anterior. As melhorias realizadas apresentaram um melhor entendimento das heurísticas, e conseqüentemente, possibilitou aos avaliadores a encontrarem uma quantidade maior de problemas de usabilidade, com um grau maior de gravidade.

Por fim, no questionário entregue aos avaliadores foram indicadas novas melhorias que poderiam ser aplicadas, a Tabela 5.4 apresenta esses dados. Todas as melhorias sugeridas foram adicionadas à proposta, conforme descrito no Capítulo 6.

Tabela 5.4: Resultados do Questionário por Avaliador.

Avaliador	Resultado do Questionário
Avaliador 1	As sub-heurísticas nem sempre estavam tão claras de entender, algumas estavam ambíguas.
Avaliador 2	As sub-heurísticas (8) e (18) poderiam ter exemplos para facilitar o entendimento. Poderiam ser revisadas de forma geral a escrita delas para uma maior clareza de ideias.
Avaliador 3	Contém duas heurísticas duplicadas, mas no geral facilitaram o entendimento durante a execução da avaliação heurística.
Avaliador 4	Existem sub-heurísticas com repetições de ideias, poderiam ser refinadas para serem todas bem objetivas e claras.

Com base nos dados obtidos no questionário, das 197 sub-heurísticas introduzidas após a primeira avaliação heurística, 14 delas foram excluídas da proposta por apresentarem algum tipo de ideia redundante em relação a outra, de modo parcial ou total, ou por serem muito subjetivas a ponto de não ajudar o avaliador, de modo que a proposta final ficou com o total de 183 sub-heurísticas. As Tabelas 5.5 e 5.6 apresentam as sub-heurísticas que foram excluídas da proposta final.

Tabela 5.5: Heurísticas Excluídas da Proposta Final.

Sub-heurísticas	Justificativa
“O sistema evita elementos de design que pareçam interagir (por exemplo, controle de GUI) quando na verdade não podem interagir ou fornecer <i>feedback</i> aos usuários?” [67].	Ideia ambígua com a “(13) Existe <i>feedback</i> visual na tela sobre quais opções são selecionáveis (permitem interação do usuário)?” [68].
“Há mais do que 12 a 20 tipos distintos de ícones?” [68].	Número muito relativo para ser aplicado em sistema móveis, causou estranheza por parte dos avaliadores. Poderiam ser revisadas de forma geral a escrita delas para uma maior clareza de ideias.
“O mesmo elemento de entrada e o mesmo estado têm a mesma interação?” [67].	Ideia confusa e de difícil compreensão dos avaliadores.
“O estilo do elemento de entrada foi modificado demais? O usuário pode reconhecer como interagir com o elemento?” [67].	Sub-heurística de difícil compreensão e já abordada na proposta.
“O sistema segue os padrões da indústria ou da empresa para atribuições de teclas de função?” [68].	Ideia ambígua com a “(53) Padrões de formatação da indústria ou da empresa são seguidos de forma consistente em todas as telas do aplicativo?” [68].
“Todos os dados que o usuário precisa exibir em cada etapa de uma sequência de transações?” [67].	Duplicada.
“Para as interfaces com entrada de dados, as dicas visuais e o espaços em branco são usados para distinguir perguntas, avisos, instruções e/ou dados de entrada do usuário?” [67].	Ideia ambígua com a “(131) Os elementos de informação (por exemplo, imagens, ícones) se destacam do fundo?” [67] customizado.
“O sistema utiliza a imagem como dicas visuais para fornecer informações da intensidade do volume? (por exemplo, usa alto-falantes sem ondas, consulte som baixo ou mudo)” [67].	Pouco objetiva e eficiente esta sub-heurística.
“Para as telas com entrada de dados, as dicas visuais distinguem os campos de instruções e de entrada de dados?” [proposto].	Ideia ambígua com a “(99) As bordas são usadas para identificar grupos de objetos ou informações significativos?” [68] customizado.
“A exibição de dados começa no canto superior esquerdo da tela?” [68] customizado.	Bastante subjetiva, pois aplicativos em países orientais, por exemplo, a leitura se inicia pela direita. Isso limita muito a proposta que buscar propor algo geral, que abranja vários contextos.
“Caso exista uma ordem de sequência natural dos elementos na tela, foi utilizada?” [68] customizado.	Ideia ambígua com a “(25) Os elementos da tela são ordenados da maneira lógica, de forma a considerar as características do usuário e o contexto de uso da aplicação?” [proposto].
“As opções de menu são lógicas, distintas e mutuamente exclusivas?” [67].	Bastante subjetiva e de difícil compreensão. Também é abordada na proposta de forma esmiuçada.

Tabela 5.6: Heurísticas Excluídas da Proposta (Continuação).

Sub-heurísticas	Justificativa
“As zonas foram separadas por espaços, linhas, cores, letras, títulos em negrito, linhas de regras ou áreas sombreadas?” [68] customizado	Abordada na proposta de forma esmiuçada.
“Textos muito grandes são “quebrados” para que caibam na tela (por exemplo, no campo de entrada de dados e posteriormente em sua exibição na tela)?” [proposto]	Ideia ambígua com a “(72) É evitado o uso de textos muito longos, que não são mostrados completamente (por exemplo, utilizam no final “...”), na aplicação? (informações importantes podem estar ocultas e levar o usuário a cometer erros) [proposto]”.

Foram refinadas 55 sub-heurísticas para melhorar a clareza das ideias apresentadas, seja exemplificando melhor ou melhorando a escrita gramatical delas. Em 2 sub-heurísticas foi introduzido uma imagem de exemplo, para facilitar o entendimento do que se espera a ser seguido, conforme solicitado pelo avaliador dois.

5.2.3 Riscos à Validade da Avaliação

Nessa segunda avaliação os problemas descritos na Seção 5.1.3 foram corrigidos e por isso o estudo não apresenta a mesma quantidade de riscos, quanto a validade, como anteriormente. O risco que existe está relacionado a quantidade de avaliadores durante a avaliação da proposta, é necessário realizar mais avaliações com uma quantidade maior de especialistas para que os dados disponham de mais segurança, pela questão da amostragem.

Ambas as avaliações realizadas foram conduzidas de forma remota, onde toda a documentação necessária para suas realizações foram disponibilizadas para os especialistas. O ambiente não foi controlado, o que pode introduzir riscos à validade das avaliações realizadas, como por exemplo, o tempo de duração das avaliações (separadas por proposta) que não foi monitorado, que poderia incrementar um dado a mais para análise ao relacionado o ganho do especialista em entender melhor as heurísticas propostas, com a análise de esforço dos especialistas em relação a proposta do presente trabalho em relação a de Inostroza et al. [5].

5.3 Síntese do Capítulo

Nesse Capítulo foram apresentadas as duas avaliações heurísticas realizadas para avaliação da proposta do presente trabalho. Dois refinamentos foram realizados, o primeiro introduziu principalmente as sub-heurísticas à proposta e a segunda a revisão geral da proposta para maior clareza. A proposta final está detalhada no Capítulo 6.

Capítulo 6

Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Aplicações Móveis em Smartphones

Neste Capítulo é detalhado o conjunto de heurísticas de usabilidade do trabalho (Seção 6.1), com os refinamentos advindos da segunda avaliação heurística.

6.1 Conjunto de Heurísticas de Usabilidade para Avaliação de Aplicações Móveis em Smartphones

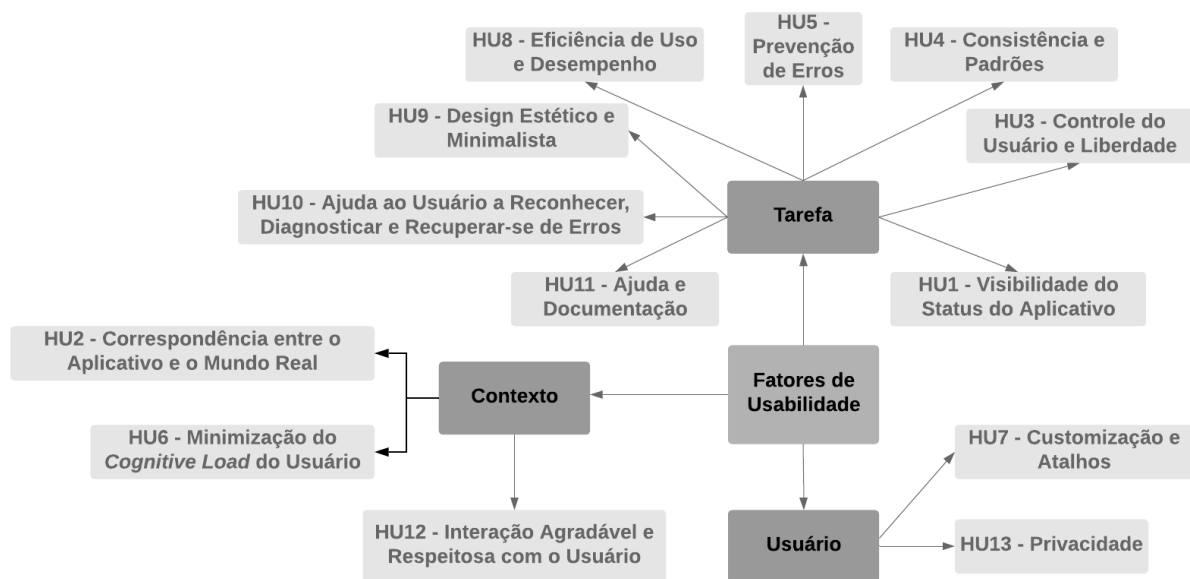


Figura 6.1: Disposição dos Fatores de Usabilidade de cada Heurística de Usabilidade.

No conjunto de 13 heurísticas propostas cada uma delas são descritas da seguinte forma: ID (sigla), nome (identificador), definição (a definição da heurística), explicação (explanação da heurística), benefícios (os prós na aplicação), problemas (os contras na aplicação e possíveis interpretações errôneas), sub-heurísticas (diretrizes em forma de questionamentos que representam diretrizes a serem seguidas), exemplo (imagem ilustrativa da heurística sendo aplicada ou de casos em que não foi aplicada) e estudos da RSL que justificam a sua utilização por conter heurísticas exatamente iguais ou semelhantes às propostas nesse trabalho. A Figura 6.1 apresenta a disposição dos fatores de usabilidade a partir de cada heurística de usabilidade proposta neste trabalho.

6.1.1 HU1 – Visibilidade do Status do Aplicativo

Definição: O aplicativo deve manter o usuário informado sobre todos os processos, interações do usuário com o sistema e mudanças de estado dentro de um período de tempo razoável.

Explicação: Por meio da interação com o aplicativo, o usuário deve ser capaz de executar diferentes tarefas. Se as ações do usuário levarem a uma mudança de estado do aplicativo (status atual (onde estou), possíveis mudanças (o que eu posso fazer aqui) e/ou *feedback* (o que acabou de acontecer)), o usuário deve ser informado de alguma forma (sons, mensagens e/ou animações na tela). As ações do usuário, como o de gestos (toque na tela e/ou arraste da tela), devem dar um *feedback* de forma visível, clara e concisa.

Benefícios: O usuário pode ter uma melhor experiência de uso quando o aplicativo informar sobre mudanças de estado, de maneira precisa e apropriada. Outro benefício está relacionado à conscientização do usuário ao utilizar o aplicativo, dado que ele saberá se teve ou não alguma alteração significativa do estado da aplicação.

Problemas: É importante distinguir, ao aplicar esta heurística, que o usuário pode ter problemas com a ausência de *feedback* devido à falta de implementação desta funcionalidade ou problemas de desempenho do aplicativo causados por um grande número de processos simultâneos e/ou devido a bateria estar com pouca carga (ativando o modo econômico de energia), afetando o desempenho do aplicativo e podendo ocasionar a falta de *feedback*.

