

Danilo Camargo Bueno

**HyMobWeb: Uma abordagem para a adaptação
híbrida de interfaces Web móveis sensíveis ao
contexto e com suporte à multimodalidade**

Sorocaba, SP

06 de Julho de 2017

Danilo Camargo Bueno

**HyMobWeb: Uma abordagem para a adaptação híbrida
de interfaces Web móveis sensíveis ao contexto e com
suporte à multimodalidade**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC-So) da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Linha de pesquisa: Sistemas Computacionais.

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia – CCGT

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação – PPGCC-So

Orientador: Profa. Dra. Luciana Aparecida Martinez Zaina

Sorocaba, SP

06 de Julho de 2017

Camargo Bueno, Danilo

HyMobWeb: Uma abordagem para a adaptação híbrida de interfaces Web
móveis sensíveis ao contexto e com suporte à multimodalidade / Danilo
Camargo Bueno. -- 2017.
173 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Profa. Dra. Luciana Aparecida Martinez Zaina
Banca examinadora: Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes, Prof. Dr.
Alexandre Alvaro
Bibliografia

1. Sistemas adaptativos. 2. Sensibilidade ao contexto. 3.
Multimodalidade. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a defesa de dissertação de mestrado do candidato Danilo Camargo Bueno, realizada em 30/06/2017:

Profa. Dra. Luciana Aparecida Martinez Zaina
UFSCar

Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes
USP

Prof. Dr. Alexandre Alvaro
UFSCar



Certifico que a sessão de defesa foi realizada com a participação à distância do membro Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes e, depois das arguições e deliberações realizadas, o participante à distância está de acordo com o conteúdo do parecer da comissão examinadora redigido no relatório de defesa do aluno Danilo Camargo Bueno.

Profa. Dra. Luciana Aparecida Martinez Zaina
Presidente da Comissão Examinadora
UFSCar

À minha querida família.

Agradecimentos

Agradeço,

Aos meus pais Sandra e Valdeci os principais responsáveis por acreditarem e me ajudarem em tudo que sempre precisei.

A minha querida esposa Paolla pelo incentivo, carinho e apoio em todos os momentos da minha caminhada.

A minha querida orientadora Professora Dra. Luciana Zaina, pela confiança, motivação, paciência, inspiração, oportunidade e ensinamentos que nortearam o desenvolvimento deste projeto.

A minha família e amigos pelo apoio oferecido.

Ao Instituto Federal de São Paulo pelo tempo oferecido para capacitação.

A todos que se disponibilizaram em participar dos experimentos.

Aos meus colegas do UXLeris pela troca de conhecimentos e apoio oferecidos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa jornada.

Resumo

O uso de dispositivos móveis para navegar na Web tornou-se cada vez mais popular devido à proliferação dos aparelhos e sua facilidade de acesso. No entanto, a transição da plataforma desktop para mobile inseriu um novo desafio aos desenvolvedores sobre o uso de elementos de interação e de suas funcionalidades. Com isso, surgiram diversas abordagens para adaptação das aplicações Web. Entre elas, uma das mais comuns entre Desenvolvedores Web é a utilização de *frameworks front-end*. Contudo, estes *frameworks* possuem limitantes nas funcionalidades de adaptação das interfaces com deficiências que impactam diretamente nos elementos de interação e na satisfação do usuário. Diante deste cenário, este trabalho tem como objetivo propor a HyMobWeb, uma abordagem híbrida de adaptação de interfaces Web móveis sensíveis ao contexto e com suporte a multimodalidade, que visa a auxiliar os desenvolvedores na criação de soluções mais próximas às características do dispositivo, aos contextos de utilização, e as necessidades dos usuários finais. A abordagem é composta das etapas de adaptação estática e dinâmica. A adaptação estática subsidia os desenvolvedores na marcação de elementos a serem adaptados através de uma gramática que pode reduzir o esforço de codificação de soluções que abordam aspectos relacionados à multimodalidade e à sensibilidade ao contexto. A adaptação dinâmica é a responsável por analisar as mudanças no contexto do usuário e realizar as adaptações marcadas na adaptação estática. A abordagem foi delineada a partir de uma revisão da literatura acerca da adaptação de interface Web em dispositivos móveis e três estudos exploratórios. O primeiro estudo tratou sobre as dificuldades dos usuários finais em relação à utilização de aplicações Web não adaptadas aos dispositivos móveis. O segundo sobre os impactos da adição da multimodalidade em tais ambientes. Enquanto o terceiro, sobre as lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de *frameworks front-end* - em relação às necessidades dos usuários finais. Visando avaliar a abordagem, duas avaliações foram realizadas: uma na perspectiva do desenvolvedor e outra do usuário final. A primeira focou em verificar aceitação da proposta por parte dos desenvolvedores de software no uso da gramática e recursos propostos a partir dela. A segunda buscou identificar se a adaptação, previamente implementada pelos desenvolvedores, trazia satisfação para os usuários finais durante seu uso. Os resultados encontrados sugeriram que a HyMobWeb trouxe contribuições significativas para o trabalho dos desenvolvedores e que os recursos explorados pela abordagem propiciaram reações positivas na satisfação dos usuários finais.

Palavras-chaves: Sistemas Adaptativos. Web Mobile. Interfaces Multimodais. Interfaces sensíveis ao Contexto. Frameworks Front-end.

Abstract

The use of mobile devices to browse the Web has become increasingly popular as a consequence of easy access to the Internet. However, moving from the desktop development to the mobile platform features, requests from developers an important focus on interaction elements which fit into the interaction demands. There by, several approaches have emerged for adaptation of Web applications. One of the most adopted solution by Web developers are *front-end frameworks*. Nevertheless, this technique has shortcomings that directly impact in the interaction elements and user satisfaction. In this scenario, the objective of this work is to propose a hybrid adaptation approach of context-sensitive Web interfaces with multimodality support, called HyMobWeb, which aims to help developers to create solutions closer to the device's characteristics, to the contexts of use and the needs of end-users. The approach is composed of stages of static and dynamic adaptation. Static adaptation subsidizes developers in marking elements to be adapted through a grammar that can reduce the coding effort of solutions that address aspects related to multimodality and context sensitivity. Dynamic adaptation is responsible for analyzing changes in the context of the user and performing the marked adaptations in static adaptation. The approach was outlined from a review of the literature on mobile Web interface adaptation and three exploratory studies. The first and second study dealt with end users' difficulties regarding the use of non-mobile Web applications. The third is about gaps in traditional adaptations - made through *frameworks front-end* - in relation to the users needs. Aiming to evaluate the approach, two evaluations were carried out, one from the perspective of the developer and another from the end user. The first one focused on verifying the acceptance of the proposal by software developers in the use of the grammar and resources proposed from it. The second sought to identify if the adaptation, previously implemented by the developers, brought satisfaction to the end-users during its use. The findings suggested that HyMobWeb brought significant contributions to the work of the developers and that the resources explored by the approach provided positive reactions to the satisfaction of end-users.

Key-words: *Adaptive Systems. Web Mobile. Multimodal Interfaces. Context-sensitive Interfaces. Front-end Frameworks.*

Lista de ilustrações

Figura 1 – Visão geral do ciclo de pesquisa.	24
Figura 2 – Exemplo de padrão de projeto de interface. Retirada de (HOOBER; BERKMAN, 2011).	29
Figura 3 – Adaptação em relação ao tamanho da tela do dispositivo a partir do RWD.	32
Figura 4 – Exemplo de interface multimodal. Retirado de (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013)	34
Figura 5 – Dimensões que compõem o contexto de uso (FOUNDATION, 2016). . .	36
Figura 6 – Mapa de Empatia.	48
Figura 7 – Usuário realizando movimentos de <i>zoom</i> e <i>swipe</i>	50
Figura 8 – Recurso nativo do navegador para visualização ampliada.	51
Figura 9 – Elementos menu e <i>slideshow</i> e suas adaptações.	54
Figura 10 – Usuário durante a realização das atividades.	55
Figura 11 – Pontuação geral obtida no SUS.	57
Figura 12 – Soluções para os elementos Menu e Slideshow	60
Figura 13 – Exemplo dados coletados pela ferramenta de captura	64
Figura 14 – Usuário interagindo com o dispositivo durante o experimento	65
Figura 15 – Esquerda: Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa envolvendo o elemento menu. Direita: Índices de satisfação e controle em relação as adaptações no menu.	66
Figura 16 – Esquerda: Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa na galeria de fotos. Direita: Índices de satisfação e controle em relação as adaptações no <i>slideshow</i>	68
Figura 17 – Dificuldades de visualização no <i>slideshow</i>	68
Figura 18 – Tempo para realização da tarefa, índices de satisfação e controle referentes ao elemento de caixa de texto.	69
Figura 19 – Funcionamento da abordagem HyMobWeb.	75
Figura 20 – Arquitetura da abordagem.	82
Figura 21 – Expressões regulares para o gerenciador de contexto.	82
Figura 22 – Exemplo de funcionamento do aspecto <i>Luminosity</i>	84
Figura 23 – Exemplo de funcionamento do aspecto <i>Speech</i>	86
Figura 24 – Trechos de códigos gerados pelos desenvolvedores.	93
Figura 25 – T1 Movements (swipe) - Facilidade e utilidade percebida.	94
Figura 26 – T2 Movements (double swipe) - Facilidade e utilidade percebida.	95
Figura 27 – T3 Speech - Facilidade e utilidade percebida.	95
Figura 28 – T4 UserActivity - Facilidade e utilidade percebida.	96

Figura 29 – T5 Luminosity - Facilidade e utilidade percebida.	96
Figura 30 – Respostas individuais com relação ao aspecto da Luminosidade.	97
Figura 31 – Grau de aceitação do TAM.	98
Figura 32 – Grau de aceitação do TAM por aspecto.	98
Figura 33 – Análise através da técnica de Leitura Baseada em Defeitos (DRB).	100
Figura 34 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto <i>Movements</i>	107
Figura 35 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto <i>Speech</i>	108
Figura 36 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto <i>Luminosity</i>	109
Figura 37 – Reações dos usuário ao utilizar o aspecto <i>Luminosity</i>	109
Figura 38 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto <i>UserActivity</i>	110
Figura 39 – Usuários utilizando o aspecto <i>UserActivity</i>	111

Lista de tabelas

Tabela 1 – Estatísticas de Popularidade dos <i>Frameworks Front-End</i>	39
Tabela 2 – Comparativo entre os trabalhos relacionados e a HyMobWeb	43
Tabela 3 – Ficha técnica do estudo exploratório EEI	46
Tabela 4 – Ficha técnica do estudo exploratório EEII	53
Tabela 5 – Questões SUS.	56
Tabela 6 – Dados individuais do questionário SUS.	56
Tabela 7 – Estudo dos elementos de interação	59
Tabela 8 – Ficha técnica do estudo exploratório EEIII	61
Tabela 9 – Resultados por usuário das Tarefas 1 e 2.	65
Tabela 10 – Resultado por usuário da Tarefa 3.	65
Tabela 11 – DSL proposta pela HyMobWeb	81
Tabela 12 – Ficha técnica do estudo exploratório EEIII	89
Tabela 13 – Lista de tarefas do estudo	91
Tabela 14 – Questões do questionário TAM	92
Tabela 15 – Ficha técnica do estudo exploratório APII	102
Tabela 16 – Resultados por usuário das Tarefas 1,2, 3 e 4.	106

Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Program Interface</i>
ASR	<i>Automated Speech Recognition</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DSL	<i>Domain Specific Language</i>
DBR	<i>Defect Based Reading</i>
FeF	<i>Frameworks Front-end</i>
GQM	<i>Goal-Question-Metrics</i>
HAR	<i>Human Activity Recognition</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IHC	Interação Humano-Computador
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
RWD	<i>Responsive Web Design</i>
SAM	<i>Self-Assessment Manikin</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TTS	<i>Text-To-Speech</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Motivação e Problema	22
1.2	Objetivos	23
1.3	Metodologia	23
1.4	Contribuições e Resultados Obtidos	25
1.5	Organização do Trabalho	25
2	ESTADO DA ARTE	27
2.1	Interface Web móvel	27
2.2	Adaptação de Interfaces	29
2.2.1	Multimodalidade	33
2.2.2	Sensibilidade ao contexto	35
2.3	<i>Frameworks Front-End</i>	37
2.4	Trabalhos Relacionados	40
3	INVESTIGAÇÃO SOBRE ADAPTAÇÃO DE INTERFACES	45
3.1	Considerações iniciais	45
3.2	Explorando as dificuldades	45
3.2.1	Identificando o usuário típico	46
3.2.2	Observando a interação	48
3.2.2.1	Planejamento	48
3.2.2.2	Execução	49
3.2.2.3	Análise dos resultados	49
3.2.3	Lições aprendidas	51
3.3	Verificando o potencial da adaptação	52
3.3.1	Planejamento	53
3.3.2	Execução	55
3.3.3	Análise dos resultados	55
3.3.4	Lições aprendidas	57
3.4	Estudo exploratório sobre adaptação mobile Web a partir de <i>frameworks front-end</i>	58
3.4.1	Planejamento	61
3.4.2	Execução	63
3.4.3	Análise dos Resultados	64
3.4.3.1	Elemento menu	65
3.4.3.2	Elemento slideshow	67

3.4.3.3	Caixa de texto	68
3.4.4	Ameaças à Validade	69
3.4.5	Lições aprendidas	70
3.5	Considerações Finais	71
4	HYMOBWEB	73
4.1	Considerações iniciais	73
4.2	Proposta	73
4.2.1	Adaptação estática	75
4.2.1.1	Sensibilidade ao contexto	76
4.2.1.2	Implementando a sensibilidade ao contexto	76
4.2.1.3	Multimodalidade	78
4.2.1.4	Implementando a multimodalidade	79
4.2.2	Adaptação Dinâmica	81
4.2.2.1	Gerenciador de contexto	82
4.2.2.2	Gerenciador multimodal	85
4.3	Extensao dos FeF	86
4.4	Considerações Finais	88
5	AVALIAÇÃO HYMOBDEV	89
5.1	Avaliação na perspectiva dos desenvolvedores	89
5.1.1	Planejamento	90
5.1.2	Execução	93
5.1.3	Avaliação dos resultados	93
5.1.3.1	Utilidade e Facilidade de uso percebidas	94
5.1.3.2	Corretude do uso	100
5.1.4	Lições aprendidas	101
5.2	Avaliação da HyMobWeb na perspectiva dos usuários finais	102
5.2.1	Planejamento	103
5.2.2	Execução	104
5.2.3	Avaliação	105
5.2.3.1	Movimentos	105
5.2.3.2	Fala/Voz	107
5.2.3.3	Luminosidade	109
5.2.3.4	Atividade do Usuário	110
5.2.4	Ameaças à Validade	112
5.2.5	Lições aprendidas	112
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	113
6.1	Contribuições	114

6.2	Limitações e trabalhos futuros	116
	Referências	119
	APÊNDICE A – TLCE	128
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PERFIL USUÁRIO	130
	APÊNDICE C – EEI - QUESTIONÁRIO IDENTIFICANDO USUÁRIO TÍPICO	134
	APÊNDICE D – EEI - ATIVIDADES DA OBSERVAÇÃO	139
	APÊNDICE E – EEII - ROTEIRO TESTE DE USABILIDADE	142
	APÊNDICE F – EEIII - ROTEIRO USUÁRIOS	145
	APÊNDICE G – API - QUESTIONÁRIO PERFIL DESENVOLVEDOR	148
	APÊNDICE H – API - ROTEIRO DESENVOLVEDORES	152
	APÊNDICE I – APII - ROTEIRO USUÁRIO	165
	APÊNDICE J – DOCUMENTAÇÃO HYMOBWEB	168

1 Introdução

A utilização de dispositivos móveis para o acesso à Internet tem aumentado nos últimos anos chegando a ultrapassar a plataforma *desktop*. No Brasil, por exemplo, 93 milhões de pessoas atualmente possuem um *smartphone* e mais de 70 milhões o utilizam para o acesso à Internet (NIELSEN, 2016). Aliado ao número de pessoas, a utilização de aplicações Web em pequenos dispositivos vem crescendo em média duas vezes mais rápido que o tráfego por aplicativos nativos (COMSCORE, 2015). A ascensão da plataforma móvel proporcionou novos mecanismos de interação e cenários de utilização que têm promovido novos desafios para a área de Interação Humano-Computador - IHC (CESAR; REIS, 2014; GHIANI et al., 2014). Devido a este crescimento, a mudança de plataforma das aplicações Web - de *desktop* para *mobile* - tem apresentado problemas, usualmente solucionados pelos desenvolvedores, em relação às adequações necessárias às demandas da plataforma móvel.

A mudança de contexto de interação também fez com que os desenvolvedores frequentemente precisassem empregar esforço na modificação e otimização de suas aplicações Web, visto que o suporte nativo do navegador é limitado e varia de acordo com cada dispositivo. Ainda precisa-se lidar com a grande diversidade tecnológica em termos de dispositivos, sensores, modos de interação e cenários possíveis de utilização advindos da plataforma móvel (NEBELING; SPEICHER; NORRIE, 2013; GHIANI; MANCA; PATERNÒ, 2015). Dessa problemática acarretada pela grande heterogeneidade de dispositivos, contextos e modos de interação diversos, propostas surgiram na linha de adaptação de interfaces Web para dispositivos móveis, ou Web móvel, visando trabalhar com processos, ferramentas e *frameworks* que apoiem à adaptação.

Uma das principais soluções utilizadas por desenvolvedores na tentativa de contornar o problema é o *Responsive Web Design* - RWD (PATEL et al., 2015; NEBELING; NORRIE, 2013). O RWD é uma técnica que emprega a adaptação automática de elementos de interação de acordo com a largura de tela e a orientação do dispositivo a ser utilizado através da alternância dos estilos proporcionados pela linguagem *Cascading Style Sheets* - CSS. Apesar de ser considerada uma solução de baixo custo, existem problemas que são acarretados pelas mudanças efetivadas pelo RWD: (i) as mudanças contextuais detectadas por este modelo estão limitadas à resolução da janela e à orientação do dispositivo; e (ii) as mudanças possíveis a serem especificadas são limitadas a mostrar/esconder elementos e alterações em alguns atributos gráficos (GHIANI et al., 2014).

Com a popularidade do uso do RWD, diversos *Frameworks Front-end* (FeF) - que focam no desenvolvimento da interação com o usuário - surgiram com a proposta de otimizar a construção de aplicações para dispositivos móveis. Um FeF pode ser definido

pela padronização de um conjunto de códigos escritos em HTML (*HyperText Markup Language*), CSS e a linguagem de programação *Javascript*, que auxiliam na adaptação de interfaces Web (VOUTILAINEN; SALONEN; MIKKONEN, 2015). Com o surgimento dos FeF, os desenvolvedores passaram a adotá-los como forma de otimizar o desenvolvimento, pois os elementos de interação são adaptados de acordo com o tipo de dispositivo. Tais soluções têm promovido as tendências recentes do RWD, permitindo a entrega de conteúdo otimizado através de uma ampla gama de dispositivos. Contudo, o foco desses FeF ainda é sobre como lidar com diferentes tamanhos de tela, herdados do RWD, atendendo à adaptação Web de forma restrita quanto aos canais de interação e aos cenários de utilização (NEBELING; NORRIE, 2014).

1.1 Motivação e Problema

Observa-se que a transição do desenvolvimento de aplicações Web do ambiente *desktop* para *mobile* resultou na necessidade de modificação de elementos de interação e no surgimento de novos padrões. A utilização das técnicas do RWD e os FeF endereçaram alguns dos problemas para adaptação de interfaces, porém ainda existem questões importantes sobre a adaptação de elementos para que estes estejam adequados à interação em pequenos dispositivos que não são tratados pelos FeF tais como: a entrega da adaptação através de diferentes canais de interação e o tratamento do comportamento dos elementos de interação em relação aos diversos cenários de utilização característicos do ambiente móvel.

Estas questões são consideradas fundamentais para sistemas Web que trabalham a adaptação, já que viabilizam a melhora da usabilidade global dos dispositivos móveis, da interação do usuário com os aparelhos, da experiência e do desempenho individual do usuário na realização de tarefas (RAMOS; BETINI, 2014; DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013). Porém, é possível perceber que tais aspectos de adaptação não podem ser elaborados ou trabalhados nesses ambientes sem que haja um grande esforço por parte do desenvolvedor da interface. Não é dado a ele recursos para sinalizar pontos que deveriam ser adaptáveis quando a aplicação fosse carregada em um dispositivo móvel. Ou mesmo, que estes elementos pudessem ser automaticamente adaptados assim de acordo com o ambiente onde está sendo utilizado e em relação aos canais de interação disponíveis.

Neste sentido, Manca (MANCA et al., 2013) e Ramos (RAMOS; BETINI, 2014) apontam a lacuna sobre a necessidade de abordagens capazes de tratar de forma flexível às questões de desenvolvimento de aplicações Web que trabalhem com diferentes meios de interação e que sejam capazes de se adaptar as diferentes condições de utilização.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor uma abordagem híbrida de adaptação de interfaces Web móveis sensíveis ao contexto e com suporte à multimodalidade em FeF, denominada HyMobWeb. Esta abordagem visa auxiliar no desenvolvimento de soluções mais próximas aos cenários de utilização e às características dos dispositivos e é composta de duas etapas de adaptação. A primeira etapa subsidia os desenvolvedores na marcação de elementos a serem adaptados através de uma Linguagem Específica de Domínio (*Domain Specific Language* - DSL), criada para atender o contexto de desenvolvimento Web móvel sensível ao contexto e com suporte a multimodalidade. A segunda etapa ocorre em tempo de execução e é a responsável por verificar as marcações inseridas na aplicação, analisar as mudanças nas variáveis do ambiente do usuário e realizar as adaptações necessárias na aplicação.

Entendendo que o *smartphone* é o dispositivo mais utilizado entre os dispositivos móveis (SCIENTIAMOBILE, 2015; STATS, 2016), o projeto foca neste como objeto de estudo, sem discriminar outros dispositivos móveis como o *tablet*, por exemplo.

