Menus de navegação em aplicações Web para
dispositivos móveis: questões de acesso e
usabilidade

Humberto Lidio Antonelli

SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito:

Assinatura: _____

Humberto Lidio Antonelli

Menus de navegação em aplicações Web para dispositivos móveis: questões de acesso e usabilidade

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional. *VERSÃO REVISADA*

Área de Concentração: Ciências de Computação e Matemática Computacional

Orientadora: Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes

USP – São Carlos
Fevereiro de 2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi
e Seção Técnica de Informática, ICMC/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A634m

Antonelli, Humberto Lidio

Menus de navegação em aplicações Web para dispositivos móveis: questões de acesso e usabilidade / Humberto Lidio Antonelli; orientadora Renata Pontin de Mattos Fortes. - São Carlos - SP, 2016.

139 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2016.

1. Acessibilidade. 2. Usabilidade. 3. Dispositivos Móveis. 4. Elementos de Interação. 5. Menu. I. Fortes, Renata Pontin de Mattos, orient. II. Título.

Humberto Lidio Antonelli

**Navigation menus in Web applications for mobile devices:
issues of access and usability**

Master dissertation submitted to the Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC-USP, in partial fulfillment of the requirements for the degree of the Master Program in Computer Science and Computational Mathematics. *FINAL VERSION*

Concentration Area: Computer Science and Computational Mathematics

Advisor: Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes

**USP – São Carlos
February 2016**

Este trabalho é dedicado, especialmente, aos meus pais Luiz Carlos e Roseli, que proporcionaram todo o apoio necessário para conclusão deste desafio. Dedico também aos meus queridos amigos que me ajudaram ao longo desta caminhada e que, de alguma forma, colaboraram para esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Todos contamos com o auxílio de anjos que nos guardam, protegem e livram de todo mal. Para tanto, ser anjo é olhar pra trás e descobrir que o que passou não foi em vão, porque tudo tem sua razão de ser, tudo que nos acontece de bom ou de ruim é do nosso merecimento e para o nosso aprendizado. Ser anjo é também saber sorrir, confortar, saber entender e ensinar. Talvez seja poder encostar a cabeça e dormir tranquilo, mesmo sabendo que temos uma missão a cumprir. Acredito que ser anjo seja, principalmente, evitar que lágrimas caiam de nossos olhos, mas caso elas insistam em cair, é poder secá-las e apresentar as inúmeras estrelas do céu, é cantar para dormir um sono tranquilo e sereno, é ver errar e crescer, amar e voar.

Portanto, ao final de mais essa grande conquista, lembro-me de muitos anjos a quem quero expressar meu reconhecimento, pois a concretização deste sonho só foi possível com a contribuição de cada um deles, seja direta ou indiretamente. No decorrer dos dias, vocês colocaram uma pitada de amizade, esperança e apoio, para que neste momento findasse essa etapa tão significativa para mim.

Mas antes de tudo, quero agradecer imensamente a Deus, fonte de vida que me preenche todos os dias com seu infinito amor, fazendo acreditar num mundo mais justo, humano e fraterno, crença essa que me mantém em pé todos os dias da minha vida. Sem Ele, eu certamente não estaria aqui e este sonho não seria possível, pois foi Ele que meu deu força nos diversos momentos de dificuldade, desespero e solidão, colocando ao meu lado anjos tão importantes.

Agradeço à minha família de anjos que, de alguma forma, incentivaram-me na constante busca pelo conhecimento, acreditando e investindo em mim. Em especial, aos meus pais. Mãe, seu cuidado, dedicação e amor foi que deram a esperança para seguir, mesmo estando tão longe. Pai, sua presença constante significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada, apesar da distância que nos separa em grande parte dos dias. Eu sei que sem o apoio incondicional de vocês, certamente não teria conseguido realizar este sonho. Aos meus queridos padrinhos, pelo amor e carinho, modelo de admiração que me faz sonhar e levantar voos cada vez maiores.

Agradeço também aos meus queridos anjos amigos por compreenderem meu sumiço, mas que sempre tiveram por perto dispostos a me ajudar, ouvindo minhas angústias e dividindo momentos alegres. Com vocês, as pausas entre um parágrafo e outro de produção melhora tudo o que tenho produzido na vida. Aos meus queridos e eternos amigos de infância: Rafaela, Taylla, Kaio, Amanda, Tassiana e Marcelo, que me deram a força para lutar e ir atrás deste sonho. Em especial, gostaria de agradecer a Rafaela, para mim, mais que amiga, uma legítima irmã. Deus

na sua infinita sabedoria cruzou nossos caminhos, possibilitando esta amizade sólida, honesta e verdadeira. Sou muito grato por tê-la presente em minha vida, pois sei que cuidas de mim, mesmo estando longe.

Agradeço ao mais belo dos anjos que colocou na minha vida, minha grande e estimada amiga Liliane, em nossos momentos que um dia ultrapassaram a vida acadêmica e se aproximaram ao calor humano da amizade sincera e verdadeira. De um aperto de mão, outrora se desenrolou num abraço acadêmico-profissional. Obrigado pelo apoio mútuo de cada dia, pelas conversas, por poder dividir contigo meus anseios, medos, dúvidas, dificuldades e alegrias da vida. Em especial, pelo puxões de orelha, pois sem eles eu não teria concluído este trabalho. Nesses e em todos os momentos, o seu apoio foi o intercâmbio honesto e leal para a vivência dos valores construídos nesta corrente de aprendizado para a vida. Meus infinitos agradecimentos pela sua paciência e prontidão.

Não posso esquecer daqueles anjos que Deus me deu como presente aqui em São Carlos: meus queridos amigos do Laboratório Intermídia. Afinal, foram vocês que me acolheram, possibilitando que eu não me sentisse só em um lugar totalmente novo e desconhecido pra mim. Não posso deixar de agradecer também pela honra do apelido de “prefeito do laboratório”, dado por vocês e, que pra falar a verdade, até hoje eu não sei bem o motivo. Tudo o que eu sei é que graças a força dada por vocês durante esta longa jornada, e ao mesmo tempo tão curta, eu pude concluir mais uma etapa da vida. Obrigado à Johana, Raoni, Kamila, Kishi, Tiago, Douglas, Sandra, Elias, Omar, Olibário, Bruna, Kleber, Kifayat, Luz, João Paulo e tantos outros.

Agradeço ao anjo que me orientou, Renata Pontin de Mattos Fortes, por essa amizade construída ao longo dessa jornada, compartilhando seus conhecimentos comigo e possibilitar discutir no mestrado um tema de cunho social tão importante. A orientação segura e competente, seus estímulos constantes e testemunhos de seriedade, permitiram-me concretizar este estudo. Agradeço também pela compreensão de meus limites e ousadias, auxiliando-me com sua imensa sabedoria de forma imprescindível para o desenvolvimento deste trabalho. Foram valiosas suas contribuições para o meu crescimento intelectual e pessoal.

Nesta hora de encerramento de uma etapa muito especial, em que a alegria por estar terminando se junta ao cansaço, torna-se difícil lembrar-me de todos os anjos que participaram comigo dessa jornada, mas de uma maneira muito sincera, agradeço a todos que de uma forma ou de outra colaboraram para a realização dessa dissertação.

Por fim, agradeço os participantes do estudo de caso realizado como parte deste projeto, por dedicarem de bom grado seu tempo para contribuir com este projeto. A todo o pessoal do ICMC-USP, funcionários e professores, que fazem parte dessa grande comunidade e à FAPESP, processo nº 2013/23966-8, pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida cada vez mais valer a pena, meus sinceros agradecimentos!

*“A tarefa não é tanto ver o que ninguém viu ainda,
mas pensar o que ninguém pensou sobre algo que todos vêem.”*
(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

ANTONELLI, H. L.. **Menus de navegação em aplicações Web para dispositivos móveis: questões de acesso e usabilidade.** 2016. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

A diversificação nas formas de acesso à Web, alavancada pelo crescente uso de dispositivos ubíquos, principalmente *smartphones* e *tablets*, tem motivado o desenvolvimento de métodos para adaptação do conteúdo disponível na Web, dado que grande parte do conteúdo não foi projetado para ser acessado nesse novo contexto. O conteúdo Web é composto por diversos elementos que, em geral, fornecem interatividade aos usuários. Alguns destes elementos, tais como menus, são responsáveis por auxiliar a navegação no site, ajudando na localização e acesso das informações que por ventura o usuário esteja procurando. No entanto, muitos dos menus disponíveis na Web não foram desenvolvidos de uma forma acessível e nem suportam a interação em dispositivos, criando dificuldades que impedem os usuários interagirem satisfatoriamente com esses elementos. Além da diversificação de modos de acesso, existe também a diversificação do perfil de usuários que fazem uso dos recursos da Web. Alguns desses usuários encontram barreiras que tendem a dificultar ou limitar seu acesso às aplicações e conteúdos Web em geral. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo principal abordar o problema de adaptação de conteúdo Web para dispositivos móveis, com foco nos menus, fornecendo uma solução personalizada de acordo com as preferências do usuário, a fim de que as barreiras de interação fossem reduzidas ou eliminadas. Inicialmente estudou-se os diferentes padrões de menus, bem como as diretrizes de acessibilidade e usabilidade para criação de menus acessíveis. A partir desses estudos, foi desenvolvido uma metamodelo que deu origem a linguagem AMenu, contendo todos os detalhes técnicos sobre a acessibilidade e usabilidade. Em seguida, foi desenvolvida a ferramenta AMeG, para validar a linguagem AMenu. Com base na avaliação da linguagem, foi desenvolvido o mecanismo de adaptação, que faz uso da linguagem AMenu para geração dos menus acessíveis e adaptados para dispositivos móveis. Finalmente, um estudo de caso com usuários idosos foi conduzido, a fim de comparar os menus gerados pelo mecanismo em relação aos menus originais. Os resultados obtidos apontam um melhor desempenho na interação com os menus gerados pelo mecanismo, uma vez que os participantes obtiveram uma redução de 54% no tempo de realização das tarefas e cometeram 82% menos erros. Por outro lado, os resultados apontam que todos os participantes responderam melhor à abordagem de adaptação desenvolvida neste estudo, uma vez que eles conseguiram concluir com sucesso todas as tarefas definidas para o estudo.

Palavras-chave: Acessibilidade, Usabilidade, Dispositivos Móveis, Elementos de Interação, Menu.

ABSTRACT

ANTONELLI, H. L.. **Menus de navegação em aplicações Web para dispositivos móveis: questões de acesso e usabilidade.** 2016. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC/USP), São Carlos – SP.

The diversity of means to use the Internet, ensured by the growing upcoming of ubiquitous devices such as tablets and smartphones, has promoted research on adaptation of the content that used to be mostly targeted only to desktop platform into this new context now known as the mobile devices. Some of the elements such as the menus are designed to facilitate the usage of the website once they help at finding and using the information that the user looks for. However, most of the menus available on websites do not apply the mobile devices, nor provide users with interaction, which nearly disables the interaction with the mentioned devices. There yet must be added the profile diversity of the web content users. Some of these users, such as elderly people, find limitations that tend to hamper their access to web content on the mobile devices, once aging commonly represents both physical (visual, hearing and motor abilities) and cognitive (attention, memory and reasoning issues) impairment that directly interferes on the usage of the computing devices that do not portray adjustments to such audience profile. This paper aims at investigating the issues related to the adaptation of web contents into the mobile devices. We focused on the menus in order to reduce or eliminate the limitations elderly people could find while using the mobile devices. We initially analyzed different patterns and structure of menus, as well as the guidelines upon accessibility and usability involved in the menus designing process. Based on this analysis, we developed a metamodel that originated the AMenu language, in which all technical data upon accessibility and usability involved in the menus designing process was included. Then, we developed the AMeG tool in order to assess the language created under the development perspective. Based on this assessment, we developed of an adaption mechanism that uses the AMenu language to generate menus adapted to the mobile devices. We then run a study case with elderly people in order to assess the menus generated by the mechanism, based on the comparison with the original ones. The results demonstrated that the participants had a better performance in the interaction while using the menus generated by the mechanism rather than the original ones, since they spent 54% less time performing tasks and made 82% less mistakes compared to the original menus. We also verified a quitting average of 33% among the participants while performing the assigned tasks using the original menus. On the other hand, the results point out that all participants responded better to the approach developed in this study as they all managed to successfully finish all the assigned tasks.

Key-words: Web Accessibility, Usability, Mobile Devices, Interaction Elements, Menu.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da Web	37
Figura 2 – Exemplos dos padrões de menus Web para dispositivos móveis	43
Figura 3 – Relação entre as recomendações do W3C e seus componentes de atuação . .	47
Figura 4 – Principais elementos do MDD	53
Figura 5 – Visão de alto nível da arquitetura utilizada pela AMeG e as tecnologias empregadas	58
Figura 6 – Esquema de funcionamento da AMeG	59
Figura 7 – Metamodelo da AMenu	61
Figura 8 – Captura de tela mostrando o editor da AMeG	62
Figura 9 – Captura de tela mostrando a barra de ferramentas de acessibilidade	63
Figura 10 – Drop-down menu	65
Figura 11 – Flyout menu	66
Figura 12 – Conhecimento das recomendações da WCAG e WAI-ARIA para criação de menus acessíveis	68
Figura 13 – Tempo gasto para completar as tarefas	68
Figura 14 – Comparação de tempo entre o método tradicional e a AMeG	70
Figura 15 – Dificuldade dos participantes para execução das tarefas	71
Figura 16 – Visão de alto nível da arquitetura da ferramenta Adapte-me!	80
Figura 17 – Captura de telas do <i>plugin</i>	82
Figura 18 – Modelo de dados relacional da ferramenta Adapte-me!	83
Figura 19 – Captura de telas do <i>website</i>	83
Figura 20 – Captura de telas do <i>website</i> do ICMC	84
Figura 21 – Captura de telas do <i>website</i> do ICMC	85
Figura 22 – Tempo gasto para execução das tarefas pela Allison	98
Figura 23 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pela Allison	99
Figura 24 – Tempo gasto para execução das tarefas pelo David	101
Figura 25 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pelo David	102
Figura 26 – Tempo gasto para execução das tarefas pela Sarah	104
Figura 27 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pela Sarah	105
Figura 28 – Média do tempo gasto para execução das tarefas	107
Figura 29 – Média de erros cometidos durante a execução das tarefas	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo dos padrões de projeto de menus para dispositivos móveis. . .	44
--	----

LISTA DE CÓDIGOS-FONTE

Código-fonte 1 – Trecho de código HTML do menu <i>drop-down</i>	65
Código-fonte 2 – Trecho de código HTML do menu <i>flyout</i>	66
Código-fonte 3 – Definição da gramática da AMenu em Xtext	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise dos artefatos produzidos a partir de um método tradicional	69
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(X)HTML	<i>(eXtensible) Hypertext Markup Language</i>
AMeG	<i>Accessible Menu Generator</i>
AMenu	<i>Accessible Menu</i>
ATAG	<i>Authoring Tool Accessibility Guidelines</i>
BNF	<i>Backus-Naur Form</i>
CERN	<i>Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire</i>
CETIC	Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DOM	<i>Document Object Model</i>
DSL	<i>Domain-Specific Language</i>
DSM	<i>Domain-Specific Modeling</i>
EBNF	<i>Extended Backus-Naur Form</i>
eMAG	Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMC	Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
JSF	<i>JavaServer Faces</i>
MDD	<i>Model-Driven Development</i>
MVC	<i>Model-view-controller</i>
MWBP	<i>Mobile Web Best Practices</i>
MWI	<i>Mobile Web Initiative</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	<i>Personal Computer</i>
RIA	<i>Rich Internet Application</i>
RSS	<i>Really Simple Syndication</i>
RWD	<i>Responsive Web Design</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
UAAG	<i>User Agent Accessibility Guidelines</i>
UDI	<i>Universal Document Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>

W3C *World Wide Web Consortium*

WAI *Web Accessibility Initiative*

WAI-ARIA *Accessible Rich Internet Applications*

WCAG ... *Web Content Accessibility Guidelines*

WWW ... *World Wide Web*

XML *eXtensible Markup Language*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	Motivação	30
1.2	Objetivos	31
1.3	Organização	32
2	REFERENCIAL TEÓRICO	33
2.1	A evolução da Web	33
2.1.1	<i>A Web em dispositivos móveis</i>	37
2.1.2	<i>Elementos de interação Web</i>	39
2.1.3	<i>Navegação Web e menus</i>	40
2.2	Acessibilidade e usabilidade	44
2.2.1	<i>Acessibilidade na Web</i>	46
2.2.2	<i>Usabilidade na Web</i>	48
2.2.3	<i>Acessibilidade e usabilidade na Web para dispositivos móveis</i>	50
2.3	Desenvolvimento orientado a modelos	51
2.3.1	<i>Vantagens e desvantagens</i>	52
2.3.2	<i>Modelagem específica de domínio</i>	54
2.4	Considerações finais	55
3	DESENVOLVIMENTO DE MENUS WEB ACESSÍVEIS A PARTIR DE MDD	57
3.1	Arquitetura	57
3.2	Linguagem AMenu	59
3.3	Uso da ferramenta	61
3.3.1	<i>Navegação</i>	63
3.3.2	<i>Acessibilidade</i>	63
3.4	Estudo preliminar	64
3.4.1	<i>Procedimentos metodológicos</i>	64
3.4.2	<i>Materiais</i>	65
3.4.3	<i>Questões de pesquisa</i>	67
3.4.4	<i>Resultados e Discussões</i>	67
3.5	Considerações finais	72

4	ADAPTE-ME!: UMA ABORDAGEM PARA ADAPTAÇÃO DE MENUS WEB	73
4.1	Trabalhos relacionados	73
4.1.1	<i>Adaptação de aplicações Web existentes</i>	74
4.1.2	<i>Adaptação para novas aplicações Web</i>	76
4.1.3	<i>Discussão sobre as propostas da literatura</i>	77
4.2	Descrição da abordagem	79
4.2.1	<i>Arquitetura</i>	80
4.2.2	<i>Plugin</i>	81
4.2.3	<i>Website</i>	82
4.3	Utilização da abordagem	84
4.4	Considerações finais	86
5	AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA	87
5.1	Questões de pesquisa	87
5.2	Estratégia de seleção	88
5.3	Procedimentos metodológicos	90
5.4	Coleta de dados	92
5.4.1	<i>Entrevistas</i>	92
5.4.2	<i>Observação</i>	93
5.4.3	<i>Medições e métricas</i>	93
5.5	Plano de análise	94
5.6	Limitações	94
5.7	Piloto	95
5.8	Resultados e discussões	96
5.9	Considerações finais	108
6	CONCLUSÕES	111
6.1	Principais contribuições	112
6.2	Limitações	113
6.3	Trabalhos futuros	114
	REFERÊNCIAS	117
APÊNDICE A	GRAMÁTICA EM NOTAÇÃO EBNF DA LINGUAGEM AMENU	129
APÊNDICE B	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	133
APÊNDICE C	ROTEIRO DA ENTREVISTA PRÉ-SESSÃO	135

APÊNDICE D	ROTEIRO DE TAREFAS	137
APÊNDICE E	ROTEIRO DA ENTREVISTA PÓS-SESSÃO	139

INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram marcadas por profundas transformações em razão do avanço da tecnologia. Os dispositivos móveis, principalmente os *smartphones*, tornaram-se parte do cotidiano de inúmeras pessoas, sendo difícil presumir o mundo atual sem os mesmos. De acordo com dados divulgados pelo Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC), estima-se que cerca de 143 milhões de brasileiros eram usuários de telefone celular até fevereiro/2014, apresentando proporções maiores de uso do que o computador. Outro destaque é o crescimento da presença de *tablets*, que passou de 1,3 milhões, em 2012, para 3,8 milhões, em 2013 (CGI.BR, 2014).

Os telefones celulares passaram a ter uma utilização mais ampla, indo além da comunicação básica. No último levantamento realizado pelo CETIC em 2013, houve um aumento de 11% no número de usuários que passaram a acessar a Internet por meio desses dispositivos em comparação com o ano anterior, representando aproximadamente 52,5 milhões de usuários atualmente (CGI.BR, 2014). Deste modo, torna-se visível o grande impacto destes dispositivos na sociedade atual, sendo notáveis suas implicações em termos de transformação da vida social (FAÇANHA; VIANA; PEQUENO, 2011), visto que são utilizados desde a produtividade até o lazer (GUERREIRO *et al.*, 2008).

Com os grandes avanços sofridos pela plataforma dos dispositivos móveis nos últimos anos, alterou-se principalmente a forma de como o usuário faz acesso ao conteúdo Web. A utilização de telas sensíveis ao toque (ou *touchscreen*) é um exemplo desses grandes avanços, bem como a utilização de sistemas operacionais cada vez mais sofisticados que aumentou a capacidade multimídia e, conseqüentemente, elevou o crescimento da utilização desses dispositivos móveis, os quais têm possibilitado uma nova experiência em utilizar a Web.

Apesar das facilidades que o uso de dispositivos móveis tem proporcionado, bem como o aumento no número de usuários que acessam a Internet por meio desses dispositivos, apenas 23% desses usuários fazem acesso a *websites* (SCHNEIDER; MCCOWN, 2013). Um dos motivos

que pode ser apontado para esse baixo número é que grande parte do conteúdo disponibilizado na Web não está adaptado a esse contexto (WEI *et al.*, 2013), gerando barreiras de acesso e problemas de usabilidade para os usuários, tornando a experiência de navegação nas interfaces dos sistemas computacionais, muitas vezes, frustrante. Assim, torna-se evidente a necessidade da criação de interfaces Web que sejam adequadas para esse novo contexto de uso, proporcionando uma melhor experiência de uso para os usuários, levando em consideração os requisitos de acessibilidade e usabilidade que são questões fundamentais que precisam ser investigadas e devidamente tratadas.

Atualmente, existem diversas iniciativas voltadas para a melhoria de acessibilidade na Web. O *Mobile Web Initiative* (MWI), grupo de trabalho vinculado ao *World Wide Web Consortium* (W3C), tem se empenhado em desenvolver diretrizes para promoção da acessibilidade e usabilidade para visualização e interação com o conteúdo Web em dispositivos móveis. As recomendações propostas são fortemente vinculadas às *guidelines* da *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) (tanto na versão 1.0, como na 2.0), porém adaptadas ao contexto móvel (W3C, 2009b).

Embora existam documentos que orientam o desenvolvimento de páginas acessíveis, grande parte da comunidade de desenvolvimento ainda não faz uso de suas diretrizes (FREIRE; RUSSO; FORTES, 2008), visto que as aplicações Web, em sua maioria, são voltadas e projetadas para a plataforma *desktop*¹, como pode ser observado no trabalho de Schneider e McCown (2013).

Assim, com vistas a contribuir com o aperfeiçoamento da experiência do usuário em acessar o conteúdo Web por meio de dispositivos móveis, este trabalho investigou uma abordagem para efetuar a adaptação dos menus Web para esse contexto, buscando melhorar sua acessibilidade e usabilidade. Ademais, buscou-se proporcionar uma adaptação baseada nas preferências do usuário, de modo que atendessem as necessidades particulares de cada indivíduo, como o estilo do menu, tamanho da fonte, tamanho do alvo, entre outras características.

1.1 Motivação

Como a Web está se tornando cada vez mais portátil (móvel) e ubíqua, com a possibilidade de conexão em praticamente qualquer lugar, é de fundamental importância o oferecimento de maior apoio tanto para acessibilidade como para a usabilidade, em especial, para as aplicações Web inseridas nesse contexto (ABOU-ZAHRA; BREWER; HENRY, 2013). Contudo, como pode ser visto em Schneider e McCown (2013), apenas 50,2% dos sites mais acessados possuem uma versão para acesso via dispositivo móvel.

¹ Neste trabalho o termo “plataforma *desktop*” refere-se aos dispositivos com capacidade de comportar o conteúdo de forma densa e com o máximo de informações possíveis, visto que possuem um alto poder computacional de processamento, bem como telas maiores para visualização do conteúdo. Portanto, essa terminologia abrange os computadores pessoais, *desktops*, *notebooks*, *ultrabooks* e afins

Apesar do crescente interesse e das pesquisas e investimentos nessa área, como será discutido na [seção 4.1](#), com o objetivo de tentar transpor as aplicações Web projetadas para computadores *desktop* para dispositivos de fácil mobilidade, muitos estudos ainda precisam ser realizados ([ADZIC; KALVA; FURHT, 2011](#)).

A necessidade de pesquisas nessa área justifica-se pela quantidade de tempo e de esforços requerida para redesenhar as centenas de páginas Web existentes, bem como a complexidade de manter a consistência do conteúdo, de modo a garantir a acessibilidade e usabilidade da aplicação Web quando acessada em qualquer contexto ([AHMADI; KONG, 2008](#)). Dessarte, uma maneira mais desejável seria facilitar esse redesenho, por meio de adaptações automáticas das páginas da Web existentes para que possam ser apresentadas em diferentes plataformas. Contudo, tão importante quanto adaptar o conteúdo principal, é necessário dar atenção aos elementos de interação presentes na página Web, pois é por meio deles que os usuários interagem com a aplicação Web, bem como as necessidades dos usuários.

Outra questão considerada importante, que justifica a presente pesquisa, é que as recomendações de acessibilidade para aplicações Web em dispositivos móveis contribuem para a interação de usuários comuns, mas não favorecem seu uso por pessoas idosas ([DÍAZ-BOSSINI; MORENO, 2014](#)). Todavia, o acesso aos dispositivos móveis pelas pessoas idosas é uma questão de cunho científico e social, sendo necessários estudos que melhorem a interação desse perfil de usuários nesse novo contexto, uma vez que a proporção desses usuários que utilizam algum dispositivo móvel vem crescendo nos últimos anos ([CGI.BR, 2014](#)).

1.2 Objetivos

Diante dos desafios que se apresentam para tornar os elementos de interação das aplicações Web mais acessível e usável em dispositivos móveis, o principal objetivo deste trabalho foi investigar uma solução que possibilitasse a adaptação dos menus Web, visto que, em sua maioria, foram desenvolvidos para serem acessados por meio da plataforma *desktop*. Em particular, este trabalho de pesquisa visou contribuir para o avanço no estado da arte no campo de adaptação de conteúdo para diferentes contextos, propondo uma solução sistemática para adaptação dos menus existentes em páginas Web, de acordo com as preferências do usuário, ou seja, tornando possível que o usuário escolha qual padrão de menu lhe é mais conveniente.

Além disso, os princípios de usabilidade e acessibilidade aplicados à criação de menus Web foram investigados, a fim de que pudessem ser aplicados na abordagem de adaptação proposta neste trabalho. Mais especificamente, buscou-se contribuir com estudos que promovam a inclusão desses princípios em uma abordagem de desenvolvimento orientada a modelos, de modo que houvesse uma redução do esforço necessário para compreensão dos detalhes técnicos envolvidos no atendimento desses princípios por parte dos desenvolvedores.

1.3 Organização

Neste capítulo foram apresentadas as considerações iniciais deste trabalho, o contexto no qual ele se insere, suas motivações e objetivos.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: no [Capítulo 2](#) são apresentados os principais conceitos estudados na literatura científica relacionados ao tema deste trabalho. No [Capítulo 3](#) é apresentada a abordagem para criação de menus Web acessíveis a partir do desenvolvimento orientado a modelos. Neste capítulo é descrito o protótipo da ferramenta AMeG, que deu origem à linguagem textual utilizada na ferramenta de adaptação proposta por este trabalho. Os detalhes de implementação e funcionamento da abordagem de adaptação desenvolvida são descritos no [Capítulo 4](#). Um estudo de caso que foi conduzido para avaliar a ferramenta de adaptação proposta por este trabalho é apresentado no [Capítulo 5](#). Por fim, no [Capítulo 6](#) são discutidas as conclusões, incluindo as principais contribuições, algumas das limitações, bem como as possibilidades de trabalhos futuros.

REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo do referencial teórico é apresentar e discutir os principais conceitos que envolvem a pesquisa, de modo que possam servir de referência para eventuais leitores que não sejam exatamente especialistas no assunto (WAZLAWICK, 2008). Além disso, este procedimento é importante, uma vez que discute os pontos de vista de diversos autores.

Nesse sentido, este capítulo apresenta, de maneira sucinta, os conceitos centrais que conduziram ao alcance dos objetivos propostos e desenvolvidos neste trabalho, proporcionando melhor compreensão dos temas abordados. Para tanto, inicialmente são discutidos os conceitos relacionados à evolução da Web, bem como os elementos de interação disponíveis nos *websites*. Em seguida, são discutidos os principais conceitos de acessibilidade e usabilidade na Web. E, por fim, são apresentados os conceitos sobre o desenvolvimento orientado a modelos, os quais são a base para construção das ferramentas desenvolvidas neste trabalho.

2.1 A evolução da Web

A evolução da *World Wide Web* (WWW), mais conhecida como Web, possibilitou cada vez mais a criação de espaços com maior dinamismo e flexibilidade para interação com a Web, permitindo também que os usuários participem e modifiquem os conteúdos disponíveis, bem como criem novos ambientes hipertextuais. Com isso, a Web tem se tornado um dos principais canais de informação e comunicação entre as pessoas.

A Web geralmente é confundida com a Internet, porém são conceitos que possuem significados distintos, embora estejam fortemente relacionados. A Internet pode ser considerada, em sua definição mais simples, como uma rede de comunicação que interliga milhões de computadores em torno de todo o mundo, enquanto que a Web é uma maneira de acessar (obter e apresentar) a informação por meio da Internet.

A utilização e expansão da Internet só foi possível graças ao projeto proposto por Tim

Berners-Lee com a colaboração de Robert Cailliau, em 1989, que deu origem à Web. O objetivo do projeto era fornecer um ambiente para distribuição de hipertextos, permitindo que os cientistas compartilhassem e distribuíssem informações facilmente por meio de um Identificador Universal de Documentos, ou em inglês *Universal Document Identifier* (UDI). As principais características do projeto incluíam a facilidade de uso, acesso em qualquer lugar e a disponibilização de protocolos abertos (HALL; ROURE; SHADBOLT, 2009).

Todas as ferramentas necessárias para utilizar a Web estavam prontas no final de 1990, com a definição dos padrões *HyperText Transfer Protocol* (HTTP), *HyperText Markup Language* (HTML) e *Uniform Resource Locator* (URL), bem como a criação do primeiro navegador, do primeiro servidor e das primeiras páginas que descreviam o projeto. A tecnologia da Web foi disponibilizada para uso mais amplo na Internet a partir de 1993, quando o *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN), detentor dos direitos autorais, tornou a tecnologia pública, sendo o Mosaic o primeiro navegador com avançada capacidade gráfica a se tornar popular (CASTELLS, 2003; BERNERS-LEE; FISCHETTI, 2000).

Desde então, muito progresso sobre a Web e as tecnologias relacionadas foi observado, iniciando com a Web 1.0 em que era possível somente a leitura de páginas em HTML; passando para Web 2.0 que permitiu a interação ao seu conteúdo, por usuários; evoluindo para a Web 3.0 com uma estruturação semântica da informação, e; em direção à Web 4.0 como uma Web inteligente. Atualmente, a Web é vista como um universo de conhecimentos em crescimento com diferentes tipos de informações, sejam textuais, vídeos, fotos, conteúdos interativos, entre outros.