Sub-heurísticas:

Feedback DO STATUS/ESTADO DO SISTEMA:

(1) Cada tela da aplicação começa com um título ou um cabeçalho que descreve o conteúdo da tela? [68]

(2) Um único ícone selecionado é claramente visível quando está cercado por ícones não selecionados? [68]

(3) Se o sistema receber informações importantes de ações de fundo (por exemplo, notificações internas do aplicativo, processo de envio *upload* ou *download*, entre outros), o sistema responde (por exemplo, vibrar, soar) alertando os usuários? [67] customizado

(4) Se os usuários precisarem navegar entre várias telas, elas possuem títulos significativos? [proposto]

(5) Se notificações *pop-up* são usadas para exibir mensagens de erro, elas permitem que o usuário veja o campo com o erro? [68] customizado

(6) Existe alguma forma de *feedback* do sistema para cada ação do usuário? [68]

(7) Se o usuário está rolando para o limite de um elemento (por exemplo, *listview*), há alguma sugestão visual? [67]

(8) Se o sistema contém *splash screens* (primeira tela mostrada durante a execução de um aplicativo), há algum *feedback* visual do que o sistema está fazendo enquanto as telas iniciais são exibidas? [67] customizado

Exemplo sub-heurística (8): *splash screens* se referem a primeira tela exibida ao usuário por uma aplicação, no momento de sua execução. A figura 6.2

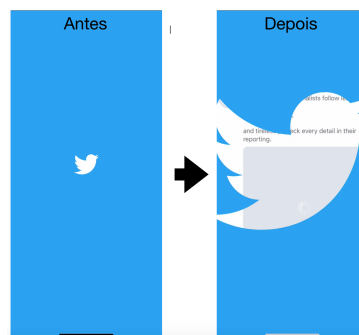


Figura 6.2: Exemplo da Sub-Heurística (8).

SELEÇÃO/ENTRADA DE DADOS:

(9) Se os modos sobrescrever e inserir estiverem disponíveis, há uma indicação visual de qual deles o usuário está? [68]

(10) O sistema fornece divulgação de progresso informativo ao executar uma ação que o usuário precisa aguardar (porcentagem de conclusão ou tempo de espera para completar a tarefa)? [67]

(11) Se forem utilizados menus expansíveis, os rótulos dos menus indicam que eles se expandem para um conjunto de opções? [67]

(12) Depois que o usuário conclui uma ação (ou grupo de ações), o aplicativo indica se é possível iniciar uma nova ação (ou grupo de ações)? [proposto]

(13) Existe *feedback* visual na tela sobre quais opções são selecionáveis (permitem interação do usuário)? [68] customizado

(14) Se vários objetos na tela puderem ser selecionadas, existe um *feedback* visual sobre quais objetos já foram selecionados? [68] customizado

(15) Existe *feedback* visual quando os objetos são movidos de um. ponto da tela para outro? [68] customizado

(16) Existe *feedback* visual quando o usuário realiza a ação de atualizar (*refresh*) a tela? [proposto]

(17) O usuário pode identificar o estado do sistema, e as alternativas de ação disponíveis, simplesmente ao olhar para as informação exibidas na tela da aplicação? [68] customizado

INFORMAÇÕES DE LOCALIZAÇÃO:

(18) As barras de status do sistema operacional são, na maioria das vezes (ou sempre) visíveis, exceto para conteúdo multimídia? [67]

Exemplo sub-heurística (18): a figura 6.10 apresenta a barra de status do sistema operacional, onde se lê “SIM” em diante, na parte superior da imagem. Para conteúdo como reprodução de vídeo essa barra de status deve sumir da tela para que o conteúdo seja reproduzido.

(19) Os botões do sistema operacional (por exemplo, botão voltar e botão inicial) são a maioria (ou sempre) visíveis, exceto para conteúdo multimídia? [67]

TEMPO DE RESPOSTA:

(20) Se houver atrasos observáveis (mais de cinco segundos) no tempo de resposta do sistema, o usuário é informado sobre o estado da aplicação? [67]

(21) Os tempos de resposta são apropriados para a tarefa? [68] customizado

- Digitação, *swipe*, *scrolling*: 1-50 milissegundos;
- Tarefas simples e frequentes: menos de 1 segundo;
- Tarefas comuns: 2-4 segundos;
- Tarefas complexas: 8-12 segundos.

(22) Os tempos de resposta são adequados ao processamento cognitivo do usuário? [68] customizado

- A continuidade de pensamento é necessária e a informação deve ser lembrada em várias respostas: menos de dois segundos.
- Altos níveis de concentração (*Cognitive Load*) não são necessários e não é necessário lembrar informações (minimizar a carga de memória do usuário): de dois a quinze segundos.

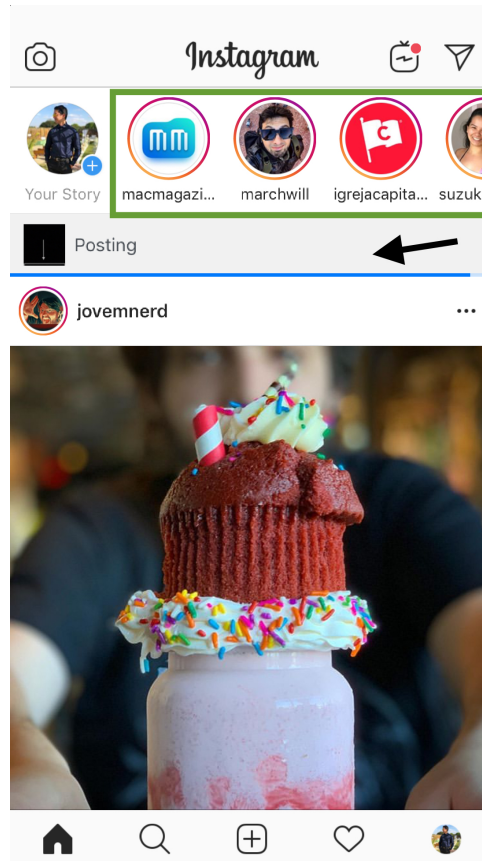


Figura 6.3: Exemplo da HU1 e HU2.

Exemplo: A Figura 6.3 mostra o progresso de *upload* da foto no Instagram (seta preta).

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.2 HU2 – Correspondência entre o Aplicativo e o Mundo Real

Definição: O aplicativo deve falar o idioma dos usuários e não em termos técnicos de sistema. O aplicativo deve exibir as informações de forma familiar ao usuário (de acordo com o contexto externo em que a aplicação está inserida), seguindo uma ordem lógica e natural.

Explicação: Atualmente, os aplicativos têm vários modos de interação, em que os usuários podem executar tarefas de maneiras intuitivas, imitando regras de interação do mundo real. Por exemplo, ao rolar para baixo uma lista longa, se o usuário “deslizar” com certa velocidade, a lista continuará a se mover, imitando o efeito da inércia. Outro exemplo é com relação ao gesto multitoque em um aplicativo, ao executar um gesto

de deslizar para a esquerda o sistema deve trazer o próximo objeto do lado direito, ou seja, mostrando o próximo objeto do lado direito (exemplo: funcionalidade de carrossel). Espera-se que cada interação mostre uma resposta semelhante à esperada no mundo real. Além disso, a linguagem (texto ou ícones) deve estar relacionada ao mundo real e/ou a termos familiares ao usuário, utilizando como base o contexto externo à que a aplicação está inserida, por exemplo: aplicações de controle médico, os termos utilizados por essa aplicação devem corresponder ao domínio/contexto médico ao qual está inserido.

Benefícios: O usuário, ao reconhecer conceitos do mundo real no aplicativo, terá uma barreira menor de adaptação ao utilizar o sistema e irá interpretar corretamente as informações fornecidas na aplicação e dessa forma obterá uma maior eficiência em suas ações, pois serão apresentadas em uma ordem lógica e natural. Outro benefício é a minimização de erros cometidos pelo usuário durante o uso do sistema garantindo também uma maior eficiência de uso, pois o usuário estará mais familiarizado com o aplicativo e erros de interação do usuário na aplicação serão minimizados.

Problemas: Ao aplicar esta heurística, não deve ser confundido com “HU4 – Consistência e Padrões”. Se algumas partes do sistema estão em um idioma diferente, não é uma questão relacionada a esta heurística, mas uma questão de consistência interna da aplicação (heurística HU4), enquanto a consistência externa da aplicação (entre aplicativo e ambiente ao qual ela está inserida) está relacionada a heurística HU2.

Sub-heurísticas:

METÁFORAS/MODELOS MENTAIS:

(23) As metáforas (por exemplo, ícones que correspondem a ações) são utilizadas? [67]

(24) Os ícones são familiares ao usuário, dado o contexto em que a aplicação está inserida? [proposto]

ELEMENTOS DA TELA:

(25) Os elementos da tela são ordenados da maneira lógica, de forma a considerar as características do usuário e o contexto de uso da aplicação? [proposto]

(26) As teclas de função estão nomeadas (*labeled*) de forma clara e distinta? [proposto]

Simplicidade:

(27) Os elementos da interface, relacionados e interdependentes, aparecem na mesma tela? [67] customizado

(28) Nas telas de entrada de dados, as tarefas são descritas na terminologia familiar aos usuários (considerando o contexto que a aplicação está inserida)? [68] customizado

CONSISTÊNCIA EXTERNA À APLICAÇÃO:

(29) Se formas são utilizadas como uma dica visual (por exemplo, uma forma de “bola de basquete”), ela combina com convenções culturais (é exibida de forma a lembrar uma “bola de basquete”)? [68] customizado

(30) As terminologias dos textos utilizados na aplicação são consistentes com o domínio das tarefas do usuário (são significativas ao usuário)? [67] customizado

- Use a nomenclatura no domínio específico;
- Empregue o jargão do usuário e evite o jargão do sistema.

(31) Elementos interativos da aplicação possuem correspondência com o mundo real (por exemplo, física de rolagem de lista)? [proposto]

SAÍDA DE INFORMAÇÕES NUMÉRICAS:

(32) O sistema alinha automaticamente o formato para valores numéricos (por exemplo, inserindo espaços à direita, entrelinhas, vírgulas e/ou um símbolo monetário)? [68]

Exemplo: Figura 6.3 mostra (retângulo verde) os amigos dos usuários com histórias ainda não vistas, a indicação à direita tem mais para ver, e apenas com um golpe para a esquerda é possível vê-lo no Instagram.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.3 HU3 – Controle do Usuário e Liberdade

Definição: O aplicativo deve permitir que o usuário desfaça e refaça suas ações para uma navegação clara e deve fornecer ao usuário uma opção de saída de estados indesejáveis do sistema.

Explicação: Quando o usuário cometer um erro ao inserir um texto, modificando opções de configuração ou apenas atingindo um estado indesejado, o sistema deve fornecer “saídas de emergência” apropriadas. Essas saídas devem facilmente permitir que o usuário passe de um estado indesejado para um desejado. Além disso, o aplicativo deve permitir que o usuário desfaça e refaça suas ações de uma maneira simples e intuitiva, já que os usuários podem executar gestos indesejados na tela sensível ao toque de um *smartphone* (por exemplo: toque, *swipe*, etc.), o que pode levar o aplicativo a um outro estado.

Benefícios: Por ter controle sobre o sistema, o usuário tem uma maior sensação de liberdade, conseqüentemente uma melhor experiência de uso e uma maior eficiência no uso do aplicativo.