Como objetivos específicos deste trabalho pode-se destacar:

- Um levantamento bibliográfico acerca da adaptação Web para dispositivos móveis;
- Uma investigação sobre as limitações em aplicações Web que não possuem previsão de adaptação para Web móvel;
- Um estudo sobre os impactos na interação proporcionados pelas adaptações automáticas e a multimodalidade em aplicações sem previsão de adaptação para Web móvel;
- Um estudo exploratório sobre os problemas de interação em aplicações Web construídas a partir de FeF;
- Proposta da abordagem HyMobWeb;
- Uma avaliação sobre a HyMobWeb na perspectiva dos desenvolvedores;
- Uma avaliação sobre a HyMobWeb na perspectiva dos usuários finais;

1.3 Metodologia

A fim de atingir os objetivos propostos, este trabalho foi conduzido a partir de estudos experimentais e pesquisa bibliográfica. A Figura 1 apresenta uma visão geral da metodologia desenvolvida para este projeto dividida em cinco passos, sendo:

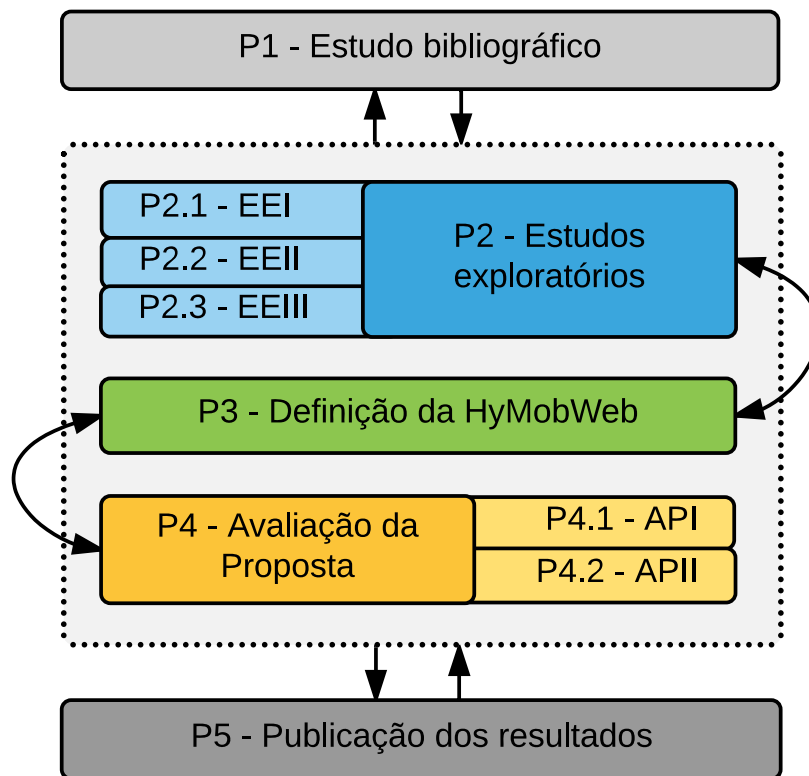


Figura 1 – Visão geral do ciclo de pesquisa.

P1 - Estudo bibliográfico: revisão da literatura acerca dos principais temas envolvidos no trabalho a fim de identificar descobertas e tendências no campo de investigação.

P2 - Estudos exploratórios: elaboração, execução e avaliação de estudos exploratórios sobre o tema para agregação à proposta. Três estudos sobre adaptação Web mobile foram desenvolvidos: EEI) estudo exploratório sobre as limitações em aplicações Web que não possuem previsão de adaptação para Web móvel; EEII) estudo sobre os impactos das adaptações automáticas e a multimodalidade em aplicações sem previsão de adaptação para Web móvel; e EEIII) estudo exploratório sobre a adaptação em aplicações Web desenvolvidas a partir de FeF.

P3 - Definição da HyMobWeb : elaboração da abordagem através dos resultados obtidos a partir de atividades exploratórias e o estudo bibliográfico.

P4 - Avaliação da proposta: elaboração e execução de experimentos controlados e estudos de caso com usuários a fim de avaliar a proposta a partir de dois pontos de vista diferentes: dos desenvolvedores (API) e dos usuários finais de aplicações Web mobile (APII).

P5 - Publicação dos resultados: resultados derivados das etapas anteriores foram utilizados para publicações e produção do resultado final deste projeto.

1.4 Contribuições e Resultados Obtidos

Através dos estudos sobre trabalhos correlatos, dos estudos exploratórios sobre adaptação Web móvel e das avaliações realizadas com públicos-alvo (tanto desenvolvedores quanto usuários finais), foram obtidas as contribuições listadas a seguir:

- Um levantamento sobre o usuário típico, suas dificuldades e o impacto quanto à adição de recursos que exploram aspectos relacionados à multimodalidade em aplicações Web não adaptadas;
- As evidências de lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de *frameworks front-end* - em relação às necessidades dos usuários finais;
- Uma visão simplificada dos problemas de interação encontrados nos FeF, ressaltando sua importância, suas características e as possíveis implicações para uma melhora nas soluções tradicionais;
- A proposta HyMobWeb, sua gramática para o contexto do desenvolvimento Web móvel sensível ao contexto e com suporte a multimodalidade e os seus aspectos implementados;
- Uma avaliação da abordagem junto aos desenvolvedores;
- Uma avaliação dos recursos oferecidos pela abordagem junto aos usuários finais.

1.5 Organização do Trabalho

Este trabalho possui cinco capítulos, iniciando por esta introdução, em seguida o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico composto pelos fundamentos e trabalhos referentes à temática abordada. No Capítulo 3 é apresentada a investigação experimental que juntamente com o referencial teórico serviu de base para a proposta HyMobWeb. O Capítulo 4 discorre sobre a abordagem proposta. O Capítulo 5 descreve as avaliações da abordagem na perspectiva dos desenvolvedores e dos usuários finais. O último capítulo encerra esta organização apresentando as conclusões, contribuições, limitações e possibilidades de trabalhos futuros.

2 Estado da Arte

Este capítulo apresenta os principais conceitos, técnicas e trabalhos relacionados que serviram de base para este projeto. A busca por trabalhos correlatos foi realizada através de três diferentes estratégias para pesquisa: busca manual, automática e a técnica *Snowballing*. A estratégia manual aconteceu através da consulta de trabalhos publicados em conferências e periódicos em busca dos artigos sobre o tópico pesquisado. As principais conferências utilizadas foram: *Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI), *International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (MobileHCI), *International Conference on Human-Computer Interaction* (HCI) e o Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC Brasil).

O método de procura automática ocorreu através da busca de artigos relacionados ao tema em bibliotecas digitais por palavra-chave ou um conjunto delas. As principais bases eletrônicas utilizadas foram: IEEE Explorer Digital Library¹, Scopus², ACM³, Springer⁴, Google Scholar⁵, Web of Science⁶ e Biblioteca Digital Brasileira de Computação⁷. Por fim, o método *Snowballing* foi utilizado. Esta estratégia trabalha com um processo contínuo de análise da lista de referências dos artigos de forma recursiva em busca de estudos adicionais podendo ser realizado de duas maneiras: nas referências de determinado artigo (*Backward snowballing*) ou a partir das citações referentes ao artigo (*Forward snowballing*) (WOHLIN et al., 2012).

Desta maneira, as próximas seções introduzem uma série de fundamentos utilizados ao longo deste projeto, entre eles: interface Web móvel abordando os conceitos sobre os elementos de interação e os padrões de interação, a adaptação de interfaces percorrendo sobre a técnica do RWD, os métodos de adaptação de interfaces e os FeF, e por fim, os conceitos sobre interação multimodal e sensibilidade ao contexto. Já a Seção 2.4 apresenta os principais trabalhos relacionados à proposta.

2.1 Interface Web móvel

A *World Wide Web* (comumente conhecida como Web) pode ser definida como um sistema tecno-social para interação humana com base em redes tecnológicas. Um sistema

¹ <http://ieeexplore.ieee.org>

² <http://scopus.com>

³ <http://dl.acm.org/>

⁴ <http://www.springer.com/br/>

⁵ <http://scholar.google.com.br>

⁶ <https://www.webofknowledge.com/>

⁷ <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/bdbcomp/>

tecno-social refere-se à ideia de um sistema que melhora a cognição humana, a comunicação e a cooperação (AGHAEI, 2012). As aplicações Web são formadas por um conjunto de elementos que podem ser classificados em duas categorias: elementos visualizados pelo usuário e elementos ocultos. As informações textuais, imagens, vídeos etc. são aqueles elementos que são visualizados pelos utilizadores. Os elementos ocultos são os comentários, as *tags* HTML, metadados, códigos CSS para estilo e diagramação e *scripts* proporcionados pela linguagem *Javascript* (ANTONELLI, 2015).

Desta maneira, as aplicações Web podem ser definidas como sendo a interface entre o usuário e os elementos de interação presentes nela. Estes podem ser definidos como objetos da interface responsáveis por alguma funcionalidade que permite aos usuários interagirem com a aplicação. Além disso, eles podem variar o seu grau de interação, desde elementos mais simples nativos de interfaces Web como botões, hyperlinks, formulários, etc., como painéis com abas (*accordions*), caixas de diálogo entre outros (ANTONELLI, 2015).

Os elementos nativos são os primeiros canais de comunicação com o usuário e oferecem formas simples de interação. Para soluções mais complexas - que não podem ser desenvolvidas apenas com os elementos de maneira individual - surgem padrões para construção de interfaces do usuário. Esses padrões agrupam os elementos e especificam resoluções que resolvem dificuldades comuns no desenvolvimento da interação.

O conceito de padrão foi desenvolvido por Christopher Alexander no final da década de 1970 definindo os padrões como componentes de uma linguagem que podem ser usados para orientar na construção e organização de soluções comuns (HOOBER; BERKMAN, 2011). No campo de IHC, os pesquisadores definiram um grande número de padrões com nomenclaturas diferentes: *Interaction Design Patterns*, *User Interface Design Patterns*, *Web Design Patterns* etc. Todos esses padrões têm em comum o oferecimento de soluções para problemas específicos, embora sejam descritos ou agrupados de forma diferente (RODRÍGUEZ; ACUNA; JURISTO, 2015).

Os Padrões de Projeto de Interface do Usuário (*User Interface Design Patterns* - UIPatterns) são soluções que resolvem problemas comuns de *design* e portanto são consideradas pontos de referência para projetistas experientes de interface do usuário. Tais padrões podem ser entendidos como melhores práticas ou resoluções comuns de problemas bem conhecidos (TOXBOE, 2016; HOOBER; BERKMAN, 2011). A Figura 2 ilustra um exemplo de padrão de projeto de interface.

Os padrões usualmente são organizados em catálogos através de categorias relacionadas com os tipos de ação ou objetivos do usuário, como por exemplo: entrada de dados (*getting input*), navegação (*navigation*), tratamento de dados (*dealing with data*), social, necessidades do usuário (*onboarding*) e variadas (*miscellaneous*). Existem diversas bibliotecas de padrões de projeto de interface do usuário disponíveis na Web. A biblioteca

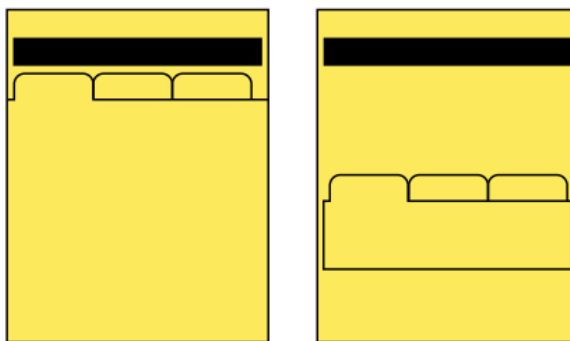


Figura 2 – Exemplo de padrão de projeto de interface. Retirada de (HOOBER; BERKMAN, 2011).

de Toxboe (TOXBOE, 2016), por exemplo, é composta por 6 categorias, 18 subcategorias e mais de 90 padrões. Apesar de serem descritos ou agrupados de forma diferente, estes padrões oferecem soluções para problemas específicos de usabilidade (RODRÍGUEZ; ACUNA; JURISTO, 2015).

2.2 Adaptação de Interfaces

O conceito de um sistema capaz de adaptar as condições da interface e do ambiente não é novo. Existem diversas abordagens de adaptação de interfaces, usualmente classificadas em duas categorias gerais: interfaces adaptáveis e adaptativas (GULLÀ et al., 2015; NEBELING; SPEICHER; NORRIE, 2013).