A Web 1.0

A “Web 1.0” foi a primeira geração da Web, surgindo em meados dos anos 90 como a primeira geração da Internet comercial. Com um conteúdo estático e mono-direcional (por meio de *links* unidirecionais), a interação dos usuários com a Web era limitada, sendo permitidas somente a busca e a leitura das informações disponibilizadas. Em outras palavras, o usuário era um elemento passivo na construção ou evolução dos conteúdos, muito semelhante a interação com a televisão (NAIK; SHIVALINGAIAH, 2008; AGHAEI; NEMATBAKHS; FARSANI, 2012; PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013).

A Web 1.0 começou a se popularizar como um local em que empresas apresentavam seus produtos e serviços para que as pessoas pudessem ver e entrar em contato. Em geral, a forma de apresentação do conteúdo era parecida com a dos anúncios de jornais e revistas. Os sites eram compostos somente por páginas HTML estáticas que eram atualizadas com pouca frequência, tendo como principal objetivo publicar as informações para qualquer um e a qualquer momento, estabelecendo assim uma presença online. Os protocolos básicos utilizados para a Web 1.0 eram HTTP, HTML e URI (AGHAEI; NEMATBAKHS; FARSANI, 2012; PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013).

A Web 2.0

A capacidade de contribuir com conteúdo Web e interagir com outros usuários da Internet mudou o panorama da Web em um curto período de tempo, deixando de ser um ambiente passivo, com páginas estáticas, para se tornar um ambiente ativo repleto de páginas dinâmicas e interativas. O conceito “Web 2.0” foi oficialmente introduzido em 2004, por Dale Dougherty, e definido formalmente por Tim O’Reilly, quando o termo tornou-se popular (O’REILLY, 2005).

Novas tecnologias Web, tais como *blogs*, *Social Bookmarking*, *wikis*, *podcasts*, *Really Simple Syndication* (RSS) *feeds*, serviços on-line como *eBay* e *Gmail* proporcionaram melhorias expressivas sobre os sites estáticos. A ideia da Web 2.0 foi tornar o ambiente *on-line* mais dinâmico, fazendo com que os usuários colaborassem para a organização e construção dos conteúdos. Entretanto, não se trata de uma revolução tecnológica ou atualização, é simplesmente uma mudança na maneira de promover conteúdo dinâmico por meio da Internet. Ou seja, a Web passou a ser visualizada como plataforma de desenvolvimento e trabalho (O’REILLY, 2005)

Ao possibilitar maior interatividade, com a possibilidade de leitura e escrita do conteúdo pelos usuários, a Web tornou-se bi-direcional, uma das principais características da Web 2.0. A possibilidade de colaboração na produção da informação por meio de diferentes pontos de vista foi considerada como o grande marco desta nova geração (MURUGESAN, 2007).

Segundo O’Reilly (2005), a definição da Web 2.0 é composta por sete princípios:

- 1. A Web como uma plataforma:** os softwares funcionam pela Web de forma que vários programas podem se integrar formando uma grande plataforma.
- 2. Inteligência Coletiva:** uma cultura de participação surgiu com a criação de sistemas abertos que suportam e permitem a criação cooperativa de conteúdos seguindo a máxima de “confiança, em vez de controle”.
- 3. Poder de Dados:** o núcleo dos processos da Web 2.0 são as bases de dados, ou seja, os dados em si são mais importantes do que a aplicação ou interface que fazem uso deles.
- 4. Operações de Serviço e Open Source:** software na era Web 2.0 é entregue como um serviço e não mais como um produto. Isso envolve o conceito de beta perpétuo em que são adicionadas novas funcionalidades nos serviços disponíveis, regularmente.
- 5. Modelos leves de programação:** a fácil conexão entre os dados na Web, extensão dos serviços, bem como a mistura de dados usando interfaces abertas simples (APIs) permitem a formação de novos serviços de baixo acoplamento. Assim, a inovação de muitos serviços da Web 2.0 está na montagem de seus componentes, de maneira inovadora e eficaz.
- 6. Passando as barreiras de um PC:** as aplicações da Web 2.0 são acessadas independentemente de plataforma. Isso não é novidade, mas com a Web 2.0, o sentido da Web como

plataforma é mais amplo, uma vez que não abrange somente os computadores, mas também telefones celulares, *tablets*, televisões interativas, entre outros.

7. Experiências ricas de usuário: se tornam prática comum, agora que os aplicativos da Web fornecem interfaces de usuário amigáveis e de fácil interação com o servidor. Os principais componentes do navegador para alcançar tal comportamento são a visualização com base em padrões e a recuperação de dados assíncronos por meio de Ajax.

Pode-se observar que um dos maiores impactos da Web 2.0 foi permitir que qualquer usuário pudesse participar do processo de autoria de conteúdo. Além disso, as aplicações passaram a apresentar cada vez mais interatividade, possibilitando que os usuários influenciem na forma como o conteúdo é apresentado (COOPER, 2007). Grande parte dessa interatividade é resultado de uma série de padrões arquiteturais abertos que compõem o movimento Ajax (MAHEMOFF, 2007) e *Rich Internet Application* (RIA) (VELASCO *et al.*, 2008).

A Web 3.0

Atualmente, a representação da informação na Web é feita de modo que ela possa ser compreendida pelas pessoas. Entretanto, este tipo de representação impossibilita que computadores também compreendam e extraiam algum significado do conteúdo que está disponível, sendo necessário representá-lo de forma sistemática e semântica. Nesse sentido, a Web 3.0, ou Web semântica, foi o nome utilizado para introduzir no ano de 2006 a nova geração de tecnologias que têm como objetivo representar a informação de uma maneira na qual computadores sejam capazes de interpretá-la (AGHAEI; NEMATBAKHSH; FARSANI, 2012; PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013).

A Web 3.0 busca diminuir as tarefas e decisões humanas e deixá-las às máquinas, fornecendo assim conteúdos Web que sejam legíveis por elas. Para isso, a ideia básica da Web 3.0 é definir uma estrutura de dados para tornar a descoberta da informação mais eficaz, possibilitando a sua integração e reutilização em diversas aplicações (AGHAEI; NEMATBAKHSH; FARSANI, 2012; PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013). Dessa forma, tornando a Web legível tanto por pessoas como por máquinas.

Enfim, a Web 3.0 tenta unir, integrar e analisar dados a partir de vários conjuntos de dados disponíveis na Internet para obter um novo fluxo de informação. Assim, será possível melhorar a gestão da informação, apoiar a acessibilidade da Internet em dispositivos móveis, simular a criatividade e a inovação, aumentar a satisfação do usuário e ajudar a organizar a colaboração na Web (AGHAEI; NEMATBAKHSH; FARSANI, 2012). Portanto, a Web 3.0 é uma geração em que o foco principal será na atualização da estrutura do *back-end* e não mais exclusivamente no *front-end* (PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013).

A Web 4.0

A Web 4.0 ainda é uma ideia em construção e não há uma definição exata de como ela seria. Entretanto, pode ser considerada como Web simbiótica em que a mente humana e as máquinas podem interagir em simbiose (AGHAEI; NEMATBAKHSH; FARSANI, 2012). Embora não haja uma clara noção sobre como será a Web 4.0 e suas tecnologias, é evidente que a Web está se dirigindo para uso de algoritmos de inteligência artificial, tornando-se uma Web cada vez mais inteligente e interconectada (PRASAD; MANJULA; BAPUJI, 2013).

Na Figura 1 é apresentado um gráfico com a evolução das versões da Web e as tecnologias empregadas em cada uma, a fim de que se possa ter uma visão geral e melhor visualizar a trajetória evolutiva da Web.

Figura 1 – Evolução da Web

Fonte: Adaptada de Prasad, Manjula e Bapuji (2013).

2.1.1 A Web em dispositivos móveis

O número de brasileiros que acessam à Internet por meio de dispositivos móveis representa cerca de 47% da população no país, segundo dados da 10ª pesquisa TIC Domicílios

divulgada pelo CETIC¹. Essa pesquisa revela um crescimento de 16% em relação ao último ano, haja vista o avanço das redes 3G e barateamento dos planos por parte das operadoras de telefonia móvel. Além disso, o surgimento de aparelhos mais preparados para acessar a Web e a quantidade de pessoas que possuem telefones celulares também contribuíram para esse aumento.

Apesar da constante evolução tecnológica dos dispositivos móveis, eles ainda possuem uma capacidade computacional menor que os tradicionais PCs, implicando em algumas limitações para as aplicações Web. Dessa forma, o processo de desenvolvimento precisa levar em consideração as limitações inerentes a estes dispositivos, tais como o tamanho reduzido da tela, demora ao fazer *downloads*, conteúdo em Flash inacessível e dificuldades na interação com a interface. Dessarte, essas limitações tornam difícil a criação de sites acessíveis e usáveis (LOBO *et al.*, 2011; ČOVIĆ; IVKOVIĆ; RADULOVIC, 2012).

Nos PCs, em que o tamanho das telas são relativamente maiores que o dos dispositivos móveis, os usuários são capazes de visualizar o conteúdo do tamanho que torna a leitura mais fácil. Além disso, é possível abrir mais do que uma janela ao mesmo tempo, permitindo o usuário realizar múltiplas tarefas. Já o tamanho menor da tela em dispositivos móveis restringe a quantidade de informação que pode ser exibida. Multitarefa já é possível em alguns dispositivos com capacidade maior de processamento, que ainda são bem mais caros. A leitura de textos e gráficos em telas pequenas é na maioria das vezes difícil. Normalmente, o usuário é obrigado a se deslocar em torno do conteúdo, por meio de rolagens verticais e horizontais para que possa visualizar toda a informação disponível. Desse modo, torna-se difícil para o usuário obter uma visão geral da aplicação Web, além de enfrentar barreiras para encontrar e compreender o conteúdo desejado. Assim, o usuário sente-se frustrado ao interagir com a Web.

Na maioria dos dispositivos móveis, a velocidade de *download* é definitivamente um fator importante, uma vez que o acesso à Internet nesses dispositivos é ainda muito lento, apesar do avanço e melhoramento do sinal das operadoras. O tempo gasto para um site baixar (realizar *download*) pode influenciar a disposição do usuário a permanecer no site. Nielsen (2000) afirma que os usuários estão mais propensos a perder o interesse em um site, se o tempo de *download* for superior a 10 segundos.

Outro fator relevante a ser considerado ao desenvolver aplicações Web para dispositivos móveis diz respeito ao conteúdo em Flash que deve ser evitado, visto que, atualmente, a maioria dos dispositivos não tem suporte para esta tecnologia considerada obsoleta e descontinuada pela Adobe² (empresa mantenedora e detentora dos direitos). Grande parte dos sites, especialmente aqueles com foco em *e-commerce*, incluem aplicativos baseados em Flash. Assim, se um usuário tenta acessar um site “todo em Flash”, por exemplo, ele não conseguiria visualizar nada além de uma mensagem informando que o dispositivo não suporta esta tecnologia.

Os dispositivos móveis não possuem mouse para uso e interação com as aplicações,

¹ http://www.cetic.br/media/analises/tic_domicilios_2014_coletiva_de_imprensa.pdf

² <http://www.adobe.com>

tornando difícil apontar (clicar), com precisão similar à oferecida pelos mouses, sobre menus, botões e *hyperlinks*, visto que geralmente são apresentados com fonte pequena e não tem um espaçamento adequado entre os objetos. Além disso, a navegação geralmente exige a rolagem da página. Na maioria das vezes, é necessário tanto a rolagem vertical quanto a horizontal, tornando a interação mais tediosa e propensa a erros, como a ocorrência de cliques indesejados.

Essas limitações dos dispositivos móveis acarretam mais atenção por parte dos desenvolvedores para garantir que os usuários desfrutem de experiência agradável ao interagir com a aplicação Web. Para tanto, deve ser levado em consideração tanto as necessidades dos usuários, como a capacidade dos dispositivos, a fim de que as aplicações desenvolvidas sejam acessíveis e usáveis independentemente do contexto que forem acessadas.

2.1.2 Elementos de interação Web

Como foi visto, a Web é um sistema composto de protocolos e hiperdocumentos multimídia que são interligados e acessados sobre a Internet. Tais documentos³, em geral, podem ser vistos como páginas Web, que constituem a parte visível pela qual o usuário mantém contato (físico, perceptivo ou conceitual) (MORAN, 1981), tem acesso às funcionalidades e se comunica com a aplicação durante a interação (BARBOSA; SILVA, 2010). Assim, a página Web pode ser vista como tendo um componente físico, que o usuário percebe e manipula, e outro conceitual, que o usuário interpreta, processa e raciocina.

As páginas Web são compostas por uma série de elementos, definidos na linguagem HTML, estruturados em forma de árvore. Cada elemento possui atributos específicos, bem como conteúdo textual e outros elementos. Além disso, esses elementos representam um significado semântico se usados da forma correta (SILVA, 2008).

Os elementos de uma página Web podem ser divididos em duas grandes categorias:

- os que são visualizados pelo usuário, como as informações textuais, com diversas variações de renderização, imagens, vídeos, áudios, informações interativas, etc.;
- e os que ficam ocultos, como os comentários, *tags*, metadados, informações de diagramação e de estilo (*Cascading Style Sheets* (CSS)) e *scripts* (JavaScript).

Desse modo, uma página Web pode ser definida como a interface pela qual o usuário entra em contato com os elementos presentes nela, com o propósito de disparar as ações desejadas e receber os resultados destas ações, para então interpretá-las e em seguida definir suas próximas ações. Norman (1986) define esse processo como interação.

Todavia, a definição de interação evoluiu com o tempo. Hix e Hartson (1993) consideram a interação entre o usuário e o sistema como tudo o que acontece quando eles se unem a fim

³ Arquivos HTML que são apresentados como páginas nos navegadores.

de realizar tarefas, visando atingir um determinado objetivo. Mais recentemente, a interação passou a ser enfatizada como um processo de comunicação entre pessoas, mediada por sistemas computacionais (SOUZA, 2005). Nesse sentido, Barbosa e Silva (2010) conceitualizam interação entre o usuário e o sistema, como um processo de manipulação, comunicação, conversa, troca, influência, e assim sucessivamente.

Portanto, no processo de interação, o usuário e o sistema trocam turnos em que um “fala” e o outro “ouve”, interpreta e realiza uma ação. Esta ação pode ser tão simples quanto dar uma resposta imediata à fala do outro, ou consistir de operações complexas que alteram o estado do sistema (BARBOSA; SILVA, 2010).

Dessa forma, o conceito de interação é diferente e mais amplo que interface. Contudo, os dois conceitos são dependentes, ou seja, para ocorrer a interação entre o usuário e o sistema, é necessário que exista um meio no qual permita a comunicação e a interação: a interface.

Assim, a interface é um recurso que oferece instrumentos necessários para o processo comunicativo, podendo, no entanto, atuar apenas como um agente transmissor de informação. Dessa forma, as interfaces presentes na Web 1.0 podem ser inseridas nesse contexto, em que o usuário apenas acessava a informação disponível, estabelecendo um processo de comunicação unilateral. Na Web 2.0, entretanto, esse conceito é estendido, ou seja, a interface passou a atuar como um meio de interação entre o usuário e o sistema, gerando um processo comunicativo bilateral.

Diante dos conceitos expostos, pode-se definir elementos de interação Web como coleções de objetos da interface atrelados com alguma funcionalidade, que permite os usuários interagirem com a aplicação. Alguns elementos de interação nativos de interfaces Web são os botões, *hyperlinks* e formulários. Todavia, com a possibilidade de utilização de *scripts* nas aplicações Web, qualquer elemento presente na interface pode tornar-se interativo. Atualmente, é comum as aplicações Web utilizarem a linguagem JavaScript para disponibilizar *widgets* que são semelhantes aos elementos de interface utilizados em aplicações *desktop* e que fornecem alto grau de interação ao usuário. Apresentação de estruturas em diretórios em forma de árvore (*tree views*), painéis com abas (*tabpaneles*, *accordions*) e caixa de diálogos são também exemplos de alguns *widgets* presentes em aplicações Web.

2.1.3 Navegação Web e menus

O conteúdo das páginas Web inclui diversos elementos estáticos, dinâmicos e interativos que devem ter uma estrutura consistente, a fim de que os usuários localizem rapidamente a informação que estão procurando (NIELSEN; LORANGER, 2006; BURRELL; SODAN, 2006). O processo de busca e localização da informação pelo usuário, geralmente, é referida como navegação. De acordo com Kalbach (2007), a navegação Web pode ser definida de três maneiras diferentes:

- 1.) A teoria e a prática do modo como as pessoas se movimentam entre as páginas na Web;
- 3.) O processo de buscar e localizar as informações em *hyperlink*; navegar na Web;
- 3.) Todos os *links*, *labels* e outros elementos que fornecem acesso às páginas e ajudam as pessoas orientarem-se ao mesmo tempo que interagem com um determinado site.

Todavia, essas definições têm o mesmo propósito, que é levar as pessoas aonde elas precisam estar da maneira mais rápida, atuando, assim, como um meio para um fim (objetivo). Dessa forma, quanto mais eficiente for a navegação Web, maior será a probabilidade dos usuários permanecerem no site (NIELSEN; LORANGER, 2006). A navegação, portanto, tem um papel fundamental em moldar as experiências dos usuários na Web, fazendo com que eles se sintam confortáveis em explorar o site que estão acessando (KALBACH, 2007).

Alguns elementos específicos de uma interface Web (como botões, *breadcrumbs*, menus, *hyperlinks*, entre outros) têm como objetivo auxiliar os usuários na tarefa de navegação (MEL-GUIZO; VIDYA; OOSTENDORP, 2012). Segundo Nielsen e Pernice (2010), os menus e links são os elementos mais importantes na navegação Web. Ao considerar a navegação local (todas as páginas que compõem o site), os menus tornam-se o principal elemento utilizado pelos usuários.

Segundo Paap e Cook (1997), um menu é definido como um conjunto de opções apresentadas na tela, em que a seleção e execução de uma (ou mais) das opções resulta em uma mudança de estado da interface. O menu é um dos mais populares estilos de interação com a interface, pois reduz a necessidade de memorização para realização de tarefas pelos usuários, reduzindo o número de erros (HIX; HARTSON, 1993). Além disso, os menus fornecem um modelo contextual ou estrutural para organização lógica e funcional dos componentes da interface, bem como um meio de comunicação entre os usuários e o sistema (LAI; WAUGH, 1994; LAVERSON; NORMAN; SHNEIDERMAN, 1987; NORMAN; CHIN, 1988; OLIVEIRA; GONÇALVES; MEDEIROS, 1999).

No contexto de dispositivos móveis, a navegação é um dos componentes que merece atenção especial ao se projetar uma aplicação Web, visto que deve ser consistente, adequando-se ao tamanho pequeno da tela para que o usuário possa se orientar e interagir de modo satisfatório com a interface. Em relação aos menus, Sampaio (2013) diz que eles devem ser perceptíveis e intuitivos a fim de que os usuários percebam rapidamente sua localização e como utilizá-los.

Ribeiro (2011) propôs 21 padrões de projeto direcionado ao desenvolvimento de aplicações Web para dispositivos móveis. Dentre estes padrões, cinco deles são voltados especificamente para criação de menus, sendo ilustrados na Figura 2:

Linearized Menu: devido ao tamanho pequeno das telas dos dispositivos móveis, na maioria dos casos não existe espaço suficiente para exibir as opções na horizontal. Assim, a solução implica em realocar essas opções em uma lista vertical, de modo que preencha toda a

largura da tela. Embora esse tipo de menu seja relativamente fácil de ser implementado, deve-se estar ciente que se houver uma quantidade extensa de opções, o menu pode ocupar a maior parte da página, prejudicando a interação do usuário com o restante do conteúdo. Um exemplo do padrão de menu pode ser visto na [Figura 2a](#).

Jump Menu: esse padrão tenta superar o problema que, por ventura, venha acontecer com o uso do *Linearized Menu* quando existe uma quantidade excessiva de opções. Para tanto, o menu é posicionado na parte inferior da página, logo após todo o conteúdo, com apenas um botão na parte superior que leva o usuário ao menu. Além do botão na parte superior, é uma boa prática fornecer um *hyperlink* ao lado do menu para redirecionar os usuários de volta ao topo da página, de modo que eles não precisem rolar a página inteira para voltar. Entretanto, o salto para o rodapé pode causar desorientação, dado que a tela muda abruptamente de um estado para outro sem muito *feedback* do que aconteceu. A [Figura 2b](#) mostra um exemplo deste padrão de menu.

Toggle Menu: tem-se uma lista de opções, de acordo com o padrão *Linearized Menu*, que está oculta na página Web até que haja uma interação direta do usuário para expandi-la. Isso permite exibir apenas um pequeno botão na parte superior da página para que possa ser alternada a visibilidade do menu. Dessa forma, esse padrão permite apresentar o conteúdo em primeiro lugar, enquanto ainda favorece o acesso rápido à navegação. Em geral, muitos *websites* usam um ícone com três barras horizontais para o botão da parte superior. Na [Figura 2c](#), pode ser visto um exemplo do padrão *Toggle Menu*.

Side Menu: a ideia deste padrão consiste de um botão no topo da página, o qual permite aos usuários alternar a visibilidade do menu. Quando esse botão é pressionado, revela o menu em um dos lados da tela, empurrando o conteúdo principal. Contudo, é importante que uma pequena parte da página seja mantida, de modo que o usuário perceba como o menu funciona. Além disso, uma animação do menu movendo pode ser exibida para mostrar aos usuários o que está acontecendo. Cabe ressaltar, no entanto, que assim como no padrão *Jump Menu*, uma mudança abrupta do contexto pode desorientar o usuário. [Figura 2d](#) ilustra um exemplo do padrão *Side Menu*.

Select Menu: neste padrão, as opções do menu são apresentada utilizando um componente nativo da interface Web, em geral por meio do elemento `<select>` do HTML. Este tipo de menu é mais fácil de reconhecer como algo selecionável, uma vez que utiliza-se os controles nativos, os quais são otimizados para cada dispositivo. Contudo, por utilizar os componentes nativos, é muito difícil conseguir uma aparência consistente entre plataformas de acesso. Além disso, este padrão não é a mais elegante das alternativas quando o espaço vertical é escasso e deseja-se visualizar o menu no topo da página, pois acrescenta uma outra camada de informações com uma interface distinta. O uso de um menu com subopções não é aconselhável para este padrão, pois pode causar uma certa

confusão para os usuários. Um exemplo de implementação do *Select Menu* pode ser visto na Figura 2e.

Figura 2 – Exemplos dos padrões de menus Web para dispositivos móveis

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2011).

Esses padrões de menu têm algumas vantagens e desvantagens que devem ser consideradas ao decidir qual deles será adotado no projeto da aplicação Web. De acordo com o comparativo de características desses padrões que é apresentado no Quadro 1, dependendo da quantidade de itens que compõem o menu, a utilização dos padrões *Linearized Menu*, *Jump Menu* e *Select Menu* não é uma boa opção, visto que o menu pode ocupar grande parte da tela e, por conseguinte, dificultar a navegação do usuário pelo conteúdo principal. A utilização dos padrões *Jump Menu* e *Side Menu* também pode causar uma desorientação na navegação para usuário dependendo da forma como é implementado, uma vez que usuário pode não perceber a mudança de estado que ocorreu na interface e identificar a sua nova localização na página. Contudo, seguindo as

boas práticas de implementação, o padrão *Side Menu* pode ser o mais adequado, dado que este fornece ao usuário uma experiência de utilização semelhante às aplicações nativas, além de poder suportar uma grande quantidade de opções e submenus. Por fim, com exceção do padrão *Linearized Menu*, todos os demais seguem as premissas dadas por [Wroblewski \(2011\)](#) para criação de interfaces Web.

Quadro 1 – Comparativo dos padrões de projeto de menus para dispositivos móveis.

Característica	<i>Linearized Menu</i>	<i>Jump Menu</i>	<i>Toggle Menu</i>	<i>Side Menu</i>	<i>Select Menu</i>
Utilização de JavaScript			✓	✓	✓
Atendimento da premissa “ <i>content-first, nav-second</i> ” (WROBLEWSKI, 2011)		✓	✓	✓	✓
Suporte a grande quantidade de itens			✓	✓	✓
Suporte a vários níveis de submenu			✓	✓	
Experiência de utilização semelhante às aplicações móveis nativas				✓	✓
Causa desorientação ao ser utilizado		✓		✓	

Fonte: Dados extraídos de [Ribeiro \(2011\)](#)

Segundo [Hollink, Someren e Wielinga \(2007\)](#), apesar dos esforços empregados para que a construção de menus permita aos usuários navegar pelo site de forma eficiente, muitas vezes o projeto inicial desses menus fica muito longe do ideal, porque os projetistas não sabem os objetivos e estratégias de utilização dos futuros usuários. Na prática, o *design* de *websites* é muitas vezes concebido com base na estrutura do conteúdo ou na estrutura da organização proprietária do site, em vez de se basear em como os usuários utilizam o site.

2.2 Acessibilidade e usabilidade

Atualmente, com o crescimento do número de usuários fazendo uso dos recursos oferecidos na Web, questões de acessibilidade e usabilidade passaram a ser fatores relevantes, tendo em vista o caráter essencial de se promover a inclusão digital de pessoas com deficiências ou com restrições temporárias de mobilidade, bem como garantir a qualidade no uso das aplicações Web desenvolvidas, fato este que envolve, principalmente, a satisfação dos usuários.

Contudo, um ponto que deve ser ressaltado é que apesar dos conceitos de “acessibilidade” e “usabilidade” estarem bastante relacionados, muitas vezes se confundem, pois ambos buscam a satisfação do usuário e a eficiência de uso da interface ([MILNE et al., 2005](#)). Mesmo se dedicando a um público alvo mais restrito, acessibilidade pode ser considerada genérica, uma vez que contempla a diversidade de tipos de usuários, abrangendo diversos aspectos da tecnologia, além de sua interface. Em contrapartida, o conceito de usabilidade engloba aspectos relacionados com a qualidade de interação dos usuários com uma determinada interface. Além disso, a relação entre os conceitos de acessibilidade e usabilidade, bem como os problemas envolvidos, raramente

é analisada claramente, quer no contexto da Web ou outros sistemas computacionais (PETRIE; KHEIR, 2007).

Para Thatcher, Waddell e Burks (2003), a acessibilidade é um subconjunto de usabilidade, em que os problemas de acessibilidade são casos particulares de problemas de usabilidade. No entanto, eles também afirmam que problemas de usabilidade afetam todos os usuários da mesma maneira, independentemente de suas habilidades ou limitações, enquanto que problemas de acessibilidade dificultam o acesso para as pessoas com deficiência, deixando-as em desvantagem com relação às demais. Ao mesmo tempo, destacam a possibilidade de que alguns problemas tipicamente considerados como problemas de acessibilidade também afetam usuários sem deficiência.

A esse respeito, Petrie e Kheir (2007) dizem que alguns problemas parecem afetar apenas as pessoas com deficiências específicas. Por exemplo, a utilização apenas de cores (como verde e vermelho) para representação da informação é problema grave para as pessoas daltônicas, enquanto que outras pessoas não são afetadas por esse problema. Assim, nem todos os problemas de acessibilidade afetam os usuários sem deficiências e, portanto, não estão dentro do escopo de problemas de usabilidade.

Por outro lado, Shneiderman propõe “usabilidade universal” (SHNEIDERMAN, 2000; SHNEIDERMAN, 2002) como um termo para englobar tanto a acessibilidade quanto a usabilidade, mas observa que o acesso não é suficiente para garantir o uso bem sucedido. Dessa forma, Shneiderman (2000) sugere uma classificação diferente de acessibilidade em comparação com usabilidade: acessibilidade é um primeiro passo, mas não suficiente para a usabilidade universal. Entretanto, não é feita uma análise mais aprofundada do relacionamento entre os dois conceitos.

Portanto, verifica-se que a acessibilidade não pode ser considerada como requisito único, a fim de permitir que as pessoas com algum tipo de limitação utilizem as aplicações Web, mas apenas como um primeiro passo para garantir a satisfação do usuário.

Em contrapartida, apenas a usabilidade também não pode ser considerada como abrangendo todos os possíveis problemas encontrados pelos usuários. Isto significa que algo que é acessível pode não ser usável, e vice-versa. Mais especificamente, segundo Petrie e Kheir (2007), os problemas de acessibilidade e usabilidade podem ser vistos como conjuntos que se sobrepõem, os quais podem ser incluídos em três categorias: problemas puramente de acessibilidade que afetam as pessoas com deficiências; problemas puramente de usabilidade que afetam as pessoas sem deficiências, e; problemas de usabilidade universal que afetam todos os usuários.

Em suma, durante o desenvolvimento de aplicações Web, é importante fundamentar-se nos princípios de usabilidade alinhados às *guidelines* de acessibilidade desenvolvidas pelo W3C e outros órgãos, para tornar harmoniosa e acessível a interação para o maior número possível de usuários, independentemente de suas características físicas, cognitivas, psicológicas, entre outras (PETRIE; KHEIR, 2007). A seguir são discutidos os conceitos de acessibilidade e usabilidade

de modo mais aprofundado.

2.2.1 *Acessibilidade na Web*

Acessibilidade na Web refere-se a permitir a percepção, o entendimento, a navegação e a interação com a Web, por todas as pessoas, que livres de barreiras (ou com barreiras reduzidas), ainda que contando com recursos de Tecnologia Assistiva⁴, também possam utilizar ou contribuir com a geração de conteúdo (Web 2.0) e desenvolvimento de sistemas Web (RUTTER *et al.*, 2006; GRILLO; FORTES, 2014). Portanto, em termos gerais, a definição de acessibilidade na Web visa garantir o uso da Web, principalmente, por pessoas com deficiência.

De acordo com a *Web Accessibility Initiative* (WAI), organização criada pelo W3C que tem como missão definir princípios e regras de *design* e desenvolvimento de sites que sejam acessíveis a pessoas com deficiências (LUCCA; FASOLINO; TRAMONTANA, 2005), a acessibilidade na Web engloba as questões relacionadas com o modo como todas as deficiências, seja visual, auditiva, cognitiva, da fala, física ou neurológica, afetam a Web (W3C, 2005). As ideias e conceitos relacionados ao tema estendem-se também às pessoas idosas, que mesmo não sendo classificadas como pessoas com deficiência, em geral apresentam limitações que dificultam sua interação com a Web. Esses conceitos, portanto, podem beneficiar todas as pessoas.

Assim, considerando a importância da acessibilidade na Web em função da crescente necessidade por inclusão digital, vários países criaram leis para garantir que as informações disponíveis na Web sejam acessíveis. A “Section 508” por exemplo, em vigor desde 1998 nos Estados Unidos, determina que a tecnologia eletrônica e de informação dos órgãos federais seja acessível às pessoas com deficiência (FREIRE; RUSSO; FORTES, 2008; TANGARIFE; MONT’ALVÃO, 2005b).

No continente europeu, Portugal foi o primeiro país a regulamentar a adoção de regras de acessibilidade na concepção da informação disponível na Web pela administração pública em 1999. Esta iniciativa foi estendida para outros 15 países participantes da União Europeia, por meio da aprovação da iniciativa eEurope⁵ 2002 (TANGARIFE; MONT’ALVÃO, 2005a; GODINHO *et al.*, 2004).

O Brasil, da mesma forma que outros países, também possui normas regulamentadoras que visam garantir a acessibilidade na Web. Uma dessas normas brasileiras está presente no Decreto Nº 6.949, de 25 de agosto de 2009, que institucionalizou o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação.