Problemas: Esta heurística não deve ser confundida com o conceito de flexibilidade e eficiência de uso. Embora alguns efeitos de controle estejam relacionados a uma melhor eficiência (como apontados nos Benefícios acima), eles são conceitos diferentes. As heurísticas “HU5 – Prevenção de Erros” e “HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros” são relacionadas a mostrar, respectivamente, formas de prevenir erros e de informar o usuário sobre o erro e também sobre como recuperar-se

do erro, dessa forma, a heurística “HU3 – Controle do Usuário e Liberdade” destina-se a reparar ou corrigir erros, dando ao usuário a chance de desfazer ou refazer suas ações e ter controle sobre os recursos do sistema.

Sub-heurísticas:

(33) O usuário pode interagir com o sistema continuamente (sem enfrentar travamentos ou congelamentos do sistema)? [67]

(34) Quando a tarefa de um usuário é concluída, o sistema aguarda um sinal do usuário antes de finalizá-la de fato? [68]

(35) O teclado virtual é exibido apenas quando necessário? [67]

(36) Caso o teclado virtual seja exibido, o usuário é capaz de minimizá-lo? [proposto]

(37) Os dados pessoais (dados sensíveis) do usuário podem ser alterados? [proposto]

(38) Dados gerais de cadastro (caso o aplicativo possua essa funcionalidade) do usuário podem ser alterados? [proposto]

(39) Se uma caixa de diálogo estiver aparecendo, a localização do botão positivo (por exemplo, botão “OK”, botão “Próximo”) no lado direito e do negativo (por exemplo, botão “Cancelar”, botão “Voltar”) esta à esquerda? (Colocar botões positivos à direita dá uma sensação de continuar e progredir na tarefa, ao passo que colocar os botões negativos à esquerda dão uma sensação de reverter a tarefa. Isso também é mais fácil de compreender de relance.) [67]

(40) Se uma caixa de diálogo estiver sendo exibida, o usuário pode ser dispensado tocando em alguma área fora da caixa de diálogo? [proposto]

NAVEGAÇÃO:

(41) Os notificações indicam que o usuário está no controle (dando opções de ações)? [68]

(42) Existe uma função “desfazer” a nível de uma única ação, uma entrada de dados e um grupo completo de ações? [68]

(43) Os usuários podem cancelar operações em andamento? [68]

(44) Os usuários podem facilmente reverter suas ações? [68]

(45) Se os usuários puderem voltar a tela anterior, poderão alterar sua opção ou algum dado? [68] customizada

(46) Se *listviews* forem longas (por exemplo, mais de sete itens), os usuários podem selecionar quaisquer itens simplesmente ao rolar a lista? [68] customizada

(47) As teclas de função que podem causar sérias consequências ao usuário, têm o recurso de desfazer a ação? [68]

(48) O sistema usa transições para mostrar relações entre telas? [67]

ENTRADA DE DADOS:

(49) Os usuários podem digitar antecipadamente em campos de entrada de dados, caso não tenha preenchido os campos anteriores? [proposto]

(50) As alterações de caracteres são permitidos nos campos de entrada de dados? [68]

(51) Usuários podem avançar e retroceder entre campos ou opções de entrada de dados? [68]

ACESSIBILIDADE

(52) Caso o aplicativo possibilite o uso de um ponteiro de *mouse*, os usuários têm a opção de clicar em itens da interface? [68] customizado

Exemplo: A Figura 6.4 mostra a possibilidade do usuário deletar um *post* após postá-lo.

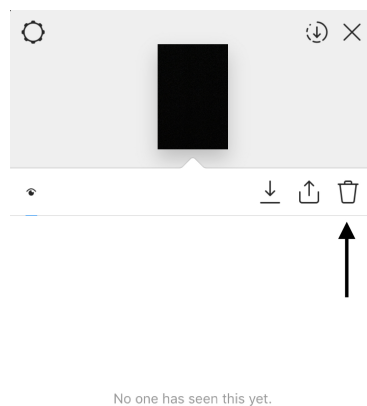


Figura 6.4: Exemplo da HU3.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E10 [59] e E11 [62].

6.1.4 HU4 – Consistência e Padrões

Definição: O aplicativo deve seguir as convenções estabelecidas, permitindo o usuário realizar as suas tarefas de maneira familiar, padronizada e consistente.

Explicação: Muitas vezes, diferentes partes do aplicativo que estão relacionadas e que devem ser semelhantes têm design ou lógica de utilização diferentes. Em geral, todo conceito apresentado de maneira contrastante à concepção do conceito pelo usuário produz confusão em algum grau. Essa confusão pode levar a uma diminuição da eficiência de uso ou uma baixa satisfação, entre outros efeitos colaterais. Um gesto específico de interação do usuário na interface do sistema deve ter o mesmo comportamento em todo o aplicativo, fazendo com que o modelo conceitual do usuário da possível ação/interação com a aplicação seja consistente a convenções estabelecidas internamente e externas a aplicação (por exemplo, seguir padrões de controle de gestos já bem estabelecidos em

aplicativos móveis de jogos eletrônicos de luta). Além disso, é melhor evitar conflitos com as operações acionadas por um gesto no aplicativo e as operações relacionadas aos gestos padrão do sistema operacional. Dadas todas essas questões, espera-se que o sistema siga padrões e convenções, estabelecidos internamente pela aplicação ou externos a aplicação, para obter uma interface intuitiva e amigável.

Benefícios: O aplicativo que segue convenções e padrões faz com que novos usuários tenham uma curva de aprendizado mais baixa enquanto utilização do sistema, que por exemplo se beneficia da experiência obtida com o uso de outros aplicativos. Assim, erros cometidos pelo usuário nas interações com o aplicativo serão minimizados, pois o usuário estará familiarizado com a navegação do sistema.

Problemas: Quando se fala em consistência, um aspecto clássico é a consistência da linguagem. Às vezes há palavras que não têm uma tradução adequada, principalmente quando relacionadas à tecnologia. Essas palavras podem ser difíceis de traduzir ou até perder o significado. Portanto, manter algumas palavras em outro idioma pode não ser um problema de “consistência”, mas manter um parágrafo inteiro é definitivamente um.

Sub-heurísticas:

DESIGN:

(53) Padrões de formatação da indústria ou da empresa são seguidos de forma consistente em todas as telas do aplicativo? [68]

(54) Quando notificações implicam uma ação necessária, o texto da mensagem é consistente com essa ação? [68] customizado

(55) Palavras caso estejam abreviadas, seguem o mesmo padrão de abreviação? [proposto]

(56) Os padrões de *design* da plataforma (por exemplo, as diretrizes de design do iOS e Android) são seguidos? [proposto]

(57) Cada tela possui um título? [68] customizado

(58) Todas as telas do sistema são exibidas de forma consistente com todos os dispositivos de diferentes plataformas/fabricantes (por exemplo, iPhone, Samsung Galaxy)? [proposto]

(59) Existe uma localização consistente do menu, na interface do aplicativo, em todo o sistema? [67]

(60) Existe consistência de tipografia em todo o aplicativo? [67]

(61) Existe um design consistente em elementos de entrada (por exemplo, caixa de texto, menu suspenso, etc.)? [67]

(62) Existe um design consistente no tamanho físico dos elementos da tela (tamanho da fonte, tamanho do elemento em relação a outros)? [67] customizado

(63) A aparência da fonte do sistema (por exemplo, tamanho, tipo de letra) pode ser alterado para ser consistente com a aparência da fonte do sistema operacional (por exemplo, iOS ou Android)? [67]

(64) As cores são consistente em todo o aplicativo? [68] customizado

CONVENÇÕES:

(65) A estrutura de um valor, na entrada de dados do aplicativo, é consistente em todo o sistema? [67] customizado

NAVEGAÇÃO:

(66) O sistema de navegação do aplicativo é padronizado? [proposto]

(67) A interação por gestos em elementos semelhantes da interface é padronizado em todo o aplicativo? [proposto]

ENTRADA DE DADOS:

(68) A estrutura de um valor na entrada de dados é consistente em todo o aplicativo? [68]

(69) Caso o sistema contenha várias telas para entrada de dados, todas elas têm o mesmo título? [67]

Exemplo: A Figura 6.5 mostra a disposição dos elementos na tela para a ação de tirar uma foto, bem difundido no mercado.

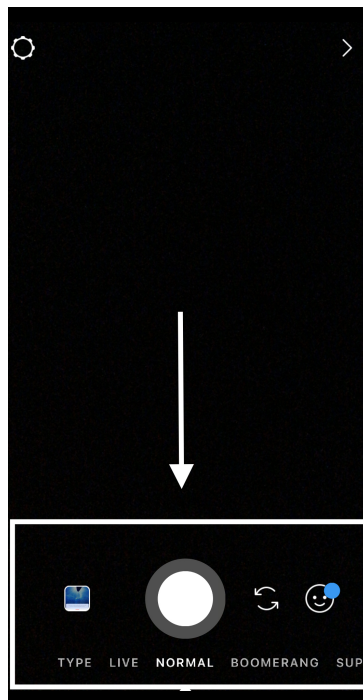


Figura 6.5: Exemplo da HU4.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.5 HU5 – Prevenção de Erros

Definição: Elimine as condições propensas a erros e apresente ao usuário uma opção de confirmação com informações adicionais antes dele se comprometer com a ação.

Explicação: O aplicativo deve ser explícito em relação a cada opção e funcionalidade disponível ao usuário. Considerando um espaço de tela limitado, isso pode ser um grande desafio. Assim, os ícones desempenham um papel muito importante, como dar um retorno ao usuário quando ele interage, e mesmo que a parte visível do ícone possa ser pequena, deve haver algum espaço extra de destino invisível que, se um usuário atingir esse espaço, a interação ainda ocorrerá. Infelizmente, às vezes uma pequena imagem não é suficiente para descrever em detalhes uma função ou algo similar, e para corrigir isso, o sistema deve fornecer informações adicionais sobre a demanda do usuário. A informação deve ser claramente exibida, tentando evitar longas sequências de diálogo. Além disso, o usuário deve ser avisado, especialmente quando ocorre algumas ações que podem ter efeitos indesejados ao usuário.

Benefícios: Ao evitar que o usuário cometa erros, o mesmo gastará menos tempo tentando resolvê-los, o que pode levar a uma maior eficiência.

Problemas: Este conceito não deve ser confundido com “HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros”. Se o usuário puder acionar um erro, isso é um problema de prevenção.

Sub-heurísticas:

(70) O sistema impede que usuários cometam erros sempre que possível? [68]

(71) Usuários são solicitados a confirmar comandos que tenham consequências drásticas e destrutivas? [proposto]

(72) É evitado o uso de textos muito longos, que não são mostrados completamente (por exemplo, utilizam no final “...”), na aplicação? (informações importantes podem estar ocultas e levar o usuário a cometer erros) [proposto]

(73) Quando o usuário opta por ficar logado, ele recebe uma mensagem informando sobre os possíveis riscos (caso exista)? [proposto]

NAVEGAÇÃO:

(74) Objetos na tela têm o tamanho fácil de tocar? [67] customizado

(75) Objetos tocáveis (por exemplo, botões) da tela estão colocados muito próximos? [67]

(76) Existem diferenças visuais entre objetos de interação (por exemplo, botões) e objetos de informação (por exemplo, rótulos, imagens)? [67]

(77) Embora a parte visível do elemento da tela possa ser pequena, há algum espaço de destino invisível que caso o usuário o atinga, a ação ainda será realizada? [51]

(78) Opções de menu são lógicas, distintas e mutuamente exclusivas? [68]

(79) Teclas de função que podem causar consequências mais graves estão em posições difíceis de serem alcançadas? [68]

ENTRADA DE DADOS:

(80) Na interface de entrada de dados, o aplicativo informa em tempo real o usuário sobre erros, caso insira a informação no padrão errado? [proposto]

(81) Os tipos de entrada de dados são apropriados para tipos de informação (por exemplo, usar o tipo de entrada numérico para informações numéricas)? [67]

(82) Campos de entrada de dados da tela contêm valores padrão quando apropriado? [68] customizado

Exemplo: A Figura 6.6 mostra uma etapa extra para excluir uma imagem do perfil do usuário no Instagram, impedindo que o usuário exclua a imagem apenas por causa de uma possível interação incorreta.