As interfaces adaptáveis podem ser definidas como sistemas nos quais a seleção da interface é realizada pelo usuário através de meios específicos para personalização. A adaptabilidade é baseada nas características e preferências dos usuários; que são definidas antes da sua interação. Em tais sistemas os usuários estão no controle total interface. Neste sentido, os sistemas adaptativos são sistemas capazes de alterar aspectos de sua estrutura ou funcionalidades com o objetivo de adaptar-se às diferentes necessidades dos usuários. Tais sistemas devem possuir como princípio a capacidade de identificar circunstâncias que necessitam de adaptação, e conseqüentemente selecionar e efetivar uma ação apropriada. Abordagens adaptáveis dependem principalmente do usuário fornecendo meios para personalização. A vantagem mais importante dos sistemas adaptáveis é que os usuários estão no controle total da aparência individual e da interface (GULLÀ et al., 2015; DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013).

As interfaces adaptativas são controladas pelo sistema e adaptam a interface de maneira automática com o objetivo de fornecer sistemas com alta usabilidade para pessoas com características/necessidades diferentes; sendo baseadas em seus contextos de utilização e/ou outras informações providas pela aplicação. A utilização deste tipo de interfaces visam

melhorar a interação do usuário, facilitando sua performance, minimizando a necessidade de solicitação de ajuda e flexibilizando o sistema. O desenvolvimento de interfaces de adaptativas tem sido um tema de pesquisa muito explorado no campo de IHC, visto que o seu projeto não constitui uma tarefa simples devido à quantidade de aspectos envolvidos. As técnicas adaptativas funcionam baseadas na adaptação automática da interface a partir de informações providas pelo meio (GULLÀ et al., 2015; NEBELING; SPEICHER; NORRIE, 2013).

Além dessas definições, ainda existem as interfaces de iniciativas mistas. Esta abordagem utiliza níveis de adaptatividade mesclado com à adaptabilidade visando envolver tanto o usuário (manipulação direta da interface) como o sistema (automação da interface) para adaptação (GULLÀ et al., 2015).

Dentro do escopo de adaptação de interfaces, existe ainda a classificação das estratégias de acordo com o momento de realização da adaptação. Estas estratégias podem ser definidas pelas categorias: estática e dinâmica. Na adaptação estática, o código para as adaptações é criado em tempo de desenvolvimento da aplicação. Kakousis et al (KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010) define como sendo qualquer ação que tenha lugar antes do tempo de execução de aplicação. Este tipo de adaptação ocorre geralmente quando as características de um sistema são estendidas para atender novas propriedades ou quando uma especificação do sistema deve ser adaptada para atender aos requisitos do novo sistema (CIRILO et al., 2010; KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010).

A adaptação dinâmica se refere a qualquer reconfiguração que ocorra no tempo de execução. Esta adaptação ocorre depois que o sistema foi implementado e acontece durante a execução da aplicação. A adaptação dinâmica usualmente está relacionada aos sistemas sensíveis ao contexto e muitas vezes, é limitada à adaptação não funcional. Essa abordagem é utilizada para adaptação de aplicações baseadas na arquitetura cliente/servidor (CIRILO et al., 2010; KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010). Além dessas definições, ainda existe a abordagem que mescla as duas, denominada de adaptação híbrida.

A adaptação híbrida utiliza a combinação das estratégias estática e dinâmica. Nela, a adaptação pode ocorrer em momentos distintos. Na adaptação estática, as exigências da aplicação podem ser marcadas em trechos da interface durante o tempo de desenvolvimento, cada uma implementada para um determinado grupo de dispositivo ou contexto específico. Na adaptação dinâmica, os mecanismos de adaptação selecionam a adaptação que melhor se adequa ao contexto do dispositivo, adaptando seus fragmentos de código de forma a atender as características do dispositivo de acesso. Uma vez que as etapas de adaptação estática e dinâmica são concluídas, a interface adaptada é entregue ao usuário (CIRILO et al., 2010). A estratégia híbrida permite a adaptação em diferentes momentos através da combinação da estratégia estática (antes do tempo de execução) e da dinâmica (reconfiguração em

tempo de execução) (KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010; CIRILO et al., 2010; GULLÀ et al., 2015).

Dentro da linha de interfaces adaptativas, uma das soluções muito utilizadas por desenvolvedores Web tem sido o conceito de *Responsive Web Design* (RWD). Segundo o MOVR - *Mobile Overview Report*, 74% das 10.000 aplicações Web com maior tráfego utilizam RWD (SCIENTIAMOBILE, 2015). Este conceito foi explicado por seu precursor, Ethan Marcotte, em 2010 e tem sido amplamente adotado com o objetivo de manter a usabilidade das aplicações apesar da diversidade de dispositivos e tamanhos de tela (PATEL et al., 2015). Diferentemente de outras abordagens, que se concentram no desenvolvimento focado no tipo de dispositivo (*mobile* ou *desktop*), a técnica do RWD sugere que o design deve responder ao comportamento do usuário e do ambiente baseado no tamanho e orientação da tela do dispositivo. O RWD tem sido o modelo preferido para projetistas Web e relatado como uma dos responsáveis pelo aumento das métricas de engajamento e taxas de conversão nos domínios de marketing e publicidade (MARCOTTE, 2011; NEBELING; NORRIE, 2014; PATEL et al., 2015; FABRI; KREMPSER; FILGUEIRAS, 2013).

A implementação do RWD está associada à utilização de suas três premissas fundamentais: i) layouts flexíveis com dimensões relativas baseados em *grids*; (ii) conteúdos de imagens e vídeos flexíveis através de redimensionamento dinâmico; e (iii) *media queries* (MARCOTTE, 2011). A primeira premissa diz respeito à utilização de unidades de medidas flexíveis para o *layout* da aplicação. Desta maneira, a definição de tamanhos fixos para os elementos - realizada a partir de unidade de medidas absolutas - foi substituída por medidas relativas determinadas a partir do tamanho da tela do dispositivo.

A segunda premissa aborda a adaptação nos recursos como imagens e vídeos. A ideia sugere a não definição de valores fixos para altura e largura dos elementos, mantendo os recursos no tamanho máximo que podem ser utilizados, deixando a responsabilidade de redimensionamento com o navegador. Primeiramente descoberta pelo designer Richard Rutter, a regra `max-width: 100%` fornece uma restrição útil pois através dela o elemento renderizará em qualquer tamanho, desde que seja mais estreito do que o elemento que a contém. Esta é a forma mais simples para transformação de recursos fixos para fluídos, portanto possui suas limitações. Os recursos flexíveis são responsáveis por críticas ao RWD e novas propostas de soluções vêm sendo estudadas para o assunto (MARCOTTE, 2011).

A última premissa do RWD está na utilização de *media queries* incorporadas a linguagem de estilos CSS. As *media queries* são um mecanismo desenvolvido pelo *World Wide Web Consortium* (W3C) para identificar e inspecionar os tipos específicos de mídia e as características físicas dos dispositivos e navegadores (SAMPAIO, 2013). Elas proporcionam a adaptação de apresentações a um intervalo específico de dispositivos de saída sem alterações em relação ao conteúdo do documento.

Uma *media query* consiste em uma *media type* e zero ou mais expressões que verificam as condições de recursos específicos de mídia, ou *media features*. As *media types* são classificações realizadas pelo W3C sobre os diferentes tipos de mídias existentes, tais como: tela, papel, sintetizador de fala, dispositivo braile, etc (W3C, 2016). As *media features* são utilizadas para a definição das condições das quais a aplicação e/ou os elementos de interação devem alterar seu comportamento. Alguns exemplos de *media features* que podem ser usados em *media queries* são “*width*”, “*height*” e “*color*”. Elas assemelham-se sintaticamente às propriedades CSS pois possuem nomes e aceitam determinados valores, porém possuem importantes diferenciais: são usados para descrever os requisitos do dispositivo de saída; aceitam prefixos opcionais como “*min*” e “*max*” para definir restrições de “maior ou igual a” e “menor ou igual a”; e são compostas somente pelos valores: palavra-chave e valor. Exemplos de *media features* definidas são: *max-width*, *min-width* e *orientation* (W3C, 2016; PATEL et al., 2015). A Figura 3 mostra um exemplo da ideia geral da adaptação no RWD.



Figura 3 – Adaptação em relação ao tamanho da tela do dispositivo a partir do RWD.

O código abaixo apresenta um exemplo de declaração de *media queries*. A declaração começa com a palavra reservada `@media` seguido de seu *media type* (`screen`). Entre parênteses se encontra a consulta (*query*) composta pelo nome da característica (`max-width`) e seu valor (`400px`). O funcionamento da consulta acontece da seguinte maneira: (i) é verificado se o tipo de mídia corresponde ao especificado na consulta e (ii) se a *media feature* definida reflete as atuais condições de utilização do usuário. No exemplo será verificado se a mídia utilizada é do tipo *screen* e se a janela de visualização do navegador no momento atual é maior ou igual 400px. Se os dois critérios forem verdadeiros, os estilos definidos entre dentro da *media query* (`body { background-color: red; }`) são aplicados, caso contrário o navegador ignora estas definições.

```
@media screen and (min-width : 400px) {
  body { background-color: red; }
}
```

O design responsivo tem ganhado força na indústria, uma vez que permite a ampliação das aplicações para a diversidade de dispositivos existentes, possibilitando ainda a compatibilidade com tamanhos de tela e resoluções que surgirão no futuro (PATEL et al., 2015). A técnica de design responsivo faz uso de alguns aspectos que compõem o contexto do usuário. O contexto juntamente com as diferentes modalidades de interação - propiciadas pelos dispositivos móveis - compõem as dimensões consideradas por Dumas et al (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013) fundamentais para sistemas adaptativos. Tais dimensões são explicadas a seguir.

2.2.1 Multimodalidade

O aparecimento do sistema “Put That There” de Bolt (BOLT, 1980) que permitia a movimentação de objetos gráficos de um local para um outro através do reconhecimento de fala juntamente com o apontamento para o próprio objeto, impulsionou a diversidade de pesquisas sobre interfaces multimodais. O termo multimodal refere-se à identificação da combinação de diversas modalidades de interação com o objetivo de melhorar a comunicação e a interação do usuário para com a aplicação (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013).

As interfaces multimodais podem oferecer vantagens em relação às interfaces tradicionais, através de uma experiência mais natural e amigável. Usar um gesto de apontamento para selecionar um objeto e através da fala fazer consultas sobre tal objeto ou ainda usar modalidades de entrada que permitem que sua atenção permaneça focada na estrada enquanto dirige um carro, não dependendo da tela de toque de seu smartphone, demonstram os tipos de experiências naturais que as interfaces multimodais podem oferecer aos seus usuários (KARRAY et al., 2008).

Uma interface multimodal atua como um facilitador da interação entre o usuário e o sistema através de duas ou mais modalidades. As modalidades podem ser utilizadas simultânea ou sequencialmente e em combinação ou independentemente. A quantidade e tipos de modalidades suportadas podem variar de um sistema para outro. Uma das combinações de métodos de entrada mais comumente suportadas é a do gesto e da fala (KARRAY et al., 2008; NETO et al., 2009).

Os tipos de modalidades estão relacionados às formas nas quais o sistema responde às entradas e saídas de dados na aplicação que compõem os canais de comunicação. Karray et al (KARRAY et al., 2008) relata que tais canais usualmente são definidos baseados nos tipos de comunicações realizadas por seres humanos como a visão, a audição, o tato, o olfato e o paladar. Neste sentido, as modalidades podem ser categorizadas em dois grandes grupos: (i) modalidades de entrada: fala, toque, multi-toque, caneta, gesto manual, olhar, movimentos da cabeça e do corpo, etc e (ii) modalidades de saída: visual (textos, gráficos, animações, realidade virtual/aumentada), síntese de texto para fala, áudio gravado e tátil (vibração) (DUMAS; LALANNE; OVIATT, 2009). A Figura 4 apresenta um exemplo de

interface multimodal. Nela a interface do aplicativo para Android “*Multimodal Adaptive Agenda*” (MAA) desenvolvido no trabalho de Dumas et Al (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013) é apresentada. O aplicativo é similar a um calendário padrão, com a possibilidade de adicionar novos eventos, modificá-los e cancelá-los através de elementos padrões do sistema Android. Porém, um campo foi adicionado na parte inferior da tela, permitindo ao usuário inserir comandos através de gestos na tela. Além disso é permitido que o usuário navegue entre dias e meses no calendário, inclinando o telefone para a esquerda e para a direita (movimentos).