Apesar desses documentos apresentarem particularidades, uma vez que são elaborados

⁴ Tecnologia Assistiva é o termo que se refere a recursos ou serviços que buscam ampliar as habilidades de pessoas com deficiência, por ex: leitor de tela.

⁵ eEurope é uma iniciativa política destinada a garantir que a União Europeia tire partido da evolução associada à Sociedade da Informação.

para atenderem às necessidades inerentes a cada país, todos estão fundamentados nas *guidelines* propostas pelo W3C ([TANGARIFE, 2007](#); [NICÁCIO, 2010](#)), sendo a WCAG uma das referências de maior importância quanto às questões de acessibilidade na Web ([KELLY et al., 2005](#); [FREIRE; GOULARTE; FORTES, 2007](#)).

Na Figura 3 são apresentadas as principais recomendações do W3C, na forma de três documentos que contêm as *guidelines* (diretrizes) de acessibilidade e quais áreas ou componentes da Web elas abordam.

Figura 3 – Relação entre as recomendações do W3C e seus componentes de atuação

Fonte: [W3C \(2005\)](#).

O documento *Authoring Tool Accessibility Guidelines* (ATAG) é voltado para fabricantes de ferramentas de criação de conteúdo (autoria), pois fornece orientações para implementação de funcionalidades nos produtos desenvolvidos, que ajudem na criação de conteúdo, obedecendo as recomendações descritas na WCAG ([W3C, 2000](#)).

Por sua vez, o documento *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) é voltado para a criação de conteúdo Web, visto que orienta como tornar o conteúdo de sites mais acessível às pessoas com deficiência. Atualmente, o documento possui duas versões ([W3C, 2012](#)). A WCAG 1.0 é composta de recomendações gerais e pontos de verificação específicos que são

divididos em três níveis de prioridade. Alguns exemplos de exigências são: fornecer conteúdo textual alternativo equivalente relativo à imagem, fornecer informações do contexto e fornecer mecanismos de navegação. A WCAG 2.0 é uma atualização da WCAG 1.0 para abranger tecnologias mais avançadas da Web 2.0.

O terceiro documento, *User Agent Accessibility Guidelines* (UAAG), busca definir padrões e recomendações para o desenvolvimento e funcionamento dos softwares por meio dos quais se acessa a Web, bem como outras formas de Tecnologia Assistiva. Em suma, orienta como desenvolver navegadores e reprodutores multimídia acessíveis para pessoas com deficiência (W3C, 2002).

Esses três documentos de diretrizes juntos fornecem soluções complementares, resultando em acessibilidade na Web tanto quanto possível. Entretanto, para efeito direto neste trabalho, as diretrizes da WCAG receberam maior atenção, por serem as diretrizes que norteiam o desenvolvimento de aplicações acessíveis, foco desta pesquisa.

Segundo Tangarife (2007), a adoção das *guidelines* de acessibilidade elaboradas pelo W3C, por meio da WAI, é vantajosa para qualquer usuário. Desta forma, a sua adoção pela comunidade de desenvolvimento, de forma universal, representa um passo importante na busca por tornar a Web mais acessível.

Além da acessibilidade, outra característica fundamental que deve ser considerada nas aplicações Web é a usabilidade, que será discutida na próxima seção.

2.2.2 Usabilidade na Web

A usabilidade, de modo mais geral, pode ser definida como o estudo ou a aplicação de técnicas que proporcionem a facilidade de uso de um dado sistema. Diferentes definições de usabilidade são encontradas na literatura, porém todas se baseiam na norma internacional ISO 9241-11 (MATERA; RIZZO; CARUGHI, 2006).

A ISO 9241-11 define usabilidade como a facilidade com que as pessoas utilizam uma ferramenta ou objeto para realizar uma determinada tarefa, alcançando objetivos específicos com eficácia (complete a ação desejada), eficiência (complete a ação com o mínimo possível de recursos) e satisfação (aceitação e conforto ao utilizar o sistema) (ISO, 1998). Desse modo, diz-se que uma interface apresenta problema de usabilidade, se um usuário ou grupo de usuários apresenta dificuldade ao realizar uma tarefa própria da aplicação, pela interface disponibilizada.

Na área de Interação Humano-Computador, este termo normalmente se refere à simplicidade e facilidade com que uma interface, um programa de computador ou um *website* pode ser utilizado, bem como a satisfação do usuário em decorrência deste uso (BARBOSA; SILVA, 2010).

Embora as recomendações da ISO 9241-11 tenham se tornado o padrão para a comuni-

dade de especialistas em usabilidade, a definição de usabilidade mais adotada é a apresentada por [Nielsen \(1993\)](#), a qual refere-se a:

- Facilidade de aprendizagem das funcionalidades e do comportamento do sistema;
- Eficiência relativa ao nível de produtividade atingido, uma vez que o usuário tenha aprendido o sistema;
- Facilidade de lembrar as funcionalidades do sistema, de modo que o usuário não necessite aprender novamente como usar o sistema após um longo período sem utilizá-lo.
- Apresentação de uma baixa taxa de erros e, no caso de erros serem cometidos, ajudar para que esses erros sejam revertidos facilmente pelos usuários.
- Satisfação do usuário em utilizar o sistema.

Ao estender o conceito de usabilidade para a Web, alguns refinamentos precisam ser feitos sobre as definições gerais, a fim de que as particularidades do contexto Web sejam alcançadas ([MATERA; RIZZO; CARUGHI, 2006](#)). Assim, os princípios gerais de usabilidade, definidos por Nielsen, foram especializados por regras descritas conforme a seguir ([NIELSEN, 2000](#)):

- A facilidade de aprendizagem das aplicações Web deve ser interpretada como a facilidade dos usuários entenderem o conteúdo e os serviços disponibilizados por meio da aplicação, bem como procurar informações específicas usando os links disponíveis para navegação. Portanto, as páginas Web devem ser projetadas de modo que os conteúdos sejam fáceis de entender e os mecanismos de navegação possam ser identificados facilmente.
- A eficiência das aplicações Web significa possibilitar que os usuários encontrem rapidamente os conteúdos que estejam procurando por meio dos links disponíveis com no máximo três cliques. Além disso, os usuários devem ser capazes de compreender o significado da página em que estão, bem como se orientar em relação ao ponto de partida da navegação.
- A facilidade de memorização implica que os usuários sejam capazes de se orientar na aplicação Web, após um período sem utilizá-la, por exemplo, por meio de menus de navegação que apontam para páginas de referência. Ademais, deve-se manter a consistência da interface, seguindo o mesmo padrão em todas as páginas do site.
- A apresentação de poucos erros significa que, caso usuários erroneamente acessem um link indesejado, eles devem ser capazes de retornar para a posição anterior.
- A satisfação dos usuários, finalmente, refere-se à situação em que os usuários sentem que eles estão no controle com relação à aplicação Web, graças à compreensão dos conteúdos disponíveis e os comandos de navegação.

Vale ressaltar que a usabilidade nas aplicações Web possui um caráter mais crítico do que em aplicações convencionais, uma vez que o usuário experimenta a usabilidade de uma aplicação Web, antes mesmo de decidir adotá-la, segundo [Nielsen \(2000\)](#). Durante o desenvolvimento da aplicação Web, é necessário levar em conta também suas características particulares, em especial o fato de que sua interface é interpretada por diferentes *browsers* e acessada em diferentes contextos.

2.2.3 *Acessibilidade e usabilidade na Web para dispositivos móveis*

Grande parte das aplicações Web disponíveis foram projetadas para serem acessadas por PCs, ou seja, sem considerar outros contextos de acesso mais limitados, como os dispositivos móveis. Assim, esse tipo de desenvolvimento pode levar a problemas de usabilidade e acessibilidade, resultando em uma experiência de navegação desagradável para os usuários de dispositivos móveis.

Os desenvolvedores geralmente possuem pouca experiência e pouco conhecimento, necessários para criação de sites acessíveis por dispositivos móveis ([LOPES et al., 2010](#); [BAILEY; PEARSON, 2011](#)). Portanto, métodos, ferramentas e *guidelines* são fundamentais para apoiá-los no processo de desenvolvimento. Para tanto, o W3C, por meio da MWI, elaborou o documento *Mobile Web Best Practices* (MWBP) ([W3C, 2008](#)).

O MWBP é um documento que contém diretrizes de boas práticas para a disponibilização de conteúdo Web em dispositivos móveis, sendo voltado principalmente para os desenvolvedores. O MWBP segue práticas de acessibilidade levando em consideração questões como temática, navegação, equilíbrio, acesso fácil, estrutura e adequação do conteúdo, entre outros ([W3C, 2008](#)).

Tanto o MWBP quanto o documento WCAG visam melhorar a interação na Web para usuários que enfrentam barreiras de acesso, quer devido à deficiência ou ao dispositivo utilizado. No entanto, os dois documentos possuem abordagens diferentes ([W3C, 2009a](#)). Por exemplo, os critérios de sucesso da WCAG 2.0 foram projetados especificamente para serem testáveis. Entretanto, embora algumas das *guidelines* do MWBP serem testáveis, nem todas foram elaboradas para serem testáveis.

Apesar de ambos os documentos possuírem soluções técnicas semelhantes, com o objetivo de tornar o conteúdo Web acessível, cada qual possui particularidades para atender ao contexto para o qual foram elaborados. Dessa forma, para que uma aplicação Web seja acessível, deve estar em conformidade tanto com o MWBP quanto com o WCAG ([W3C, 2009a](#)), visto que são documentos que se complementam.

Outra característica fundamental para as aplicações Web em dispositivos móveis é a usabilidade, uma vez que os sites visualizados por meio deste ambiente devem também proporcionar a satisfação do usuário ([DUNDAR; YUMUSAK; ARSOY, 2013](#)). Com um site fácil de usar, evita-se que os usuários deixem a página imediatamente, além de criar um ambiente

propício de retorno ao site (LOBO *et al.*, 2011).

Entretanto, as limitações existentes nos dispositivos móveis (em comparação aos PCs⁶) são causas de muitos problemas de usabilidade (VIGO *et al.*, 2008; LOBO *et al.*, 2011; DUNDAR; YUMUSAK; ARSOY, 2013). A dificuldade de visualização do conteúdo Web é um desses problemas, pois a maioria das aplicações Web disponíveis foram concebidas para serem acessadas por meio de dispositivos mais robustos e com telas maiores. Dessarte, ainda há um grande espaço para pesquisas e desenvolvimento em usabilidade móvel que deve ser explorado. Caso esse cenário não venha a melhorar rapidamente, a previsão de se alcançar uma taxa de sucesso de usabilidade em dispositivos móveis, em comparação com a taxa atual dos PCs, ocorrerá por volta de 2026 (DUNDAR; YUMUSAK; ARSOY, 2013 apud BUDIUI; NIELSEN, 2012).

Com o objetivo de garantir a usabilidade das aplicações Web em dispositivos móveis, Lobo *et al.* (2011) elaboraram uma lista de regras que os desenvolvedores dessas aplicações devem seguir para que possam alcançar o mais alto grau de usabilidade em seus projetos. Esse conjunto de regras foi derivado das diversas diretrizes de usabilidade para dispositivos móveis existentes na literatura.

Da mesma forma, o Nielsen Norman Group⁷ elaborou um relatório com 237 *guidelines* de usabilidade voltadas para a criação de interfaces Web para dispositivos móveis. A definição dessas recomendações partiu de uma pesquisa realizada em vários países por meio do acompanhamento dos usuários em sessões de testes de usabilidade e estudos longitudinais baseados em diários. Entretanto, esse relatório não é disponibilizado gratuitamente para os desenvolvedores.

2.3 Desenvolvimento orientado a modelos

Aplicações Web de qualidade buscam atender os requisitos de acessibilidade e usabilidade que compõem o projeto. Contudo, o resultado final do desenvolvimento depende da boa utilização e satisfação por parte do usuário, que deve ter uma interação com os sistemas de forma produtiva, e não apenas do atendimento funcional desses requisitos (BULL, 2006). Nesse sentido, garantir uma interface de qualidade para interação deve permear todo o processo de desenvolvimento e demanda estudos extensos de conceitos específicos, os quais podem ser abstraídos pela utilização do desenvolvimento orientado a modelos.

O desenvolvimento orientado a modelos (do inglês, *Model-Driven Development* (MDD)) é uma abordagem da área de Engenharia de Software que visa a redução da distância entre o domínio do problema e o domínio de implementação do software, uma vez que o foco principal do desenvolvimento está nos modelos e não no código-fonte (KLEPPE; WARMER; BAST, 2003). Em outras palavras, as abordagens de MDD preconizam que a modelagem e mecanismos

⁶ *Personal Computer* (PC)

⁷ <http://www.nngroup.com/reports/mobile-website-and-application-usability/>

de transformação utilizados para gerar código, a partir de modelos, são uma melhor maneira de desenvolver sistemas de software, ao invés da codificação exclusivamente.

Assim, pode-se dizer que a abordagem de MDD possui dois conceitos principais: modelos e transformações. Os modelos são considerados artefatos de software que representam um sistema, parte dele ou mesmo processos para execução de uma determinada tarefa. Além disso, é possível utilizar modelos com diferentes níveis de abstração, podendo ser genérico ou específico para uma dada plataforma.

Os modelos utilizados em abordagens tradicionais são utilizados meramente para documentar a aplicação, tornando-se obsoletos em razão de não serem atualizados ao longo do processo de desenvolvimento ou, quando são atualizados, muitas vezes se reverterem em um peso adicional para a equipe, visto que normalmente são atualizados de acordo com a implementação. Todavia, na abordagem de MDD, os modelos se tornam artefatos “vivos”, servindo como entrada para as ferramentas de geração de código, o que reduz os esforços dos desenvolvedores (KLEPPE; WARMER; BAST, 2003; FRANCE; RUMPE, 2007; BITTAR *et al.*, 2009).

As transformações são procedimentos que tem por finalidade converter um ou mais modelos de entrada em algum outro artefato ao longo do ciclo de desenvolvimento de um software, que por sua vez podem servir de entrada para outras transformações. Assim, é possível transformar um modelo em outro modelo diferente, artefatos de documentação ou código executável.

A Figura 4 mostra os principais elementos essenciais no MDD e como estes são combinados. As ferramentas de modelagem auxiliam na criação dos modelos pelos engenheiros de software, devendo ser intuitivas e fáceis de utilizar. Em geral, o elemento que implementa estas características é uma linguagem específica de domínio (do inglês, *Domain-Specific Language* (DSL) (LUCRÉDIO, 2009).

As ferramentas para definição de transformações permitem que os engenheiros de software construam regras de mapeamento de modelo para código (ou de modelo para modelo). Tais ferramentas devem possibilitar que as regras sejam especificadas da forma mais natural possível, tendo em vista a complexidade em se abstrair grande parte do detalhes de implementação. Por fim, os mecanismos para execução de transformações são responsáveis por receber os modelos como entrada e aplicar as regras de mapeamento definidas (LUCRÉDIO, 2009). Além disso, é importante se manter uma documentação do processo para que seja possível a rastreabilidade de informações, de modo que possam ser realizadas alterações ou correções no modelo ou código produzido.

2.3.1 Vantagens e desvantagens

As principais vantagens inerentes ao uso de MDD estão relacionadas com a redução de tarefas repetitivas para transformação de modelos em código final executável, pois utiliza-se

Figura 4 – Principais elementos do MDD

Fonte: [Lucrédio \(2009\)](#).

conceitos mais relacionados ao domínio do problema do que às tecnologias de implementação em si. Em alguns casos, pode ser até mais fácil para especialistas do domínio produzirem software do que para especialistas em tecnologia ([SELIC, 2003](#)).

Segundo [Lucrédio \(2009\)](#), algumas das principais vantagens para se utilizar o MDD são:

- **Aumento da produtividade:** o tempo de desenvolvimento será reduzido devido à automação na geração dos artefatos de software, poupando tempo e esforço que podem ser gastos em tarefas mais importantes;
- **Manutenção e evolução:** a arquitetura documentada inicialmente permanece intacta, desde a análise até a implementação e a evolução do sistema, visto que todas as alterações no projeto são refletidas diretamente nos modelos, mantendo-os atualizados;
- **Melhoria na comunicação:** o MDD fornece um vocabulário comum que é utilizado em todo o projeto, facilitando a comunicação entre os membros da equipe com diferentes níveis de conhecimento técnico;
- **Padronização e formalismo:** provê um *framework* comum para o desenvolvimento de software que formaliza e organiza o conhecimento em um nível mais alto de abstração e estabelece um formato comum para geração de código;
- **Evita repetições:** um mesmo modelo pode ser transformado em código para diferentes plataformas, evitando que os desenvolvedores realizem tarefas repetitivas de codificação;

- **Melhoria da qualidade:** redução da ocorrência de erros semânticos e acidentais, fornecendo implementações mais eficientes.

Assim como em outras abordagens de desenvolvimento, a utilização de MDD também pode apresentar pontos negativos em alguns casos. Uma das principais críticas em relação a essa abordagem é a dificuldade e complexidade de produção de modelos computacionalmente completos, ao ponto de gerar o código executável final. [Lucrédio \(2009\)](#) cita as seguintes desvantagens que devem ser consideradas ao se utilizar o MDD:

- **Rigidez:** o software final se torna menos flexível, visto que grande parte do código é gerado por meio de processos automáticos, o qual fica além do alcance do desenvolvedor;
- **Complexidade:** o ferramental utilizado no MDD é constituído de ferramentas complexas de se construir e manter, introduzindo uma complexidade adicional ao processo;
- **Desempenho:** os geradores automáticos acabam incluindo muito código desnecessário, que pode resultar em um software com menor desempenho se comparado a um software feito manualmente;
- **Curva de aprendizagem:** a equipe precisa ser treinada para utilizar o novo processo de desenvolvimento, bem como seu ferramental, com o qual não está habituada;
- **Alto investimento inicial:** o desenvolvimento de uma infraestrutura orientada a modelos requer mais tempo e esforço. Entretanto, os ganhos posteriores são significativos, uma vez que este investimento tem retorno em poucas interações.

2.3.2 Modelagem específica de domínio

A modelagem específica de domínio (do inglês, *Domain-Specific Modeling* (DSM)) é uma atividade que eleva o nível de abstração no MDD, por meio da especificação de soluções que utilizam diretamente os conceitos do domínio ([KELLY; TOLVANEN, 2008](#)). Dessa forma, os modelos se tornam mais específicos e completos, bem como as transformações passam a gerar uma maior quantidade de código com melhor qualidade ([GREENFIELD; SHORT, 2003](#)). Isso é possível porque os modelos e transformações precisam apenas atender às exigências inerentes a um determinado domínio ([KELLY; TOLVANEN, 2008](#)).

Os modelos na DSM são geralmente definidos por meio de uma DSL, que normalmente é uma linguagem pequena, declarativa e focada em um domínio de problema em particular ([DEURSEN; KLINT; VISSER, 2000](#)). Portanto, ao se concentrar em uma área de interesse específico, torna-se possível mapear uma linguagem mais próxima para o problema real, com uma geração de código completa. Isso é um tanto quanto difícil ou impossível de se alcançar com linguagens de modelagem de uso geral ([KELLY; TOLVANEN, 2008](#)). Além disso, uma DSL é

mais fácil de aprender e entender (em geral, para o especialista do domínio) do que modelos genéricos (TÖRSEL, 2013).

DSLs existem há um longo tempo. Mernik, Heering e Sloane (2005) citam os exemplos da linguagem APT para controle numérico, que data de 1957-58, e da mais famosa *Backus-Naur Form* (BNF), linguagem para especificação de gramáticas criada em 1959. Desde então, diversas linguagens vêm sendo desenvolvidas e utilizadas, e a literatura nesta área é bastante rica (DEURSEN; KLINT; VISSER, 2000; MERNIK; HEERING; SLOANE, 2005).

Uma DSL pode ser textual (permitindo especificar programas) ou visual (permitindo especificar modelos ou diagramas) (DEURSEN; KLINT; VISSER, 2000). A definição da linguagem normalmente requer um metamodelo (modelo conceitual) que seja capaz de capturar os pontos comuns e variáveis do domínio. Um metamodelo é uma estrutura similar a um diagrama de classes, e possui elementos como classes, atributos, associações e agregações. Seja qual for a representação visual final (diagrama visual ou representação textual), a existência de um metamodelo como esquema conceitual em geral indica que uma maior quantidade de instâncias pode ser expressa.

Enfim, a utilização de um modelo específico de domínio possibilita ao desenvolvedor utilizar um nível de abstração maior na modelagem, diminuindo os esforços de tradução dos conceitos inerentes ao domínio para a solução final (CHAVARRIAGA; MACÍAS, 2009).

2.4 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentados alguns dos principais conceitos que estão envolvidos na fundamentação teórica dos estudos desenvolvidos neste trabalho.

A Web, desde sua criação, tem passado por um processo evolutivo constante, proporcionando cada vez mais interação às pessoas. Entretanto, toda essa interatividade requer uma estrutura navegacional consistente para que o usuário possa se orientar e interagir corretamente com o conteúdo disponível na aplicação.

Além disso, a acessibilidade e usabilidade dos *websites* são requisitos importantes que devem ser considerados no processo de desenvolvimento, tendo em vista a satisfação final dos usuários dessas aplicações. Tais conceitos devem ser aplicados também no contexto de dispositivos móveis, visto que o acesso ao conteúdo Web por meio desses dispositivos tem crescido nos últimos anos. O estudo desses conceitos é essencial para este trabalho, uma vez que se buscou promover um processo de adaptação que incluísse características de acessibilidade e usabilidade no conteúdo adaptado.

Por fim, o uso de MDD foi utilizado como apoio ao desenvolvimento da abordagem de adaptação proposta neste trabalho, que compreende principalmente a especificação da DSL para modelagem de menus Web acessíveis. Além de possibilitar a geração de código-fonte de

diferente leiautes a partir de um mesmo modelo, as transformações criadas incluem os requisitos de acessibilidade referentes a menus Web.

No próximo capítulo é apresentada uma abordagem orientada a modelos, que possibilita o desenvolvimento de menus Web acessíveis por meio da ferramenta AMeG, que foi projetada para processar menus especificados na linguagem AMenu. Desse modo, este trabalho viabiliza o mecanismo de adaptação proposto nesta pesquisa.

DESENVOLVIMENTO DE MENUS WEB ACESSÍVEIS A PARTIR DE MDD

Este capítulo tem por finalidade apresentar a abordagem orientada a modelos para geração de menus Web acessíveis. O protótipo da ferramenta projetada foi batizado de AMeG, sigla para *Accessible Menu Generator*. Este protótipo foi desenvolvido mediante os conceitos apresentados anteriormente e tem por objetivo principal auxiliar os desenvolvedores Web na criação de menus acessíveis, em conformidade com as principais diretrizes de acessibilidade. Para tanto, todos os requisitos de acessibilidade necessários para este elemento da aplicação foram criteriosamente estudados e modelados em uma linguagem específica de domínio, de modo que os desenvolvedores não precisam se preocupar com a implementação (o código) deles.

A abstração do modelo de um menu acessível foi possível em razão da especificação da DSL *Accessible Menu* (AMenu), que constitui a base para criação de modelos de menus Web que abstraem as principais características existentes nesse domínio. A AMenu foi projetada inicialmente para dar suporte à ferramenta AMeG, facilitando o desenvolvimento dos menus Web acessíveis de um modo geral, e serviu posteriormente como base para o mecanismo de adaptação proposto por este trabalho.

3.1 Arquitetura

A ferramenta AMeG foi desenvolvida em Java, como linguagem de programação do código para aplicação no lado do servidor, com auxílio do *framework* JavaServer Faces (JSF)¹ para a construção de interfaces de usuário baseadas em componentes para aplicações Web. Toda sua infraestrutura seguiu o padrão de projeto *Model-view-controller* (MVC), que separa a informação (e as suas regras de negócio) da interface com a qual o usuário interage (MANN,

¹ <https://javaserverfaces.java.net/>

2005). A [Figura 5](#) ilustra a organização dos componentes entre as camadas de modelo, visão e controle.

Figura 5 – Visão de alto nível da arquitetura utilizada pela AMeG e as tecnologias empregadas

Fonte: Adaptada de [Mann \(2005\)](#).

Os componentes principais da AMeG estão presentes na camada de modelo, onde estão localizadas as dependências do Xtext para realização das transformações, bem como a biblioteca Java chamada `br.usp.icmc.amenu_1.1.jar` com toda a infraestrutura que compõem a linguagem AMenu. Mais detalhes sobre a linguagem são apresentados na [seção 3.2](#). Cabe ressaltar ainda que o desenvolvimento da ferramenta utilizou-se de uma arquitetura de referência, garantindo que o projeto fosse iniciado com uma base sólida e seguindo critérios de acessibilidade ([FORTES et al., 2013](#)).

O desenvolvimento da interface textual foi priorizado a fim de investigar o propósito principal da AMeG, que é permitir a geração de menus Web com o máximo de acessibilidade, sem necessidade de conhecimento técnico sobre os detalhes de acessibilidade por parte dos desenvolvedores. Entretanto, a interface gráfica pode ser facilmente implementada e integrada na ferramenta, visto que a AMeG possui uma estrutura de dados central para processar as informações fornecidas pelo usuário. A [Figura 6](#) ilustra o funcionamento da AMeG para geração de menus Web acessíveis.

Conforme pode ser visto na [Figura 6](#), o usuário entra com o código do menu descrito em conformidade com a linguagem AMenu e solicita a geração do código. Em seguida, a AMeG processa o código por meio do *parser* gerado pelo Xtext, verificando se a estrutura sintática está correta, ou seja, de acordo com a gramática definida pela AMenu, para então devolver ao usuário os códigos-fonte em HTML, CSS e Javascript do menu Web acessível correspondente.

Figura 6 – Esquema de funcionamento da AMeG

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 Linguagem AMenu

A linguagem textual AMenu, utilizada inicialmente na AMeG, foi desenvolvida para permitir a modelagem do domínio de menus de navegação Web em alto nível de abstração. Tal modelagem tem como base estudos dos conceitos sobre os elementos de navegação Web, focando nas estruturas e características específicas e necessárias para criação de menus. Além disso, inclui também estudos sobre as *guidelines* de acessibilidade da WCAG 2.0 e *Accessible Rich Internet Applications* (WAI-ARIA) 1.0, a fim de compreender os requisitos de acessibilidade voltados para o contexto de navegação, bem como o modo de aplicar essas diretrizes no desenvolvimento de menus Web.

Portanto, a AMenu constitui a base para a construção de especificações (modelos) de menus Web, que por sua vez serão entrada para um conjunto de transformações que vão gerar o correspondente código do menu especificado, acessível. Essas transformações encapsulam o conhecimento específico de acessibilidade para este contexto e, por meio delas, é possível gerar o código referente à implementação dos menus Web acessíveis sem que o desenvolvedor tenha total ciência dos conhecimentos técnicos de acessibilidade pelos desenvolvedores. Além disso, ferramentas de transformação evitam a introdução de erros acidentais, tais como erros de digitação e de sintaxe, e os erros conceituais podem ser identificados em um nível mais alto de abstração.

Atualmente, a linguagem AMenu encontra-se na versão 1.1, abstraindo as características fundamentais do domínio de menus. Essa versão da AMenu contém também quatro possibilidades diferentes de transformações que encapsulam os requisitos de acessibilidade necessários para esse domínio. Desse modo, a AMenu já está preparada para gerar os seguintes tipos de menus acessíveis:

1. *Drop-down*
2. *Fly out*
3. *Accordion*
4. *Side menu (mobile)*

Na versão atual da AMeG, a linguagem AMenu é utilizada como uma forma de interação puramente textual, uma vez que seu principal objetivo é garantir que qualquer desenvolvedor possa criar menus Web com o máximo de acessibilidade, sem, no entanto, ter conhecimentos específicos sobre este requisito.

A AMenu foi implementada utilizando Xtext², que é um *framework open-source* para o desenvolvimento de linguagens de programação e linguagens específicas de domínio. O Xtext abrange todos os aspectos relacionados a infra-estrutura de uma linguagem completa, desde analisadores até compilador ou interpretador, sendo parte integrante do *Eclipse Modeling Tools*³, na versão da IDE Eclipse que já é distribuída com os pacotes e ferramentas de modelagem da Fundação Eclipse.

No [Apêndice A](#) encontra-se a definição completa da gramática que define a linguagem AMenu. Esta gramática é livre de contexto e está representada em notação *Extended Backus-Naur Form* (EBNF). A estrutura sintática utilizada para a criação de um menu na linguagem AMenu é relativamente simples, uma vez que a linguagem busca aproximar ao máximo da sintaxe de linguagens de programação convencionais como C e Java. Além disso, a AMenu pode ser facilmente estendida para abstrair novas propriedades que por ventura venham se tornar necessárias. Apesar de sua simplicidade, esta DSL é suficiente para dar origem ao código completo de um menu de navegação Web acessível.

Na Figura 7 pode ser visto o metamodelo conceitual da AMenu. O metamodelo projetado é composto pela definição de um único menu constituído de um ou mais itens, além do tipo referente ao modelo que será gerado, pode-se incluir outros atributos opcionais, como configurações de cores, nome e estilo do modelo. Cada item do menu deve conter obrigatoriamente a ação a ser executada (por exemplo, o redirecionamento para uma outra página) e o texto (*label*) que informa ao usuário sobre essa ação. Tais atributos compõem as informações básicas necessárias para geração da estrutura de navegação. Outros atributos como nome, título e ícone (ou imagem) são opcionais, pois são informações complementares que podem ser necessárias ou não. Além disso, um item pode ser composto por outro menu, gerando uma estrutura de dados em formato de árvore.

² <https://eclipse.org/Xtext/>

³ <http://www.eclipse.org/modeling>

Figura 7 – Metamodelo da AMenu

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.3 Uso da ferramenta

A principal funcionalidade da AMeG é permitir que desenvolvedores possam criar menus Web acessíveis, independentemente do nível de conhecimento que eles possuem sobre as diretrizes de acessibilidade relacionadas com este elemento de interação. A ferramenta pode ser acessada a partir de qualquer navegador Web moderno. Entretanto, recomenda-se que o navegador utilizado permita a execução de Javascript, caso contrário isso poderá comprometer o correto funcionamento e apresentação visual da AMeG.

O editor textual da AMeG está presente na página inicial da aplicação, sendo composto por uma área de texto que ocupa toda a área visível e um único botão para gerar o menu a partir do texto inserido. O texto permanece disponível para o usuário até a aplicação ser encerrada. A Figura 8 mostra um exemplo de menu pronto para ser gerado.

Figura 8 – Captura de tela mostrando o editor da AMeG

Fonte: Elaborada pelo autor.

A utilização do editor textual está condicionada ao conhecimento das estruturas da linguagem AMenu, utilizada pela AMeG para geração dos menus Web acessíveis. As orientações gerais da linguagem estão disponíveis no menu “Ajuda”, bem como em seu manual técnico (ANTONELLI; FORTES, 2015b).

A AMeG fornece todas as informações necessárias de como utilizar o código-fonte do menu acessível que foi gerado, sendo este composto por três trechos de códigos, que se referem às partes: HTML, CSS e Javascript.

O desenvolvimento da interface textual foi priorizado de modo que fosse possível estudar o principal objetivo da ferramenta que é permitir a geração de menus de navegação Web com o máximo de acessibilidade. Contudo, uma interface gráfica que facilite a utilização da linguagem AMenu pode ser facilmente implementada e integrada a ferramenta, uma vez que se possui uma

estrutura de dados central para tratamento das informações fornecidas pelo usuário.