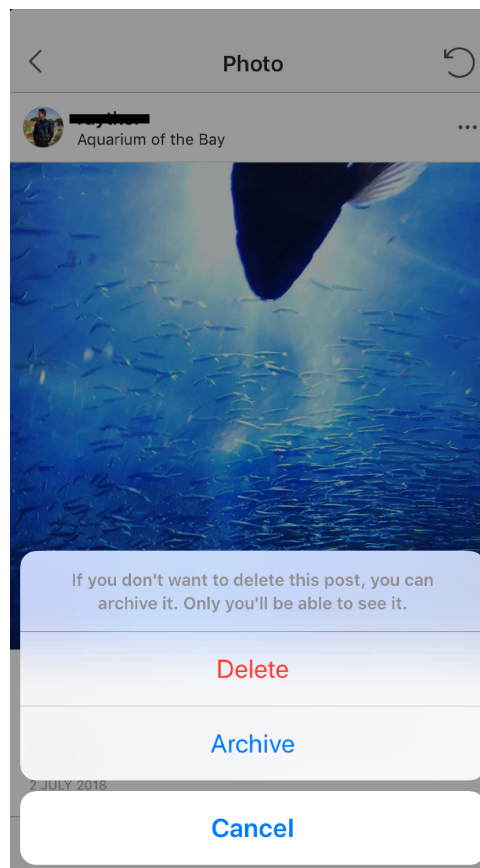


Figura 6.6: Exemplo da HU5.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59] e E11 [62].

6.1.6 HU6 – Minimização do *Cognitive Load* do Usuário

Definição: O aplicativo deve oferecer objetos visíveis, ações e opções para evitar que os usuários tenham que memorizar informações de uma interface para a outra.

Explicação: A memória humana de curto prazo é limitada, portanto o usuário não deve ser forçado a lembrar informações de uma parte do sistema para outra. Instruções sobre como usar o sistema devem ser visíveis ou fáceis de obter. Ao usar aplicativos executados em dispositivos móveis, os usuários geralmente estão executando outras tarefas ao mesmo tempo em que estão usando o aplicativo, como aplicativos de monitoramento de exercícios usados durante a atividade física, a interface deve ser adaptada a esse contexto de uso para que a carga cognitiva (*Cognitive Load*) do usuário seja minimizada durante o uso do sistema.

Benefícios: Ao reduzir a carga de memória (*Cognitive Load*), a capacidade mental e o esforço do usuário também são reduzidos e o usuário pode se concentrar em executar uma única tarefa com mais eficiência.

Problemas: Para esta heurística específica, o avaliador pode encontrar alguns problemas relacionados à “HU5 – Prevenção de Erros”. A questão principal aqui é observar que essa heurística está fortemente relacionada à sobrecarga de informações. Não se trata da disponibilidade de informações, mas da quantidade de informações que o usuário precisa memorizar para usar o sistema corretamente e com mais eficiência, com base no contexto de uso da aplicação.

Sub-heurísticas:

REDUÇÃO DE CARGA DE MEMÓRIA:

(83) Todos os dados que o usuário precisa são exibidos em cada etapa de uma sequência de transações (várias telas)? [68] customizado

(84) Os elementos da tela foram agrupados em zonas lógicas e cabeçalhos foram usados para distinguir as zonas? [68] customizado

(85) A primeira palavra (quando disponível) de cada escolha (elemento interativo da interface) do usuário é a mais importante? [68] customizado

(86) O sistema fornece mapeamento, ou seja, os relacionamentos entre gestos e ações são intuitivos? [68] customizado

(87) Nos menus de navegação, o número de itens e termos (por item) são controlado para evitar a sobrecarga da memória cognitiva? [51] customizado

(88) Para contextos de uso, em que o usuário necessite destinar sua atenção a uma outra tarefa em paralelo, a interface é adaptada para reduzir a carga de memória do usuário? [proposto]

DESIGN GERAL:

(89) Os campos de entrada de dados obrigatórios estão claramente marcados? [67]

(90) O sistema fornece uma entrada de exemplo para informações complexas ou específicas do formato? [67]

(91) As solicitações, sugestões e mensagens são colocadas em locais que o usuário provavelmente estará olhando na tela (locais intuitivos para mostrar determinada informação)? [68] customizado

(92) Áreas de texto na tela têm “espaço para respirar” ao redor delas? [68] customizado

(93) Existe uma distinção visual óbvia entre o “escolha um” e “escolha muitos” em uma lista de elementos? [68] customizado

(94) Entre a descrição de um campo de entrada de dados e o campo em si há um espaço mínimo que os separaram? [68] customizado

(95) Os campos opcionais de entrada de dados estão claramente destacados? [68] customizado

(96) O realce de cor é usado para chamar a atenção do usuário, quando necessário? [68] customizado

(97) Objetos interativos da interface, inativos, estão esmaecidos ou com coloração mais fraca em relação as outras cores? [proposto]

(98) Tamanho, fonte em negrito ou sublinhado, cor, sombreamento ou tipografia, são utilizados para mostrar hierarquia entre os itens da tela? [68] customizado

(99) As bordas são usadas para identificar grupos de objetos ou informações significativos? [68] customizado

(100) A mesma cor foi usada para agrupar elementos relacionados? [68] customizado

(101) A cor é usada em conjunto com alguma outra sugestão redundante? [68] customizado

(102) Há bom contraste de cores e brilho entre as cores da imagem e do plano de fundo? [68] customizado

(103) As cores claras, brilhantes e saturadas foram usadas para enfatizar os dados importantes em relação as cores mais escuras? [68] customizado

(104) As telas de entrada de dados indicam quando os campos são opcionais? [68] customizado

Exemplo: A Figura 6.7 mostra a interface do aplicativo Strava, para uso de corredores durante uma atividade física. A disposição dos elementos na interface mostra a preocupação dos desenvolvedores sobre o contexto de uso no qual o aplicativo está inserido.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59] e E11 [62].

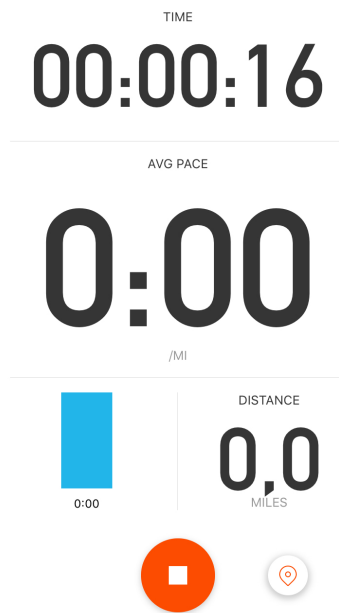


Figura 6.7: Exemplo da HU6.

6.1.7 HU7 – Customização e Atalhos

Definição: O aplicativo deve fornecer opções de configurações básicas e avançadas, de modo a permitir a criação e personalização de atalhos para ações frequentes.

Explicação: Cada usuário tem suas próprias necessidades e tentar satisfazer todas elas com um menu ou interface padrão pode ser um desafio. Assim, considere permitir que os usuários criem seus próprios atalhos e personalizações para boa parte do sistema. Através do acesso a opções de configuração avançadas, os usuários experientes podem melhorar sua eficiência de uso e novos usuários podem ter uma sensação de propriedade mais profunda. É importante ter em vista as características do público alvo do aplicativo, pois esse mapeamento permite implementar opções de personalizações mais ou menos avançadas, por exemplo.

Benefícios: O usuário pode personalizar algumas ações e/ou recursos com um profundo senso de propriedade. O mesmo é verdadeiro, facilitando o acesso do usuário a recursos que são mais usados e melhor adaptando o aplicativo ao perfil do usuário. Os atalhos contribuem para atingir com eficiência as metas e, assim, fornecer benefícios reais para o usuário, como maximizar a eficiência da bateria.

Problemas: Claramente, existe um limite em termos de personalização. Modificações estéticas podem ser possíveis na maioria das partes do sistema, mas algumas coisas não são alcançáveis. Mudanças significativas devem ser analisadas caso a caso quanto à validade de sua implementação, e é necessário considerar o perfil do público-alvo na análise. Não confundir esta heurística com “HU8 – Eficiência de Uso e Desempenho”, a HU7 se refere a

customização de partes da aplicação para atender usuários mais avançados e/ou iniciantes. A HU8 se refere a performance geral da aplicação e da minimização de passos para uso de determinada funcionalidade.

Sub-heurísticas:

(105) Os usuários são os iniciadores de ações, e não os que respondem? [51]

(106) Nas configurações do aplicativo é possível customizar alguma parte do sistema? [proposto]

(107) Se o sistema oferece suporte a usuários iniciantes e especialistas, vários níveis de detalhes de mensagens de erro estão disponíveis? [68]

(108) Se o sistema oferece suporte a usuários iniciantes e especialistas, as customizações são adequadas com as características do público alvo (por exemplo, customizações significativas para usuários que utilizam o sistema em um contexto de uso médico)? [proposto]

(109) Se o sistema oferece suporte a usuários iniciantes e especialistas, elementos da interface podem ser customizáveis? [proposto]

(110) Se o sistema oferece suporte a usuários iniciantes e especialistas, elementos de navegação podem ser customizáveis? [proposto]

Exemplo: A Figura 6.8 mostra a personalização que um usuário pode fazer em seu perfil, adicionando “*stories*” específicas.

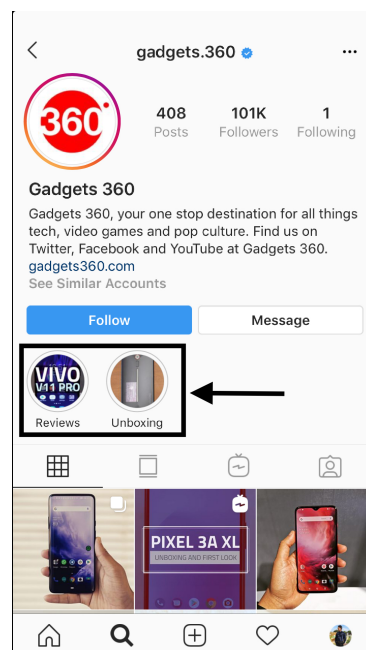


Figura 6.8: Exemplo da HU7.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.8 HU8 – Eficiência de Uso e Desempenho

Definição: O dispositivo deve ser capaz de carregar e exibir a informação em um período de tempo razoável e minimizar as etapas necessárias para executar uma tarefa (número de etapas a serem tomadas pelo usuário para atingir uma meta). Animações e transições devem ser exibidas sem problemas e de forma fluida.

Explicação: A combinação entre recursos de hardware e necessidades de *software* nem sempre é a melhor. Espera-se que o aplicativo básico seja compatível com o hardware, especialmente com recursos de processamento, para evitar telas pretas e longos períodos de tempo de espera. Além disso, as animações, efeitos e transições devem ser exibidos de forma fluida e sem interrupções. Outro ponto crítico é o comprimento da sequência de etapas para executar uma tarefa. Tarefas complexas, potencialmente perigosas ou não frequentes podem conter várias etapas como reforço de segurança. Tarefas simples, frequentes ou básicas do sistema (como as principais funcionalidades do aplicativo) devem ser curtas, ou seja, ter poucas etapas para acessar e concluir.