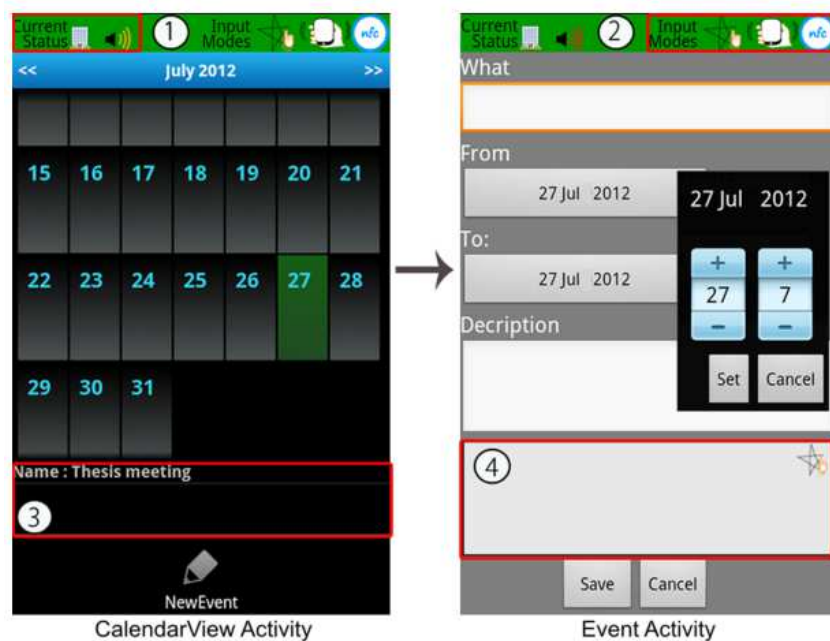


Figura 4 – Exemplo de interface multimodal. Retirado de (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013)

Devido a sua natureza, interfaces multimodais são consideradas excelentes opções para o desenvolvimento de interfaces adaptativas. Elas buscam oferecer aos usuários um aumento na facilidade de uso das aplicações permitindo uma interação mais natural e transparente na execução das tarefas. Os sistemas multimodais têm o potencial de melhorar a interação humano-computador de várias maneiras: oferecer a habilidade de usar o modo de interação que melhor se adéqua a um contexto particular; permitir a troca entre os modos de entrada evitando sobrecarga na utilização de uma modalidade; personalização flexível baseada no usuário e no contexto possibilitando o acesso à informação a usuários com dificuldades ou até mesmo restrições à utilização de um dispositivo (KARRAY et al., 2008; DUMAS; LALANNE; OVIATT, 2009; NETO et al., 2009). As interfaces multimodais são, portanto, esperadas para oferecer maneiras mais fáceis, mais expressivamente poderosas e mais intuitivas para os usuários.

2.2.2 Sensibilidade ao contexto

Além da multimodalidade, o conceito de sensibilidade ao contexto tem sido tema de investigação na área de IHC. O surgimento do termo está relacionado às ideias de computação sensível ao contexto e computação ubíqua introduzidas por Mark Weiser (KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010). O contexto pode ser definido como toda situação relacionado a algum acontecimento, desta maneira ele pode incluir localização física, interesses pessoais, fatores ambientais ou tecnológicos (ZHANG; LAI, 2011). Ou ainda como qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, que por sua vez, pode ser uma pessoa, lugar ou objeto considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação (KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010).

Várias técnicas, métodos e ferramentas foram propostas visando a fornecer mecanismos para apoiar a adaptação baseada no contexto. Atualmente, o número de variáveis que influenciam o contexto do usuário tem aumentado devido a grande variedade de perfis, dispositivos, modalidades, plataformas, sistemas, ambientes, etc. Devido a esse número de variações, a adaptação das interfaces de acordo com o contexto de uso, torna-se inevitável. Além disso, os aplicativos precisam garantir um nível de usabilidade adaptando-se de forma eficiente independentemente dos contextos. Porém, adequar as aplicações considerando o grande número de variações se torna um grande desafio (GIL; PATERNÒ; MOTTI, 2013; GHIANI; MANCA; PATERNÒ, 2015).

Segundo Paternò (PATERNÒ; ZICHITTELLA, 2010), a sensibilidade ao contexto diz respeito a capacidade de adaptação de uma aplicação de acordo com mudanças ocorridas nos aspectos que compõem o contexto de utilização. Aspectos estes, que podem ser divididos em quatro categorias (Figura 5):

- **relacionados ao usuário:** preferências, objetivos e tarefas, estado físico (por exemplo, posição), estado emocional, etc.;
- **relacionados aos dispositivos:** resolução da tela, conectividade, navegador, bateria, etc.;
- **relacionados ao ambiente:** localização, luminosidade, nível de ruído, etc.;
- **relações sociais:** regras de privacidade, colaboração, etc.

As informações que compõem os aspectos são obtidas de diferentes fontes. Os sensores dos dispositivos móveis podem ser utilizados para obter dados relacionados ao ambiente como iluminação, temperatura, nível de ruídos, movimentos do dispositivo, localização entre outros. Dados sobre o dia da semana, hora do dia, identidade do usuário, proximidade com outros dispositivos ou pessoas também podem fazer parte do contexto

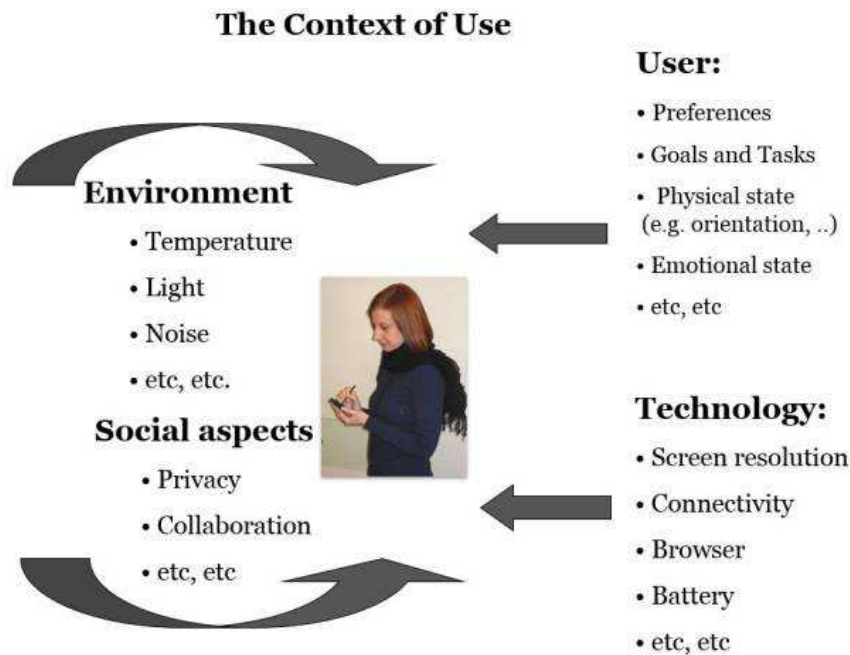


Figura 5 – Dimensões que compõem o contexto de uso (FOUNDATION, 2016).

do usuário. Figueiredo (FIGUEIREDO, 2011) destaca que aplicações sensíveis ao contexto não devem se basear somente em informação relativa ao ambiente físico ou à localização, mas também em dados que possam complementar aqueles obtidos por sensores, tais como preferências e objetivos do usuário e cita como exemplo as informações de filmes, séries, músicas, hobbies entre outros, disponibilizadas em redes sociais como o Facebook⁸, que podem ser utilizadas para obtenção de dados como os interesses e as preferências do usuário (FIGUEIREDO, 2011).

Zhang e Lai (ZHANG; LAI, 2011) citam outros exemplos de situações em que as informações do contexto poderiam influenciar na adaptação: (i) a aplicação poderia inferir o interesse de um usuário baseado em seu histórico de navegação e filtrar automaticamente as informações irrelevantes em uma página da Web; (ii) ao entrar numa sala de exposições em um museu, a aplicação poderia apresentar apenas o material introdutório sobre as exposições naquela sala e (iii) ao entrar em um ambiente escuro, o tamanho da fonte do texto exibido em um dispositivo móvel poderia ser ampliado automaticamente. Os autores ainda relatam que as abordagens tradicionais fornecem apenas um estilo de apresentação, e não levam em consideração a situação de navegação na Web dos usuários (ou seja, contexto). Portanto, seria ideal se a aplicação Web pudesse se adaptar ao contexto de uso atual (ZHANG; LAI, 2011).

Neste sentido, tem-se que a sensibilidade ao contexto está relacionada à capacidade da aplicação em se adaptar de acordo com as diversas variáveis que formam o contexto de utilização do usuário. Logo, uma aplicação sensível ao contexto é capaz de adaptar-se sem

⁸ <http://facebook.com>

intervenção explícita do usuário usando informações obtidas a partir de sensores, redes, dispositivos e outras fontes pertencentes ao contexto de interação (CIRILO et al., 2010; FIGUEIREDO, 2011).

Mesmo existindo diferentes aplicações já construídas, ainda existem dificuldades encontradas por desenvolvedores na construção de aplicações sensíveis ao contexto. Tais dificuldades são elencadas por Figueiredo (FIGUEIREDO, 2011): (i) os dados brutos obtidos a partir de sensores necessitam de um tratamento para que possam se tornar informações úteis para o contexto; (ii) torna-se essencial combinar elementos para que as informações do contexto sejam relevantes, visto que sua origem possui fontes múltiplas e heterogêneas; e (iii) as modificações no contexto devem ser detectadas em tempo real pela aplicação para que a adequação da aplicação possa acontecer de maneira constante, provendo assim, uma experiência positiva para os usuários. Além disso, as interações ocorridas no contexto físico, social e virtual devem, sempre que possível, ser levadas em consideração pelos sistemas adaptativos (KRONBAUER; SANTOS; VIEIRA, 2012).

Com o propósito de otimizar a adaptação Web móvel através da combinação das noções básicas do desenvolvimento responsivo, a utilização dos padrões de construção de interface para elementos de interação, e os aspectos relacionados à sensibilidade ao contexto e à multimodalidade surgem os *Frameworks Front-end* - FeF.

2.3 Frameworks Front-End

Um *framework* pode ser considerado um conjunto de conceitos e critérios para tratar um tipo comum de problema. Eles usualmente são utilizados como referências para tratar e apoiar a resolução de novos problemas de natureza similar. Os FeF podem ser definidos como uma coleção de componentes produzidos através das tecnologias HTML, CSS e da linguagem de programação Javascript com o propósito de otimizar o desenvolvimento e à adaptação de interfaces Web. Tais FeF trabalham com a ideia de adaptação das interfaces de acordo com as características dos dispositivos. Os componentes usualmente encontrados são: i) código CSS para estrutura de *grid*: permite aos desenvolvedores o posicionamento dos elementos na tela; ii) definições de estilo para elementos HTML: soluções para casos de incompatibilidade entre navegadores e formatação básica para os elementos; e iii) padrões de classes CSS: definições de nomenclaturas de classes para alteração da forma e do comportamento dos elementos da interface (JAIN, 2014; VOUTILAINEN; SALONEN; MIKKONEN, 2015; HUSMANN NINA HEYDER, 2016).