3.3.1 Navegação

A ferramenta AMeG apresenta dois menus a partir dos quais o usuário pode interagir; esses menus são os principais componentes de navegação dentro da aplicação. O menu lateral à esquerda e a barra de acessibilidade localizada no topo da página.

Como a ferramenta não disponibiliza nenhum tipo de armazenamento permanente dos menus gerados, o menu lateral esquerdo permanece inalterado com três opções: Início, Sobre a AMeG e Ajuda. O item “Início” apresenta a página inicial da ferramenta, em que podem ser gerados os menus acessíveis.

A segunda opção do menu (Sobre a AMeG) informa ao usuário detalhes sobre a origem da ferramenta e seus responsáveis. No último item (Ajuda) são disponibilizadas algumas informações técnicas sobre a ferramenta, bem como as instruções de apoio para o usuário poder utilizá-la.

3.3.2 Acessibilidade

A AMeG contém algumas características de acessibilidade desenvolvidas internamente. Essas características estão presentes na barra de navegação superior, na qual estão dispostas as funcionalidades que auxiliam o usuário na utilização da ferramenta. Na Figura 9 pode ser observada a barra de ferramentas de acessibilidade.

Figura 9 – Captura de tela mostrando a barra de ferramentas de acessibilidade

Fonte: Elaborada pelo autor.

Da esquerda para a direita: Ativar alto contraste, Desativar alto contraste, Diminuir tamanho da fonte, Fonte em tamanho normal, Aumentar tamanho da fonte, Alterar idioma para Inglês e Alterar idioma para Português.

As funcionalidades descritas tem como objetivo facilitar o uso da aplicação por pessoas com diferentes capacidades visuais e também por usuários que sejam fluentes apenas em Inglês ou Português. Dessa forma, é possível atingir uma gama maior de usuários por meio da inclusão de pessoas que possuam alguma limitação, seja ela uma barreira visual ou de idioma. Atualmente,

a ferramenta limita-se a dois idiomas, porém estes podem ser estendidos facilmente graças a modularização do código-fonte.

3.4 Estudo preliminar

Um estudo preliminar foi realizado com o objetivo de avaliar a AMeG como uma alternativa para gerar menus Web acessíveis em contrapartida às abordagens tradicionais de desenvolvimento. Para analisar as diferenças entre os códigos-fonte e as dificuldades enfrentadas pelos participantes para completar as tarefas definidas no estudo, três variáveis dependentes foram definidas para cada tarefa: taxa de completude, tempo despendido para execução e número de requisitos alcançados.

O estudo foi realizado no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) com estudantes voluntários de pós-graduação. Cada participante realizou duas tarefas em diferentes *websites*, em que cada tarefa devia ser executada utilizando uma abordagem específica (AMeG ou tradicional), sendo que a ordem de apresentação das combinações foi contrabalançada entre os participantes.

3.4.1 Procedimentos metodológicos

O estudo foi realizado em quatro etapas. Na primeira etapa, os participantes foram informados sobre o conteúdo do estudo e coletado as assinaturas nos termos de consentimento. As informações sobre a realização de tarefas diferentes por cada participante não foi fornecida, uma vez que isto poderia afetar os resultados, pois eles poderiam pensar que o nível de dificuldade seria diferente dos demais e, por conseguinte, não concluir corretamente a tarefa. Portanto, nesta fase, os participante foram informados apenas que eles estariam fazendo um estudo sobre a criação de menus Web acessíveis. Na segunda etapa, foram coletados os dados etnográficos sobre os participantes. Na etapa seguinte, eles foram convidados a realizar as tarefas propostas pelo estudo, nas quais o desempenho de cada um foi observado. Na última etapa, foi aplicado um questionário para saber os detalhes sobre o que os participantes acharam ao executar cada tarefa.

Em estudos de casos, o objetivo do investigador é aprofundar conhecimentos e teorizar (generalização analítica) e não fazer generalizações estatísticas (YIN, 2010). Nesse sentido, tendo em vista que este foi um estudo preliminar, consideram-se como suas principais limitações:

- Impossibilidade de generalização dos resultados, uma vez que amostra escolhida para a investigação pode ser bastante anormal;
- Baixa representatividade da população escolhida para participação;
- Material utilizado para realização das tarefas pode não abranger a realidade atual de toda a comunidade de desenvolvimento;

- Viés representado pela subjetividade do pesquisador, o qual tentou-se reduzir pela triangulação dos dados.
- Os menus não foram testados com os usuários finais, a fim de verificar se todos os requisitos de acessibilidade fora deveras atendidos. Dessa forma, para fins de análise dos dados, somente a conformidade com as diretrizes de acessibilidade foi considerada.

3.4.2 Materiais

Para este estudo, foram criados dois *websites*: o primeiro era um *website* de turismo com um menu *drop-down* e o segundo era um *website* de culinária com um menu *flyout*. Cada um dos menus tinha três níveis a fim de avaliar o cumprimento de todos os requisitos de acessibilidade para menus Web. Além disso, as estruturas originais destes menus eram pouco acessíveis.

A Figura 10 ilustra o modelo menu *drop-down* que consiste de 23 itens, em que o primeiro nível tem cinco itens, o segundo nível tem 13 itens e o terceiro nível tem 5 itens. Como pode ser visto no Código-fonte 1, nenhum aspecto de acessibilidade foi considerado na implementação deste menu. Além disso, não foi utilizado qualquer *framework* CSS para layout, bem como nenhum código Javascript para interação com os submenus.

Figura 10 – Drop-down menu

Fonte: Elaborada pelo autor.

Código-fonte 1: Trecho de código HTML do menu *drop-down*

```

1 <div class="sub-nav">
2   <div class="menu-item">
3     <a href="..">Antes de Viajar</a>
4     <div class="sub-nav">
5       <div class="menu-item"><a href="..">Dicas</a></div>
6       <div class="menu-item"><a href="..">Documentos</a></div>
7       <div class="menu-item"><a href="..">Saúde</a></div>
8       <div class="menu-item"><a href="..">Viajantes especiais</a>
    </div>
  </div>

```

```

9         <div class="menu-item"><a href="..">Serviços</a></div>
10     </div>
11 </div>
12 <div class="menu-item"><a href="..">Ecoturismo</a></div>
13 <div class="menu-item"><a href="..">Centros Urbanos</a></div>
14 <div class="menu-item"><a href="..">Lugares Românticos</a></div>
15 <div class="menu-item"><a href="..">Mochileiros</a></div>
16 <div class="menu-item"><a href="..">Praia e Descanso</a></div>
17 <div class="menu-item"><a href="..">Turismo Individual</a></div>
18 </div>

```

A Figura 11 ilustra o menu *flyout*, composto por um total de 34 itens, os quais estão divididos em sete itens de nível 1, cinco itens de nível 2 e 22 itens de nível 3. Como pode ser visto no Código-fonte 2, a estrutura principal do menu foi desenvolvida utilizando alguns elementos semânticos apropriados (tais como `<ul>` e `<li>`). Ademais, foi utilizado um *framework* CSS para construção da interface, porém não foi feito o uso de código Javascript para prover interação com o usuário.

Figura 11 – Flyout menu

Fonte: Elaborada pelo autor.

Código-fonte 2: Trecho de código HTML do menu *flyout*

```

1 <li class="menuparent"><a href="/receitas/carnes">Carnes</a>
2     <ul>
3         <li><a href="/receitas/aves/" title="Receitas de Aves">Aves</a></li>
4         <li><a href="/receitas/carnes/" title="Receitas de Carnes">Carnes</a>
5             <ul>
6                 <li><a href="/receitas/peixes/" title="Receitas de Peixes">Peixes</a>
7             </li>
8         </ul>
9     </li>
10 <li class="bmenuparent"><a href="/receitas/pratos-rapidos">Pratos Rápidos</a>
11     <ul>
12         <li><a href="/receitas/microondas/" title="Receitas de Microondas">
13             Microondas</a></li>

```

```
11      <li><a href="/receitas/paes-e-lanches/" title="Receitas de Pães e
12      Lanches">Pães e Lanches</a></li>
13    </ul>
14  </li>
```

3.4.3 Questões de pesquisa

O principal objetivo deste estudo foi comparar a experiência dos desenvolvedores ao criar menus Web acessíveis por meio da AMeG em relação à utilização de métodos tradicionais, bem como compreender os parâmetros que poderiam influenciar nessa experiência. Por meio desse estudo, buscou-se identificar as principais dificuldades para a criação de menus Web acessíveis. Nesse sentido, as seguintes questões de pesquisa foram definidas:

- Q1:** *Os participantes que realizaram as tarefas utilizando a AMeG estão mais satisfeitos com seu desempenho, em termos de conclusão da tarefa, número dos requisitos alcançados e nível de acessibilidade dos menus desenvolvidos?* Esta questão tem como objetivo investigar o objetivo principal e visa quantificar isto em termos de tempo de conclusão, número dos requisitos e nível de acessibilidade alcançados em cada tarefa realizada.
- Q2:** *Os menus Web gerados utilizando a AMeG são mais acessíveis do que os criados por meio de métodos tradicionais?* Tendo em vista que a AMeG foi desenvolvida para geração de menus Web que atenda todos os requisitos de acessibilidade, esta questão tem como objetivo investigar a qualidade e acessibilidade de cada menu por meio da análise do código-fonte criado pelos participantes.
- Q3:** *A linguagem AMenu impõe alguma barreira que impede a utilização da AMeG?* Esta questão tem como objetivo investigar se os participantes, que utilizaram a AMeG, tiveram algum tipo de dificuldade para completar as tarefas, tais como o aumento no tempo de desenvolvimento e baixa curva de aprendizagem.

3.4.4 Resultados e Discussões

Os dados coletados, a partir do questionário de informações etnográficas, identificaram que 4 de 5 participantes têm pouca ou nenhuma experiência no desenvolvimento de sistemas Web acessíveis. Em relação ao objeto de estudo, foi notado pelo pesquisador que as respostas obtidas a partir deste questionário indicam um nível perfunctório de conhecimento a respeito de dos requisitos de acessibilidade necessários para criação de menu Web acessível, visto que 4 de 5 participantes não sabem como usar as recomendações da WCAG e WAI-ARIA, conforme mostrado na [Figura 12](#). Apesar da resposta positiva, o participante possui pouco conhecimento sobre como usar essas recomendações.

Figura 12 – Conhecimento das recomendações da WCAG e WAI-ARIA para criação de menus acessíveis

Fonte: Dados da pesquisa.

As tarefas levaram uma média de duas horas para serem concluídas. A Figura 13 mostra o tempo gasto por cada participante para completar as tarefas.

Figura 13 – Tempo gasto para completar as tarefas

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser observado na Figura 13, os participantes gastaram mais tempo para executar as tarefas com a AMeG. Entretanto, este tempo inclui o processo de aprendizagem da linguagem AMenu, uma vez que o primeiro contato ocorreu durante este estudo. Tal característica é inerente ao MDD, em que a curva de aprendizagem tende a ser maior que as abordagens tradicionais de desenvolvimento (LUCRÉDIO, 2009). Assim, este tempo tende a diminuir com o aumento da frequência de uso da AMeG. Outro ponto que poderia melhorar o desempenho nas tarefas é a implementação de uma interface gráfica para a criação de menus, o que reduziria a curva de aprendizagem dos desenvolvedores através de uma interação mais intuitiva. No entanto,

é importante notar que todos os requisitos de acessibilidade exigidos para este estudo foram alcançados.

A [Tabela 1](#) mostra os resultados de cada tarefa usando o método tradicional. Os artefatos produzidos pelos participantes foram analisados por um especialista em desenvolvimento, a fim de identificar qual a percentagem cumprida de cada um dos seguintes requisitos de acessibilidade:

- Req. 1** Suportar a navegação pelo teclado por meio das teclas TAB, Enter e Setas. A funcionalidade das teclas devem seguir as recomendações da WAI-ARIA;
- Req. 2** Definir uma estrutura semântica usando corretamente os elementos HTML. A estrutura do menu deve ter no mínimo os elementos <nav>, e ;
- Req. 3** Usar indicativo de foco. A navegação por teclado deve identificar claramente a mudança de foco entre os itens do menu. O comportamento deve ser o mesmo ao utilizar o mouse;
- Req. 4** Todas as funcionalidades devem estar disponíveis tanto pelo mouse quanto por teclado. Os usuários devem ser capazes de acessar todas as informações do menu, independentemente do tipo de entrada que ele está utilizando.
- Req. 5** Usar corretamente os atributos ARIA. A ARIA fornece uma ontologia de papéis, estados e propriedades que permitem a acessibilidade e interoperabilidade dos elementos interativos. Portanto, a estrutura do menu deve ter pelo menos as seguintes propriedades: aria-hidden, aria-expanded, role, aria-haspopup, aria-orientation e aria-labelledby;

Tabela 1 – Análise dos artefatos produzidos a partir de um método tradicional

Participantes	Tipo de menu	Req. 1	Req. 2	Req. 3	Req. 4	Req. 5	Média dos Requisitos
P1	flyout	21,4%	66,7%	0%	50%	37,5%	35,1%
P2	flyout	85,7%	66,7%	50%	100%	37,5%	68%
P3	drop-down	75%	66,7%	75%	100%	37,5%	70,9%
P4	drop-down	0%	66,7%	50%	50%	0%	33,3%
P5	drop-down	78,6%	66,7%	100%	100%	0%	69,1%
Média total		52,1%	66,7%	55%	80%	22,5%	55,3%

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser visto na [Tabela 1](#), apenas a 55,3% dos requisitos foram cumpridos. Esse resultado reflete o nível de conhecimento das diretrizes de acessibilidade de cada participante. Além disso, *Req. 5* é o requisito mais difícil de ser cumprido, uma vez que o WAI-ARIA fornece informações de contexto geral, dificultando a compreensão no modo de aplicar as soluções diretamente no código-fonte. A implementação correta dos atributos ARIA é importante, visto

que os recursos de Tecnologia Assistiva utilizam esses atributos para informar ao usuário sobre o estado e comportamento dos elementos.

Embora o tempo de desenvolvimento utilizando a AMeG tenha sido maior do que a solução tradicional, como pode ser visto na [Figura 13](#), a AMeG atendeu a 100% dos requisitos básicos. Esse percentual representa um adicional de 44,7% em comparação com o método tradicional, conforme observado na [Tabela 1](#). Ademais, as soluções que são geradas pela AMeG foram desenvolvidas com base nas diretrizes de acessibilidade (WCAG e WAI-ARIA). Portanto, todos os menus gerados estão em conformidade com estas diretrizes. Assim, os menus Web desenvolvidos por meio da AMeG tendem a ser mais acessíveis do que os desenvolvidos usando alguns métodos tradicionais. Tal fato responde, então, a pergunta de pesquisa **Q2** definida na [subseção 3.4.3](#).

Finalmente, para fins comparativos entre o método tradicional e a AMeG do tempo médio de execução das tarefas, foi feito um cálculo utilizando-se a regra de três simples, cujo os dados são apresentados na [Figura 14](#). As barras indicam o tempo médio que os desenvolvedores levaram para criar os menus Web usando o AMeG, enquanto que a linha indica o tempo que eles possivelmente gastariam para cumprir 100% dos requisitos utilizando um método tradicional. Entretanto, cabe ressaltar que uma estimativa precisa entre os métodos envolve diversas variáveis que não são o foco desse estudo.

Figura 14 – Comparação de tempo entre o método tradicional e a AMeG

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a [Figura 14](#), o menu *flyout* gastou uma média de 1h26min para ser desenvolvido utilizando a AMeG. Esse tempo representa supostamente um acréscimo de 6,8% (5min) no tempo de desenvolvimento usando um método tradicional. A abordagem tradicional possivelmente tenha sido melhor nessa tarefa devido à estrutura inicial do menu que foi fornecida, uma vez que os desenvolvedores não precisaram necessariamente reestruturar o código HTML para torná-lo acessível. Convém, no entanto ressaltar que, ao utilizar um método tradicional, os participantes cumpriram apenas 51,6% dos requisitos de acessibilidade que foram exigidos no

estudo. Por outro lado, quando comparado o desenvolvimento do menu *drop-down*, que tinha uma estrutura totalmente inacessível (cf. [Figura 11](#)), a AMeG obteve um ganho de performance de 37,6%, ou seja, uma redução de supostamente 22 minutos no tempo de desenvolvimento.

Ao analisar a média geral mostrada na [Figura 14](#), a AMeG supostamente representa uma redução de 11,2% (8 minutos) no tempo total de desenvolvimento e está em conformidade com todos os requisitos de acessibilidade, enquanto o método tradicional levou cerca de 4 minutos extra para desenvolver apenas 54,6% dos requisitos.

Embora a execução das tarefas tenham levado mais tempo ao utilizar a AMeG, 4 de 5 participantes preferiram usá-la para gerar os menus, uma vez que eles tiveram uma dificuldade menor em relação ao método tradicional, como mostrado na [Figura 15](#). Essa preferência indica a satisfação dos participantes com seu desempenho ao fazer uso da AMeG. Além disso, por meio da análise da [Figura 15](#), houve uma redução de 50% do nível médio de dificuldade para a criação de menus Web acessíveis utilizando a AMeG. Portanto, a linguagem AMenu não representa uma barreira ou tem qualquer tipo de problema que impede o uso da AMeG, respondendo a questão de pesquisa **Q1** que foi definida na [subseção 3.4.3](#).

Figura 15 – Dificuldade dos participantes para execução das tarefas

Apesar da preferência dos participantes pela AMeG, eles apontaram algumas dificuldades específicas que dificultaram a realização de tarefas, tais como a falta de tabulação no editor e falta de exemplos gráficos para estilização de menus. No entanto, todos os participantes, que preferiram a AMeG, indicaram que a linguagem AMenu é fácil de usar e que voltariam a utilizar a AMeG para a criação de menus Web acessíveis, respondendo a questão de pesquisa **Q3** definida na [subseção 3.4.3](#).

3.5 Considerações finais

Este capítulo apresentou o protótipo de uma ferramenta para ajudar os desenvolvedores na criação de menus Web acessíveis. O uso da abordagem proposta garante que os menus gerados estejam de acordo com as diretrizes de acessibilidade (WCAG e WAI-ARIA), bem como tende a aumentar a produtividade no desenvolvimento, uma vez que os desenvolvedores não precisam gastar tempo lidando com os detalhes técnicos de acessibilidade. Além disso, a linguagem AMenu é uma parte essencial da abordagem, pois encapsula a maioria dos requisitos de acessibilidade necessários, dando suporte a abordagem de adaptação apresentada no capítulo seguinte.

A partir do estudo preliminar realizado com os desenvolvedores, foi possível avaliar a viabilidade da AMeG, na qual mostrou uma redução de 50% no nível de dificuldade para a criação de menus acessíveis. Além disso, foi possível identificar potenciais melhorias para a ferramenta que podem contribuir para sua ampla aceitação pela comunidade de desenvolvimento Web.

Embora a AMeG tenha sido desenvolvida especificamente para geração de menus Web acessíveis, sua estrutura permite que outros elementos sejam incluídos. Em outras palavras, é necessário apenas definir novos modelos de transformação e de atualizar a linguagem AMenu. Dessa forma, para permitir que tanto a AMeG quanto a AMenu sejam distribuídas e modificadas, de modo que novos pesquisadores e desenvolvedores possam colaborar suas evoluções, elas foram publicadas como código aberto sob a versão simplificada da licença BSD, sendo que seus projetos encontram-se hospedados no repositório do GitHub por meio dos seguintes endereços:

AMenu: <<https://github.com/lordantonelli/amenu>>

AMeG: <<https://github.com/lordantonelli/ameg>>

No próximo capítulo é apresentado o desenvolvimento da abordagem de adaptação de menus Web para dispositivos móveis, que tem como base a linguagem AMenu e a estrutura implementada da AMeG.

ADAPTE-ME!: UMA ABORDAGEM PARA ADAPTAÇÃO DE MENUS WEB

A finalidade deste capítulo é contar com a fundamentação dos conceitos e estudos realizados para apresentar a abordagem de adaptação desenvolvida neste trabalho. O protótipo da ferramenta Adapte-me! tem por objetivo efetuar a adaptação dos elementos de interação, em especial os menus de navegação Web, para serem apresentados em dispositivos móveis, visando melhorar a experiência de uso por parte dos usuários.

O protótipo desenvolvido permite também personalizar a apresentação dos menus, de modo que o usuário escolha qual o melhor modelo para sua interação, bem como altere algumas características de acordo com as suas necessidades. Para tanto, a Adapte-me! é composta por dois ambientes: o *website* para personalização dos menus e o *plugin* para adaptação que utiliza a infraestrutura da AMeG, bem como a linguagem AMenu.

A seguir, este capítulo inicia apresentando os trabalhos relacionados, a fim de identificar o que já tem sido pesquisado e proposto na área de adaptação de conteúdo Web para dispositivos móveis, bem como evidenciar o diferencial da proposta deste trabalho. Nas demais seções são descritos as características da abordagem proposta nesta dissertação, referenciada como Adapte-me!

4.1 Trabalhos relacionados

A interação com as aplicações Web em dispositivos móveis pode envolver diversos problemas, uma vez que em sua maioria não foram desenvolvidas visando o acesso no contexto dos dispositivos móveis (WEI *et al.*, 2013). Um problema comum é a necessidade de rolagem horizontal e vertical devido ao conteúdo não se ajustar ao tamanho da tela do dispositivo, o que torna a navegação na Web demorada e penosa para o usuário.

Para tanto, diversos trabalhos têm discutido o problema de visualização de aplicações Web em dispositivos móveis, propondo diferentes soluções. A seguir serão descritas soluções existentes, discutindo as vantagens e desvantagens de sua adoção.

4.1.1 *Adaptação de aplicações Web existentes*

Dentre as várias soluções propostas na literatura, uma das mais comum é a extração lógica ou semântica do conteúdo, criando um leiaute adaptado, a fim de que o conteúdo possa ser visualizado mais facilmente em telas menores. Em geral, essa solução faz uso do *Document Object Model* (DOM) que é a estrutura de dados em árvore, para representação em memória, das marcações (X)HTML¹ ou XML² e também dos conteúdos que compõem uma página Web.

Gupta *et al.* (2007) e Ahmadi e Kong (2012) propõem soluções que utilizam o DOM para dividir o conteúdo da página Web em várias subpáginas que se adaptem ao tamanho das telas dos dispositivos, criando uma tabela de conteúdos contendo *links* para navegação entre as subpáginas geradas. Ambas soluções fazem uso de técnicas para descarte de informação, evitando que conteúdos desnecessários, como propagandas, sejam carregados. Embora esse descarte seja vantajoso, pode acarretar em perda semântica de informação, uma vez que a classificação de descarte é probabilística, podendo eliminar informações relevantes que o usuário esteja procurando. Além disso, a divisão da página original em novas subpáginas gera um passo adicional para visualização do conteúdo, exigindo do usuário mais interação para localizar o conteúdo desejado.

Anam, Ho e Lim (2011) desenvolveram um método de adaptação baseado em um servidor *proxy*, chamado de *Web-adaptor*. O método de adaptação separa a estrutura DOM da página em blocos, atribuindo pontos e pesos para cada um. Essa atribuição de valores é utilizada para organizar a apresentação dos blocos no dispositivo móvel por ordem de relevância do conteúdo, eliminando a necessidade de rolagem vertical e horizontal da página. Deste modo, o usuário utiliza os botões de voltar e avançar para navegar entre as subpáginas. O *Web-adaptor* leva em consideração também as preferências dos usuários na adaptação e apresentação da informação abstraída da página.

Uma outra abordagem para adaptação de conteúdo existente na literatura é a proposta por Bellucci *et al.* (2012) que faz uso da engenharia reversa. A abordagem utilizada pelos autores também faz uso do DOM, a fim de que as informações sejam extraídas e traduzidas para a linguagem MARIA³, mantendo a estrutura semântica do conteúdo em HTML, bem como as folhas de estilos e os códigos Javascript. Desta forma, a partir da descrição lógica especificada na linguagem MARIA é possível reestruturar a página de modo que o resultado produzido seja uma interface mais compacta, adequando-se à tela limitada de um dispositivo móvel.

¹ (*eXtensible*) *Hypertext Markup Language* ((X)HTML)

² *eXtensible Markup Language* (XML)

³ <http://giove.isti.cnr.it/tools/MARIA/>

Outro mecanismo utilizado para adaptação de páginas Web em dispositivos móveis é o redimensionamento e reposicionamento do conteúdo. Roto *et al.* (2006) desenvolveram um método chamado *Minimap* que altera o CSS da página Web, em que é possível modificar o tamanho da fonte do texto e limitar a largura dos elementos individuais ao tamanho da tela. Apesar dessa solução não ser relevante quando se tem um número excessivo de *tags* HTML na estrutura da página, o estudo demonstrou que este método é mais usável que o emprego do *leiaute* em uma única coluna, como o utilizado pelo navegador *Opera for mobile*⁴.

Embora a aparência de adaptação, gerada pelo *leiaute* com apenas uma coluna, seja semelhante ao da página inicial, os usuários possuem dificuldades em encontrar o conteúdo desejado. Isso deve-se ao fato do conteúdo ser dividido em blocos que são alocados um abaixo do outro sem estruturação lógica e semântica (ANAM; HO; LIM, 2011). Essa era a principal estratégia utilizada pelos primeiros navegadores para dispositivos móveis. Apesar de resolver o problema da apresentação da página, a reorganização do conteúdo pode tornar-se confusa para o usuário.

Apesar desses trabalhos proporem soluções para adaptação de aplicações Web para dispositivos móveis, elas não levam em consideração as características de interação dos usuários em dispositivos com telas sensíveis ao toque. Para tanto, Nebeling, Speicher e Norrie (2013) criaram um conjunto de ferramentas de instrumentação de interfaces chamada W3Touch. Por meio do W3Touch, os dados da interação do usuário com uma página Web utilizando dispositivos táteis são extraídos, a fim de ajudar os desenvolvedores a detectar e localizar problemas de *design* na interface para esses dispositivos. A partir dos dados extraídos é feita uma análise baseada em métricas de usabilidade que servirão de base para composição das regras de adaptação. Assim, de posse dessas informações, os desenvolvedores podem criar as regras que serão utilizadas pelo W3Touch para adaptar a interface para o usuário de acordo com o dispositivo que está sendo utilizado.

Além da preocupação em adaptar o conteúdo textual presente em uma página Web, diversos autores tratam também da adaptação de conteúdos multimídia como imagens, áudios e vídeos (HUTTER *et al.*, 2005; ZUFFEREY; KOSCH, 2006; KIM; YOON, 2008). A maioria das soluções propostas consideram a utilização do padrão MPEG-7 ou MPEG-21 para a adaptação do conteúdo multimídia. Entretanto, devido à baixa adoção na disponibilização de conteúdos que seguem esses padrões, a adoção dessas soluções torna-se mais difícil pelos usuários.

As soluções apresentadas nessa seção levam em consideração as aplicações Web já existentes. Deste modo, tenta-se reduzir o esforço necessário para o *re-design* da aplicação, sendo muitas vezes inviáveis devido ao tamanho do projeto. Por outro lado, considerando a criação de novas aplicações Web, abordagens podem ser utilizadas para construção de interfaces que se adaptem automaticamente ao contexto que estão sendo acessadas, evitando a necessidade de adaptações posteriores. Essas técnicas são discutidas na seção seguinte.

⁴ <http://www.opera.com/pt-br/help/mobile/guide>

4.1.2 Adaptação para novas aplicações Web

Atualmente, com a crescente utilização dos dispositivos móveis para acessar a Internet, o desenvolvimento de novas aplicações Web voltadas para esse contexto torna-se essencial. Nesse sentido, algumas iniciativas têm contribuído para auxiliar no processo de desenvolvimento, propondo soluções que adaptam automaticamente a aplicação ao contexto na qual está sendo acessada. Essas técnicas visam evitar a criação de diferentes interfaces para as diversas particularidades dos dispositivos existente, reduzindo o trabalho de manutenção pelos desenvolvedores, além de manter a consistência da aplicação.

Segundo [Mohorovičić \(2013\)](#), a melhor abordagem para criação de interfaces adaptadas é a aplicação do conceito de *Responsive Web Design* (RWD), termo que foi utilizado e explicado pela primeira vez em 2010 por Ethan Marcotte ([MARCOTTE, 2010](#)). RWD sugere que o design e desenvolvimento devem responder ao comportamento do usuário e do ambiente baseando-se no tamanho da tela, plataforma e orientação ([MARCOTTE, 2011](#)). Em outras palavras, quando utilizado o RWD para desenvolvimento de aplicações Web, elas se tornam capazes de alterar a forma como apresentam suas informações conforme as configurações do dispositivo em que estão sendo visualizadas.

Contudo, para tornar esse tipo de desenvolvimento possível são necessárias três noções fundamentais: layouts flexíveis, baseados em *grids* com dimensões relativas; conteúdos de imagem e vídeo flexíveis por meio de redimensionamento dinâmico, e por fim; *media queries*, que são expressões que verificam determinadas condições da página, aplicando diferentes regras de CSS para diversos cenários ([MARCOTTE, 2011](#)).

Atualmente, existem vários *frameworks* que combinam os elementos essenciais para um *design* responsivo, implementando as três características fundamentais para o desenvolvimento. Esses *frameworks* são, portanto, aceleradores para o desenvolvimento de interfaces para aplicações Web. Alguns exemplos são: Gridless⁵, Skeleton⁶, Twitter Bootstrap⁷, Pure⁸ e YAML⁹.

Cabe ressaltar, no entanto, que *media queries* é uma funcionalidade presente no CSS3 e, portanto, não são compatíveis com versões mais antigas de navegadores que não suportam essa versão do CSS. Assim, ao renderizar a aplicação Web, essas regras são ignoradas causando falhas de formatação e, conseqüentemente, incoerências na interface. Todavia, existem ferramentas que conseguem superar essas limitações dos navegadores, fazendo com que as regras de *media queries* definidas sejam interpretadas, como *Response JS*¹⁰ e *css3-mediaqueries-js*¹¹.

⁵ <http://thatcoolguy.github.io/gridless-boilerplate/>

⁶ <http://www.getskeleton.com/>

⁷ <http://getbootstrap.com/>

⁸ <http://purecss.io/>

⁹ <http://www.yaml.de/>

¹⁰ <http://responsejs.com/>

¹¹ <https://code.google.com/p/css3-mediaqueries-js/>

[Sampaio \(2013\)](#) propôs também uma abordagem de adaptação de conteúdo para dispositivos móveis utilizando o RWD, a qual utilizou-se dos menus de navegação Web para avaliação de sua abordagem. Para tanto, quatro modelos de menus foram propostos baseados em padrões Web para dispositivos móveis, que servem de base para adaptação do menu original do site. Entretanto, a adaptação é feita mediante a alteração do código-fonte da aplicação Web, gerando um trabalho adicional para os desenvolvedores. Além disso, a abordagem proposta limita-se a condições inerentes à estrutura da página e o uso para adaptação automática requer que sejam definidas regras específicas para cada aplicação. Ademais, sua abordagem limita-se ainda a utilização de apenas um único modelo de menu, não permitindo a customização por parte do usuário.

A abordagem de RWD é um passo importante para produzir uma experiência melhor para o usuário ao utilizar aplicações Web em dispositivos móveis. Entretanto, utilizar apenas essa abordagem isoladamente não é a solução ideal para o desenvolvimento de novas aplicações Web para esse contexto ([POWER, 2012](#)).