Benefícios: Menores tempos de resposta e melhor desempenho, o que leva a um sistema eficiente.

Problemas: Os problemas relacionados ao desempenho do hardware devem ser separados dos problemas relacionados ao desempenho da rede. Mesmo que esses problemas afetem a usabilidade, eles não fazem parte do escopo desta pesquisa, considerando que eles são afetados por diversos fatores complexos. Em relação à duração de uma sequência de etapas para executar uma tarefa, o limite entre normal e excessivo é um assunto subjetivo. O avaliador deve usar seus próprios critérios.

Sub-heurísticas:

(111) As telas iniciais que não fazem nada (nenhuma tarefa em segundo plano, apenas mostre a imagem ou o vídeo) foram evitadas? [67]

(112) Os menus utilizados com maior frequência estão nas posições mais acessíveis? [67]

(113) O sistema utiliza informações do dispositivo como data e hora e geolocalização como dados de entrada quando necessário? [67] customizado

(114) Em um formulário de entrada de dados, o usuário pode mover o foco de uma caixa de texto para outra caixa de texto pressionando “próximo” no teclado virtual? [67]

(115) O sistema permite que os usuários interajam com elementos da interface deslizando, gesticulando ou “beliscando”, em vez de apenas tocar (por exemplo, usuários podem apertar o elemento de imagem para aumentar e diminuir o zoom, usuários podem deslizar para a esquerda para ir a página anterior)? [67]

(116) Se a lista for muito longa, o sistema fornece ferramentas para filtrar itens ou rolar mais rapidamente? [67]

(117) Animações de transição entre telas e/ou de elementos da interface são fluidos? [proposto]

(118) As principais funcionalidades da aplicação são facilmente acessadas (poucos passos a serem realizados)? [proposto]

(119) Em campos de pesquisa é permitido acessar o histórico de forma a permitir que usuários selecionem informações digitadas anteriormente? [51] customizado

Exemplo: Essa heurística é relacionada a experiência de uso, por exemplo, se é rápido ou não as animações da interface. Com base nessa característica dinâmica, não é possível ilustrar isso em uma imagem.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.9 HU9 – Design Estético e Minimalista

Definição: O aplicativo deve evitar exibir informações indesejadas que sobrecarreguem a tela.

Explicação: Os textos do aplicativo não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Cada unidade extra de informação em uma interface compete com outras unidades de informação relevantes que possam ter na interface, fazendo com que a informações extras diminuam a visibilidade de informações relevantes na interface do aplicativo. Os designers devem ter cuidado ao exibir informações na tela. Além disso, interfaces sobrecarregadas podem gerar estresse para o usuário e também podem aumentar o consumo de recursos do aplicativo em um *smartphone*.

Benefícios: Se o aplicativo utilize um *design* minimalista, o dispositivo usa menos recursos, o que deve levar a um melhor desempenho e também minimiza a quantidade de informações visuais do usuário que podem levar a menos estresse e exaustão.

Problemas: Para distinguir entre um *design* minimalista e uma interface sobrecarregada, é necessário que o avaliador defina um critério subjetivo no momento da avaliação. Se o avaliador enfrentar uma interface sobrecarregada, há claramente um problema relacionado a essa heurística.

Sub-heurísticas:

(120) O uso de imagens ou ícones é utilizável prioritariamente a textos na aplicação? [proposto]

(121) Somente as informações essenciais para a tomada de decisões são exibidas na tela? [68] customizado

(122) Todos os ícones de um conjunto são visuais e conceitualmente distintos? [68] customizado

(123) Objetos grandes, linhas arrojadas e áreas simples foram usadas para distinguir ícones? [68] customizado

(124) Os grupos significativos de itens são separados por espaços em branco ou vazios? [68] customizado

(125) Cada tela de entrada de dados tem um título curto, simples, claro e distinto? [68] customizado

(126) Os rótulos de *labels* são breves, familiares e descritivos? [68] customizado

(127) As solicitações são expressas afirmativamente e usam a voz ativa? [68] customizado

(128) Cada opção de menu de nível inferior é associada a apenas um menu de nível superior? [68]

(129) Os títulos dos menus ou itens da interface são breves, mas longos o suficiente para se comunicar? [68] customizado

(130) O sistema não usa muitos tipos de letra (fontes podem ser usadas para enfatizar o conteúdo, mas muitas fontes podem confundir os usuários)? [67]

(131) Os elementos de informação (por exemplo, imagens, ícones) se destacam do fundo? [67] customizado

(132) Animações em movimento desnecessárias de informações (por exemplo, *zoom in*, *zoom out*) são evitadas? [67]

Exemplo: A Figura 6.9 mostra uma interface com quase toda a tela na cor branca e conseqüentemente os elementos importantes, como a imagem e os textos, são destacados.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.10 HU10 – Ajuda ao Usuário para Reconhecer, Diagnosticar e Recuperar-se de Erros

Definição: O aplicativo deve exibir mensagens de erro em uma linguagem familiar para o usuário, indicando com precisão o problema e sugerindo uma solução construtiva.

Explicação: Quando ocorre um erro, o usuário não precisa de detalhes técnicos ou mensagens de alerta criptográficas, mas sim de mensagens claras em uma linguagem reconhecível, com instruções sobre como se recuperar do erro. Se possível, o aplicativo deve sugerir construtivamente uma solução (que também pode incluir dicas, perguntas frequentes, etc.). Se não houver solução para o erro, ou se o erro tiver um efeito insignificante, o aplicativo deve permitir que o usuário lide com o erro normalmente.

Benefícios: Sendo capaz de obter mensagens de ajuda e instruções sobre como se recuperar do erro, os usuários são ajudados a reduzir sua frustração ao lidar com o erro.



Figura 6.9: Exemplo da HU9.

Problemas: O avaliador deve distinguir entre esta heurística e “HU5 – Prevenção de Erros”. A principal diferença aqui é o tempo. Se o erro ainda não aconteceu, estamos falando de prevenção (HU5), caso contrário, pode ser um problema relacionado a essa heurística.

Sub-heurísticas:

- (133) O som ou algum *feedback* tátil são usado para sinalizar um erro? [68]
- (134) As solicitações são declaradas construtivamente, sem críticas explícitas ou implícitas ao usuário? [[68]
- (135) As mensagens de erro são breves e não ambíguas? [proposto]
- (136) As mensagens de erro são redigidas para que o sistema, não o usuário, assuma a culpa? [68]
- (137) Se forem usadas mensagens de erro bem-humoradas, elas são apropriadas e inofensivas para a população de usuários? [68]
- (138) As mensagens de erro estão gramaticalmente corretas? [68]
- (139) As mensagens de erro evitam o uso de pontos de exclamação? [68]
- (140) Mensagens de erro evitam o uso de palavras violentas ou hostis? [68]
- (141) As mensagens de erro evitam um tom antropomórfico? [68]

(142) Mensagens de erro no sistema usam um estilo gramatical, forma, terminologia e abreviações consistentes? [68]

(143) As mensagens colocam os usuários no controle do sistema? [68] (144) A linguagem de comando usa a sintaxe normal do objeto de ação? [68]

(145) Se um erro for detectado em um campo de entrada de dados, o sistema realça o erro e/ou o elemento que precisa ser alterado? [68] customizado]

(146) As mensagens de erro informam o usuário sobre a gravidade do erro? [68]

(147) Mensagens de erro sugerem a causa do problema? [68]

(148) Mensagens de erro fornecem informações semânticas apropriadas? [68]

(149) Mensagens de erro indicam qual ação o usuário precisa executar para corrigir o erro? [[68]]

(150) Se o sistema oferecer suporte a usuários iniciantes e especialistas, vários níveis de detalhes da mensagem de erro estarão disponíveis? [68]

Exemplo: A Figura 6.10 mostra um problema de usabilidade relacionado a esta heurística, a mensagem de erro não está em linguagem natural.

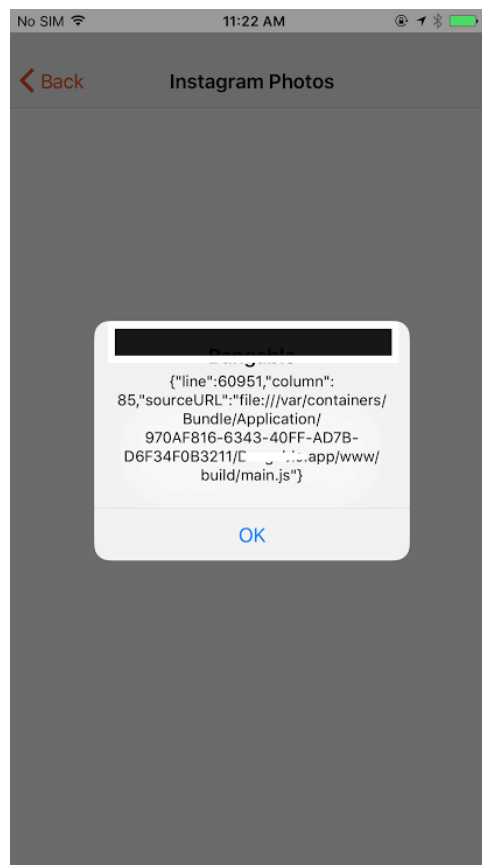


Figura 6.10: Exemplo da HU10.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E7 [36], E8 [5], E9 [20], E10 [59], E11 [62] e E12 [58].

6.1.11 HU11 – Ajuda e Documentação

Definição: O aplicativo deve fornecer documentação e ajuda fáceis de se encontrar, centrado na tarefa atual do usuário, e indicar passos concretos a serem seguidos para execução das funcionalidades do aplicativo.

Explicação: O aplicativo deve fornecer acesso a informações detalhadas sobre as funcionalidades disponíveis de maneira clara e simples, a partir de qualquer parte ou estado do sistema onde o usuário está localizado. É recomendado que estas informações estejam incluídas no aplicativo e facilmente acessíveis, ou de outra forma, que a documentação esteja disponível em um site. Para interações muito complexas ou difíceis para os usuários iniciantes entenderem, como gestos multitoque em um *smartphone touchscreen* que podem ser difíceis, neste caso é aconselhável apresentar tutoriais, documentação e ajuda para que os usuários sejam elucidados sobre a forma correta de execução do gesto e assim o usuário atinge seu objetivo no uso de uma certa funcionalidade do aplicativo.

Benefícios: Por meio do maior conhecimento do sistema, o usuário tende a cometer um menor número de erros e a ter uma maior eficiência no uso do aplicativo, bem como, pode obter um melhor conhecimento do sistema através de uma documentação rica e também reduzir o risco de cometer erros.

Problemas: A principal dificuldade em aplicar esta heurística é como diferenciá-la de “HU5 – Prevenção de Erros”. Embora a documentação e as mensagens de ajuda possam evitar erros, essa heurística é muito focada em instruções sobre como usar o sistema (como interação por gestos do usuário), informações adicionais sobre opções e configuração, e assim por diante.

Sub-heurísticas:

(151) Caso existam instruções/tutoriais de ajuda, eles são visualmente distintos e visíveis do resto da interface? [proposto]

(152) As instruções seguem a sequência de ações do usuário? [68]

(153) Se os itens do menu ou lista são ambíguos, o sistema fornece informações adicionais quando um item é selecionado? [68]

(154) Navegação: a informação é fácil de encontrar? [68]

(155) Apresentação: o layout é bem projetado? [68]

(156) Conversação: as informações são precisas, completas, e fáceis de entender? [68]

(157) As informações são relevantes? [68]

- Orientada por metas (o que posso fazer com este programa?);
- Descritivo (para que serve isso?);
- Procedural (como faço essa tarefa?);

- Interpretativo (por que isso aconteceu?);
- Navegação (onde estou?).