Existem diversos FeF disponíveis para o desenvolvimento de aplicações Web. Jain (JAIN, 2014) fez um estudo comparativo sobre os mais utilizados, segundo o autor:

Bootstrap⁹, Foundation¹⁰, Semantic UI¹¹, Pure¹² e UIKit¹³.

A fim de descobrir o mais utilizado dentre eles, uma pesquisa subjetiva acerca da popularidade dos FeFs foi realizada. Para definição do grau de utilização, os seguintes critérios foram definidos: i) utilização em aplicações Web e ii) popularidade na comunidade de desenvolvimento de software Web.

Para o primeiro critério, a aplicação *BuiltWith* foi utilizada. Essa ferramenta elabora perfis de sites, análises competitivas através de ferramentas de *business intelligence*, e fornece dados de adoção de tecnologias e análises de uso para a Internet (ROGERS; BREWER, 2016). Ela fornece uma análise em relação à porcentagem das aplicações com maior tráfego na Web, que utilizam a tecnologia avaliada. Essa análise é subdividida entre as 10 mil (a), 100mil (b) e 1 milhão (c) de aplicações com maior tráfego. Para compor o segundo critério foram utilizadas as aplicações GitHub¹⁴, Stack Overflow¹⁵ e GoogleTrends¹⁶.

O *GitHub* é uma plataforma de desenvolvimento para hospedagem, análise, gerenciamento de projetos e criação de software. A plataforma conta com 21 milhões de desenvolvedores e 59 milhões de repositórios (GITHUB, 2017). Duas medidas foram usadas para incrementar o critério, o número de estrelas (d) e o número de *forks* (d). O número de estrelas representa a quantidade de desenvolvedores que marcaram aquele repositório como seu favorito. O número de *forks* é dado pelo número de usuários que fizeram uma cópia daquele repositório.

Stack Overflow é considerada uma das maiores comunidade on-line para desenvolvedores, aonde podem aprender e compartilhar seus conhecimentos. Foi fundada em 2008 e conta com 40 milhões de visitantes por mês (OVERFLOW, 2017). A medida de números de questões classificadas por *tags* (e) foi utilizada também para compor o critério. Duas *tags* foram utilizadas para cada um dos FeF pesquisados, sendo elas: *bootstrap* e *twitter-bootstrap*, *foundation* e *zurb-foundation*, *materializecss* e *materialize*, *pure-css* e *pure*, *semantic-ui* e *semantic-ui-css*, *skeleton-css* e *skeleton-css-boilerplate* e *uikit* e *uikit-css*.

A última medida foi o índice da popularidade de busca apresentado pelo Google Trends (e). A ferramenta analisa os termos mais buscados por palavra chave. Os resultados representam o interesse de pesquisa de uma determinada região em um dado período de tempo. A escala varia de 100 representando o pico de popularidade até 0, significando que o termo teve menos de 1% de procura nas buscas (TRENDS, 2017).

⁹ <http://getbootstrap.com>

¹⁰ <http://foundadtion.com>

¹¹ <http://semanticui.com>

¹² <http://purecss.com>

¹³ <http://uikit.com>

¹⁴ <https://github.com/>

¹⁵ <https://stackoverflow.com/>

¹⁶ <https://trends.google.com.br/trends/>

Os dados são ilustrados na Tabela 1. As medidas adotadas serviram para diminuir a subjetividade da pesquisa. Analisando a tabela foi possível verificar a superioridade do FeF *Bootstrap* apresentando os maiores valores em todos os critérios analisados (a até f) sendo considerado então, o mais popular em sua categoria. Ainda, o FeF aparece nos trabalhos de Patel et al (PATEL et al., 2015), Husmann et al (HUSMANN NINA HEYDER, 2016), Voutilainen e Mikkonen (VOUTILAINEN; SALONEN; MIKKONEN, 2015). O *Foundation* aparece em segundo com valores mais altos nos índices a, b, c, e e f. Em terceiro lugar tem-se o *Semantic UI* com maiores índices em d, e e f. O símbolo representado por um hífen (-) na Tabela representa valores não significativos. A partir da pesquisa, os três primeiros FeF foram selecionados para serem analisados com relação a adaptação Web mobile.

Tabela 1 – Estatísticas de Popularidade dos *Frameworks Front-End*.

Frameworks	Índice de Utilização			Índice de Popularidade			
	10k (a)	100k (b)	1m (c)	Stars (d)	Forks (e)	StackOverflow (e)	Google Trends (f)
<i>Bootstrap</i>	13,1%	15,9%	19,6%	111.000	51.000	80.406	32
<i>Foundation</i>	3,8%	2,5%	1,6%	25.465	5570	1.281	6
<i>PureCSS</i>	-	-	-	16.674	1.895	15	-
<i>SemanticUI</i>	0,1%	<0,1%	0,1%	34.887	3.807	5.216	3
<i>UIKit</i>	0,1%	0,1%	0,2%	9.477	1.671	6.079	3

O *Bootstrap* foi originalmente fundado por Mark Otto and Jacob Thornton e teve seu lançamento em 2011. Surgiu da necessidade vista pelos fundadores da padronização dos elementos de interação da aplicação Twitter¹⁷. É o precursor e o mais popular da categoria (SPURLOCK, 2013; STACKSHARE, 2016; OTTO; THORNTON et al., 2015). Está atualmente na versão 3.3.7 e tem em sua base os princípios do RWD. Trabalha com a modalidade de entrada através do toque e a de saída visual e com adaptação em relação ao tamanho de tela e orientação do dispositivo, aspectos relacionados à tecnologia que compõem o contexto do usuário.

O *Foundation* pertence à empresa ZURB¹⁸ e teve sua primeira versão publicada em 2011. É utilizado por grandes companhias como, por exemplo, Mozilla, Ebay, Yahoo! etc (JAIN, 2014). Está atualmente na versão 6 e trabalha baseado nas premissas do RWD. Da mesma maneira que o *Bootstrap* aborda as modalidades visuais e de toque e os aspectos tecnológicos do contexto (orientação e tamanho da tela), porém diferentemente dos demais, também agrega a modalidade de movimentos em alguns componentes fornecidos pelo FeF.

O *Semantic UI* foi criado em 2013 por Jack Lukic e atualmente se encontra na versão 2.2.10. Similar aos demais utiliza as premissas do RWD e observa somente os aspectos relacionados à resolução da tela e à orientação para as adaptações sobre o contexto. Análogo ao *Bootstrap*, manipula somente as modalidades de toque e visual.

¹⁷ <http://www.twitter.com>

¹⁸ <http://zurb.com/>

A partir do levantamento, foi possível observar que o foco desses FeF ainda é sobre como lidar com diferentes tamanhos de tela e a orientação do dispositivo, herdados do RWD, não atendendo adaptação a diferentes modalidades de entrada ou até mesmo a diferentes contextos de utilização (NEBELING; NORRIE, 2014).

2.4 Trabalhos Relacionados

A literatura apresenta diversos trabalhos sobre adaptação de interface e de elementos de interação em aplicações Web móveis. Contudo, observa-se que não são encontrados trabalhos relacionados aos FeF. A seguir são apresentados trabalhos relacionados à área de adaptação de interfaces. O campo de pesquisa das Interfaces Adaptativas do Usuário destina-se a fornecer sistemas altamente usáveis para pessoas com diferentes necessidades e características em diferentes contextos de uso. Consequentemente, este campo representa uma das grandes direções de pesquisa no campo de IHC. Existem diversos trabalhos sobre processos, ferramentas, *frameworks*, porém o projeto para desenvolver sistemas adaptativos não é uma tarefa simples (GULLÀ et al., 2015).

Na linha de adaptação de interfaces para transformação da aplicação Web destacam-se os trabalhos UbiCon (*Ubiquitous Context Framework*) (CIRILO et al., 2010), *Semantic Transformer* (PATERNÒ; ZICHITTELLA, 2010), *Chameleon* (POMBINHO; AFONSO; CARMO, 2011), *Small Screen Device (SSD) Browser* (AHMADI; KONG, 2012), *W3Touch* (NEBELING; SPEICHER; NORRIE, 2013), *Tree Adapt* (ANAM; HO; LIM, 2014) e a abordagem proposta por Manca (MANCA et al., 2013). As propostas apresentam formas diferentes de adaptação de uma aplicação Web para que ela seja adaptada às características do dispositivo móvel.

Semantic Transformer é um adaptador de interfaces que tem como objetivo principal realizar uma transformação da aplicação Web *desktop-mobile*. A proposta realiza uma busca recursiva no *Document Object Model* (DOM)¹⁹ da aplicação, analisando cada elemento. A partir da busca, o algoritmo do adaptador calcula o custo de desempenho para exibição do elemento em um dispositivo móvel. Após a análise, o sistema classifica o melhor elemento a ser exibido e então modifica a estrutura original da interface da aplicação. Com essa mudança na interface a ferramenta pode criar desdobramentos de novas interfaces em tempo de execução para separar conteúdos adequados às especificidades das telas. Todavia, o desdobramento em outras interfaces pode dificultar entendimento do usuário, descaracterizando, muitas vezes, o padrão de interação projetado (PATERNÒ; ZICHITTELLA, 2010).

UbiCon - Ubiquitous Context Framework apresenta uma metodologia híbrida para adaptação de conteúdo de interfaces Web. A metodologia foi criada através da mescla

¹⁹ Interface de programação que permite a manipulação de conteúdo, estrutura e estilo dos documentos.

das duas estratégias de geração de código para adaptação de interfaces, a adaptação estática e dinâmica. A proposta apresenta um adaptador próprio que é utilizado como um filtro que direciona a adaptação dinâmica. Na estática, diferentes versões específicas da interface são desenvolvidas, em tempo de desenvolvimento, para cada um dos dispositivos de destino usando a metamodelagem. A metamodelagem é a atividade onde se constroem os metamodelos (um modelo que contém elementos para descrição de outros modelos). Na dinâmica, o adaptador de conteúdo seleciona a interface que melhor se encaixa ao contexto do dispositivo e realiza mudanças no código para preencher os requisitos do dispositivo específico (CIRILO et al., 2010).

Chameleon apresenta um *framework* adaptativo de visualização para ambientes móveis que permite um gerenciamento das relações entre os objetos de adaptação, os métodos de adaptação e os contextos de uso. O trabalho realiza a categorização dos vários elementos presentes em cada uma das suas três camadas: os contextos de uso, os métodos e objetos de adaptação. Os contextos de uso foram divididos em cinco categorias - computacional, usuário, físico, temporal e histórico; e os objetos de adaptação em três: informação, visualização e interação. Com isso fornece uma abordagem para entender quais métodos de adaptação irão adaptar quais objetos dependendo do contexto de utilização. O trabalho aponta exemplos de estudo de caso na utilização de partes do *framework* e ressalta a importância da observação do contexto dos usuários (POMBINHO; AFONSO; CARMO, 2011).

Small Screen Device (SSD) Browser apresenta um novo método para adaptação Web *desktop-mobile* baseado na análise da estrutura do documento *HTML* e composto de duas etapas: análise estrutural e visual. A análise visual utiliza um conjunto formado por quatro heurísticas que auxiliam na identificação do posicionamento dos elementos em relação às áreas da interface. A análise estrutural acontece através da observação de seis heurísticas pré-definidas sobre os elementos do documento e as relações entre eles. As duas análises são combinadas com o objetivo de identificar conteúdos relacionados e então possíveis elementos a serem adaptados. As dez heurísticas foram definidas pelos autores do trabalho como resultado de um estudo com diversos sites populares. Além da adaptação baseada nas informações retiradas da aplicação - em relação às análises estrutural e visual - o adaptador permite que o usuário configure algumas das adaptações (AHMADI; KONG, 2012).