Um dos problemas relacionados à utilização somente do RWD é a necessidade de baixar todo o conteúdo que é disponibilizado para PCs, ou seja, imagens em tamanho original ainda têm que ser baixadas para depois serem redimensionadas e, assim, se adequarem ao dispositivo. Do ponto de vista dos tamanhos de arquivos *versus* a velocidade de conexão isto torna-se um problema. Portanto, ao desenvolver novas aplicações Web deve-se optar pela utilização da abordagem RWD combinada com a abordagem *Mobile First* ([POWER, 2012](#); [WROBLEWSKI, 2011](#)), visto que o conteúdo pode ser entregue de forma otimizado e mais eficiente para os dispositivos móveis.

A grande vantagem do *Mobile First* é a possibilidade de criar interfaces simples e intuitivas de modo que possam ser evoluídas para dispositivos com menos restrições e maiores capacidades de processamento, como os PCs. Desta forma, os desenvolvedores disponibilizam apenas o conteúdo essencial que eles querem entregar para os usuários de dispositivos móveis e cortam os elementos desnecessários ([WROBLEWSKI, 2011](#)).

No entanto, a utilização desta abordagem requer que o processo de desenvolvimento seja iniciado do “zero”, visto que o conteúdo deve ser pensado e projetado desde as fases iniciais no modo como será apresentado em dispositivos móveis.

4.1.3 Discussão sobre as propostas da literatura

Nas seções anteriores foi apresentada uma visão geral sobre a adaptação de conteúdo Web para dispositivos móveis, sendo discutidos diversos trabalhos existentes na literatura que abordam essa temática e que se relacionam com a proposta deste trabalho. Estes foram importantes para a verificação de pontos positivos e diferenciais a serem incluídos no escopo desta pesquisa.

Pode-se notar que diversos esforços têm sido realizados no sentido de melhorar a visu-

alização de páginas Web em dispositivos móveis. Contudo, os diversos métodos de adaptação de conteúdo buscam reorganizar ou redimensionar a página Web a fim de que o conteúdo seja melhor visualizado em dispositivos móveis com telas menores, admitindo, em sua maioria, o descarte de conteúdo considerado desnecessário. Entretanto, segundo [Ahmadi e Kong \(2012\)](#), esses métodos ainda carecem de um mecanismo de navegação eficiente. Além disso, como pode ser observado na literatura, a maioria desses trabalhos visam a adaptação da informação central da página Web, ou seja, não consideram a adaptação de elementos de interação, em especial, os elementos de navegação como os menus.

Assim, diante do exposto, apesar de existirem diversas propostas de soluções para adaptação de conteúdo, com exceção do trabalho de [Sampaio \(2013\)](#), nenhuma delas tratam diretamente dos elementos de interação. Portanto, fica evidente a necessidade de novos estudo nessa área, uma vez que esses elementos consistem de uma das principais formas com que o usuário interage com a página Web. Além disso, as abordagens existentes não consideram os princípios de usabilidade e acessibilidade, sendo estes uns dos principais diferenciais abordados neste trabalho. De modo geral, dentre os trabalhos discutidos, os que estão fortemente relacionados com o objetivo principal deste trabalho são os de [Sampaio \(2013\)](#) e [Bellucci et al. \(2012\)](#).

No trabalho de [Sampaio \(2013\)](#) é proposto a adaptação de menus, porém a adaptação deve ser feita de forma manual pelos desenvolvedores e o modelo de menu utilizado não pode ser customizável pelos usuários. Além disso, apesar de fazerem uso de padrões para desenvolvimento dos modelos, não existe uma preocupação em relação à acessibilidade e usabilidade da solução implementada. Portanto, esses são os principais pontos que diferenciam a proposta deste trabalho.

A abordagem proposta por [Bellucci et al. \(2012\)](#) utiliza a reengenharia para o processo de adaptação. Entretanto, apesar de buscar manter a consistência da aplicação ao realizar a adaptação, as questões de usabilidade e acessibilidade não são tratadas. Ademais, o processo de adaptação envolve todo o conteúdo disponível e não são seguidos padrões para geração das novas interfaces. Nesse sentido, embora este trabalho utilize-se da reengenharia da aplicação Web para a adaptação dos menus, todas as demais questões não abordadas por [Bellucci et al. \(2012\)](#) foram tratadas, incluindo ainda a possibilidade de personalização dos elementos gerados de acordo com as preferências dos usuários.

Em suma, com a verificação desses trabalhos relacionados, ficou nítida a percepção de que existem diferentes objetivos e focos em cada abordagem proposta para adaptação de conteúdo Web, visando melhorias na apresentação desses conteúdos em dispositivos móveis. Observa-se também que há uma evolução contínua nas propostas, sendo que em todas existem contribuições oportunas e promissoras para adaptação de conteúdo. Todavia, a acessibilidade e usabilidade do conteúdo adaptado são questões em aberto que ainda precisam ser investigadas, bem como as necessidades individuais que cada usuário possui.

4.2 Descrição da abordagem

A utilização de dispositivo móvel para acesso de páginas Web tem crescido nos últimos anos (CGI.BR, 2014), porém grande parte dessas aplicações ainda não possuem versão para telas menores (SCHNEIDER; MCCOWN, 2013), tornando a visualização e a interação complexa, principalmente, por exigir o uso de ambas as barras de rolagem (horizontal e vertical) (ALBAN *et al.*, 2012). Assim, como o conteúdo Web apresentado geralmente fica com uma distribuição desproporcional na tela, torna-se difícil a compreensão e interação do usuário, afetando a acessibilidade e a usabilidade e, muitas vezes, exigindo compensações corporais na busca da adaptação.

Portanto, a necessidade de criação de mecanismo de adaptação do conteúdo acessado é evidente, uma vez que esse tipo de adaptação tem como principal objetivo a maximização da qualidade da experiência do usuário final (ADZIC; KALVA; FURHT, 2011).

De modo geral, o conteúdo de uma página Web é composto por diversos elementos de interação que influenciam o deslocamento, a ação e a experiência do usuário, como as caixas de busca, *accordions*, *breadcrumbs*, formulários, entre outros. Dessa forma, levando em consideração a existência de inúmeros elementos de interação e a complexidade de adaptação completa de uma página Web sem perda semântica do conteúdo, os elementos de navegação foram priorizados, de modo especial os menus, uma vez que fazem parte do conjunto de elementos mais utilizados para interação do usuário com uma aplicação Web.

De acordo com Yu e Roh (2002), os menus de navegação em páginas Web exercem três papéis funcionais de grande importância, que são: a navegação por meio da apresentação de *links*, o auxílio na busca de informações e sugestões de apoio estrutural e contextual. Em uma pesquisa realizada por Santos e Fortes (2010), verificou-se que entre os elementos destacados na WCAG, o que causava maior impacto para elaboração de conteúdo acessível é o elemento de navegação.

Além disso, para que informações possam ser localizadas de forma mais eficaz, o conteúdo deve ser estruturado de modo que a navegação seja a mais intuitiva possível (BURRELL; SODAN, 2006). Contudo, muitas vezes, os desenvolvedores visam a elaboração de menus com funcionalidades complexas de interação e layout visual agradável para os usuários, sem se importarem, no entanto, com a estrutura interna do código. Deste modo, recursos de Tecnologia Assistiva que se utilizam dessa estrutura, bem como usuários que possuem dificuldades na interação de interfaces com elementos mais elaborados, podem não conseguir acessar a informação disponível.

Destarte, mediante tais informações, é evidente a importância da implementação correta desses elementos. No entanto, deve-se observar que as recomendações de acessibilidade e usabilidade do conteúdo Web podem variar de acordo com o contexto de acesso e, consequentemente, podem surgir problemas que são relacionados especificamente a este contexto.

Portanto, considerando esse contexto em alinhamento ao objetivo principal deste trabalho destacado no [Capítulo 1](#), foi desenvolvido o protótipo da ferramenta **Adapte-me!** que proporciona a adaptação dos menus de navegação Web, visando melhorar a apresentação e interação destes elementos em dispositivos móveis. A adaptação buscou atender, mais especificamente, as necessidades dos usuários idosos, uma vez que o fator de aprendizado é menos favorecido quando comparado aos usuários mais jovens. Ademais, tendo em vista que os dispositivos móveis atuais fazem uso de ações mais naturais para interação, é importante que os usuários idosos sintam-se familiarizados ao utilizar algo que já possuem um conhecimento prévio. Desse modo, além de realizar a adaptação para o contexto móvel, foi disponibilizado a opção de personalização do menu. Tal característica possibilita ao usuário escolher, dentre os modelos disponíveis, o tipo de menu que deseja utilizar, bem como alterar alguns atributos (tamanho e cor do texto, cor de fundo, etc.) a fim de melhorar a interação de acordo com suas preferências.

4.2.1 Arquitetura

A proposta de adaptação dos menus visa manter a estrutura base da aplicação Web. Assim, a solução projetada neste trabalho tem por finalidade a produção de código seguindo o modelo de menu escolhido pelo usuário, o qual será acoplado ao código-fonte original da aplicação, de modo que um não interfira no outro, mantendo as duas estruturas de modo independentes. A arquitetura da abordagem de adaptação proposta pode ser observada na [Figura 16](#).

Figura 16 – Visão de alto nível da arquitetura da ferramenta Adapte-me!

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como mostrado na [Figura 16](#), partindo do pressuposto que a Adapte-me! já está configurada, o usuário interage normalmente com o navegador **(a)**. Quando a resposta da solicitação feita ao servidor é retornada **(b)**, o *plugin* captura o DOM da página Web, extraíndo o menu principal que é enviado juntamente com as configurações de personalização para o processo de

adaptação (c), o qual é realizado na ferramenta AMeG. Após realizar a adaptação do menu, a AMeG devolve o código do menu que é acoplado na página Web original.

Em suma, o processo de adaptação ocorre de modo transparente ao usuário, dado que o mecanismo intercepta a resposta do servidor, realizando o processo de adaptação do menu. Assim, a resposta devolvida ao usuário é a página Web transformada, que consiste do menu em conformidade com as diretrizes da WCAG adicionado ao conteúdo original.

A ferramenta Adapte-me! é composta por dois ambientes (*plugin* e *website*) que juntos proporcionam o processo de adaptação de acordo com as preferências do usuário. Além disso, a criação e disponibilização dos modelos de menus baseia-se nos padrões de projeto Web para dispositivos móveis propostos no trabalho realizado por Ribeiro (2011). Os padrões definidos em seu trabalho foram abstraídos de um comparativo realizado com 16 bibliotecas de padrões existentes na literatura, bem como de uma pesquisa realizada a fim de estabelecer os requisitos para o desenvolvimento de sites para dispositivos móveis, complementada com o estudo em projetos reais (RIBEIRO, 2011).

4.2.2 Plugin

O *plugin* da ferramenta Adapte-me! é responsável por intermediar o processo de adaptação dos menus, integrando o código retornado pela AMeG na página Web original. Devido a limitações de tecnologias, o *plugin* foi desenvolvido especificamente para o navegador Firefox¹², visto que sua versão para dispositivos móveis tem suporte para inclusão de complementos.

A versão atual do *plugin* executa apenas em dispositivos com o sistema operacional Android, tendo em vista o suporte para a implementação de elementos nativos para essa plataforma. Entretanto, o ferramental disponível ainda está em desenvolvimento pela Mozilla, o que limitou a disponibilização de configuração da adaptação utilizando apenas elementos nativos. Desta forma, foi desenvolvido uma aplicação Web a fim de superar essa limitação. A Figura 17 mostra as principais telas de interação com o *plugin* da ferramenta Adapte-me!.

O processo de adaptação ocorre apenas se o usuário estiver logado com a aplicação Web por meio do *plugin*, de modo que as informações de personalização do menu sejam recuperadas do servidor da Adapte-me!. Para tanto, o *plugin* adiciona um item de menu no navegador, conforme pode ser visto na Figura 17a. Se o usuário já possuir uma conta na Adapte-me!, basta realizar o *login* com o e-mail e senha que foram cadastrados (Figura 17b). Caso contrário, é necessário primeiramente a criação de uma nova conta. A Figura 17c mostra as opções disponíveis quando o usuário está logado no *plugin*, em que é possível alterar e atualizar as preferências de apresentação do menu que será adaptado.

Embora o Firefox tenha uma ambiente para que os desenvolvedores disponibilizem seus complementos, o *plugin* da Adapte-me! ainda não está disponível no ambiente oficial, uma vez

¹² <<https://www.mozilla.org/pt-BR/firefox/new/>>

Figura 17 – Captura de telas do *plugin*

Fonte: Elaborada pelo autor.

que este é um protótipo em desenvolvimento. Contudo, pode ser baixado e instalado a partir do *website* da ferramenta¹³.

4.2.3 Website

O *website* da ferramenta *Adapte-me!* foi desenvolvido em PHP¹⁴, como linguagem de programação do código para aplicação no lado do servidor, com o auxílio do *framework* Codeigniter¹⁵. No lado do cliente foi utilizado o *framework* CSS Bootstrap¹⁶ para criação do leiaute e o *framework* Javascript JQuery¹⁷ para manipulação de eventos na interface.

O modelo relacional da base de dados foi definido por meio da criação de sete tabelas com relacionamentos entre si, como pode ser visto na Figura 18. Para tanto, utilizou-se o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL¹⁸ para armazenamento das preferências dos usuários, como o estilo de menu e suas características.

A definição da estrutura mostrada na Figura 18 fornece uma melhor flexibilidade para adição de novos modelos de menu e configurações. Dessa forma, evita-se a necessidade de alteração do código-fonte da aplicação Web.

¹³ <<http://cafe.intermedia.icmc.usp.br:22080/adapte-me/plugin/adapte-me.xpi>>

¹⁴ <<http://www.php.net>>

¹⁵ <<http://codeigniter.com>>

¹⁶ <<http://getbootstrap.com>>

¹⁷ <<http://jquery.com>>

¹⁸ <<http://www.mysql.com>>

Figura 18 – Modelo de dados relacional da ferramenta Adapte-me!

Fonte: Elaborada pelo autor.

O leiaute foi concebido sob os conceitos do RWD, de modo que se adaptasse aos diferentes tamanhos de tela e, assim, proporcionasse uma melhor experiência de uso para o usuário. A [Figura 19](#) mostra as principais telas de interação.

Figura 19 – Captura de telas do *website*

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para acesso às configurações do menu, o usuário deve realizar o *login* na página inicial do *website*, mostrado na [Figura 19a](#). Caso o usuário ainda não tenha cadastro, é possível se registrar rapidamente, informando alguns dados pessoais básicos. Com o objetivo de garantir a veracidade das informações, a ferramenta envia um e-mail de confirmação para que a conta seja

ativada.

As Figuras 19b e 19c mostram a tela após o *login*, a qual permite o usuário alterar suas informações pessoais, o estilo do menu e suas características. As características são vinculadas a cada estilo de menu individualmente, de modo que o usuário não tenha que informá-las novamente ao trocar o estilo do menu, uma vez que estas já estão armazenadas. Além disso, as características são disponibilizadas de acordo com as opções suportadas por cada estilo de menu.

4.3 Utilização da abordagem

A principal funcionalidade da ferramenta Adapte-me! é permitir que os usuários possam interagir com os menus Web, reduzindo as barreiras de acesso impostas por implementações inadequadas e, principalmente, que não consideram o contexto de uso. Além disso, para melhorar a experiência de uso, a Adapte-me! possibilita ainda alterar as configurações de um estilo pré-definido de menu, de modo que possa atender eventuais necessidades dos usuários.

Nesse sentido, o menu principal do *website* do ICMC¹⁹ será utilizado como exemplo para ilustrar o funcionamento da abordagem desenvolvida, uma vez que este contém os problemas essenciais que a Adapte-me! busca tratar. A Figura 20 mostra a captura de telas do *website* acessado por um dispositivo móvel.

Figura 20 – Captura de telas do *website* do ICMC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como pode ser observado na Figura 20a, o *website* não tem uma versão para dispositivo

19 <www.icmc.usp.br>

móvel, fazendo com que todo o conteúdo seja reduzido a fim de que se ajuste ao tamanho da tela. Tal redução causa dificuldades na interação, visto que o usuário precisa aplicar *zoom* na página, o que eventualmente oculta parte do conteúdo, incluindo as opções do menu principal, conforme pode ser visto na [Figura 20b](#).

Como o *website* não foi projetado para dispositivos móveis, o usuário tem sérios problemas ao tentar interagir com as opções disponíveis no menu. Para exemplificar essa problemática, considere que o usuário está buscando maiores informações sobre o ICMC, conforme ilustrado na [Figura 20c](#). Assim, deseja-se acessar a opção “Quem Somos” (3) que é um item do conjunto de opções ocultas de “Institucional” (1). Entretanto, quando o usuário toca em “Institucional” (1) para visualizar as demais opções disponíveis, automaticamente o *website* é redirecionado para o *link* da opção selecionada anteriormente (2), impedindo que o usuário conclua a tarefa.

Em contrapartida, partindo do pressuposto que o usuário tenha o *plugin* instalado e configurado, bem como considerando o mesmo cenário de uso definido anteriormente, o usuário pode facilmente interagir com o menu gerado pela Adapte-me!, conforme mostrado na [Figura 21](#).

Figura 21 – Captura de telas do *website* do ICMC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Como pode ser visto na [Figura 21a](#), a Adapte-me! adiciona o código do novo menu contendo as mesmas opções do menu original, porém com o estilo e características definidas pelo usuário. Assim, por se tratar de uma estrutura específica para o contexto de dispositivos móveis, o usuário consegue navegar por todas as opções disponíveis (Figuras 21b e 21c) e, por conseguinte, encontrar a informação que esteja buscando. No caso do exemplo anterior, é possível a escolha da opção “Quem Somos”.

Com a utilização da *Adapte-me!*, evita-se que o desenvolvedor tenha que alterar o código-fonte original dos menus para que se adequem as características inerentes ao contexto dos dispositivos móveis. Além disso, a possibilidade do menu gerado pela *Adapte-me!* atender as necessidades dos usuários é maior, tendo em vista a possibilidade de configuração por parte do usuário.

4.4 Considerações finais

Este capítulo apresentou o protótipo da ferramenta *Adapte-me!*, a qual tem por objetivo principal a adaptação de menus Web de acordo com as preferências dos usuários. A abordagem desenvolvida se mostra útil para *websites* que não foram desenvolvidos para dispositivos móveis, visto que eles geralmente apresentam problemas que dificultam o acesso ao conteúdo, em especial, à elementos cuja interação não é suportada por telas sensíveis ao toque, como os menus.

Embora a *Adapte-me!* melhore a interação com os menus Web, a ferramenta ainda apresenta algumas limitações como a restrição dos *websites* suportados e a tecnologia na qual foi implementada, a qual se restringe a um navegador e sistema operacional específico. Deste modo, pretende-se, como trabalhos futuros, eliminar a restrição dos *websites* suportados por meio da identificação automática dos menus, reconhecendo também a real necessidade de adaptação, uma vez que muitos *websites* possuem uma versão para dispositivos móveis.

No próximo capítulo é descrito o estudo de caso, bem como os resultados alcançados, que foi realizado com objetivo de avaliar a abordagem de adaptação dos menus Web que foi apresentada neste capítulo.

AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA

Em busca de práticas que aproximassem este trabalho ao cenário real de uso, foi proposto e conduzido um estudo de caso com o objetivo de avaliar a abordagem de adaptação desenvolvida. A partir da realização deste estudo foi possível verificar a satisfação dos usuários com a solução disponibilizada em relação aos menus originais.

Um estudo de caso é utilizado para monitorar projetos, atividades e atribuições (WOHLIN *et al.*, 2000), sendo a técnica na qual os fatores chave, que podem afetar os resultados da abordagem proposta, são identificados e documentados (YIN, 2010). Os estudos de caso visam observar um atributo específico e estabelecer o relacionamento entre atributos diferentes (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002). Uma das vantagens desta metodologia é a facilidade de planejamento e execução. Todavia, é importante a definição do protocolo de estudo a fim de aumentar a confiabilidade da pesquisa, orientando o investigador no planejamento, execução e posterior análise dos dados coletados (RUNESON; HÖST, 2009; YIN, 2010), mantendo assim o foco no tópico a ser estudado (YIN, 2010).

O Estudo de caso é um método utilizado em estudos empíricos em várias ciências. Na área de Interface Humano-Computador pode ser uma ferramenta útil para a coleta de requisitos e avaliação de interfaces (LAZAR; FENG; HOCHHEISER, 2010). Neste trabalho, o estudo de caso contempla a realização de uma avaliação de usabilidade dos menus Web gerados por meio do mecanismo desenvolvido e dos menus originais da aplicação Web. Assim, visa avaliar a usabilidade do sistema interativo a partir de experiências de uso dos seus usuários-alvo (BARBOSA; SILVA, 2010).

5.1 Questões de pesquisa

As questões de pesquisa são indagações sobre o conhecimento que está sendo procurado, ou se espera descobrir, durante a realização do estudo de caso. Desta forma, a descoberta deste

conhecimento demonstra que o estudo de caso atingiu os objetivos pretendidos (RUNESON *et al.*, 2012).

Neste estudo de caso, pretende-se medir o esforço e o tempo gasto pelos usuários para a realização das tarefas definidas. Portanto, a aplicação da avaliação de usabilidade tem por objetivo levantar dados quantitativos e qualitativos a respeito do uso dos menus de navegação Web em dispositivos móveis, a fim de que seja possível a execução de estudos comparativos entre a interação com o menu em sua forma original e com o adaptado pela ferramenta Adapte-me!. Com isso, espera-se verificar o nível de satisfação do usuário ao utilizar a abordagem proposta em relação a visualização original.

Nesse sentido, tendo como base os objetivos acima, foram definidas as seguintes questões de pesquisa que se busca responder por meio da análise do dados levantados durante o estudo de caso:

1. *A ferramenta Adapte-me! possibilita melhor desempenho durante a interação com os menus Web em dispositivos móveis?* Essa questão busca verificar se a Adapte-me! corroborou para a conclusão das tarefas, facilitando sua realização pelos participantes, bem como diminuindo o número de erros cometidos;
2. *Quais os principais problemas durante a interação com o sistema foram identificados, os quais resultariam em indicadores para possíveis melhorias no sistema?* Essa questão tem por objetivo analisar a interação dos participantes com a Adapte-me!, de modo que seja possível identificar falhas ou melhorias que possam ser implementadas, a fim de aumentar o nível de satisfação dos usuários;
3. *Quais as características da Adapte-me! que se destacam no auxílio à navegação por meio dos menus Web?* Essa questão visa identificar os benefícios apresentados pela Adapte-me! sob o ponto de vista dos usuários, tanto durante a observação das tarefas realizadas quanto durante a realização da entrevista;
4. *Os participantes estão mais satisfeitos em utilizar a Adapte-me! para interagir com os menus Web?* Busca-se por meio dessa questão verificar o grau de satisfação apresentado pelos participantes após a realização das tarefas, identificando qual a abordagem que eles preferiram utilizar.

5.2 Estratégia de seleção

Os sujeitos da pesquisa são aqueles que fornecem os dados necessários para a realização do estudo. Para tanto, tendo em vista que a Adapte-me! busca melhorar a interação com os menus Web em dispositivos móveis, foram convidados a participar do estudo, sujeitos que soubessem

interagir com *smartphones* ou *tablets*, a fim de que pudessem realizar todas as tarefas e ao final contribuir com uma avaliação realista sobre o uso da ferramenta proposta.

Além de saber utilizar um dispositivo móvel, o participante deveria ter idade igual ou superior a 60 anos, pois esta faixa etária é o principal alvo que a *Adapte-me!* pretende alcançar. Portanto, como a representatividade dessa população é limitada de acordo com os critérios estabelecidos, utilizou-se uma amostragem não probabilística por conveniência, selecionando os sujeitos pela facilidade de acesso a eles (NETO, 2002).

O foco de avaliação foi direcionado para as pessoas idosas, uma vez que trata-se de um público alvo com capacidades comumente afetadas pelo envelhecimento, em geral gradual, que implicam em diversas dificuldades ao interagir com os sistemas computacionais (LARA, 2013; LEME; ZAINA; CASADEI, 2014). Além disso, durante o processo de envelhecimento, podem surgir algumas incapacidades cognitivas e desengajamento social contribuindo para perda da independência e autonomia, bem como a aquisição de doenças crônicas que terão, como efeito secundário, o isolamento social. Devido a isto, a pessoa idosa fica ausente, muitas vezes, das notícias e das novidades tecnológicas que poderiam auxiliar as suas atividades do dia-a-dia (DOLL *et al.*, 2007).

Sabe-se também que em virtude de fatores como o aumento da expectativa de vida, o envelhecimento populacional tornou-se um fenômeno mundial e tem ocorrido de maneira acelerada. Em 2012, no mundo existiam aproximadamente 810 milhões de pessoas com mais de 60 anos e, segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU) esse número deverá exceder 2 bilhões em 2050¹. Especificamente no Brasil, 33% da atual população é de maiores de 40 anos e 11% de maiores de 60 anos. De acordo com as projeções populacionais baseadas também no censo demográfico de 2010, realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)², a população brasileira de pessoas com 65 anos ou mais irá quadruplicar até 2060, atingindo um percentual de 26,8% da população, enquanto que em 2013 era de 7,4% da população.

Vale destacar que não é intenção deste trabalho realizar uma pesquisa quantitativa com rigorosa avaliação do grau de significância da amostra. Assim, tem-se plena consciência de que a amostra não foi estatisticamente significativa de modo que os resultados apresentados não podem ser generalizados.

Por fim, o convite para a participação no estudo foi feito pessoalmente por meio de contato prévio do pesquisador com o público-alvo em um curso de extensão oferecido gratuitamente pelo ICMC/USP. Deste modo, sabia-se que os sujeitos atenderiam as premissas estabelecidas para este estudo. Além disso, os participantes sentiriam-se mais confortáveis para realizar as tarefas solicitadas, tendo em vista que já estavam familiarizados com o pesquisador.

¹ <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-as-pessoas-idosas/>

² <http://cod.ibge.gov.br/1XUDE>

5.3 Procedimentos metodológicos

A princípio, foi realizado um estudo-piloto, a fim de que eventuais problemas pudessem ser corrigidos, resultando no aprimoramento e planejamento do estudo e do roteiro das entrevistas. O estudo-piloto resultou apenas na alteração de algumas tarefas, visando torná-las mais claras. A partir dessas mudanças, o estudo de caso foi conduzido individualmente com cada participante, sendo composto por quatro partes:

Parte I – Apresentação do estudo: esta etapa tratou da apresentação dos objetivos do estudo de caso para o participante, bem como a solicitação de autorização, via termo de consentimento livre e esclarecido ([Apêndice B](#)), para a realização do estudo e utilização dos seus resultados para o presente trabalho;

Parte II – Entrevista pré-sessão: esta etapa foi constituída de uma breve entrevista semi-estruturada ([Apêndice C](#)), a fim de conhecer o perfil de cada participante em relação ao uso de dispositivos móveis e o acesso à Internet.

Parte III – Condução do estudo: esta etapa foi composta pela explicação e execução de cada uma das tarefas definidas para o estudo ([Apêndice D](#)). Durante a realização das tarefas, os participantes foram instigados a falar em voz alta o que eles estavam pensando, bem como expressassem as suas dúvidas, dificuldades ou comentários a respeito da interação com o menu por meio do uso do protocolo *Think Aloud*. Além da comunicação e interação do participante que foi gravada por meio de um dispositivo instrumentado, foram realizadas anotações sobre quais tarefas os participantes tiveram mais dificuldade e em quais momentos elas aconteceram.

Parte IV – Entrevista pós-sessão: esta etapa compreendeu a realização da entrevista semi-estruturada ([Apêndice E](#)) após a realização das tarefas. Tal entrevista buscou capturar a opinião dos participantes sobre a utilização da ferramenta *Adapte-me!* e se esta facilitou a realização das tarefas. Além disso, eles foram questionados sobre possíveis melhorias de modo que pudesse aumentar a satisfação no seu uso.

O poder diferenciador do estudo de caso é sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências. Assim, é importante a utilização de mais de um método para coleta de dados, pois permite abordar mais aspectos comportamentais, além de garantir o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação e um processo de triangulação que minimiza o risco de subjetividade envolvida neste tipo de pesquisa ([YIN, 2010](#)).

Em suma, o uso de mais de uma fonte corrobora para superar as limitações de cada uma das fontes de investigação. Ademais, não se deve considerar somente a confiabilidade das fontes de dados, mas também a sua importância no entendimento da problemática do trabalho, de modo que não haja desvio do objetivo no qual foi proposto.

De acordo com Lethbridge, Sim e Singer (2005), as técnicas de coletas de dados podem ser categorizadas em três graus de contato humano. As técnicas de primeiro grau são as que o pesquisador está em contato direto com os participantes e os dados são coletados em tempo real. As técnicas de segundo grau não requerem o contato direto entre o pesquisador e os participantes, sendo os dados coletados e armazenados por meio de ferramentas auxiliares enquanto o estudo está acontecendo, tais como câmeras ou dispositivos instrumentados. Finalmente, nas técnicas de terceiro grau, o pesquisador utiliza-se apenas da análise independente de artefatos pré-existentes, tais como códigos-fonte e documentos.

A entrevista é uma das fontes mais importantes de informação para estudo de caso, uma vez que os entrevistados podem propiciar *insights* significativos sobre as questões investigadas (YIN, 2010). Ademais, a entrevista é uma forma de interação social e com um diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação (GIL, 1989).

De acordo com Gil (1989), as entrevistas podem ser classificadas em quatro tipos, segundo o nível de estruturação utilizado: *informal*, quando se distingue da simples conversação apenas por ter como objetivo básico a coleta de dados; *focalizada*, na qual o entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retorne ao assunto após alguma digressão; por *pautas* (ou *semiestruturada*), quando é guiada por relação de pontos de interesse que o entrevistador vai explorando ao longo de seu curso; *estruturada*, na qual o entrevistador segue uma relação fixa de perguntas, cuja a ordem e redação permanece invariável para todos os entrevistados.

A observação é um método pelo qual o pesquisador pode compreender a realidade que se pretende analisar (GIL, 1989). Segundo Yin (2010), as provas observacionais são úteis para fornecer informações adicionais sobre o objeto de estudo, uma vez que durante a observação são registrados dados visíveis e de interesse da pesquisa.

As anotações podem ser feitas por meio de registro cursivo (contínuo), utilizando palavras-chave, *checklist* e códigos, que são transcritos posteriormente, ou por meio de gravadores, câmeras fotográficas, filmadores, entre outros (GIL, 1989).

A análise dos dados coletados consiste em examinar, categorizar, classificar ou mesmo recombina as evidências conforme proposições iniciais do estudo (MARTINS, 2008; YIN, 2010). Para tanto, todas as entrevistas foram transcritas e tiveram seus conteúdos analisados considerando os relatos dos entrevistados. Além disso, o conteúdo das gravações, obtidos na realização das tarefas, foi analisado em busca das métricas estabelecidas na subseção 5.4.3 e de outras informações relevantes. Dessa forma, todas as informações coletadas foram analisadas sob a luz das questões formuladas no presente estudo.

Com a finalidade de garantir que as descobertas feitas no estudo de caso serão convincentes e acuradas, diversos autores recomendam que as informações obtidas sejam confrontadas umas com as outras por meio do processo de triangulação (MARTINS, 2008; YIN, 2010;

RUNESON *et al.*, 2012).