(158) Existe ajuda para dados sensíveis do usuário? [proposto]

(159) O usuário pode alterar o nível de detalhe (da informação) disponível? [68] customizado

(160) É fácil acessar e retornar do sistema de ajuda? [68]

(161) Os usuários podem retomar o trabalho de onde pararam depois de acessar a ajuda? [68]

(162) Se uma seção de FAQs existir, a seleção e a texto das perguntas e respostas estão relacionadas corretamente com o assunto? [51] customizado

(163) Quando os usuários começam a usar o sistema pela primeira vez, o sistema fornece instruções (ou dicas)? [67]

(164) Se forem fornecidas instruções para o usuário da primeira vez, elas podem ser caracterizadas com o descrito abaixo? [67]

- Ser simples e claro;
- Focando em alguns recursos (por exemplo, recursos usados com frequência);
- Sendo necessário que os usuários iniciem.

Exemplo: A Figura 6.11 mostra a documentação de ajuda no aplicativo Instagram para o uso geral e específico de funcionalidades.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E3 [60], E4 [57], E5 [51], E6 [61], E8 [5], E10 [59] e E11 [62].

6.1.12 HU12 – Interação Agradável e Respeitosa com o Usuário

Definição: O dispositivo deve fornecer uma interação agradável com o usuário, de forma com que este não se sinta desconfortável ao utilizar a aplicação.

Explicação: Os aplicativos móveis são projetados para serem utilizados em dispositivos portáteis (*smartphones*). Deste ponto de vista, a ergonomia e o conforto desempenham um papel muito importante na interação entre o usuário e o aplicativo. Os botões devem ser colocados em posições reconhecíveis pelo usuário com base em sua experiência com outros aplicativos similares. Além disso, é necessário analisar o contexto de uso no qual o aplicativo será inserido, como uma aplicação para corredores que será utilizada durante a prática esportiva, deve haver uma interface totalmente inclinada para o conforto do usuário e ergonomia durante o uso da aplicação relativo à disposição dos elementos. A interface como um todo tem que ser focada nas características de seu público alvo, e

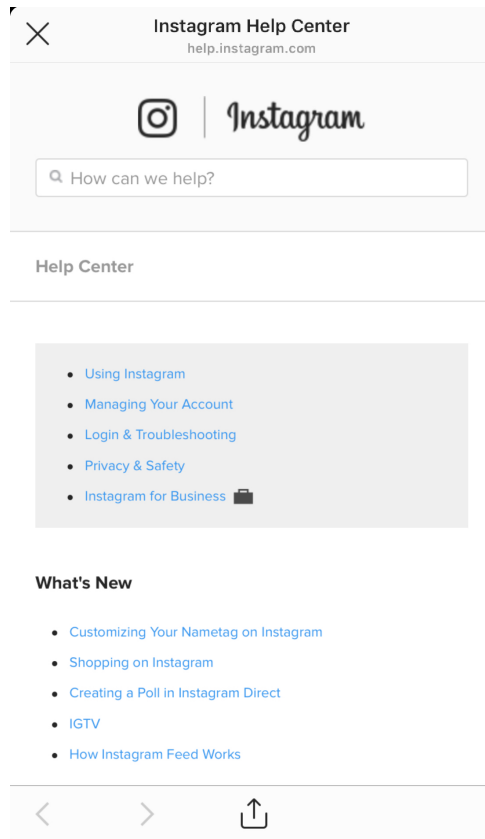


Figura 6.11: Exemplo da HU11.

pode incluir usuários com características gerais e/ou também os mais específicos, como usuários idosos que tendem a ter certas características especiais (acessibilidade), a título de exemplo: mudanças psicossociais e funcionais que afetam a visão, a audição, o movimento, a cognição e sua relação consigo mesmas e com os outros ao seu redor, tais fatores influenciam a maneira como os elementos são organizados na interface e como o usuário irá interagir com o sistema.

Benefícios: O aplicativo se torna mais intuitivo usando elementos de layout na interface que são familiares ao usuário, como colocar botões em posições reconhecíveis ou ao variar a orientação da aplicação entre vertical e horizontal, mantendo o mesmo layout dos elementos na tela. Adaptar toda a interface do aplicativo, levando em consideração as características do usuário e o contexto de uso, torna o usuário final mais eficiente nas interações com a aplicação.

Problemas: Um possível problema na aplicação desta heurística pode ser o caso de usuários com necessidades/características especiais. Neste caso, o avaliador deve usar seu próprio critério. Existem aplicativos que podem ser desconfortáveis para a maioria dos usuários e esse é um problema relacionado a essa heurística. Um aspecto muito importante a considerar é “popularidade”, ou seja, o que melhor se adéqua à maioria dos usuários.

No entanto, cada caso deve ser analisado separadamente e o avaliador deve estabelecer seus critérios.

Sub-heurísticas:

(165) Os campos para entrada de dados que requerem digitação são mínimos? [68] customizado

(166) Para telas de entrada de dados com muitos campos ou informações incompletas para preencher, os usuários podem salvar uma tela (ou parte dela) parcialmente preenchida? [67]

(167) As famílias tipográficas utilizadas no sistema são adequadas para leitura (não contém homógrafos, por exemplo, 1, l e L; Zero e O)? [67]

ACESSIBILIDADE:

(168) O aplicativo implementa algum sistema de acessibilidade próprio ou suporta o da plataforma (por exemplo, *voice over* no sistema iOS utilizado para leitura e navegação por usuários com deficiência visual)? [proposto]

(169) O aplicativo é otimizado para o contexto de uso que usuários estão inseridos (por exemplo, usuário com deficiência motora)? [proposto]

DESIGN:

(170) A disposição dos elementos de layout da aplicação é baseado e otimizado para o contexto em que o público alvo está inserido (por exemplo, aplicativo de mapas que geralmente é utilizado enquanto o usuário realiza outra atividade paralela)? [proposto]

(171) O sistema suporta ambas as orientações (horizontal e vertical)? [proposto]

(172) Caso o aplicativo funcione na orientação vertical e horizontal, a disposição dos elementos de layout se mantém os mesmos? [proposto]

(173) Cada ícone individual é um membro harmonioso de uma família de ícones? [68]

(174) Os detalhes excessivos no design do ícone foram evitados? [68]

(175) A cor foi usada com discrição? [68]

(176) A cor foi usada especificamente para chamar a atenção, comunicar a organização, indicar mudanças de status e estabelecer relações? [68]

Exemplo: A Figura 6.12 mostra a disposição dos elementos ao usuário interagir (círculos vermelhos), a interação do usuário com os elementos iterativos da interface posicionado aos lados da tela são facilmente acessíveis pelos dedos da mão por ambos os lados. O contexto de uso também foi considerado porque o usuário utilizará o dispositivo movendo-se a maior parte do tempo (utilizando a aplicação com o giroscópio), e manter o dispositivo como na Figura 6.12 é natural para o usuário pois a interface foi desenvolvida considerando esses aspectos.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E2 [18], E5 [51] e E8 [5].



Figura 6.12: Exemplo da HU12.

6.1.13 HU13 – Privacidade

Definição: O aplicativo deve proteger os dados confidenciais do usuário.

Explicação: O aplicativo deverá solicitar a senha do usuário para a modificação de dados importantes, além de, prover informações sobre como os dados pessoais do usuário são protegidos e sobre conteúdos de direitos autorais. Áreas da aplicação que lidam com os dados sensíveis do usuário devem conter autenticação para que qualquer tipo de interação ocorra.

Benefícios: O usuário obterá uma maior satisfação e confiabilidade no aplicativo ao saber que os seus dados pessoais estão protegidos.

Problemas: O objetivo aqui não é apenas a documentação ou maneiras de informar ao usuário em relação aos métodos de proteção utilizados, mas de fato ter recursos do aplicativo que garantam a privacidade dos dados do usuário (como exibições de dados diferenciadas o usuário e os seus seguidores, em um aplicativo de rede social).

Sub-heurísticas:

- (177) As áreas protegidas são completamente inacessíveis? [68] customizado
- (178) Áreas protegidas ou confidenciais tem a opção de serem acessadas com senhas? [68] customizado
- (179) O recurso de privacidade é eficaz e bem-sucedido na aplicação? [68] customizado
- (180) Para aplicativos multiusuários, o sistema evita que o usuário fique permanentemente conectado/logado? [proposto]
- (181) Se o aplicativo armazenar informações de cartão de crédito, ele permiti que os usuários decidam se desejam permanecer logados? [51] customizado
- (182) Há informações de como os dados pessoais são protegidos e sobre o *copyright* do aplicativo? [51] customizado

(183) Caso exista transações no aplicativo, há a possibilidade dos usuários salvarem os números de confirmação para essa transação (por exemplo, enviando-os por e-mail)? [proposto]

Exemplo: A Figura 6.13 mostra no aplicativo do Instagram algumas configurações de privacidade para proteção dos dados pessoais do usuário.

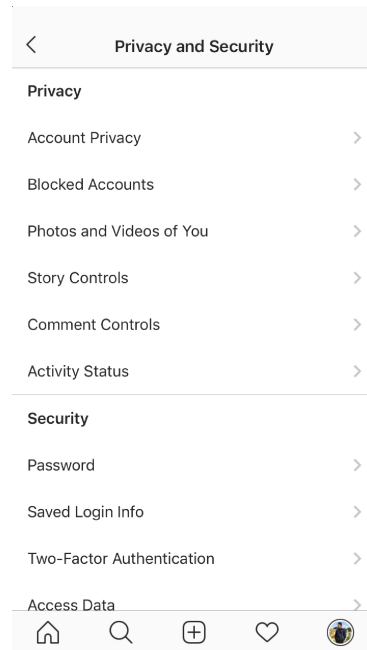


Figura 6.13: Exemplo da HU13.

Estudos da RSL que justificam sua utilização: E1 [49], E5 [51] e E9 [20].

Capítulo 7

Conclusão

Em virtude do crescimento da produção de *smartphones* e associado a sua evolução, a usabilidade é um fator-chave de distinção de produtos e aplicações móveis, bem como um atributo fundamental para a qualidade do produto. A usabilidade é um fator que facilita o uso do software pelo usuário, o que pode propiciar a fidelização do usuário e de mesmo modo a sua satisfação em utilizar uma aplicação de *software*.

Como as heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen [4] não foram desenvolvidas com o foco de abranger aplicações móveis [57], se fez necessário identificar e propor um novo conjunto de heurísticas que fossem focadas em aplicações baseadas no contexto *mobile*, como por exemplo, o trabalho desenvolvido por Dourado e Canedo [7] que realiza uma RSL para identificar as heurísticas de usabilidade para aplicações *mobile*. Dessa forma, o presente trabalho propõe um conjunto de heurísticas de usabilidade que consideram o Usuário, a Tarefa e o Contexto de Uso como fatores de usabilidade, e o *Cognitive Load* como um importante atributo de usabilidade. A proposta possui fundamentação nos trabalhos identificados por meio da revisão sistemática de literatura (RSL) realizada neste trabalho. Ademais, a RSL permitiu responder as questões de pesquisa que foram propostas, bem como proporcionar uma base de trabalhos científicos que propiciasse uma fundamentação para a proposta realizada no presente trabalho.