W3Touch apresenta um kit de ferramentas para produção de análises da interação do usuário, auxiliando na detecção de possíveis problemas de *design*. Ele utiliza três grandes abordagens: a injeção de código *Javascript* para monitoramento dos eventos de *touch screen* (*interaction tracking*), a configuração de métricas (*metrics*) e as regras de adaptação correspondentes ao dispositivo e suas condições de visualização (*adaptation catalogue*). Em seu núcleo estão as métricas utilizadas tanto para análise dos dados quanto

para definição das regras de adaptação. Duas delas são utilizadas por padrão: relação de erros e nível de zoom. Com base nos dados coletados e as regras definidas, o *W3Touch* pode então automaticamente detectar e sugerir componentes da página que necessitam ser adaptados para configurações específicas dos dispositivos (NEBELING; SPEICHER; NORRIE, 2013).

O *Tree Adapt* provê uma visualização condensada de uma página Web adaptada através da funcionalidade de *toggle* (expandir/contrair o conteúdo). Seu foco está na forma de exibição e não no redimensionamento e nem na eliminação de conteúdo desnecessário para adequar-se aos dispositivos móveis. Essa visualização é criada através da transformação de todo o conteúdo de uma aplicação Web para uma árvore de elementos HTML. A partir desta estrutura, uma seleção de conteúdos relevantes é realizada e novas funcionalidades são adicionadas aos elementos. O algoritmo do adaptador é composto de oito fases, que permeiam a criação da árvore, identificação de blocos importantes, organização de conteúdo, seleção de objetos e identificação de conteúdo. Como resultado tem-se uma visualização condensada do conteúdo selecionado feita por blocos com títulos. Os usuários podem visualizar o conteúdo completo clicando no título desejado expandindo o bloco (ANAM; HO; LIM, 2014).

Manca (MANCA et al., 2013) propõe uma abordagem através da combinação das modalidades gráfica e de voz, com a possibilidade de serem executadas em navegadores de dispositivos móveis. Um ambiente para criação das aplicações é utilizado onde é possível obter as especificações lógicas da aplicação e as regras a serem utilizadas na adaptação. Tais informações são passadas posteriormente como entrada para o mecanismo de adaptação. Este determina a adaptação ideal para o dispositivo no atual contexto de utilização. Para tratar a modalidade de voz, as APIs (*Application Program Interface*) de Reconhecimento Automático de Voz (*Automated Speech Recognition - ASR*²⁰) e Texto para Fala (*Text-To-Speech - TTS*²¹) foram utilizadas a partir de uma extensão do navegador *Google Chrome*. Como o navegador para dispositivos móveis não suporta extensões, um novo foi desenvolvido para prover tal suporte. Na fase de construção, cada elemento de interface é anotado com uma classe CSS específica e partir destas anotações a interface multimodal é gerada automaticamente de acordo com as regras de adaptação e o contexto de utilização.

Os trabalhos anteriores apresentam diversas maneiras de solucionar o problema da adaptação de interfaces, contudo apresentam lacunas que a proposta deste trabalho buscou preencher. O *Semantic Transformer* (1) e o *SSD Browser* (2) abordam a adaptação do conteúdo não se preocupando com os aspectos relacionados à multimodalidade e à sensibilidade ao contexto. O *UbiCon* (3) trabalha com o contexto porém apenas como entrada

²⁰ Interface de controle para o serviço de reconhecimento de voz.

²¹ Interface de controle para o serviço de transformação do texto para voz.

de dados automática para seu mecanismo de adaptação não permitindo a manipulação de tais informações pelos desenvolvedores. *W3Touch* (4) trabalham com a adaptação de elementos de interação em relação à sensibilidade ao contexto porém o foco é na alteração da forma de exibição dos elementos não levando em consideração a multimodalidade da interação. *TreeAdapt* (5) utiliza a estratégia dinâmica de adaptação provendo uma forma diferente de interação porém não leva em consideração os fatores presentes nos cenários de utilização. O *Chameleon* (6) apesar de se trabalhar com a sensibilidade ao contexto não se preocupa quanto as diferentes modalidades de interação. A solução apresentada por Manca (MANCA et al., 2013) (7) trabalha com a interação multimodal aliada ao contexto de utilização, porém não permite ao desenvolvedor a manipulação dos valores que compõe o contexto e dificulta a adoção pela necessidade de instalação de um novo navegador para a utilização das adaptações.

Além dos trabalhos anteriormente explorados, os FeF (8) - apresentados na Seção (2.3) - também oferecem limitações quanto às adaptações de interfaces. Essas limitações acabam por demandar um esforço maior do desenvolvedor tanto para elaboração da solução quanto em relação a sua atenção para com os elementos utilizados e suas possíveis adaptações. Uma das limitações encontradas nos FeF está relacionada às questões de multimodalidade de interação. Visto que as modalidades exploradas pelos FeF, usualmente estão limitadas às modalidades de toque e visual. Outra limitação encontrada em FeF diz respeito à sensibilidade ao contexto pois as mudanças contextuais detectadas através de FeF estão limitadas a resolução da janela e a orientação do dispositivo (GHIANI et al., 2014). Os trabalhos correlatos a este podem ser comparados a partir de algumas características fundamentais e suas limitações e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo entre os trabalhos relacionados e a HyMobWeb

Características	<i>Semantic Transform</i> (1)	<i>SSD Browser</i> (2)	<i>UbiCon</i> (3)	<i>W3Touch</i> (4)	<i>TreeAdapt</i> (5)	<i>Chameleon</i> (6)	<i>Manca</i> (7)	<i>FeF</i> (8)	HyMobWeb
Emprega estratégia de adaptação estática			✓	✓			✓	✓	✓
Emprega estratégia de adaptação dinâmica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Emprega estratégia de adaptação híbrida			✓	✓			✓	✓	✓
Permite a manipulação das variáveis que compõe o contexto do usuário			✓	✓		✓		*	✓
Permite a manipulação das modalidades de interação					*		✓		✓
Utiliza padrões de desenvolvimento baseado em FeF							✓	✓	✓

As colunas identificadas com números estão associadas aos identificadores do parágrafo anterior. A representação pelo símbolo “✓” indica a presença da característica no trabalho e o caractere “*” indica a presença parcial. As limitações apontam para uma lacuna, indicada por Manca ([MANCA et al., 2013](#)), sobre abordagens capazes de tratar de forma flexível as questões de desenvolvimento de aplicações Web que usem interação multimodal e que sejam capazes de se adaptar aos diferentes contextos de uso. Ramos ([RAMOS; BETINI, 2014](#)) também destaca a necessidade de novas metodologias para o desenvolvimento da interação que considerem ambiente, mobilidade e contexto.

3 Investigação sobre adaptação de interfaces

3.1 Considerações iniciais

Para o desenvolvimento da proposta, além da revisão da literatura, foram conduzidos estudos experimentais sobre adaptação de interfaces. Este capítulo apresenta a elaboração, execução e avaliação de três estudos exploratórios sobre adaptação Web móvel.

O primeiro estudo discorre sobre as dificuldades encontradas em aplicações Web sem previsão de adaptação. O segundo buscou verificar os impactos de usabilidade proporcionados pela exploração de recursos de adaptações automáticas e multimodalidade - em aplicações originalmente não adequadas para dispositivos móveis. E o terceiro aborda as limitações da adaptação Web móvel realizadas por FeF; levando em consideração a satisfação do usuário e a eficiência de uso dos elementos de interação.

Para auxiliar na construção do planejamento geral dos estudos, este trabalho usou uma abordagem baseada no paradigma Objetivo, Questão e Métrica (*Goal-Question-Metrics* - GQM), proposto por Basili e Rombach (BASILI; ROMBACH, 1988). O paradigma é um mecanismo para a formalização das tarefas de caracterização, planejamento, construção, análise, aprendizagem e *feedback*. Representa uma abordagem para definição dos objetivos do projeto, adequado às suas necessidades específicas (BASILI; ROMBACH, 1988).

3.2 Explorando as dificuldades

Um estudo exploratório foi conduzido com o objetivo de explorar as limitações encontradas em aplicações Web que não possuem previsão de adaptação. Para tal, uma investigação sobre o perfil dos usuários e os problemas de interação que podem ocorrer em aplicações Web mobile não adaptadas foi realizada. Esta investigação aconteceu através da elaboração e aplicação de um questionário seguido de uma observação sobre o comportamento do usuário em seu contexto de uso. A Tabela 3 apresenta a ficha técnica do estudo seguido do objetivo segundo o paradigma GQM.

O objetivo proposto foi:

Analisar as limitações

Com o propósito de compreender;

Com respeito a as dificuldades encontradas;

Do ponto de vista de usuários finais;

No contexto de uso de aplicações Web móveis sem previsão de adaptação;

Tabela 3 – Ficha técnica do estudo exploratório EEI

Objetivo	Explorar as limitações encontradas em aplicações Web que não possuem previsão de adaptação.
Metodologia:	Aplicação questionário usuário típico. Observação da interação.
Local:	IFSP Campus Itapetininga
Período:	Setembro de 2015
Nº de participantes:	56 (questionário) / 2 (observação)

3.2.1 Identificando o usuário típico

O objetivo do questionário foi elaborar um perfil de utilização dos usuários e investigar suas dificuldades em aplicações Web não adaptadas aos dispositivos móveis. As perguntas foram divididas em 3 seções referentes a: i) usuário: questões demográficas como gênero, idade e nível de escolaridade; ii) dispositivo do usuário: características do dispositivo móvel utilizado, como por exemplo, sistema operacional, marca, principal navegador e tipo de acesso à Internet; e iii) utilização do dispositivo para acesso à Internet: tópicos sobre o acesso à Internet, as dificuldades encontradas em aplicações, os tipos de aplicações comumente acessadas e os recursos fornecidos pelos *smartphones*.

O questionário (Apêndice C) foi criado através da ferramenta Google Forms¹ e divulgado através de lista de e-mails para alunos dos cursos de Computação da Universidade Estadual de Maringá (UEM), para os funcionários das empresas CodeIT Solutions² e GFT³ e para a comunidade do Instituto Federal de São Paulo - Campus Itapetininga. Ele foi aplicado durante o período de 03 a 29 de Setembro de 2015.

Foi obtido um total de 56 respostas que possibilitou a elaboração de um perfil dos usuários: maioria do sexo masculino (aproximadamente 78,6%), maioria com idade maior que 22 anos (30,4% de 16 a 18 anos, 3,6% de 19 a 21, 16,1% de 22 a 24 e 50% acima de 25 anos, com diferentes níveis de escolaridade (42,9% ensino médio, 28,6% ensino superior e 26,8% pós-graduado), utilizam o sistema operacional Android (85,7%) juntamente com o navegador Google Chrome (71,4%) e acessam à Internet na maior parte do tempo através de redes Wi-fi (87,5%).

Sobre a frequência de utilização dos dispositivos, o *smartphone* foi classificado como o principal meio de acesso à rede, com 75,5% dos usuários utilizando de forma diária. Quanto aos ambientes de utilização observou-se uma grande variação. O dispositivo costuma ser utilizado no mínimo 3 vezes na semana para o acesso à Internet, sendo que

¹ <https://www.google.com/forms/about/>

² <http://www.codeitsolutions.com.br/>

³ <http://www.gft.com>

95,9% revelaram uso em casa, 65,3% no trabalho, 53% na casa de amigos/parentes, 67,4% na escola/faculdade e 48,7% em locais públicos. As redes sociais foram as aplicações com maior frequência de utilização com 72% dos participantes acessando de forma diária.