De acordo com Stake (1995), existem quatro tipos de triangulação que podem ser realizadas em um estudo de caso: *triangulação de dados*, na qual permite verificar se o que está sendo observado e relatado se mantém inalterado em circunstâncias diferentes; *triangulação de pesquisadores*, em que avaliadores distintos colocam suas posições sobre os achados do estudo; *triangulação metodológica*, na qual consiste em utilizar várias abordagens para a condução de uma mesma pesquisa, e; *triangulação teórica*, em que utiliza-se múltiplas perspectivas em relação ao mesmo conjunto de objetos.

5.4 Coleta de dados

Neste estudo, foram utilizadas duas técnicas para coleta de dados: entrevistas (técnica de primeiro grau) que foram realizadas em duas etapas, e; observação (técnica de segundo grau) das informações que foram armazenadas durante o estudo por meio de um sistema instrumentado. Observações consideradas relevantes também foram anotadas durante o estudo, a fim de que fossem complementadas com uma análise posterior do material gravado.

Enfim, os dados coletados foram organizados de modo a evidenciar as relações entre eles, possibilitando a análise das informações geradas e o comparativo entre os menus. Além disso, foi possível verificar se a ferramenta possibilitou maior satisfação para os participantes na interação com os menus Web em dispositivos móveis.

5.4.1 Entrevistas

Neste estudo, optou-se por realizar as entrevistas de maneira semiestruturada, ou seja, foram utilizados guias com as questões e pontos que deveriam ser abordados durante a entrevista. Entretanto, a ordem destas questões não precisava necessariamente ser seguida de maneira linear. Essa abordagem semiestruturada possibilita ao entrevistador incluir ou remover perguntas de acordo com o rumo da entrevista, tornando-a assim oportunística, o que é bastante útil para se aumentar ou aprofundar o entendimento, visto que o fluxo de perguntas é flexível (GIL, 1989; LAZAR; FENG; HOCHHEISER, 2010; YIN, 2010).

As entrevistas foram realizadas em duas diferentes sessões: uma *antes* da realização das tarefas, a fim de coletar informações sobre o participante e sua experiência com o uso de dispositivos móveis, e; outra *após* a conclusão de todas as tarefas, para obter informações sobre a experiência do participante quanto a utilização da ferramenta Adapte-me!. Tais entrevistas, daqui em diante, serão chamadas de entrevistas pré-uso e pós-uso, respectivamente.

O áudio de todas as entrevistas foi gravado para consultas posteriores, visto que a realização de anotações em tempo real consome-se um tempo considerável e, em razão da quantidade de informação ser muito grande, acaba-se perdendo detalhes que podem ser de

interesse para investigações posteriores. Dessa forma, pode-se ter uma interpretação mais acurada do conteúdo das entrevistas (MARTINS, 2008; YIN, 2010). Todavia, a gravação em áudio foi realizada com o conhecimento e consentimento do participante, de modo que este não se sentisse constrangido no decorrer da entrevista.

5.4.2 Observação

Neste estudo, durante a fase de observação, que consistiu na realização de um conjunto de tarefas pré-estabelecidas, optou-se pela utilização de um dispositivo instrumentado para gravação do áudio e das interações dos participantes ao executar cada uma das tarefas. Ao longo desta fase, o pesquisador também fez anotações a fim de que pudessem complementar os dados coletados por meio das gravações.

O dispositivo utilizado para realização das tarefas foi instrumentado com o aplicativo “AZ Screen Recorder”³ que permite fazer capturas em vídeo de ações realizadas na tela do *smartphone* ou *tablet*, sem qualquer limitação de tempo e com gravação em alta definição. O aplicativo permite ainda a gravação de áudio ao realizar a captura do vídeo, bem como não causa nenhuma interferência para quem está interagindo com o dispositivo. Além disso, é disponibilizado gratuitamente e não requer quaisquer configurações adicionais para funcionar.

Na fase de observação, assim como nas entrevistas, os participantes estavam cientes sobre a gravação e foram estimulados a dizer em voz alta o que estavam pensando e fazendo durante a execução das tarefas, de modo a enriquecer o material coletado com a percepção do próprio participante.

5.4.3 Medições e métricas

Com a finalidade de coletar dados quantitativos e responder as questões investigadas pelo estudo, foram extraídas métricas da fase de observação, na qual os participantes realizaram as tarefas definidas no estudo. Entretanto, as medições foram extraídas em um momento posterior ao da coleta de dados, de modo que não houvesse interrupções no fluxo de trabalho, por meio do registro das gravações realizadas com o dispositivo instrumentado.

As métricas extraídas a partir das gravações foram:

- **Erros por tarefa:** número de vezes em que o participante cometeu algum erro ao realizar a tarefa, como por exemplo, selecionar uma opção incorreta do menu;
- **Tempo por tarefa:** tempo que o participante levou para realizar cada uma das tarefas definidas no estudo.

³ <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hecorat.screenrecorder.free>>

5.5 Plano de análise

Para análise deste estudo de caso, foram utilizados três tipos de triangulação (STAKE, 1995):

Triangulação de dados: os dados coletados foram analisados a partir das entrevistas, de maneira direta, e por meio de gravações obtidas de maneira indireta pelo dispositivo instrumentado. O uso de fontes de dados distintas provê oportunidade para se obter *insights* que poderiam ser mais difíceis de se obter quando se utiliza apenas uma forma de coleta de informações (LAZAR; FENG; HOCHHEISER, 2010).

Triangulação de pesquisadores: todo o material coletado durante as entrevistas e fase de observação das tarefas foi analisado pelo autor com o auxílio de um segundo pesquisador. Assim, buscou-se evitar que as análises fossem influenciadas pelas opiniões pessoais dos pesquisadores, de modo que refletissem de maneira mais fiel os fatos;

Triangulação metodológica: foram combinadas uma estratégia qualitativa (entrevista) com uma estratégia quantitativa (métricas na observação) para análise dos dados. Embora essa abordagem quantitativa não seja suficiente para que conclusões sejam estatisticamente válidas, ela colabora para a validade dos dados coletados, seja sustentando os dados das entrevistas ou expondo possíveis divergências.

Portanto, a partir das triangulações citadas, bem como analisando os dados das três etapas (entrevista pré-uso, realização das tarefas e entrevista pós-uso) de maneira cruzada, esperou-se mitigar o risco de que a informação fosse mal interpretada ou mal compreendida. Cabe ressaltar que os nomes ou informações confidenciais dos participantes não serão publicadas em hipótese alguma, garantindo a privacidade e anonimato dos mesmos.

5.6 Limitações

A impossibilidade de generalização é considerada uma crítica clássica inerente ao método de estudo de caso (NEALE; THAPA; BOYCE, 2006; YIN, 2010; LAZAR; FENG; HOCHHEISER, 2010). Em outras palavras, nenhum caso é generalizável para o universo ou população, uma vez que o objetivo do pesquisador é aprofundar conhecimentos e teorizar (generalização analítica) e não fazer generalizações estatísticas (YIN, 2010).

Os estudos de caso exigem a participação do pesquisador em todas as etapas do processo, planejamento, análise e interpretação dos dados. Deste modo, outra limitação constantemente atribuída à este método se refere ao viés representado pela subjetividade do pesquisador (NEALE; THAPA; BOYCE, 2006). Apesar desta influência ser inegável, ela pode ocorrer em outros métodos, inclusive nos quantitativos (FREITAS; JABBOUR, 2011).

Além disso, de acordo com Creswell (2007), as entrevistas proporcionam informações subjetivas, filtradas pelo ponto de vista dos entrevistados. Assim, é importante que esta tendência seja mitigada por meio de gravação e transcrição das entrevistas, bem como pela triangulação das fontes, garantindo maior rigor ao estudo de caso (YIN, 2010; NEALE; THAPA; BOYCE, 2006).

Outra limitação identificada está relacionada com a amostra escolhida para investigação, que pode ser assaz atípica em comparação ao universo amostral (VENTURA, 2007). Desta forma, os resultados da pesquisa naturalmente podem se tornar equivocados. Por essa razão, o pesquisador deve ter maior atenção e cuidado, visto que ele está profundamente envolvido na investigação.

Além disso, embora a quantidade de sujeitos utilizados no estudo seja satisfatória sob o ponto de vista das informações colhidas, não esgota a totalidade do conhecimento sobre o estudo do caso. Ademais, cada entrevistador traz consigo convicções próprias que podem não expressar uma visão geral do problema. É importante considerar também como limitação que os entrevistados nem sempre fornecem respostas verdadeiras, ou seja, o que realmente pensam ou que reflitam as suas opiniões reais.

5.7 Piloto

Um estudo piloto foi conduzido com objetivo de avaliar se as questões das entrevistas, bem como as tarefas pré-estabelecidas, eram adequadas para coletar os dados pretendidos e se seriam suficientes para se atingir os objetivos e responder as questões de pesquisa estabelecidas para este estudo de caso.

O estudo piloto contou com a participação de Sophia. O nome atribuído à participante é fictício, tendo como principal finalidade o anonimato de sua identidade verdadeira. Sophia tem 56 anos e possui ensino superior completo.

Sophia começou utilizar um *smartphone* a apenas 8 meses, quando ingressou num curso oferecido pelo ICMC. Apesar da experiência de Sophia com dispositivos móveis ser recente, ela faz uso constante atualmente, seja para ler notícia, acessar as redes sociais ou comunicar com parentes e amigos por meio de mensagens instantâneas. Todavia, Sophia ainda prefere utilizar o notebook para acessar *websites*, uma vez que ela possui dificuldades em acessá-los por meio de seu *smartphone*.

Ao longo da execução do estudo piloto foram coletados 16 minutos de áudio durante a entrevista pré-sessão, 26 minutos de vídeo durante a fase de observação enquanto Sophia realizava as tarefas. Por fim, foram registrados 5 minutos de áudio durante a entrevista pós-sessão.

A partir da realização do estudo de caso, foi identificado que a entrevista pré-sessão é

adequada para coletar dados sobre o participante e suas experiências na utilização de dispositivos móveis de maneira satisfatória. Assim, a estratégia adotada de conduzir uma entrevista semiestruturada mostrou-se de fato satisfatória, visto que foram adicionadas questões ao longo da entrevista a fim de melhor conhecer o sujeito. Contudo, cabe ressaltar que houve confusão no entendimento das questões relacionadas aos menus Web, em que o entrevistador precisou explicar com um nível maior de detalhe sobre o contexto no qual as questões se inseriam.

O protocolo do estudo de caso foi composto por um conjunto de 6 tarefas, que deveriam ser realizadas com e sem a utilização da ferramenta *Adapte-me!*, a fim de se obter um comparativo da satisfação do participante ao interagir com os menus Web. No entanto, durante a realização do estudo piloto, observou-se que uma das tarefas poderia não atender aos objetivos pretendidos e, por conseguinte, foi substituída para que futuras confusões fossem evitadas. Parte disso, deve-se ao fato do participante estar familiarizado com o site e, portanto, ter buscado medidas alternativas para concluir a tarefa.

A entrevista pós-sessão foi conduzida de maneira semelhante à entrevista pré-sessão, possibilitando que algumas dificuldades para utilização da *Adapte-me!* fossem identificadas e pudessem ser corrigidas para a condução do próximo estudo. Novamente, a opção por realizar uma entrevista semiestruturada se mostrou útil para que um entendimento mais profundo e com riquezas de detalhes sobre a satisfação e dificuldades do participante pudesse ser obtido. Entretanto, nenhuma melhoria foi apontada pela participante, que declarou precisar utilizar a ferramenta por um período maior de tempo para que pudesse apontar sugestões.

Enfim, a execução do estudo piloto foi essencial para validar o protocolo com o qual o estudo de caso foi conduzido, bem como possibilitar que os pesquisadores coletassem informações relevantes sobre o uso da *Adapte-me!*. Além disso, foi possível identificar alguns problemas básicos na ferramenta, que não causaram prejuízos na realização das tarefas, como também no conjunto de tarefas planejadas para a fase de observação.

5.8 Resultados e discussões

Após a execução do estudo piloto, que resultou em melhorias para o protocolo, o estudo de caso foi conduzido com outros três indivíduos: Allison, David e Sarah. Os nomes dos participantes foram alterados a fim de manter o sigilo de suas identidades, conforme especificado no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual assinado em comum acordo com os pesquisadores. A seguir, são apresentados os resultados individuais extraídos a partir da realização do estudo, bem como uma análise comparativa geral dos resultados dos três participantes.

Allison

A partir da entrevista pré-uso, foi possível conhecer um pouco mais sobre a Allison: uma mulher com 62 anos de idade, formada em Direito com um curso de especialização na área. O

primeiro contato com *smartphones* aconteceu em março de 2015, quando iniciou um curso oferecido gratuitamente pelo ICMC/USP. Atualmente, Allison costuma utilizar o *smartphone* em média de 4 a 5 vezes ao dia, mais para acessar o Facebook e o Whatsapp. Ela utiliza a Web para se manter informada por meio de *websites* de notícias, como também para fazer pesquisas, principalmente utilizando o Google⁴. Entretanto, sua preferência é por utilizar um computador *desktop*, uma vez que ela sente dificuldades em acessar *websites* por meio do dispositivo móvel, como pode ser observado em seu comentário:

“No smartphone, quando eu entro em alguma mensagem ou alguma reportagem que eu acho interessante, as letrinhas são muito pequenas. Então, eu tenho que aumentar e mesmo assim aumenta demais, daí eu tenho que ficar pra cá e pra lá, pra ler um pedaço aqui e um pedaço lá.”

Em geral, devido às suas dificuldades em interagir com *websites* em dispositivos móveis, Allison não costuma utilizar os menus disponíveis para navegar pelo conteúdo. Tal fato pode ter relação com seu tipo de acesso que é rápido e pontual, ou seja, navega somente para acessar informações específicas, que são fornecidas por meio de *hyperlinks* disponibilizados nos aplicativos que ela utiliza, como por exemplo o Facebook.

Durante a fase de observação foram coletados 25:40 minutos entre vídeo e áudio, enquanto Allison realizava o conjunto de tarefas pré-estabelecidas para este estudo. Primeiramente, o conjunto de tarefas foi realizado utilizando os menus gerados pela Adapte-me!, a qual foi configurada previamente pela Allison para atender as suas necessidades. Em seguida, foi solicitada que Allison realizasse as mesmas tarefas, porém com a versão do menu original disponível. O tempo contabilizado para execução de cada uma das tarefas pode ser visto na Figura 22. Contudo, cabe ressaltar que o tempo dispendido por Allison para realização das tarefas não inclui o tempo para a leitura das instruções, ou seja, o tempo contabilizado antes de começar a trabalhar para completá-las. Allison não fez nenhuma alteração nas configurações padrões do menu para adaptação, uma vez que ela julgou adequada tais configurações para sua interação.

Como pode ser observado na Figura 22, a interação com a versão original dos menus gastou mais tempo para realizar a maioria das tarefas, apresentando uma média de 2:37 minutos a mais que a Adapte-me!. Em outras palavras, esse tempo representou uma redução de 57% no tempo de interação ao utilizar a solução fornecida pela Adapte-me!. Entretanto, é importante observar que a Adapte-me! obteve um desempenho inferior na tarefa 4, possivelmente devido a grande quantidade de opções que foram organizadas em uma lista única. Esse fato pode ter causado confusão para Allison, que teve que se familiarizar com todas as opções disponíveis para localizar a opção que estava buscando.

Na tarefa 2, embora Allison tenha levado um tempo considerável para executá-la utilizando o menu original, ela não foi capaz de concluir o objetivo e, por conseguinte, acabou

⁴ <<http://www.google.com.br>>

Figura 22 – Tempo gasto para execução das tarefas pela Allison

Fonte: Dados da pesquisa.

desistindo da tarefa após realizar inúmeras tentativas sem sucesso. Durante a execução dessa tarefa, Allison expressou comentários sobre a dificuldade em interagir com o menu original, tais como: “Nossa! Caramba, que diferença!”, “Nossa! É muito rápido!” e “Nossa! É muito ruim.”

As tarefas 3 e 6 apresentaram uma diferença menos significativa de tempo entre as abordagens, uma vez que o objetivo era selecionar uma opção que estava no primeiro nível do menu. Assim, era esperado que o participante não encontrasse grandes dificuldades para concluir o objetivo utilizando a versão original do menu.

Durante a realização das tarefas, foram observados os erros de toque cometidos por Allison que levaram ao carregamento de um novo conteúdo. A quantidade total desses erros podem ser vistas na [Figura 23](#).

De acordo com a [Figura 23](#), Allison cometeu mais erros ao utilizar os menus originais, especialmente na tarefa 2, a qual Allison não conseguiu concluí-la. Os erros cometidos nas tarefas 1 e 2 foram causados pelo modo de implementação do menu, o qual não favorece a interação com as suas subopções em dispositivos móveis.

Os erros cometidos por Allison na tarefa 4 ao utilizar a versão original do menu deve-se a dificuldade de interação na área de toque disponível para carregamento das subopções, a qual é demasiadamente pequena e pouco intuitiva. Todavia, observa-se que tais erros não foram cometidos na tarefa 5, uma vez que Allison aprendeu o funcionamento do menu. Convém, no entanto, ressaltar que Allison cometeu três erros na tarefa 4 quando utilizou a *Adapte-me!*. Entretanto, esses erros foram ocasionados acidentalmente devido a grande quantidade de opções

Figura 23 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pela Allison

Fonte: Dados da pesquisa.

disponíveis, bem como a sensibilidade no toque pela participante.

Após a fase de observação, a entrevista pós-uso foi conduzida com o objetivo de entender melhor a experiência de uso da *Adapte-me!*, bem como as dificuldades enfrentadas por Allison que, por ventura, tenham prejudicado a realização das tarefas de ambas as abordagens.

Allison classificou o menu original referentes as três primeiras tarefas como muito difícil de utilizar, principalmente pelo fato dela não ter conseguido concluir uma das tarefas. Ela apontou a velocidade de carregamento das opções e o tamanho da área de toque como principais fatores que dificultaram a interação com o menu. Com relação ao menu original das três últimas tarefas, Allison não apresentou dificuldades aparentes de utilização, classificando seu uso como razoável. Contudo, Allison apontou a necessidade de ampliação do texto e o *banner* que aparece por cima do menu como principais dificuldades para interação, mas que não a impediram de concluir as tarefas.

Diante das dificuldades enfrentadas com a utilização do menu original, Allison preferiu interagir com os menus gerados pela *Adapte-me!*, uma vez que ela classificou o seu desempenho com a solução fornecida pela *Adapte-me!* como “*bem mais fácil que o normal*”. Ela se demonstrou muito satisfeita ao utilizar tal solução, destacando como principais diferenciais o ajuste no tamanho da fonte e espaçamento maior da área de toque. Tais diferenciais são funcionalidades configuráveis que, na opinião de Allison, tornam a leitura e interação mais fáceis para os usuários.

De modo geral, é importante destacar que durante a realização das tarefas utilizando os menus originais, Allison precisou interagir diversas vezes com a página Web para que conseguisse

ler e acessar as opções do menu, visto que o tamanho e disposição do conteúdo não favorecia a sua interação. Com a utilização da Adapte-me!, tais fatores foram reduzidos ou eliminados, o que deixou Allison mais satisfeita.

Ao ser questionada sobre alguma possível funcionalidade que ela desejaria configurar, além das opções já fornecidas pela Adapte-me!, Allison disse que não sentiu falta de nada, sendo muito tranquila a utilização da abordagem como foi implementada. Ademais, Allison declarou que voltaria a utilizar a Adapte-me!, pois em suas próprias palavras “*É mais prático interagir com a Adapte-me!*”.

David

As informações coletadas na entrevista pré-uso permitiram conhecer um pouco mais sobre David. Ele é um homem de 69 anos de idade e atualmente está aposentado. David é graduado em ciências contábeis e foi professor durante 30 anos em um curso técnico de contabilidade. O seu primeiro contato com um celular aconteceu logo que lançaram os primeiros aparelhos no Brasil, há cerca de 19 anos atrás, quando ganhou o primeiro aparelho. Em relação aos novos modelos de dispositivos, em especial os *smartphones* com telas sensíveis ao toque, David já faz uso desde 2010 e tem hábito de utilizá-lo inúmeras vezes no decorrer do dia, principalmente para acessar aplicativos de comunicação como o Whatsapp.

Apesar de fazer uso frequente de seu *smartphone*, David ainda prefere utilizar o computador para navegar na Web, pois segundo ele é “... *muito mais fácil trabalhar no computador do que no telefone*”. David acessa muito os *websites* de bancos para conferir suas contas, bem como suas contas de e-mails, sendo que a maioria desses acessos é pelo computador. O acesso à Web pelo *smartphone* começou a ser feito quando David começou a fazer o curso de extensão oferecido pelo ICMC/USP, onde está sendo possível praticar e superar as dificuldades que possui. Quando foi questionado sobre os problemas que ele enfrenta atualmente em interagir com dispositivos móveis, David disse:

“... não tenho tido muito problema. O meu já é um [smartphone] maiorzinho, então a precisão já é maior pro toque. Embora o dedo ainda continua... Eu acho um barato é a pessoa que [...] trabalha com dois dedos.”

Essa dificuldade na precisão do toque foi confirmada durante a fase de observação, pois o tamanho dos alvos geralmente são pequenos e David possui pouca sensibilidade na ponta dos dedos. A fase de observação resultou na gravação de 27:31 minutos entre áudio e vídeo, referentes ao tempo que David executava o conjunto de tarefas proposto no estudo de caso. A [Figura 24](#) mostra a distribuição de tempo que cada uma das tarefas levou para ser realizada. Assim como ocorreu com a participação de Allison (descrita anteriormente nessa seção), David realizou as tarefas utilizando primeiramente os menus gerados pela Adapte-me!, a qual foi

configurada previamente de acordo com as suas preferências. David julgou necessário apenas aumentar a fonte dos itens do menu, uma vez que as demais configurações atendiam as suas necessidades. Posteriormente, foi solicitado a execução das mesmas tarefas, porém utilizando a versão originais dos menus. Além disso, o tempo foi contabilizado após a leitura de cada tarefa até a conclusão ou desistência da mesma.

Figura 24 – Tempo gasto para execução das tarefas pelo David

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser visto na [Figura 24](#), a utilização dos menus originais, para realizar o conjunto de tarefas pré-estabelecido, gastou um tempo superior quando comparado a solução fornecida pela Adapte-me!. Como era esperado, David levou um tempo considerável para realizar as tarefas 1 e 2 utilizando a versão original do menu. Isto deve-se ao fato que a implementação desse menu não favorece a interação em dispositivos móveis com telas sensíveis ao toque, o que ocasionou a desistência de concluir as tarefas por parte de David após cometer inúmeros erros. Durante a execução dessas tarefas, David expressou comentários como: “*Não deu tempo!*”, “*Se eu vou rápido não entra, se eu vou devagar não entra!*” e “*Você não consegue selecionar!*”. Tais comentários sugerem, portanto, a insatisfação em utilizar o menu original presente no *website*.

As tarefas 3 e 6 não apresentaram diferenças significativas de tempo, uma vez que já era esperado uma maior simplicidade para realização dessas tarefas por ambas as abordagens, tendo em vista o comportamento semelhante de interação apresentado pelas mesmas.

David apresentou maior dificuldade para realizar a tarefa 4 utilizando a versão original do menu e, por conseguinte, acabou desistindo de concluí-la. A desistência ocorreu após inúmeras tentativas que falharam, uma vez que não conseguiu precisão de toque suficiente para interagir

o menu e selecionar a opção definida na tarefa. Na tarefa 5, David já obteve um desempenho melhor com a versão original. Entretanto, precisou de ajuda para localizar a opção desejada, o que não aconteceu ao utilizar a solução proposta pela Adapte-me!.

Por fim, é possível que o tempo da Adapte-me! pudesse ser menor, se o número de opções presente no menu referente as três últimas tarefas fosse reduzido ou reestruturado. Além disso, para o conjunto de tarefas definidos para esse estudo, David conseguiu reduzir uma média de 60% no tempo para realização de todas as tarefas utilizando os menus gerados pela Adapte-me!.

Na [Figura 25](#) é mostrado o número de erros que foram observados durante a realização das tarefas pelo David. Tais erros incluem apenas os toques acidentais ou intencionais, os quais ocasionaram o carregamento de algum *link* enquanto ele realiza as tarefas.

Figura 25 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pelo David

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim como aconteceu com a Allison, David também cometeu mais erros ao utilizar a versão dos menus originais, como pode ser observado na [Figura 25](#). A quantidade maior de erros foi cometida nas tarefas 1 e 2, quando foi utilizado o menu original, devido às diversas tentativas de David em concluir as tarefas sem, no entanto, obter sucesso. Em relação a utilização da Adapte-me!, parte dos erros cometidos nessas mesmas tarefas foram causados porque David não compreendeu como acessar as demais opções disponíveis no menu.

Da mesma forma como aconteceu nas tarefas 1 e 2, David não conseguiu concluir a tarefa 4 utilizando a versão original do menu, uma vez que a área de interação não era adequada às suas limitações, cometendo um total de 8 erros até desistir da tarefa. Embora a tarefa 5 tenha apresentado mais erros ao utilizar a Adapte-me!, eles foram causados devido a

sensibilidade de David ao tentar procurar a opção desejada. Dessa forma, a inclusão de uma opção para controle de sensibilidade ao toque nas configurações da Adapte-me! seria útil, a fim de evitar que os usuários cometam erros acidentais devido às suas condições físicas.

Após a fase de observação, a entrevista pós-uso foi conduzida para entender melhor a experiência de interação com os menus gerados pela ferramenta Adapte-me! sob a perspectiva de David, como também identificar dificuldades que prejudicaram a realização do conjunto de tarefas por ambas abordagens.

Ao ser questionado sobre as dificuldades de interação com os menus originais, David foi bem categórico em seu comentário: *“Muito difícil né! Você não consegue acessar. Não deixa você selecionar.”* Em linhas gerais, David apontou diversas vezes que o tamanho da fonte prejudicou o seu desempenho, além da necessidade de rolagem horizontal e vertical para leitura, já que o conteúdo não é adequado para o tamanho da tela. Assim, fica evidente a insatisfação de David em acessar a Web por meio do seu *smartphone*, bem como a razão pela qual ele teve um número maior de erros e levou mais tempo para realizar as tarefas.

Por outro lado, David se declarou muito satisfeito em interagir com os menus gerados pela Adapte-me!, pois segundo ele é *“bem mais fácil de trabalhar”*. Apesar de ter sido identificado alguns erros pontuais ao utilizar a solução da Adapte-me!, David disse não ter encontrado grandes dificuldades que não pudessem ser superadas com o aumento da frequência de uso, mostrando-se receptivo a essa abordagem, a qual voltaria utilizar em seus acesso à Web por meio de seu dispositivo móvel.

Embora nenhuma consideração tenha sido feita diretamente por David a respeito de possíveis funcionalidades, foi observado durante a realização das tarefas a sua falta de sensibilidade ao tocar na tela do dispositivo. Portanto, esse pode ser considerado um ponto de melhoria para ser implementado na Adapte-me!, a fim de aumentar a satisfação dos usuários em interagir com os menus, reduzindo as suas dificuldades de interação.

Sarah

Com base nas informações obtidas a partir da entrevista pré-uso, conheceu-se um pouco mais sobre a Sarah. Ela é uma mulher de 64 anos e está aposentada há 17 anos. Sarah é formada em Letras e exerceu a profissão de professora durante 32 anos, atuando concomitantemente na vice-direção escolar por 12 anos. Embora Sarah tenha começado a interagir com um *smartphone* a menos de um ano, quando iniciou o curso oferecido pelo ICMC/USP, ela passou a utilizá-lo com maior frequência atualmente, especialmente para acessar aplicativos de comunicação como o Whatsapp. Entretanto, quando foi questionada sobre o acesso à *websites* por meio de dispositivos móveis, ela foi bem contundente em sua resposta: *“Pra ser bem sincera com você, eu prefiro utilizar o computador.”*

Sarah acessa constantemente a Web pelo computador, principalmente o Facebook para

interação social na rede, bem como sua conta de e-mail. Além disso, ela tem o hábito de jogar alguns jogos que auxiliam a manter sua mente ativa. Assim, a respeito sobre as dificuldades enfrentadas ao interagir *websites*, ela declarou:

“Não, não tenho. Assim, o que eu aprendi eu procuro colocar em prática. Mas também eu não vou além, não vou muito além. Eu fico no lugarzinho comum.”

Tal comentário demonstra a receptividade de Sarah para interagir com as novas tecnologias, mas foi possível observar algumas dificuldades enfrentadas por ela durante o estudo de caso, principalmente as que tem relação direta com os *websites* que não fornecem conteúdos adequados para dispositivos móveis. A insatisfação em interagir com esses *websites* foi expressa em seus comentários durante o estudo, tais como: *“Nossa! Como eu estou ruim.”*, *“Preciso trocar meu dedo!”* e *“Não dou conta! Faz você.”*

Durante a fase de observação foram registrados 18:26 minutos entre áudio e vídeo, enquanto Sarah realizava as tarefas definidas para esse estudo. O tempo utilizado para realizar cada uma das tarefas pode ser visto na [Figura 26](#). Contudo, é importante ressaltar que ao contrário do roteiro seguido com os casos anteriores (Allison e David), Sarah realizou primeiramente o conjunto de tarefas utilizando a versão original dos menus e, em seguida, as mesmas tarefas utilizando a *Adapte-me!*. Além disso, Sarah não precisou de nenhuma configuração adicional para o menu gerado pela *Adapte-me!*, uma vez que ela julgou o tamanho da fonte, área de toque e demais opções adequadas às suas necessidades.

Figura 26 – Tempo gasto para execução das tarefas pela Sarah

Fonte: Dados da pesquisa.

De modo geral, Sarah gastou em média o dobro de tempo para executar as tarefas utilizando a versão original dos menus, apesar da Adapte-me ter registrado tempo superior em duas tarefas. Assim como aconteceu nas tarefas 1 e 2 com Allison e David, Sarah gastou um tempo considerável para realizar essas tarefas utilizando os menus originais quando comparado ao uso da Adapte-me!. Além disso, ela acabou desistindo de concluí-las, uma vez que a implementação original do menu não permitia a interação com as opções requeridas nas tarefas. Isso não aconteceu na tarefa 3, em que os desempenhos foram iguais e concluídos rapidamente por ambas abordagens, já que o acesso à opção requerida do menu era simples de ser feito.

As tarefas 4 e 6 levaram mais tempo para serem realizadas utilizando a solução da Adapte-me!. Todavia, a principal dificuldade apontada por Sarah foi a falta de ordem alfabética das opções do menu, uma vez que este tinha uma grande quantidade de itens e, por conseguinte, dificultou que ela localizasse rapidamente as opções requeridas para o estudo. Apesar da dificuldade enfrentada, Sarah conseguiu concluir com êxito essas tarefas.

Os erros cometidos por Sarah ao realizar as tarefas foram contabilizados, a fim de verificar o seu desempenho ao interagir com os menus. A distribuição do número de erros pode ser vista na Figura 27. Para fins de análise, foram contabilizados como erros os acionamentos de *links* presente na página, sejam eles acidentais ou intencionais, que levaram ao redirecionamento para uma nova página Web.

Figura 27 – Erros cometidos durante a execução das tarefas pela Sarah

Fonte: Dados da pesquisa.