A principal contribuição deste trabalho foi propor um conjunto de heurísticas para o contexto de aplicações móveis em *smartphones*, que contivesse os fatores e atributos de usabilidade propostos por Harrison et al. [1], apresentada na Seção 6. Após a seleção dos artigos científicos pela RSL, uma análise minuciosa de todos os trabalhos identificados foi realizada e com base nesses dados, foi possível propor um conjunto de heurísticas bem fundamentada, de modo a analisar todas as heurísticas e compará-las com a proposta realizada por Nielsen [4]. Foi realizado também um estudo de cada uma das heurísticas apresentadas nos estudos selecionados da RSL para que a proposta do presente trabalho abrangesse a maioria delas, com o foco principal em apresentar um conjunto de heurísticas

de usabilidade focado em aplicações em um âmbito geral, como o proposto por Inostroza et al. [5], por serem mais fáceis de entender e de serem aplicadas [21]. Como resultado dessa análise, 13 heurísticas de usabilidade foram propostas, contendo em cada uma delas a descrição da definição, benefícios em sua utilização e possíveis problemas de interpretação ao aplicá-la durante uma avaliação heurística.

Após apresentada a proposta preliminar, era necessário naquele momento realizar ainda avaliações de usabilidade para que possíveis refinamentos à proposta fossem aplicados. A primeira avaliação heurística foi realizada e várias melhorias foram sugeridas pelos especialistas. Como resultado, 197 sub-heurísticas e exemplos por meio de imagens, exemplificado a aplicação prática da heurística, foram realizadas de modo a ir de encontro com o pedido dos especialistas após a realização da primeira avaliação: o de facilitar o entendimento da proposta de modo geral.

O refinamento da proposta foi realizado de modo a incrementar todas as recomendações dos especialistas e uma segunda avaliação heurística foi realizada para novamente avaliar a proposta refinada a partir da primeira avaliação. Como resultado, a proposta apresentou um ótimo resultado por possibilitar aos avaliadores a encontrarem mais problemas de usabilidade, e com a introdução do grau de gravidade dos problemas de usabilidade identificados, foi possível verificar que a proposta também propiciou encontrar problemas mais sérios de usabilidade. Ao final da segunda avaliação, foram aplicados os refinamentos solicitados pelos avaliadores relacionados a eliminar a ambiguidade e tornar a escrita das sub-heurísticas mais clara para um melhor entendimento. Assim sendo, a proposta final conta com 13 heurísticas e 183 sub-heurísticas de usabilidade para avaliar aplicações móveis.

7.1 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros, novas avaliações da proposta se fazem importantes para um melhor refinamento e aceitação. Novas avaliações heurísticas utilizando o conjunto de heurísticas proposto com uma quantidade maior de avaliadores e com uma variedade maior de aplicativos são necessárias para de fato apresentar dados que demonstrem a eficiência da proposta em aplicativos móveis com diferentes contextos de uso. Mitigar os riscos à validade também pode trazer grandes contribuições à proposta, de forma que novos refinamentos possam ser identificados e aplicados.

7.2 Trabalhos Publicados

Esta dissertação de mestrado resultou em duas publicações internacionais:

1. Ruyther Parente da Costa, Edna Dias Canedo: *A Set of Usability Heuristics for Mobile Applications. 21st International Conference on Human-Computer Interaction. HCI 2019: 180-193. DOI https://doi.org/10.1007/978-3-030-22646-6_13 [69].*
2. Ruyther Parente da Costa, Edna Dias Canedo, Rafael Timóteo de Sousa, Robson de Oliveira Albuquerque, Luis Javier García Villalba. *Set of Usability Heuristics for Quality Assessment of Mobile Applications on Smartphones. IEEE Access, 2019 [70].*

Referências

- [1] Harrison, Rachel, Derek Flood e David Duce: *Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model*. Journal of Interaction Science, 1(1):1, 2013. <https://doi.org/10.1186/2194-0827-1-1>. xii, 2, 3, 11, 12, 17, 18, 21, 22, 24, 27, 28, 45, 46, 47, 65, 107
- [2] Kitchenham, Barbara: *Procedures for performing systematic reviews*. Keele, UK, Keele University, 33(2004):1–26, 2004. <http://www.it.hiof.no/~haralhd/misc/2016-08-22-smat/Kitchenham-Systematic-Review-2004.pdf>. xii, 5, 26, 27, 28
- [3] Felizardo, Kátia Romero, Elisa Yumi Nakagawa, Sandra Camargo Pinto Ferraz Fabri e Fabiano Cutigi Ferrari: *Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática*. Elsevier Brasil, 2017. xii, 28, 30, 32
- [4] Nielsen, Jakob: *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman Group, 1995. <http://courses.ischool.utexas.edu/rbias/2014/Spring/INF385P/files/10%20Usability%20Heuristics%20for%20User%20Interface%20Design.docx>. xii, xiv, 2, 3, 13, 15, 16, 18, 19, 36, 37, 38, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 62, 63, 64, 65, 107
- [5] Inostroza, Rodolfo, Cristian Rusu, Silvana Roncagliolo, Virginica Rusu e César A. Collazos: *Developing SMASH: A set of smartphone's usability heuristics*. Computer Standards & Interfaces, 43:40–52, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2015.08.007>. xii, 2, 5, 35, 37, 46, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 78, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102, 104, 108
- [6] Granizo, Cristhy Jiménez, Cristian Rusu, Silvana Roncagliolo e Rodolfo Inostroza: *Evaluating a methodology to establish usability heuristics*. Em *31st International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC 2012, Valparaíso, Chile, November 12-16, 2012*, páginas 51–59, 2012. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2012.14>. xiv, 4, 6
- [7] Dourado, Marcos Antonio Durães e Edna Dias Canedo: *Usability heuristics for mobile applications - A systematic review*. Em *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2018, Funchal, Madeira, Portugal, March 21-24, 2018, Volume 2.*, páginas 483–494, 2018. <https://doi.org/10.5220/0006781404830494>. xiv, 2, 3, 15, 16, 18, 30, 107
- [8] Miranda, Rovina Maria: *Analysis of the usability of mobile device applications based upon heuristics*. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de

Ciência da Computação. Universidade da Sociedade da Informação, 2014. xiv, 19, 20, 21

- [9] Ahmad, Naveed, Aimal Rextin e Um E. Kulsoom: *Perspectives on usability guidelines for smartphone applications: An empirical investigation and systematic literature review*. Information & Software Technology, 94:130–149, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.10.005>. xiv, 17, 23, 24
- [10] Bajpai, Prableen: *The evolution of smartphone markets: where growth is going*. <http://www.nasdaq.com/article/the-evolution-of-smartphone-markets-where-growth-is-going-cm619105>, acesso em 2018-05-15. 1
- [11] Al-Nuiam, Hana e Lulwah Al-Harigy: *User interface context of use guidelines for mobile apps*. International Journal of Recent Trends in Human Computer Interaction (IJHCI), 2015. <https://www.cscjournals.org/library/manuscriptinfo.php?mc=IJHCI-120>. 1
- [12] Lima Salgado, André de e André Pimenta Freire: *Heuristic evaluation of mobile usability: A mapping study*. Em *Human-Computer Interaction. Applications and Services - 16th International Conference, HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part III*, páginas 178–188, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07227-2_18. 1
- [13] Nielsen, Jakob: *Usability inspection methods*. Em *Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 1994, Boston, Massachusetts, USA, April 24-28, 1994, Conference Companion*, páginas 413–414, 1994. <http://doi.acm.org/10.1145/259963.260531>. 1, 13, 21
- [14] *Iso 9241-11:1998: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) – part 11: Guidance on usability*. 1, 10
- [15] Mack, Zoë e Sarah Sharples: *The importance of usability in product choice: A mobile phone case study*. Ergonomics, 52(12):1514–1528, 2009. <https://doi.org/10.1080/00140130903197446>. 1
- [16] Nielsen, Jakob e Rolf Molich: *Heuristic evaluation of user interfaces*. Em *Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 1990, Seattle, WA, USA, April 1-5, 1990, Proceedings*, páginas 249–256, 1990. <http://doi.acm.org/10.1145/97243.97281>. 2, 69
- [17] Nielsen, Jakob: *Guerrilla hci: Using discount usability engineering to penetrate the intimidation barrier*. Cost-justifying usability, páginas 245–272, 1994. <ftp://ftp.cs.umanitoba.ca/pub/cs371/Readings/Guerrilla.pdf>. 2
- [18] Inostroza, Rodolfo, Cristian Rusu, Silvana Roncagliolo e Virginica Rusu: *Usability heuristics for touchscreen-based mobile devices: update*. Em *First Chilean Conference on Human - Computer Interaction, ChileCHI '13, Temuco, Chile, November 11-15, 2013*, páginas 24–29, 2013. <http://doi.acm.org/10.1145/2535597.2535602>. 2,

11, 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102, 104

- [19] Kjeldskov, Jesper e Jan Stage: *New techniques for usability evaluation of mobile systems*. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 60(5-6):599–620, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2003.11.001>. 2
- [20] Ajibola, A. S. e L. Goosen: *Development of heuristics for usability evaluation of m-commerce applications*. Em *Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, SAICSIT 2017, Thaba Nchu, South Africa, September 26-28, 2017*, páginas 3:1–3:10, 2017. <http://doi.acm.org/10.1145/3129416.3129428>. 2, 35, 37, 47, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 83, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 106
- [21] Bonifácio, Bruno, Davi Viana, Sérgio Roberto Costa Vieira, Cristina Araújo e Tayana Conte: *Aplicando técnicas de inspeção de usabilidade para avaliar aplicações móveis*. Em *IX Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '10, Belo Horizonte, MG, Brazil, October 5-8, 2010*, páginas 189–192, 2010. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1999615>. 2, 108
- [22] Salazar, Luiz Henrique A., Thaísa Lacerda, Juliane Vargas Nunes e Christiane Gresse von Wangenheim: *A systematic literature review on usability heuristics for mobile phones*. *IJMHCI*, 5(2):50–61, 2013. <https://doi.org/10.4018/jmhci.2013040103>. 2, 3, 18, 19
- [23] Kumar, Bimal Aklesh e Munil Shiva Goundar: *Usability heuristics for mobile learning applications*. *EAIT*, 24(2):1819–1833, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09860-z>. 2, 3, 19, 67
- [24] Heo, Jeongyun, Dong-Han Ham, Sanghyun Park, Chiwon Song e Wan Chul Yoon: *A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors*. *Interacting with Computers*, 21(4):263–275, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2009.05.006>. 8, 16
- [25] Inostroza, Rodolfo, Cristian Rusu, Silvana Roncagliolo, Cristhy Jiménez e Virginica Rusu: *Usability heuristics validation through empirical evidences: a touchscreen-based mobile devices proposal*. Em *Chilean Computer Science Society (SCCC), 2012 31st International Conference of the*, páginas 60–68. IEEE, 2012. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2012.15>. 8, 10, 13, 16
- [26] Lee, Young Seok, Sang W. Hong, Tonya L. Smith-Jackson, Maury A. Nussbaum e Kei Tomioka: *Systematic evaluation methodology for cell phone user interfaces*. *Interacting with Computers*, 18(2):304–325, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2005.04.002>. 8, 17
- [27] Schiefer, Gunther e Michael Decker: *Taxonomy for mobile terminals - A selective classification scheme*. Em *ICE-B 2008 - Proceedings of the International Conference on e-Business, Porto, Portugal, July 26-29, 2008, ICE-B is part of ICETE - The International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*, páginas 255–258, 2008. 8, 9