Como era esperado, as tarefas 1 e 2 tiveram uma quantidade maior de erros quando Sarah tentou selecionar a opção requerida para tarefa. Esses erros foram causados devido a forma de

implementação do menu, o qual não permite que o usuário acesse as suas subopções, uma vez que ocorre um redirecionamento para uma nova página Web ao interagir com a opção do menu principal. Dessa forma, Sarah sentiu-se frustrada por ser incapaz de atingir o objetivo da tarefa e acabou desistindo de concluí-la.

Sarah enfrentou o mesmo problema que Allison e David ao interagir com o menu gerado pela Adapte-me! referente as três últimas tarefas. A sensibilidade no toque fez com que Sarah cometesse dois erros na tarefa 4, enquanto ela buscava pela opção requerida. Nas tarefas 3 e 6, nenhum erro foi cometido, visto que necessitava de uma interação mais simples em ambas abordagens.

Com o objetivo de compreender melhor a experiência que Sarah teve ao realizar o conjunto de tarefas por ambas abordagens (original e Adapte-me!), foi conduzida uma entrevista pós-uso que identificou disparidades com as informações fornecidas na entrevista pré-uso. Apesar de ter declarado não possuir dificuldade de interação com *websites*, Sarah achou difícil realizar as tarefas interagindo com os menus originais, enfrentando dificuldade para encontrar e selecionar as opções desejadas, pois segundo ela:

“... a gente da terceira idade tem, assim, uma dificuldade maior! Não vê direito. Então é mais complicado. Até você encontrar. [...] No geral, eu achei muito mais complicado para nós, idosos, fazer a movimentação nele!”

Sarah disse estar satisfeita com seu desempenho ao interagir com os menus gerados pela Adapte-me!, pois de acordo com ela: *“É mais fácil essa ferramenta. O acesso é melhor”*. Contudo, quando questionada sobre alguma dificuldade enfrentada ao utilizar a solução da Adapte-me!, ela declarou:

“Eu sinto uma dificuldade porque eu não utilizo tanto, mas se eu tivesse uma prática maior, talvez, seria muito mais satisfatório o meu rendimento.”

Por fim, Sarah sugeriu que as opções dos menus pudessem ser ordenadas alfabeticamente como uma possível melhoria para a ferramenta, uma vez que seria mais fácil localizar as informações que está se procurando.

Análise geral

O estudo de caso realizado possibilitou avaliar o desempenho dos participantes ao interagir com os menus gerados pela Adapte-me! em relação aos menus originais, obtendo indicadores que demonstram a viabilidade da abordagem desenvolvida e aumento do nível de satisfação dos indivíduos. Na [Figura 28](#) pode ser vista a média geral do tempo gasto para realização das tarefas.

Figura 28 – Média do tempo gasto para execução das tarefas

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a [Figura 28](#), o tempo maior gasto para executar as tarefas utilizando a versão original dos menus indica possíveis dificuldades de interação em relação a solução implementada pela *Adapte-me!*. Como esperado, as tarefas 1 e 2 foram as que levaram maior tempo para realização utilizando o menu original, já que a implementação não favorece a interação do usuário com as subopções disponíveis. Assim, esse tempo refere-se a persistência dos participantes para concluir as tarefas, mas em sua maioria sem alcançar sucesso.

Além disso, o tempo maior da *Adapte-me!* para realizar a tarefa 6 deve-se possivelmente a disposição das opções do menu, as quais encontram-se em uma lista única, requerendo maior interação para localizar a opção desejada. Entretanto, como pode ser observado, a diferença apresentada é relativamente pequena quando comparada as demais tarefas.

A média de tempo para a tarefa 3 pode ser justificada em decorrência da simplicidade inerente a tarefa, uma vez que a opção requerida era fácil de ser localizada e selecionada por meio do uso de ambas as abordagens.

De modo geral, ao utilizar a solução fornecida pela *Adapte-me!*, gastou-se um tempo médio total de 12:30 minutos para concluir com sucesso todas as tarefas definidas para o estudo, enquanto que com o uso das versões originais dos menus foi preciso em média 27:12 minutos. Portanto, a diferença de tempo entre as abordagens indica uma redução de 54% no tempo gasto para interagir com os menus gerados pela *Adapte-me!*.

O tempo gasto pelos participantes foi proporcional ao número de erros cometidos durante a realização das tarefas, como mostrado na [Figura 29](#). A maior ocorrência de erros nas tarefas 1

e 2 ao ser utilizado os menus originais, deve-se ao modo como o menu foi implementado, uma vez que este não suporta a interação por meio de dispositivos móveis. Dessa forma, a maioria dos participantes acabaram desistindo de concluir essas tarefas.

Figura 29 – Média de erros cometidos durante a execução das tarefas

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora as soluções fornecidas pela Adapte-me! tenham apresentado alguns erros, a maioria deles foram causados pela sensibilidade ao toque que os participantes possuem. Contudo, acredita-se que a disponibilização de uma opção de configuração na Adapte-me!, que possibilite a regulação dessa sensibilidade, diminua os erros cometidos pelos usuários. Além disso, a utilização de um dispositivo alheio pode ter causado insegurança para os participantes interagirem e, por conseguinte, eles podem ter cometido mais erros.

A dificuldade de uso dos menus originais fez com que houvesse uma taxa de desistência de 33% das tarefas, principalmente das duas primeiras, as quais ocasionaram uma grande quantidade de erros. Em contrapartida, todas as tarefas foram concluídas com sucesso ao utilizar os menus gerados pela Adapte-me!, apesar de ter sido registrado um tempo significativo além do esperado pelos pesquisadores, bem como dos eventuais erros cometidos.

5.9 Considerações finais

As tarefas utilizadas na fase de observação, como forma de comparar a interação dos usuários com menus Web, buscaram reproduzir situações representativas de uso real, abrangendo dois modelos de menus reais diferentes. Além disso, procurou-se não estabelecer tarefas demasiadamente complexas, de modo que os participantes se sentissem confortáveis em realizá-las.

Assim, foi possível avaliar a viabilidade da proposta da Adapte-me!. No estudo de caso, os menus gerados pela ferramenta proposta foi o objeto de investigação principal, a fim de verificar se esses menus possibilitam que os usuários interajam com satisfação e possam alcançar as informações que estão buscando.

Nesse sentido, buscando responder a **Questão 1** definidas na [seção 5.1](#), os resultados mostradas nas Figuras 28 e 29 e as considerações apresentadas na [seção 5.8](#) evidenciam que a ferramenta Adapte-me! possibilita um melhor desempenho para os usuários, corroborando para a conclusão das tarefas, bem como diminuindo o número de erros cometidos. Ao utilizar a Adapte-me, os participantes obtiveram uma redução de 54% no tempo de realização das tarefas, como também uma diminuição de 82% no número de erros. Além disso, é importante ressaltar que todas as tarefas foram concluídas ao utilizar os menus gerados pela Adapte-me!

No que se refere à **Questão 2**, após análise das interações de cada participante e das entrevistas pós-uso, alguns problemas foram identificados que causaram certo prejuízo na realização das tarefas. O problema de sensibilidade no toque para acionamento dos *links* precisa ser tratado, de modo que evite que os usuários cometam erros acidentais, atrapalhando seu processo de interação e busca da informação. Tal problema foi identificado em todos os casos, sendo considerado prioridade para melhoria do sistema. Além disso, um dos participantes sugeriu que as opções dos menus fossem apresentadas em ordem alfabética, facilitando que os usuários localizem com mais facilidade o que estão procurando.

As principais características da Adapte-me! que eles acharam relevante para melhorar sua interação com os menus Web (**Questão 3**) foram: a possibilidade de aumentar o tamanho da fonte e o espaçamento da área de toque. Segundo eles, essas opções tornaram a interação e a leitura das opções dos menus mais fáceis. Contudo, conforme dito anteriormente, algumas características interessantes, sob o ponto de vista dos participantes, podem ser implementadas.

Embora os participantes tenham cometido erros durante a realização das tarefas utilizando os menus gerados pela Adapte-me!, todos se mostraram e responderam estar mais satisfeitos ao utilizar a abordagem desenvolvida, uma vez que eles declararam que os menus originais são, em geral, muito difíceis de interagir. Dessa forma, responde-se a **Questão 4** definida para esse estudo de caso.

Apesar das conclusões satisfatórias obtidas a partir dos resultados apresentados nesse estudo de caso, é importante que sejam conduzidos novos estudos com um público mais significativo, investigando também os menus de outros *websites* que ainda não possuem uma versão para dispositivos móveis.

No próximo capítulo são apresentadas as conclusões gerais deste trabalho de mestrado, as principais contribuições, limitações e apontamentos para trabalhos futuros.

CONCLUSÕES

Atualmente, a Internet dispõe de grande quantidade de aplicações Web, sendo imprescindível que todos os usuários possam interagir de modo satisfatório, independente da plataforma de acesso. Assim, a acessibilidade e a usabilidade dessas aplicações são cada vez mais necessidades crescentes, e a observância dos critérios necessários para implementá-las é vital para o desenvolvimento da Web, tanto do ponto de vista tecnológico quanto do ponto de vista social.

A proposta principal deste mestrado foi investigar soluções que auxiliassem os usuários idosos na interação com os menus de páginas Web em dispositivos móveis, possibilitando a configuração dos menus de acordo com as suas necessidades. Dessa forma, esperava-se aumentar a satisfação desses usuários, uma vez que as soluções geradas buscaram superar as problemas de implementação inerentes às aplicações projetadas especificamente para plataforma *desktop*.

Para tanto, os estudos realizados sobre acessibilidade e usabilidade na Web, bem como os conceitos de MDD, foram essenciais para o desenvolvimento do projeto, uma vez que forneceram a fundamentação teórica e o ferramental necessário, que apoiaram o bom andamento da pesquisa e permitiram alcançar os resultados apresentados nesta dissertação.

A partir dos estudos conduzidos na área de acessibilidade e usabilidade na Web, foi possível conhecer as principais iniciativas de pesquisadores e órgãos internacionais, como o W3C, para melhorar o conteúdo disponibilizado na Internet. O tema também é uma preocupação crescente do governo de diversos países na busca por possibilitar o acesso a uma vida independente para todos os cidadãos. Contudo, nota-se que existe muito a ser estudado sobre o tema voltado para o contexto de dispositivos móveis, tendo em vista que essa nova modalidade de acesso à Web tem apresentado um crescimento intenso nos últimos anos.

Por fim, os resultados deste trabalho viabilizaram uma forma melhor de interação pelos usuários ao acessar à Web, especificamente em relação aos menus. Além disso, do ponto de vista do desenvolvimento tecnológico, a criação de uma ferramenta que auxiliasse os desenvolvedores na geração de menus acessíveis, bem como a concepção de um mecanismo de adaptação, visou

aumentar a usabilidade e a acessibilidade dos elementos de interação Web em dispositivos móveis.

6.1 Principais contribuições

Dentre as contribuições deste trabalho, destacam-se a definição da linguagem AMenu, que possibilitou a abstração do domínio de menus Web, e o desenvolvimento do protótipo de duas ferramentas (AMeG e Adapte-me!), que utilizam como base a linguagem definida para gerar as suas soluções.

O protótipo da ferramenta AMeG foi desenvolvido utilizando apenas uma abordagem textual para criação dos menus. Essa ferramenta tem como finalidade auxiliar o desenvolvedor na criação de menus Web acessíveis, omitindo os detalhes técnicos de acessibilidade que são incorporados diretamente nas transformações geradas pela ferramenta.

A partir do protótipo da AMeG, um estudo de caso foi realizado para avaliar se a proposta seria capaz de melhorar a acessibilidade nos artefatos produzidos sem, no entanto, aumentar o custo do processo de desenvolvimento. Os resultados preliminares obtidos mostram que os menus gerados pela AMeG foram mais acessíveis que os criados por meio de abordagens tradicionais. Além disso, a linguagem AMenu, utilizada para definição dos modelos, não se apresentou como uma barreira para utilização da ferramenta, especialmente pelo fato do primeiro contato com a linguagem pelos participantes ter ocorrido no momento do estudo. Contudo, acredita-se que melhores resultados podem ser alcançados com a utilização de uma interface gráfica e interativa para definição dos modelos de menus Web.

O protótipo da ferramenta Adapte-me! permite a adaptação dos menus Web para dispositivos móveis, utilizando nesse processo as configurações definidas pelos usuários de modo que atendam às suas necessidades. O estudo conduzido com três participantes mostrou a viabilidade da proposta, uma vez que eles conseguiram realizar, com melhor desempenho, as tarefas definidas para o estudo. Entretanto, foram identificados alguns pontos de melhoria que aumentariam a satisfação dos usuários em utilizar a ferramenta Adapte-me!.

Durante o desenvolvimento deste mestrado, foram publicados os resultados obtidos, nos seguintes artigos científicos:

- **Artigo publicado no DSAI 2015:** *A model-driven development for creating accessible web menus*. Artigo que descreve os detalhes técnicos e avaliação preliminar da linguagem AMenu (ANTONELLI; SILVA; FORTES, 2015).
- **Artigo publicado no Webmedia 2015:** *A Support for Developers Implement the Accessibility Guidelines Regarding to Web Menus*. Artigo que descreve os detalhes técnicos e o estudo de caso realizado com desenvolvedores sobre a utilização da ferramenta AMeG (ANTONELLI; FORTES, 2015a).

Em complemento com essas publicações, um manual técnico e operacional da AMeG também foi publicado na biblioteca do ICMC/USP em forma de um relatório técnico. O documento inclui informações sobre o processo de instalação, uso e um guia sobre como contribuir tanto com o projeto da AMeG quanto com a linguagem AMenu:

- **Relatório Técnico publicado no ICMC:** *AMeG: Accessible Menu Generator – Manual técnico e operacional*. Documento publicado na Biblioteca do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da USP, servindo de orientação tanto para utilização como para manutenção e atualização da ferramenta desenvolvida (ANTONELLI; FORTES, 2015b).

O código das ferramentas desenvolvidas (AMeG e Adapte-me!) e da linguagem AMenu foram disponibilizados como software livre sobre a versão simplificada da licença BSD¹, sendo que seus projetos encontram-se hospedados no repositório do GitHub, nos seguintes endereços:

AMenu: <<https://github.com/lordantonelli/amenu>>

AMeG: <<https://github.com/lordantonelli/ameg>>

Adapte-me!: <<https://github.com/lordantonelli/adapte-me>>

Outras contribuições não vinculadas diretamente ao desenvolvimento deste trabalho de mestrado, mas que foram importantes para a formação do autor, podem ser citadas:

- **Resumo publicado no The Gerontologist:** *Towards Guidelines for Older Adults Interactions with Touchscreen-based Mobile Devices*. Pesquisa realizada em parceria com o Departamento de Gerontologia da Universidade Federal de São Carlos, a fim de levantar dados que orientem na criação de recomendações para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis (CASTRO *et al.*, 2014).
- **Nota Didática publicada no ICMC:** *Um guia prático para tornar documentos acessíveis – Parte I*. Trabalho realizado em parceria, vinculado ao projeto “Material didático acessível na Web – o que é preciso saber?” do Programa Aprender com Cultura e Extensão, no qual contribuí para que documentos eletrônicos possam ser elaborados da maneira mais acessível possível (FORTES *et al.*, 2015).

6.2 Limitações

Durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho procurou-se seguir o rigor científico. Contudo, existem algumas limitações que derivam do escopo da proposta, metodologia utilizada para avaliação, tempo para realização, tecnologias utilizadas, entre outras variáveis.

¹ <<http://opensource.org/licenses/BSD-3-Clause>>

Nesse sentido, a interface gráfica para criação dos menus na AMeG não teve prioridade no desenvolvimento, uma vez que optou-se por uma avaliação focada na linguagem textual, a qual também é a base principal para a geração dos menus pela Adapte-me!. Além disso, na condição do estudo, pode-se destacar a quantidade e o perfil dos participantes como uma das principais limitações, tendo em vista a dificuldade de encontrar desenvolvedores Web dispostos a participar. Assim, a avaliação preliminar realizada não torna possível que os resultados sejam extrapolados para além do contexto estudado, ou seja, eles podem não ser válidos para um cenário real de desenvolvimento no mercado.

Em relação às limitações inerentes a abordagem de adaptação desenvolvida, pode-se citar a dependência de tecnologias para desenvolvimento e utilização da Adapte-me!, a qual encontra-se atualmente condicionada ao uso do navegador Firefox para dispositivos móveis. Além disso, para os testes e avaliações com os usuários, foi utilizado somente um *smartphone* com o sistema operacional Android, o qual é o mais comercializado no mercado. Desta forma, não é possível garantir o funcionamento em outras plataformas, como o iOS e Windows Phone.

Assim como as limitações existentes no estudo de caso realizado com a AMeG, os resultados obtidos no estudo da Adapte-me também não pode ser generalizado para um público maior, uma vez que a quantidade de participantes utilizados no estudo é insuficiente, bem como o perfil dos participantes é bem específico. Além disso, o estudo de caso teve um foco comparativo no uso da solução gerada em relação aos menus originais, não sendo avaliada a abordagem como um todo.

Por fim, apenas o padrão “*Side menu*” foi especificado na AMeG e na Adapte-me! para que os testes com os usuários reais pudessem ser realizados. Contudo, os demais padrões podem ser facilmente integrados na ferramenta.

6.3 Trabalhos futuros

Este trabalho apresentou diversos desafios relativos à acessibilidade e usabilidade de aplicações Web para dispositivos móveis, em especial, no que diz respeito aos elementos de interação, como os menus. Portanto, é necessário que profissionais e pesquisadores realizem mais estudos detalhados e apresentem resultados a partir de seus projetos, de modo que soluções inovadoras sejam propostas.

A maioria das abordagens disponíveis de adaptação de elementos de interação para que sejam acessíveis na Web não satisfazem as necessidades específicas dos usuários, como também não contemplam principalmente o apoio na área de acessibilidade na Web, dadas as suas limitações teóricas e a amplitude de questões existentes nessa área.

Nesse sentido, a realização deste trabalho criou diversas possibilidades para a realização de trabalhos futuros que continuem esta pesquisa, de modo que avanços sobre a acessibilidade e

usabilidade na Web para aplicações em dispositivos móveis sejam feitos. Entre as possibilidades de trabalhos futuros, pode-se destacar:

- **Desenvolvimento de uma interface gráfica interativa para criação dos menus na AMeG:** o desenvolvimento dessa interface pode melhorar o desempenho dos usuários, reduzindo possíveis barreiras impostas pelo aprendizado da linguagem. Dessa forma, será possível a condução de novos estudos comparando a eficiência da abordagem para geração de menus Web acessíveis.
- **Expansão do estudo de caso de ambas as ferramentas:** o estudo de caso pode ser conduzido com um número maior de sujeitos e com perfis diferenciados, a fim de aumentar a confiabilidade e abrangência dos resultados destacados neste trabalho.
- **Avaliação dos menus gerados pela AMeG com usuários reais:** os menus estão sendo gerados em conformidade com as diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.0 e WAI-ARIA 1.0, entretanto, é importante que sejam realizados testes com mais usuários reais, com objetivo de identificar possíveis problemas de acessibilidade e usabilidade que não tenham sido apontados pela inspeção e testes semi-automáticos.
- **Integração da linguagem AMenu com ferramentas de desenvolvimento tradicionais:** integrar a linguagem com IDEs de desenvolvimento tais como o Eclipse e o NetBeans, tornando o uso da abordagem mais simples por fazer parte das ferramentas de trabalho que seus potenciais usuários estão habituados. Uma possibilidade seria também o uso dos modelos descritos na linguagem AMenu diretamente no código HTML das páginas Web ou *frameworks* de desenvolvimento.
- **Definição de outros modelos de menu Web:** a implementação de novos modelos de menus acessíveis pode favorecer o uso da AMeG pela comunidade de desenvolvimento por fornecer uma diversidade maior de opções para uso. Tais modelos também podem ser usados pela Adapte-me!, permitindo que o usuário faça a escolha pelo que melhor atenda suas necessidades.
- **Explorar a aplicação da Adapte-me em outras plataformas:** atualmente a Adapte-me! foi testada apenas no sistema operacional Android. Dessa forma, é importante que a abordagem seja testada em outros sistemas operacionais. Além disso, pode-se buscar meios alternativos para implementação da abordagem, removendo a dependência do navegador Firefox.
- **Ampliação da abordagem de adaptação para atender outros elementos de interação:** do ponto de vista técnico, a Adapte-me! possui uma arquitetura flexível o suficiente para que futuros colaboradores ampliem a abordagem para abranger outros elementos de interação, como formulários, sem afetar os que já existem.

Buscando incentivar a continuação dos estudos realizados neste mestrado, as ferramentas desenvolvidas foram disponibilizadas como *open source* e um manual técnico foi publicado para que futuros desenvolvedores venham a contribuir com a evolução dos projetos.

Finalmente, as questões sobre acessibilidade e sobre usabilidade dos elementos de interação (em especial em menus) foram investigadas em profundidade, discutidas neste mestrado, e pode-se compreender os reais e mais importantes desafios que a crescente adoção de acesso a aplicações Web em dispositivos móveis apresenta para atender e evoluir com as exigências da sociedade atual.

REFERÊNCIAS

ABOU-ZAHRA, S.; BREWER, J.; HENRY, S. L. Essential components of mobile web accessibility. In: **Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (W4A '13), p. 5:1–5:4. ISBN 978-1-4503-1844-0. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2461121.2461138>. Citado na página 30.

ADZIC, V.; KALVA, H.; FURHT, B. A survey of multimedia content adaptation for mobile devices. **Multimedia Tools Appl.**, Kluwer Academic Publishers, Hingham, MA, USA, v. 51, n. 1, p. 379–396, jan. 2011. ISSN 1380-7501. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11042-010-0669-x>. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 79.

AGHAEI, S.; NEMATBAKHS, M. A.; FARSANI, H. K. Evolution of the world wide web: From web 1.0 to web 4.0. **International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT)**, Academy & Industry Research Collaboration Center(AIRCC), v. 3, n. 1, p. 1–10, Jan. 2012. ISSN 0975 - 9026. Citado 3 vezes nas páginas 34, 36 e 37.

AHMADI, H.; KONG, J. Efficient web browsing on small screens. In: **Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (AVI '08), p. 23–30. ISBN 978-1-60558-141-5. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/1385569.1385576>. Citado na página 31.

_____. User-centric adaptation of web information for small screens. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 23, n. 1, p. 13 – 28, 2012. ISSN 1045-926X. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1045926X11000656>. Citado 2 vezes nas páginas 74 e 78.

ALBAN, A.; MARCHI, A. C. B. D.; SCORTEGAGNA, S. A.; LEGUISAMO, C. P. Ampliando a usabilidade de interfaces web para idosos em dispositivos móveis: uma proposta utilizando design responsivo. In: RENOTE - REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO. **XX Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre - RS, 2012. v. 10, n. 3. Citado na página 79.

ANAM, R.; HO, C.; LIM, T. A greedy approach for adapting web content for mobile devices. In: ZAIN, J. M.; MOHD, W. W.; EL-QAWASMEH, E. (Ed.). **Software Engineering and Computer Systems**. Springer Berlin Heidelberg, 2011, (Communications in Computer and Information Science, v. 179). p. 244–258. ISBN 978-3-642-22169-9. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-22170-5_22. Citado 2 vezes nas páginas 74 e 75.

ANTONELLI, H. L.; FORTES, R. P. d. M. A support for developers implement the accessibility guidelines regarding to web menus. In: **Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Multimedia and the Web**. New York, NY, USA: ACM, 2015. (WebMedia '15), p. 33–40. ISBN 978-1-4503-3959-9. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2820426.2820445>. Citado na página 112.

ANTONELLI, H. L.; FORTES, R. P. M. **AMeG: Accessible Menu Generator - Manual técnico e operacional**. São Carlos - SP, 2015. 54 p. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 113.

ANTONELLI, H. L.; SILVA, E. A. N. da; FORTES, R. P. M. A model-driven development for creating accessible web menus. **Procedia Computer Science**, v. 67, p. 95 – 104, 2015. ISSN 1877-0509. Proceedings of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915030999>>. Citado na página 112.

BAILEY, C.; PEARSON, E. Development and trial of an educational tool to support the accessibility evaluation process. In: **Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility**. New York, NY, USA: ACM, 2011. (W4A '11), p. 2:1–2:10. ISBN 978-1-4503-0476-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1969289.1969293>>. Citado na página 50.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. da. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier (Campus), 2010. ISBN 9788535211207. Citado 4 vezes nas páginas 39, 40, 48 e 87.

BELLUCCI, F.; GHIANI, G.; PATERNÒ, F.; PORTA, C. Automatic reverse engineering of interactive dynamic web applications to support adaptation across platforms. In: **Proceedings of the 2012 ACM International Conference on Intelligent User Interfaces**. New York, NY, USA: ACM, 2012. (IUI '12), p. 217–226. ISBN 978-1-4503-1048-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2166966.2167004>>. Citado 2 vezes nas páginas 74 e 78.

BERNERS-LEE, T.; FISCHETTI, M. **Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor**. 1. ed. New York, NY: HarperBusiness, 2000. 256 p. ISBN 978-0062515872. Citado na página 34.

BITTAR, T. J.; FORTES, R. P.; LOBATO, L. L.; WATANABE, W. M. Web communication and interaction modeling using model-driven development. In: **Proceedings of the 27th ACM International Conference on Design of Communication**. New York, NY, USA: ACM, 2009. (SIGDOC '09), p. 193–198. ISBN 978-1-60558-559-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1621995.1622033>>. Citado na página 52.

BULL, R. I. Integrating dynamic views using model driven development. In: **Proceedings of the 2006 Conference of the Center for Advanced Studies on Collaborative Research**. Riverton, NJ, USA: IBM Corp., 2006. (CASCON '06). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/1188966.1188989>>. Citado na página 51.

BURRELL, A.; SODAN, A. Web interface navigation design: Which style of navigation-link menus do users prefer? In: IEEE, 22., 2006, Atlanta, GA, USA. **International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW'06)**. Atlanta, GA, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2006. p. 42–42. ISBN 0-7695-2571-7. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 79.

CASTELLS, M. **A Galáxia Internet: Reflexões sobre Internet, Negócios e Sociedade**. Rio de Janeiro, RJ: Jorge Zahar, 2003. ISBN 8-571-10740-8. ISBN 8-571-10740-8. Citado na página 34.

CASTRO, P. C.; FORTES, R. P. M.; PASSOS, Y. G.; ANTONELLI, H. L.; OISHI, J. Towards guidelines for older adults interactions with touchscreen-based mobile devices. **The Gerontologist –The Gerontological Society of America 67th Annual Scientific Meeting**, v. 54, n. Suppl

2, p. 452, 2014. Disponível em: <http://gerontologist.oxfordjournals.org/content/54/Suppl_2/NP.1.short>. Citado na página 113.

CHAVARRIAGA, E.; MACÍAS, J. A. A model-driven approach to building modern semantic web-based user interfaces. **Advances in Engineering Software**, v. 40, n. 12, p. 1329 – 1334, 2009. ISSN 0965-9978. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965997809000416>>. Citado na página 55.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASI. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação no Brasi**. São Paulo, SP, 2014. 622 p. Disponível em: <http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_DOM_EMP_2013_livro_eletronico.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 29, 31 e 79.

COOPER, M. Accessibility of emerging rich web technologies: Web 2.0 and the semantic web. In: **Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (W4A '07), p. 93–98. ISBN 1-59593-590-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1243441.1243463>>. Citado na página 36.

ČOVIĆ, Z.; IVKOVIĆ, M.; RADULOVIĆ, B. Mobile detection algorithm in mobile device detection and content adaptation. **Acta Polytechnica Hungarica**, v. 9, n. 2, p. 95–113, 2012. Citado na página 38.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007. ISBN 978-85-363-0892-0. Citado na página 95.

DEURSEN, A. van; KLINT, P.; VISSER, J. Domain-specific languages: An annotated bibliography. **SIGPLAN Not.**, ACM, New York, NY, USA, v. 35, n. 6, p. 26–36, jun. 2000. ISSN 0362-1340. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/352029.352035>>. Citado 2 vezes nas páginas 54 e 55.

DÍAZ-BOSSINI, J.-M.; MORENO, L. Accessibility to mobile interfaces for older people. **Procedia Computer Science**, v. 27, n. 0, p. 57 – 66, 2014. ISSN 1877-0509. 5th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, {DSAI} 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914000106>>. Citado na página 31.

DOLL, J.; GOMES, Â.; HOLLERWEGER, L.; PECOITS, R. M.; ALMEIDA, S. T. d. Atividade, desengajamento, modernização: teorias sociológicas clássicas sobre o envelhecimento. In: CARLOS, S. A. (Ed.). **Estudos interdisciplinares sobre o envelhecimento**. Porto Alegre, RS: [s.n.], 2007. v. 12, p. 7–33. Citado na página 89.

DUNDAR, B.; YUMUSAK, N.; ARSOY, S. Guidedbased usability evaluation on mobile websites. In: **THE EIGHTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET AND WEB APPLICATIONS AND SERVICES**, 3. Rome, Italy, 2013. p. 212 – 217. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 51.

FAÇANHA, A. R.; VIANA, W.; PEQUENO, M. C. Estudo de interfaces acessíveis para usuários com deficiência visual em dispositivos móveis touch screen. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA (TISE)**, XVI., 2011, Santiago, Chile. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**. Santiago, Chile, 2011. p. 136–143. Disponível em: <<http://www.niee.ufrgs.br/eventos/TISE/2011/TISE2011.pdf>>. Citado na página 29.

FORTES, R. P.; DIAS, A. L.; GRILLO, F. D.; MASIERO, P. C. Creating a project towards universal access: is it possible? In: **INTERACT 2013 Workshop on Rethinking Universal Accessibility: A Broader Approach Considering the Digital Gap**. Cape Town, South Africa: [s.n.], 2013. Citado na página 58.

FORTES, R. P. M.; FACCO, F. Q.; MONTEIRO, D. S.; ANTONELLI, H. L. **Um guia prático para tornar documentos acessíveis – Parte I**. São Carlos - SP, 2015. 45 p. Citado na página 113.

FRANCE, R.; RUMPE, B. Model-driven development of complex software: A research roadmap. In: **2007 Future of Software Engineering**. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2007. (FOSE '07), p. 37–54. ISBN 0-7695-2829-5. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/FOSE.2007.14>>. Citado na página 52.

FREIRE, A. P.; GOULARTE, R.; FORTES, R. P. de M. Techniques for developing more accessible web applications: A survey towards a process classification. In: **Proceedings of the 25th Annual ACM International Conference on Design of Communication**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (SIGDOC '07), p. 162–169. ISBN 978-1-59593-588-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1297144.1297177>>. Citado na página 47.

FREIRE, A. P.; RUSSO, C. M.; FORTES, R. P. M. A survey on the accessibility awareness of people involved in web development projects in brazil. In: **Proceedings of the 2008 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (W4A '08), p. 87–96. ISBN 978-1-60558-153-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1368044.1368064>>. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 46.

FREITAS, W. R.; JABBOUR, C. J. Utilizando estudo de caso (s) como estratégia de pesquisa qualitativa: Boas práticas e sugestões. **Estudo & Debate**, v. 18, n. 2, p. 7–22, 2011. Citado na página 94.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 2. ed. São Paulo, SP: At, 1989. ISBN 8522404895. Citado 2 vezes nas páginas 91 e 92.

GODINHO, F.; SANTOS, C.; COUTINHO, A. F.; TRIGUEIROS, P. **Tecnologias de Informação sem Barreiras no Local de Trabalho**. 1. ed. Vila Real, 2004. Citado na página 46.