- [28] Nilsson, Erik G.: *Design patterns for user interface for mobile applications*. Advances in Engineering Software, 40(12):1318–1328, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2009.01.017>. 9
- [29] Sagar, Kalpna e Anju Saha: *A systematic review of software usability studies*. International Journal of Information Technology, páginas 1–24, 2017. <https://doi.org/10.1007/s41870-017-0048-1>. 10, 13
- [30] *Iso/iec. 2001. iso/iec 9126-1: Software engineering - product quality*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 10
- [31] *Iso/iec. 1999. iso/iec 14598-1: Information technology – software product evaluation – part 1: General overview*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 10
- [32] *Iso/iec. 2005. iso/iec 25000: Systems and software engineering – systems and software quality requirements and evaluation (square) – guide to square*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 10
- [33] *Iso/iec. 2006. iso/iec 25062: Software engineering – software product quality requirements and evaluation (square) – common industry format (cif) for usability test reports*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 11
- [34] Shackel, Brian e Simon J Richardson: *Human factors for informatics usability*. Cambridge university press, 1991. 11, 45
- [35] Nielsen, Jakob: *Usability engineering*. Em *The Computer Science and Engineering Handbook*, páginas 1440–1460. 1997. <https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=DB0owF7LqIQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Usability+Engineering&ots=B166VSGWwN&sig=6kB1ZhbBQFtx9k1gfMJlNyTe7J8#v=onepage&q=Usability%20Engineering&f=false>. 11, 47, 72
- [36] Silva, Paula Alexandra, Kelly Holden e Phillip Jordan: *Towards a list of heuristics to evaluate smartphone apps targeted at older adults: A study with apps that aim at promoting health and well-being*. Em *48th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2015, Kauai, Hawaii, USA, January 5-8, 2015*, páginas 3237–3246, 2015. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.390>. 11, 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 68, 71, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 98, 100
- [37] Bergman, Janne e Janne Vainio: *Interacting with the flow*. Em *Proceedings of the 12th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Mobile HCI 2010, Lisbon, Portugal, September 7-10, 2010*, páginas 249–252, 2010. <http://doi.acm.org/10.1145/1851600.1851641>. 12
- [38] Botella, Federico, José A. Gallud e Ricardo Tesoriero: *Using interaction patterns in heuristic evaluation*. Em *Design, User Experience, and Usability. Theory, Methods, Tools and Practice - First International Conference, DUXU 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011, Proceedings, Part I*, páginas 23–32, 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21675-6_3. 12

- [39] Memedi, Mevludin, Gaki Tshering, Martin Fogelberg, Ilir Jusufi, Ella Kolkowska e Gunnar Klein: *An interface for iot: feeding back health-related data to parkinson's disease patients*. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 7(1):14, 2018. <https://doi.org/10.3390/jsan7010014>. 13
- [40] Matera, Maristella, Francesca Rizzo e Giovanni Toffetti Carughi: *Web usability: Principles and evaluation methods*. Em *Web Engineering*, páginas 143–180. 2006. https://doi.org/10.1007/3-540-28218-1_5. 13
- [41] Nielsen, Jakob: *Finding usability problems through heuristic evaluation*. Em *Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 1992, Monterey, CA, USA, May 3-7, 1992, Proceedings*, páginas 373–380, 1992. <https://doi.org/10.1145/142750.142834>. 13
- [42] Nielsen, Jakob: *How to conduct a heuristic evaluation*. retrieved November, 10, 2001. <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>. 13
- [43] Prates, Raquel Oliveira e Simone Diniz Junqueira Barbosa: *Avaliação de interfaces de usuário-conceitos e métodos*. Em *Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Capítulo*, volume 6, página 28, 2003. https://homepages.dcc.ufmg.br/~rprates/ge_vis/cap6_vfinal.pdf. 13
- [44] Feinberg, Susan e Margaret Murphy: *Applying cognitive load theory to the design of web-based instruction*. Em *Proceedings of IEEE Professional Communication Society International Professional Communication Conference and Proceedings of the 18th Annual ACM International Conference on Computer Documentation: Technology & Teamwork, Cambridge, Massachusetts, USA, September 24-27, 2000*, páginas 353–360, 2000. <http://doi.acm.org/10.1145/504800.504855>. 17
- [45] Schildbach, Bastian e Enrico Rukzio: *Investigating selection and reading performance on a mobile phone while walking*. Em *Proceedings of the 12th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Mobile HCI 2010, Lisbon, Portugal, September 7-10, 2010*, páginas 93–102, 2010. <http://doi.acm.org/10.1145/1851600.1851619>. 17
- [46] Seong, Daniel Su Kuen: *Usability guidelines for designing mobile learning portals*. Em *Proceedings of the 3rd international conference on Mobile technology, applications & systems, Mobility '06, Bangkok, Thailand, October 25-27, 2006*, página 25, 2006. <http://doi.acm.org/10.1145/1292331.1292359>. 17
- [47] Fetaji, Bekim, Majlinda Fetaji e Keiichi Kaneko: *Comparative study of efficiency among the developed mluat methodology in comparison with qualitative user testing method and heuristics evaluation*. Em *Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2011 33rd International Conference on*, páginas 269–274. IEEE, 2011. 17
- [48] Pitkänen, Junnu: *Mobile application usability research: Case study of a video recording and annotation application*. 2016. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106239/junnu_pitkanen.pdf?sequence=1. 17

- [49] Billi, Marco, Laura Burzagli, Tiziana Catarci, Giuseppe Santucci, Enrico Bertini, Francesco Gabbanini e Enrico Palchetti: *A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications*. *Universal Access in the Information Society*, 9(4):337–356, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10209-009-0180-1>. 19, 35, 37, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 83, 85, 89, 95, 97, 98, 100, 106
- [50] *Iso 9241:1997: Ergonomics requirements for office work with visual display terminals (vdt)*. 21
- [51] Gómez, Rosa Yáñez, Daniel Cascado Caballero e José Luis Sevillano: *Heuristic evaluation on mobile interfaces: A new checklist*. *The Scientific World Journal*, 2014, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/434326>. 22, 23, 35, 37, 39, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 83, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 97, 98, 100, 102, 104, 105, 106
- [52] Torrente, María del Carmen Suárez, Doctor D Juan Manuel Cueva Lovelle e Doctora Dña Ana Belén Martínez Prieto: *Sirius: Sistema de evaluación de la usabilidad web orientado al usuario y basado en la determinación de tareas críticas*. Universidad de Oviedo, 2011. 22
- [53] Fabbri, Sandra, Cleiton Silva, Elis Hernandez, Fábio Octaviano, André Di Thommazo e Anderson Belgamo: *Improvements in the start tool to better support the systematic review process*. Em *Proceedings of the 20th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, página 21. ACM, 2016. <https://doi.org/10.1145/2915970.2916013>. 27
- [54] Silva, Fernando Selleri, Felipe Santana Furtado Soares, Angela Lima Peres, Ivanildo Monteiro de Azevedo, Ana Paula LF Vasconcelos, Fernando Kenji Kamei e Silvio Romero de Lemos Meira: *Using cmmi together with agile software development: A systematic review*. *Information and Software Technology*, 58:20–43, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.09.012>. 30
- [55] Wohlin, Claes: *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering*. Em *18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE '14, London, England, United Kingdom, May 13-14, 2014*, páginas 38:1–38:10, 2014. <http://doi.acm.org/10.1145/2601248.2601268>. 31
- [56] Kitchenham, Barbara e Stuart Charters: *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. EBSE, 2007. <https://userpages.uni-koblenz.de/~laemmel/esecourse/slides/slr.pdf>. 32
- [57] Neto, Olibário J. Machado e Maria da Graça Campos Pimentel: *Heuristics for the assessment of interfaces of mobile devices*. Em *19th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, WebMedia '13, Salvador, Brazil, November 5-8, 2013*, páginas 93–96, 2013. <http://doi.acm.org/10.1145/2526188.2526237>. 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102, 107

- [58] Caro-Alvaro, Sergio, Eva García-Lopez, Antonio García-Cabot, Luis de Marcos e Jose-Maria Gutierrez-Martinez: *A systematic evaluation of mobile applications for instant messaging on ios devices*. *Mobile Information Systems*, 2017:1294193:1–1294193:17, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/1294193>. 35, 37, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 83, 85, 89, 95, 97, 98, 100
- [59] Omar, Khalil, Barbara Rapp e Jorge Marx Gómez: *Heuristic evaluation checklist for mobile erp user interfaces*. Em *2016 7th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)*, páginas 180–185. IEEE, 2016. <https://doi.org/10.1109/IACS.2016.7476107>. 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102
- [60] Nayebi, Fatih, Jean-Marc Desharnais e Alain Abran: *An expert-based framework for evaluating ios application usability*. Em *2013 Joint Conference of the 23rd International Workshop on Software Measurement and the 8th International Conference on Software Process and Product Measurement, Ankara, Turkey, October 23-26, 2013*, páginas 147–155, 2013. <https://doi.org/10.1109/IWSM-Mensura.2013.30>. 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102
- [61] Al-Razgan, Muna S., Hend S. Al-Khalifa e Mona D. Al-Shahrani: *Heuristics for evaluating the usability of mobile launchers for elderly people*. Em *Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience - Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part I*, páginas 415–424, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_40. 35, 37, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 70, 85, 89, 91, 93, 98, 102
- [62] Humayoun, Shah Rukh, Paresh Hamirbhai Chotala, Muhammad Salman Bashir e Achim Ebert: *Heuristics for evaluating multi-touch gestures in mobile applications*. Em *HCI 2017 - Digital make-believe. Proceedings of the 31st International BCS Human Computer Interaction Conference, BCS HCI 2017, University of Sunderland, St Peter's campus, Sunderland, UK, 3-6 July 2017*, 2017. <https://doi.org/10.14236/ewic/HCI2017.89>. 35, 37, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 98, 100, 102
- [63] Bertini, Enrico, Tiziana Catarci, Alan J. Dix, Silvia Gabrielli, Stephen Kimani e Giuseppe Santucci: *Appropriating heuristic evaluation for mobile computing*. *IJM HCI*, 1(1):20–41, 2009. <https://doi.org/10.4018/jmhci.2009010102>. 37
- [64] Joyce, Ger e Mariana Lilley: *Towards the development of usability heuristics for native smartphone mobile applications*. Em *Design, User Experience, and Usability. Theories, Methods, and Tools for Designing the User Experience - Third International Conference, DUXU 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part I*, páginas 465–474, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_45. 38
- [65] Silva, Paula Alexandra, Kelly Holden e Aska Nii: *Smartphones, smart seniors, but not-so-smart apps: A heuristic evaluation of fitness apps*. Em *Foundations of Augmented Cognition. Advancing Human Performance and Decision-Making through*

Adaptive Systems - 8th International Conference, AC 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings, páginas 347–358, 2014. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07527-3_33. 39

- [66] Likert, Rensis: *A technique for the measurement of attitudes*. Ph.D. dissertation, New York : The Science Press. Archives of psychology, no. 140, 1932. 47, 48
- [67] Thitichaimongkhol, Kritpapon e Twittie Senivongse: *Enhancing usability heuristics for android applications on mobile devices*. Em *Proceedings of the world congress on engineering and computer science*, volume 1, 2016. <https://pdfs.semanticscholar.org/d6c3/b56f4327a190d4b9343e354917f938ef2145.pdf>. 70, 77, 81, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 96, 98, 102, 104
- [68] Pierotti, Deniese: *Heuristic evaluation-a system checklist*. Xerox Corporation, 12, 1995. 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105
- [69] Costa, Ruyther Parente da e Edna Dias Canedo: *A set of usability heuristics for mobile applications*. Em *HCI (1)*, volume 11566 de *Lecture Notes in Computer Science*, páginas 180–193. Springer, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22646-6_13. 109
- [70] Costa, Ruyther Parente da, Edna Dias Canedo, Rafael Timóteo de Sousa, Robson de Oliveira Albuquerque e Luis Javier García Villalba: *Set of usability heuristics for quality assessment of mobile applications on smartphones*. IEEE Access, 2019. 10.1109/ACCESS.2019.2910778. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2910778>. 109