GREENFIELD, J.; SHORT, K. Software factories: Assembling applications with patterns, models, frameworks and tools. In: **Companion of the 18th Annual ACM SIGPLAN Conference on Object-oriented Programming, Systems, Languages, and Applications**. New York, NY, USA: ACM, 2003. (OOPSLA '03), p. 16–27. ISBN 1-58113-751-6. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/949344.949348>>. Citado na página 54.

GRILLO, F. D. N.; FORTES, R. P. M. Tests with blind programmers using awmo: An accessible web modeling tool. In: STEPHANIDIS, C.; ANTONA, M. (Ed.). **Universal Access in Human-Computer Interaction. Design and Development Methods for Universal Access**. Heraklion, Crete, Greece: Springer, 2014. p. 104–113. Citado na página 46.

GUERREIRO, T.; LAGOÁ, P.; NICOLAU, H.; GONÇALVES, D.; JORGE, J. A. From tapping to touching: Making touch screens accessible to blind users. **IEEE MultiMedia**, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, v. 15, n. 4, p. 48–50, out. 2008. ISSN 1070-986X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MMUL.2008.88>>. Citado na página 29.

GUPTA, A.; KUMAR, A.; MAYANK; TRIPATHI, V. N.; TAPASWI, S. Mobile web: Web manipulation for small displays using multi-level hierarchy page segmentation. In: **Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Technology, Applications, and Systems and the 1st International Symposium on Computer Human Interaction in Mobile Technology**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (Mobility '07), p. 599–606. ISBN 978-1-59593-819-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1378063.1378163>>. Citado na página 74.

HALL, W.; ROURE, D. d.; SHADBOLT, N. The evolution of the web and implications for eresearch. **Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, The Royal Society, v. 367, p. 991–1001, 2009. ISSN 1364503X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2307/40485755>>. Citado na página 34.

HIX, D.; HARTSON, H. R. **Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process**. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 1993. ISBN 0-471-57813-4. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 41.

HOLLINK, V.; SOMEREN, M. van; WIELINGA, B. Navigation behavior models for link structure optimization. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, Springer Netherlands, v. 17, n. 4, p. 339–377, 2007. ISSN 0924-1868. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11257-007-9030-0>>. Citado na página 44.

HUTTER, A.; AMON, P.; PANIS, G.; DELFOSSE, E.; RANSBURG, M.; HELLWAGNER, H. Automatic adaptation of streaming multimedia content in a dynamic and distributed environment. In: **International Conference on Image Processing (ICIP)**. Genoa, Italy: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2005. v. 3, p. III–716–9. ISBN 0-7803-9134-9. Citado na página 75.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9241-11**: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) – part 11: Guidance on usability. Geneva, Switzerland, 1998. 22 p. Citado na página 48.

KALBACH, J. **Designing web navigation**. 1. ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2007. 394 p. ISBN 978-0-596-52810-2. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

KELLY, B.; SLOAN, D.; PHIPPS, L.; PETRIE, H.; HAMILTON, F. Forcing standardization or accommodating diversity?: A framework for applying the wcag in the real world. In: **Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A)**. New York, NY, USA: ACM, 2005. (W4A '05), p. 46–54. ISBN 1-59593-219-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1061811.1061820>>. Citado na página 47.

KELLY, S.; TOLVANEN, J.-P. **Domain-specific modeling: enabling full code generation**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. ISBN 978-0470036662. Citado na página 54.

KIM, S.; YOON, Y.-I. Universal multimedia access model for video delivery. In: **Third International Conference on Third International Conference on Grid and Pervasive Computing**. Kunming, China: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2008. p. 201–205. ISBN 978-0-7695-3177-9. Citado na página 75.

KLEPPE, A. G.; WARMER, J.; BAST, W. **MDA Explained: The Model Driven Architecture: Practice and Promise**. 1. ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003. ISBN 978-0321194428. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 52.

LAI, Y.-R.; WAUGH, M. L. From information searching to learning: A comparison of contrasting hypertextual menu designs for computer-based instructional documents. **Annual Meeting of the American Educational Research Association**, ERIC, New Orleans, LA, p. 25, Apr. 1994. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED374770.pdf>>. Citado na página 41.

LARA, S. M. A. de. **Mecanismos de apoio para usabilidade e acessibilidade na interação de adultos mais velhos na Web**. 278 f. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) — Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação de São Carlos (ICMC/USP), Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-14022013-163940/>>. Acesso em: 02 jul. 2014. Citado na página 89.

LAVERSON, A.; NORMAN, K.; SHNEIDERMAN, B. An evaluation of jump-ahead techniques in menu selection. **Behaviour & Information Technology**, v. 6, n. 2, p. 97–108, 1987. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01449298708901820>>. Citado na página 41.

LAZAR, J.; FENG, J. H.; HOCHHEISER, H. **Research methods in human-computer interaction**. 1. ed. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2010. 426 p. ISBN 978-0-470-72337-1. Citado 3 vezes nas páginas 87, 92 e 94.

LEME, R.; ZAINA, L.; CASADEI, V. Interaction with mobile devices by elderly people: The brazilian scenario. In: **Proceedings of the Seventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions**. Barcelona, Spain: IARIA, 2014. p. 21–26. Disponível em: <https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=achi_2014_1_40_20082>. Citado na página 89.

LETHBRIDGE, T.; SIM, S.; SINGER, J. Studying software engineers: Data collection techniques for software field studies. **Empirical Software Engineering**, Kluwer Academic Publishers, v. 10, n. 3, p. 311–341, 2005. ISSN 1382-3256. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10664-005-1290-x>>. Citado na página 91.

LOBO, D.; KASKALOGLU, K.; KIM, C. Y.; HERBERT, S. Web usability guidelines for smartphones: A synergic approach. **International journal of information and electronics engineering**, International Association of Computer Science and Information Technology Press (IACSIT), v. 1, n. 1, p. 33–37, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 51.

LOPES, R.; BANDEIRA, R.; CARRIÇO, L.; ISACKER, K. V. Towards mobile web accessibility: Vision and challenges. In: UNIVERSITY OF SEVILLE, 1., 2010, Spain. **Proceedings of the first International AEGIS Conference**. 2010. p. 151–158. Disponível em: <<https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/312697/1/#page=160>>. Citado na página 50.

LUCCA, G. D.; FASOLINO, A.; TRAMONTANA, P. Web site accessibility: Identifying and fixing accessibility problems in client page code. In: **Seventh IEEE International Symposium on Web Site Evolution**. IEEE, 2005. p. 71–78. ISBN 0-7695-2470-2. ISSN 1550-4441. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1517983>>. Citado na página 46.

LUCRÉDIO, D. **Uma abordagem orientada a modelos para reutilização de software**. 277 f. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) — ICMC/USP, São Carlos - SP, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-01072008-143726/>>. Acesso em: 03 mai. 2014. Citado 4 vezes nas páginas 52, 53, 54 e 68.

- MAHEMOFF, M. **Padrões de Projetos Ajax**. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2007. 480 p. Citado na página 36.
- MANN, K. D. **JavaServer Faces in Action**. Greenwich, CT: Manning Publications, 2005. (In Action). ISBN 1-932394-11-7. Citado na página 58.
- MARCOTTE, E. **Responsive Web Design**. A List Apart, 2010. Disponível em: <<http://alistapart.com/article/responsive-web-design/>>. Acesso em: 30 jan. 2014. Citado na página 76.
- _____. **Responsive web design**. 1. ed. New York, NY: Jeffrey Zeldman, 2011. ISBN 9780984442577. Citado na página 76.
- MARTINS, G. de A. **Estudo de Caso: uma estratégia de pesquisa**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008. 101 p. ISBN 978-85-224-5053-4. Citado 3 vezes nas páginas 91, 92 e 93.
- MATERA, M.; RIZZO, F.; CARUGHI, G. Web usability: Principles and evaluation methods. In: MENDES, E.; MOSLEY, N. (Ed.). **Web Engineering**. Springer Berlin Heidelberg, 2006. p. 143–180. ISBN 978-3-540-28196-2. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-28218-1_5>. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 49.
- MELGUIZO, M. C. P.; VIDYA, U.; OOSTENDORP, H. van. Seeking information online: the influence of menu type, navigation path complexity and spatial ability on information gathering tasks. **Behaviour & Information Technology**, v. 31, n. 1, p. 59–70, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/0144929X.2011.602425>>. Citado na página 41.
- MERNIK, M.; HEERING, J.; SLOANE, A. M. When and how to develop domain-specific languages. **ACM Comput. Surv.**, ACM, New York, NY, USA, v. 37, n. 4, p. 316–344, dez. 2005. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1118890.1118892>>. Citado na página 55.
- MILNE, S.; DICKINSON, A.; CARMICHAEL, A.; SLOAN, D.; EISMA, R.; GREGOR, P. Are guidelines enough? an introduction to designing web sites accessible to older people. **IBM Systems Journal**, v. 44, n. 3, p. 557–571, 2005. ISSN 0018-8670. Citado na página 44.
- MOHOROVIČIĆ, S. Implementing responsive web design for enhanced web presence. In: **36th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)**. Opatija, Croatia: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2013. p. 1206–1210. ISBN 978-953-233-076-2. Citado na página 76.
- MORAN, T. P. The command language grammar: a representation for the user interface of interactive computer systems. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 15, n. 1, p. 3 – 50, 1981. ISSN 0020-7373. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020737381800223>>. Citado na página 39.
- MURUGESAN, S. Understanding web 2.0. **IT Professional**, v. 9, n. 4, p. 34–41, July 2007. ISSN 1520-9202. Citado na página 35.
- NAIK, U.; SHIVALINGAIAH, D. Comparative study of web 1.0, web 2.0 and web 3.0. In: UNIVERSITY OF ALLAHABAD, 6., 2008, Allahabad. **International CALIBER-2008**. Allahabad: INFLIBNET Center3, 2008. p. 499–507. ISBN 978-81-902079-6-6. Citado na página 34.
- NEALE, P.; THAPA, S.; BOYCE, C. **PREPARING A CASE STUDY: A Guide for Designing and Conducting a Case Study for Evaluation Input**. Watertown, MA: Pathfinder International, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 94 e 95.

- NEBELING, M.; SPEICHER, M.; NORRIE, M. W3touch: Metrics-based web page adaptation for touch. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (CHI '13), p. 2311–2320. ISBN 978-1-4503-1899-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2470654.2481319>>. Citado na página 75.
- NETO, P. L. d. O. C. **Estatística**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora E. Blücher, 2002. ISBN 9788521203001. Citado na página 89.
- NICÁCIO, J. M. **Técnicas de acessibilidade: criando uma Web para todos**. Maceió - AL: Edufal - Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2010. 100 p. Citado na página 47.
- NIELSEN, J. **Usability engineering**. Boston, USA: Elsevier, 1993. Citado na página 49.
- _____. **Web usability**. New Riders, New York: Apogeo Editore, 2000. Citado 3 vezes nas páginas 38, 49 e 50.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Designing web navigation**. 1. ed. Berkeley, CA: New Rider, 2006. 406 p. ISBN 0321350316. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.
- NIELSEN, J.; PERNICE, K. **Eyetracking web usability**. 1. ed. Berkeley, CA: New Riders, 2010. 456 p. ISBN 978-0321-49836-6. Citado na página 41.
- NORMAN, D. A. Cognitive engineering. In: NORMAN, D. A.; DRAPER, S. W. (Ed.). **User Centered System Design**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Association, 1986. p. 31–61. Citado na página 39.
- NORMAN, K. L.; CHIN, J. P. The effect of tree structure on search in a hierarchical menu selection system. **Behaviour & Information Technology**, v. 7, n. 1, p. 51–65, 1988. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01449298808901862>>. Citado na página 41.
- OLIVEIRA, J. L. de; GONÇALVES, M. A.; MEDEIROS, C. B. A framework for designing and implementing the user interface of a geographic digital library. **International Journal on Digital Libraries**, Springer-Verlag, v. 2, n. 2-3, p. 190–206, 1999. ISSN 1432-5012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s007990050047>>. Citado na página 41.
- O'REILLY, T. **What Is Web 2.0**. 2005. Disponível em: <<http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>>. Acesso em: 03 mai. 2012. Citado na página 35.
- PAAP, K. R.; COOK, N. J. Design of menus. In: _____. **Handbook of Human-Computer Interaction**. 2. ed. New York, NY, USA: Elsevier Science Inc., 1997. cap. 24, p. 533–572. ISBN 0444818626. Citado na página 41.
- PETRIE, H.; KHEIR, O. The relationship between accessibility and usability of websites. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (CHI '07), p. 397–406. ISBN 978-1-59593-593-9. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1240624.1240688>>. Citado na página 45.
- POWER, M. **Delivering Web to Mobile**. Bath, Somerset, UK, 2012. Disponível em: <<http://opus.bath.ac.uk/34846/>>. Citado na página 77.
- PRASAD, M. R.; MANJULA, B.; BAPUJI, V. A novel overview and evolution of world wide web: Comparison from web 1.0 to web 3.0. **International Journal of Computer Science and Technology (IJCST)**, v. 4, n. 1, p. 349–354, mar. 2013. ISSN 0976-8491. Disponível em: <<http://www.ijcst.com/vol41/3/mrajendra.pdf>>. Citado 3 vezes nas páginas 34, 36 e 37.

RIBEIRO, J. M. N. **Web Design Patterns for Mobile Device**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Multimédia) — Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/64860>>. Acesso em: 03 set. 2013. Citado 4 vezes nas páginas 41, 43, 44 e 81.

ROTO, V.; POPESCU, A.; KOIVISTO, A.; VARTIAINEN, E. Minimap: a web page visualization method for mobile phones. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2006. (CHI '06), p. 35–44. ISBN 1-59593-372-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1124772.1124779>>. Citado na página 75.

RUNESON, P.; HÖST, M. Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. **Empirical Software Engineering**, Springer US, v. 14, n. 2, p. 131–164, 2009. ISSN 1382-3256. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>>. Citado na página 87.

RUNESON, P.; HÖST, M.; AUSTEN, R.; REGNELL, B. **Case Study Research in Software Engineering – Guidelines and Examples**. 1. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2012. ISBN 9781118181034. Citado 3 vezes nas páginas 88, 91 e 92.

RUTTER, R.; LAUKE, P.; WADDELL, C.; THATCHER, J.; HENRY, S.; LAWSON, B.; KIRKPATRICK, A.; HEILMANN, C.; BURKS, M.; REGAN, B. *et al.* **Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance**. Apress, 2006. (Apresspod Series). ISBN 9781590596388. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=dIJ94KZqwqC>>. Citado na página 46.

SAMPAIO, A. I. **Responsive Web Design**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática) — Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga - Portugal, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/27902>>. Acesso em: 03 fev. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 41, 77 e 78.

SANTOS, E. P. B.; FORTES, R. P. Cms instance of a tool to support the scheduling of undergraduate final year project on the web. **Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web - WebMedia**, SBC, Belo Horizonte - MG, p. 127–129, 2010. Citado na página 79.

SCHNEIDER, R.; MCCOWN, F. First steps in archiving the mobile web: Automated discovery of mobile websites. In: **Proceedings of the 13th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries**. New York, NY, USA: ACM, 2013. (JCDL '13), p. 53–56. ISBN 978-1-4503-2077-1. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2467696.2467735>>. Citado 3 vezes nas páginas 29, 30 e 79.

SELIC, B. The pragmatics of model-driven development. **IEEE Softw.**, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, v. 20, n. 5, p. 19–25, set. 2003. ISSN 0740-7459. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/MS.2003.1231146>>. Citado na página 53.

SHNEIDERMAN, B. Universal usability. **Commun. ACM**, ACM, New York, NY, USA, v. 43, n. 5, p. 84–91, maio 2000. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/332833.332843>>. Citado na página 45.

_____. Promoting universal usability with multi-layer interface design. **SIGCAPH Comput. Phys. Handicap.**, ACM, New York, NY, USA, n. 73-74, p. 1–8, jun. 2002. ISSN 0163-5727. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/960201.957206>>. Citado na página 45.

- SILVA, M. S. **Criando sites com HTML: sites de alta qualidade com HTML e CSS**. São Paulo, SP: Novatec Editora, 2008. 432 p. Citado na página 39.
- SOUZA, C. S. D. **The semiotic engineering of human-computer interaction**. Cambridge, MA: The MIT press, 2005. ISBN 0262042207. Citado na página 40.
- STAKE, R. E. **The Art of Case Study Research**. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1995. 192 p. ISBN 0803957661. Citado 2 vezes nas páginas 92 e 94.
- TANGARIFE, T. M. **A acessibilidade nos websites governamentais: um estudo de caso do site da ELETROBRÁS**. 394 f. Dissertação (Mestrado em Artes e Design) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), Rio de Janeiro - RJ, 2007. Disponível em: <<http://migre.me/cqVHA>>. Acesso em: 26 set. 2012. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 48.
- TANGARIFE, T. M.; MONT'ALVÃO, C. Acessibilidade web: Um estudo exploratório do conhecimento do desenvolvedor web brasileiro. **III Seminário, II Oficina e II Mostra "Acessibilidade, TI e Inclusão Digital"**, São Paulo, SP, set. 2005. Disponível em: <http://www.prodam.sp.gov.br/multimedia/midia/cd_atiid/conteudo/ATIID2005/MR2/01/AcessibilidadeWeb.pdf>. Citado na página 46.
- _____. Estudo comparativo utilizando uma ferramenta de avaliação de acessibilidade para web. In: **Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction**. New York, NY, USA: ACM, 2005. (CLIHC '05), p. 313–318. ISBN 1-59593-224-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1111360.1111394>>. Citado na página 46.
- THATCHER, J.; WADDELL, C.; BURKS, M. **Constructing accessible web sites**. 1. ed. San Francisco, CA: Glasshaus Birmingham, 2003. ISBN 1590591488. Citado na página 45.
- TÖRSEL, A.-M. A testing tool for web applications using a domain-specific modelling language and the nusmv model checker. In: **Sixth IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation (ICST)**. Luxembourg: [s.n.], 2013. p. 383–390. Citado na página 55.
- TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. A. G. **Introdução à engenharia de software experimental**. Rio de Janeiro - RJ, 2002. 52 p. Citado na página 87.
- VELASCO, C. A.; DENEV, D.; STEGEMANN, D.; MOHAMAD, Y. A web compliance engineering framework to support the development of accessible rich internet applications. In: **Proceedings of the 2008 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (W4A '08), p. 45–49. ISBN 978-1-60558-153-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1368044.1368054>>. Citado na página 36.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Rev SOCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, set/out 2007. Citado na página 95.
- VIGO, M.; AIZPURUA, A.; ARRUE, M.; ABASCAL, J. Evaluating web accessibility for specific mobile devices. In: **Proceedings of the 2008 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (W4A '08), p. 65–72. ISBN 978-1-60558-153-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1368044.1368059>>. Citado na página 51.
- WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. Rio de Janeiro, RJ: Else, 2008. ISBN 9788535235227. Citado na página 33.

WEI, C.; LEE, H.; MOLNAR, L.; HEROLD, M.; RAMNATH, R.; RAMANATHAN, J. Assisted human-in-the-loop adaptation of web pages for mobile devices. In: **37th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)**. Kyoto, Japan: Conference Publishing Services (CPS), 2013. p. 118–123. Citado 2 vezes nas páginas 30 e 73.

WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HOST, M.; OHLSSON, C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. Experimentation in software engineering: an introduction. Kluwer Academic Publishers, 2000. Citado na página 87.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Authoring Tool Accessibility Guidelines 1.0**. 2000. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/ATAG10/>>. Acesso em: 14 dez. 2012. Citado na página 47.

_____. **User Agent Accessibility Guidelines 1.0**. 2002. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/UAAG10/>>. Acesso em: 14 dez. 2012. Citado na página 48.

_____. **Essential Components of Web Accessibility**. 2005. Disponível em: <<http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>>. Acesso em: 14 dez. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 46 e 47.

_____. **Mobile Web Best Practice**. 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/mobile-bp>>. Acesso em: 27 out. 2013. Citado na página 50.

_____. **Relationship between Mobile Web Best Practices (MWBP) and Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)**. 2009. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/mwbp-wcag/>>. Acesso em: 27 out. 2013. Citado na página 50.

_____. **W3C mobileOK Scheme 1.0**. 2009. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/mobileOK/>>. Acesso em: 27 out. 2013. Citado na página 30.

_____. **A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML**. 2012. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2012/CR-html5-20121217/>>. Acesso em: 30 jan. 2013. Citado na página 47.

WROBLEWSKI, L. **Mobile first**. 1. ed. New York, NY: Jeffrey Zeldman, 2011. 123 p. ISBN 978-1-937557-02-7. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 77.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4. ed. Porto Alegre - RS: Bookman, 2010. 248 p. ISBN 978-85-7780-655-3. Citado 8 vezes nas páginas 64, 87, 90, 91, 92, 93, 94 e 95.

YU, B.-M.; ROH, S.-Z. The effects of menu design on information-seeking performance and user's attitude on the world wide web. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company, v. 53, n. 11, p. 923–933, 2002. ISSN 1532-2890. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/asi.10117>>. Citado na página 79.

ZUFFEREY, M.; KOSCH, H. Semantic adaptation of multimedia content. In: **48th International Symposium ELMAR-2006 focused on Multimedia Signal Processing and Communications**. Zadar, Croatia: Croatian Society Electronics in Marine - ELMAR, Zadar, 2006. p. 319–322. ISBN 953-7044-03-3. ISSN 1334-2630. Citado na página 75.

GRAMÁTICA EM NOTAÇÃO EBNF DA LINGUAGEM AMENU

Nas linhas 1 e 3 tem-se as instruções necessárias para que o Xtext possa gerar toda a infraestrutura da linguagem baseada na gramática que se inicia na linha 5.

Código-fonte 3: Definição da gramática da AMenu em Xtext

```

1 grammar br.usp.icmc.amenu.AMenu with org.eclipse.xtext.common.
    Terminals
2
3 generate aMenu "http://www.usp.br/icmc/amenu/AMenu"
4
5 Menu:
6     (
7         ( 'id' '=' name=ID ';' )?
8         & ( 'type' '=' type=Type ';' )
9         & ( 'style' '=' style=Style ';' )?
10        & ( 'position' '=' position=Position ';' )?
11        & ( 'class' '=' decorator=STRING ';' )?
12        & ( 'config' '=' '[' (configuration+=Configurations) (',' configuration+=Configurations)* ']' ';' )?
13        & ( 'items' '=' '[' (items+=Item) (',' items+=Item)* ']' ';' )
14    )
15 ;
16
17 Configurations:
18     (
19         (type=Type_feature)? feature=FEATURE '=' value=VALUE
20     )
21 ;
22

```

```

23 Item:
24     '{'
25     (
26         ( 'id' '=' name=ID ';' )?
27         & ( 'class' '=' decorator=STRING ';' )?
28         & ( 'action' '=' action=STRING ';' )?
29         & ( 'label' '=' label=STRING ';' )
30         & ( 'title' '=' title=STRING ';' )?
31         & ( 'dir' '=' direction=Direction ';' )?
32         & ( 'target' '=' target=Target ';' )?
33         & ( 'icon' '=' icon=Icon ';' )?
34         & ( 'submenu' '=' submenu=SubMenu ';' )?
35     )
36     '}'
37 ;
38
39 SubMenu:
40     '{'
41     (
42         /* ( 'id' = ' name=ID ';' )? */
43         ( 'class' '=' decorator=STRING ';' )?
44         & ( 'items' '=' '[' ((items+=Item) (',' items+=Item)*) ']' ';' )
45     )
46     '}'
47 ;
48
49 Icon:
50     '{'
51     (
52         ( 'id' '=' name=ID ';' )?
53         & ( 'position' '=' position=Position ';' )?
54         & ( 'class' '=' decorator=STRING ';' )?
55         & ( 'text-alt' '=' text_alt=STRING ';' )
56         & ( 'address' '=' address=STRING ';' )
57     )
58     '}'
59 ;
60
61 enum Type:
62     dropdown
63     | flyout
64     | accordion
65     | mmenu
66 ;
67
68 enum Style:
69     simple

```

```

70      | complex
71 ;
72
73 enum Position:
74     center
75     | left
76     | right
77 ;
78
79 enum Direction:
80     ltr
81     | rlt
82     | auto
83 ;
84
85 enum Target:
86     _self
87     | _blank
88     | _parent
89     | _top
90 ;
91
92 enum Type_feature:
93     top
94     | children
95 ;
96
97 terminal FEATURE:
98     '~'?('a'..'z'|'A'..'Z'|'_'|'-' )*
99 ;
100
101 terminal VALUE: (COLOR | DOUBLE '%' );
102
103 terminal DOUBLE : INT ( '.' INT )? ;
104
105 terminal COLOR:  '#' (HEX) (HEX) (HEX) ((HEX) (HEX) (HEX)) ? ;
106
107 terminal HEX: ('a'..'h'|'A'..'H'|'0'..'9') ;

```

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisadora Coordenadora: Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo
Telefone para contato: (16) 3373-9658
E-mail: renata@icmc.usp.br

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar de um **experimento sobre adaptação de menus Web para dispositivos móveis**.

A realização deste experimento possibilitará o levantamento de dados que permitirá medir o grau de satisfação ao utilizar a ferramenta *Adapte-me!* para interação com os menus Web. Deste modo, espera-se verificar a viabilidade de utilização da ferramenta entre os usuários, como a redução de problemas de interação apresentados pela página original, bem como o aumento da satisfação e alcance dos objetivos por meio do uso da ferramenta.

Para este estudo adotaremos os seguintes **procedimentos**: Antes de iniciar o experimento, você responderá um questionário etnográfico. Logo após, você será assistido durante a execução de todas tarefas pré-definidas, de modo que não haja interferência para realização das mesmas. Ao final do experimento será respondido um pequeno questionário sobre a experiência em utilizar o conteúdo original e a adaptação realizada pela ferramenta para conclusão das tarefas.

Acompanhamento e assistência: todas as avaliações serão realizadas pelos responsáveis por este projeto. A qualquer momento os pesquisadores estarão disponíveis para orientar e esclarecer dúvidas que possam ocorrer, no decorrer desse experimento. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem sua permissão.

Liberdade de participação: A sua participação é voluntária. É seu direito interromper a participação a qualquer momento sem que isso incorra em qualquer penalidade ou prejuízo à sua pessoa.

Sigilo de identidade: Sua identidade será mantida em sigilo absoluto. As informações e imagens obtidas nesta pesquisa não serão de maneira alguma associadas à sua identidade e não poderão ser consultadas por pessoas legais. Estas informações serão utilizadas para fins estatísticos e científicos, desde que fiquem resguardados a sua total privacidade e anonimato.

Disponibilidade de Recursos: Todos os recursos necessários para realização deste experimento serão disponibilizados pelos pesquisadores e o tempo para realização de cada tarefa não ultrapassará 40 minutos.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Instituto de Ciências Matemáticas e da Computação da USP e a outra fornecida a você.

Eu, _____, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Carlos – SP, ____ de outubro de 2015.

Pesquisadora: Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes
Universidade de São Paulo

Assinatura do voluntário

ROTEIRO DA ENTREVISTA PRÉ-SESSÃO

Propósito do estudo: investigar as dificuldades em relação à interação dos menus Web em dispositivos móveis, e como a ferramenta “Adapte-me!” pode contribuir para amenizá-las, melhorando a satisfação dos usuários.

1. Ano de nascimento.
2. Gênero: ☐ Feminino ☐ Masculino
3. Escolaridade:
 - ☐ Nível básico
 - ☐ Nível Médio
 - ☐ Nível Técnico
 - ☐ Nível Superior
 - ☐ Especialização
 - ☐ Mestrado
 - ☐ Doutorado
 - ☐ Outra. Qual?
4. A quanto tempo você utiliza um dispositivo móvel?
 - ☐ Acima de 1 ano
 - ☐ Menos de 1 ano
 - ☐ Menos de 6 meses
 - ☐ Menos de 3 meses
 - ☐ Menos de 1 mês
5. Frequência que utiliza o dispositivo móvel ao dia:
 - ☐ Acima de 5 vezes
 - ☐ 4 a 5 vezes

- ☐ 2 a 3 vezes
 - ☐ Ao menos 1 vez
 - ☐ Não utiliza diariamente
6. Frequência que utiliza a internet no dispositivo móvel ao dia (acesso à *websites*):
- ☐ Acima de 5 vezes
 - ☐ 4 a 5 vezes
 - ☐ 2 a 3 vezes
 - ☐ Ao menos 1 vez
 - ☐ Não utiliza diariamente
7. Como você priorizaria a finalidade dos *websites* que você costuma acessar?
- ☐ Trabalho
 - ☐ Informação (*websites* de notícias, governamentais, etc.)
 - ☐ Comunicação (ferramentas de e-mail, mensagens instantâneas, etc.)
 - ☐ Compras (Lojas Americanas, Submarino, Extra, etc.)
 - ☐ Bancos
 - ☐ Entretenimento (blog, vídeos, etc.)
 - ☐ Outros. Quais?
8. Qual a sua principal dificuldade para interagir com um *website* no dispositivo móvel?
9. Você possui dificuldades em interagir com os menus dos *websites*? Quais?

ROTEIRO DE TAREFAS

Propósito do estudo: investigar as dificuldades em relação à interação dos menus Web em dispositivos móveis, e como a ferramenta “Adapte-me!” pode contribuir para amenizá-las, melhorando a satisfação dos usuários.

Website: <<http://www.sesc.com.br>>

Tarefa 1: Analise atentamente o menu do site do **SESC** e clique na opção de menu “**Turismo social**”.

Tarefa 2: Analise atentamente o menu do site do **SESC** e clique na opção de menu “**Trabalho social com idosos**”.

Tarefa 3: Analise atentamente o menu do site do **SESC** e clique na opção de menu “**Saúde**”.

Website: <<http://www.fesc.com.br>>

Tarefa 4: Analise atentamente o menu do site da **FESC** e clique na opção de menu “**Sobre a TVE**”.

Tarefa 5: Analise atentamente o menu do site da **FESC** e clique na opção de menu “**Maturidade**”.

Tarefa 6: Analise atentamente o menu do site da **FESC** e clique na opção de menu “**Últimas Notícias**”.

ROTEIRO DA ENTREVISTA PÓS-SESSÃO

Propósito do estudo: investigar as dificuldades em relação à interação dos menus Web em dispositivos móveis, e como a ferramenta “Adapte-me!” pode contribuir para amenizá-las, melhorando a satisfação dos usuários.

1. Como foi sua experiência em realizar as tarefas utilizando a “Adapte-me!”?
2. Qual seu nível de satisfação ao utilizar a “Adapte-me!”?
3. Você acha que foi mais fácil interagir com os menus utilizando a “Adapte-me!”?
4. Como você avaliaria a “Adapte-me!”?
 - () Muito fácil de usar, realizei as tarefas rapidamente.
 - () Fácil de usar, realizei as tarefas sem dificuldades.
 - () Razoável, tive alguma dificuldade para realizar as tarefas.
 - () Difícil de usar, encontrei dificuldades para realizar as tarefas.
 - () Muito difícil de usar, não consegui realizar as tarefas e desisti.
5. Você teve dificuldades em utilizar a “Adapte-me!”? Quais?
6. Quais as funcionalidades da “Adapte-me!” que você achou mais interessantes? Por quê?
7. Você sentiu falta de alguma coisa quando estava utilizando a “Adapte-me!”?
8. Você voltaria a utilizar a “Adapte-me!”? Por quê?