Os participantes apontaram suas dificuldades quando utilizavam aplicações Web móveis. As dificuldades encontradas foram: preenchimento de formulários (79,8%), visualização do conteúdo (92,3%), ausência de informações na página devido a não adaptação (69,2%), tamanho reduzido dos elementos da interface (84,6%), selecionar/tocar elementos na tela (97,4%) e a ausência de elementos na tela (82,1%). Quando questionados sobre a frequência de uso dos recursos disponíveis os usuários relataram utilizar nunca ou raramente: comandos de voz (67,3%), sensor de movimentos (73,5%) e geolocalização (35,1%).

Algumas considerações sobre as dificuldades encontradas e sugestões de soluções foram feitas pelos usuários no questionário: "*Poderia existir comandos de voz simplificado*", "*Monitoramento dos olhos para scroll*", "*Poderia ter rolagem inteligente do conteúdo*", "*Uso excessivo de touch para rolar a tela*", "*Não da pra entender a interface*", "*Interface não intuitiva*", "*É difícil clicar nos elementos*", "*Elementos de tela muito pequenos*", e "*É difícil preencher formulários*". Os anseios e as dificuldades apresentadas pelos voluntários remetem a presença dos aspectos considerados fundamentais por Dumas (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013) para sistemas adaptativos: multimodalidade, sensibilidade ao contexto e adaptação automática.

As indicações de soluções baseadas em comandos de voz e monitoramento dos olhos sugerem a presença da multimodalidade para a diversificação da entrada de dados na aplicação. A rolagem inteligente do conteúdo e a percepção de uma interface não intuitiva poderiam estar relacionadas aos aspectos que compõem o contexto de uso. Por fim, a adaptação automática pode ser percebida através do descontentamento dos usuários quanto à dificuldade com formulários, o tamanho reduzido dos elementos e quantidade excessiva de *scroll*, que poderiam ser aprimorados através das técnicas de adaptação automática dos elementos.

Para uma melhor compreensão sobre o usuário, um Mapa de Empatia foi elaborado pelo autor do trabalho. O Mapa de Empatia possibilita uma visão mais abrangente do usuário e leva em consideração questões ambientais, comportamentais, suas aspirações e emoções permitindo assim, uma abordagem centrada no usuário (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2013). O mapa desenvolvido é apresentado na Figura 6.

Através da etapa de identificação do usuário foi possível traçar um retrato do momento atual para um perfil de usuário que comumente acessa a Internet e consome seu conteúdo diariamente. Identificar algumas dificuldades enfrentadas pelos usuários na utilização de aplicações Web não adaptadas para dispositivos móveis, observar o uso limitado dos recursos providos pelo dispositivo e suas sugestões para melhora na interação.

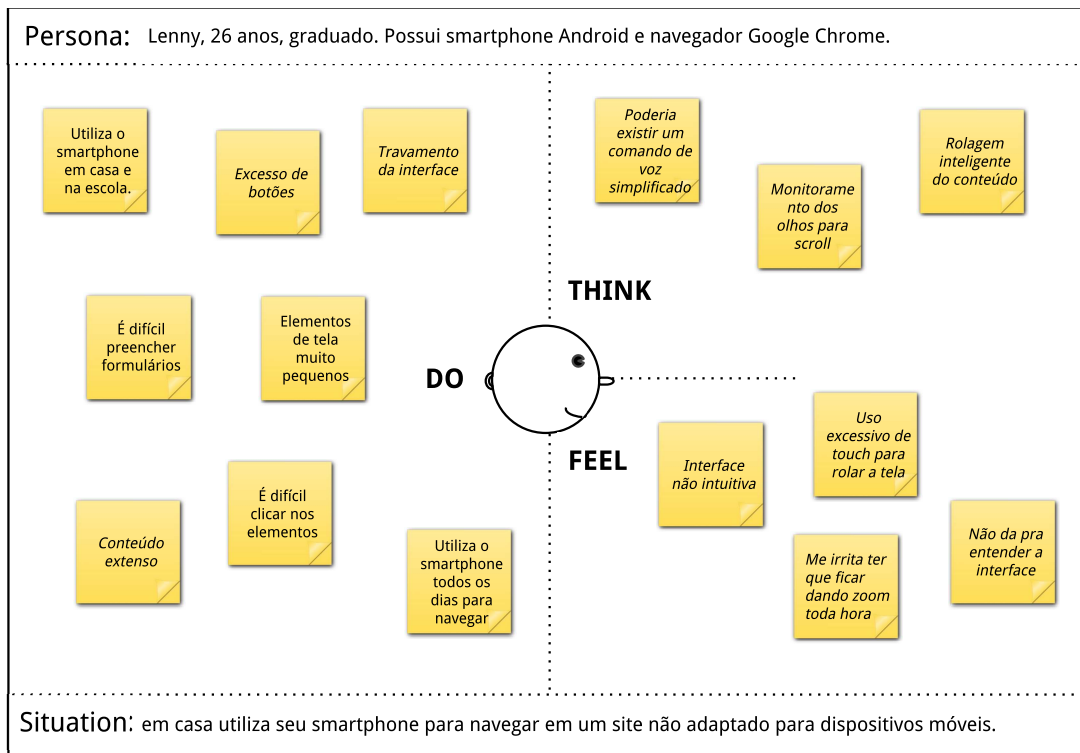


Figura 6 – Mapa de Empatia.

A fim de verificar e complementar os dados obtidos nesta etapa optou-se por realizar uma observação dos usuários em seu próprio ambiente de utilização.

3.2.2 Observando a interação

Após coletar e traçar um perfil de usuário típico, foi realizada a observação da interação dos usuários com aplicações não projetadas para adaptação Web móvel. Os métodos de avaliação por observação permitem coletar dados e entender o comportamento natural do usuário final no contexto de seu próprio ambiente de atuação. O objetivo principal da observação foi analisar o comportamento do usuário interagindo com tais aplicações e foi organizada através das fases de planejamento, execução e avaliação descritas a seguir.

3.2.2.1 Planejamento

A atividade foi planejada a partir da observação do comportamento dos usuários na utilização dos elementos de interações disponíveis em duas aplicações. A primeira aplicação utilizada foi um museu virtual online composta por objetos museológicos formados por textos e imagens disponibilizada pelo projeto de Zaina et al (ZAINA et al., 2015). A segunda aplicação foi a do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo⁴ que

⁴ <http://www.ifsp.edu.br>

contempla diversas funcionalidades para discentes, docentes e técnicos administrativos do Instituto.

Um total de duas atividades foram definidas baseadas nas interações proporcionadas pelas aplicações: **A1 - interagir com a aplicação do Museu Histórico de Sorocaba** que solicitava aos usuários que navegassem pelas obras do museu e resolvessem o *quiz* proposto pela aplicação; e **A2 - buscar informações na aplicação do Instituto Federal de São Paulo** na qual os usuários deveriam buscar informações sobre os cursos e as unidades disponíveis no Instituto Federal. Tais atividades tinham como objetivo a simulação de ações rotineiras nas aplicações utilizadas.

A condução da observação aconteceu através das etapas: i) apresentação sobre o funcionamento da observação, o documento com as instruções sobre as tarefas a serem realizadas e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice A); ii) realização das atividades pelos usuários (Apêndice D); e iii) preenchimento do questionário de perfil do usuário (Apêndice B) com informações demográficas e sobre o uso dos dispositivos. Toda a interação foi registrada através do aplicativo *AZ Screen Recorder*⁵.

3.2.2.2 Execução

A observação contou com a participação de dois voluntários do Instituto Federal de São Paulo - campus Itapetininga, selecionados por conveniência. O primeiro do sexo masculino com idade entre 19 e 21 anos e com ensino superior completo e o segundo do sexo feminino com idades entre 16 e 18 com ensino médio completo. Ambos com acesso frequente à Internet através de *smartphones* (acesso diário). Os voluntários representavam o perfil do usuário típico. Todos os participantes aceitaram o TCLE.

Inicialmente, uma explicação sobre a realização das tarefas foi realizada e o documento com a lista de tarefas foi entregue aos participantes. Não foi estabelecido um tempo de término para as tarefas e cada um deles utilizou seu próprio *smartphone*. Após o término das atividades os usuários responderam ao questionário de perfil. Uma avaliação sobre as percepções retiradas durante as atividades foi conduzida e está descrita a seguir.

3.2.2.3 Análise dos resultados

A avaliação foi realizada para cada atividade solicitada durante a observação.

A1 - Interagir com o Museu Histórico de Sorocaba

Durante a atividade foi possível observar que ambos os usuários apresentaram dificuldades quanto à utilização do sistema. Diversos movimentos de *scroll* tanto vertical quanto horizontal para a visualização do conteúdo foram observados devido à falta de

⁵ O software utilizado permite a gravação da tela do dispositivo. Aplicativo disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hecorat.screenrecorder.free>

adaptação da aplicação ao dispositivo. Foi possível perceber ainda diversos movimentos de *zoom-in* e *zoom-out* realizados pelos usuários na tentativa de conseguir adequar o conteúdo exibido pela aplicação no espaço disponível na tela do dispositivo a fim que pudessem visualizar o conteúdo exibido.

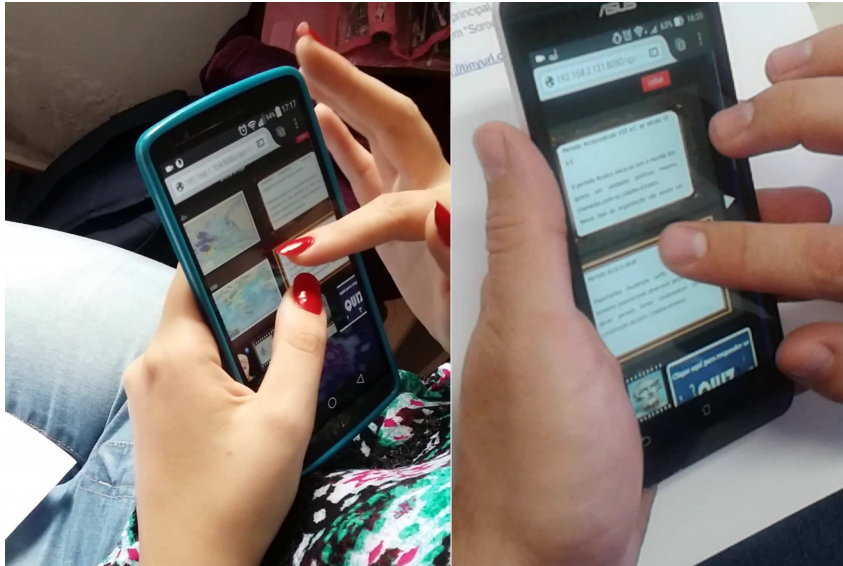


Figura 7 – Usuário realizando movimentos de *zoom* e *swipe*.

Devido a não adaptação da aplicação foi possível observar a mudança de comportamento dos usuários em busca de uma melhor interação com a aplicação. Ambos passaram a utilizar as duas mãos no *smartphone* e um deles alterou sua posição física - antes se encontrava deitado e no momento da atividade optou por sentar para utilizar a aplicação.

Para a leitura dos textos, os usuários realizaram diversos movimentos de *zoom-in* aumentando o tamanho da fonte e procurando adequar o texto ao tamanho da tela. A Figura 7 mostra os usuários interagindo com a aplicação. Outra dificuldade encontrada foi com relação aos elementos de formulário. Foi possível perceber a dificuldade dos usuários em relação à precisão da interação com os elementos. Um dos usuários não conseguiu visualizar os elementos do *quiz* de maneira apropriada em seu dispositivo devido ao tamanho reduzido de tais elementos e a dificuldade de selecioná-los. Percebeu-se ainda que em nenhum momento os usuários optaram por alterar a orientação da tela do *smartphone* (o que poderia proporcionar uma melhor interação) permanecendo sempre na posição retrato (*portrait*).

A2 - Buscar informações no Instituto Federal de São Paulo

Durante a atividade foi possível notar novamente, como na A1, as dificuldades apresentadas pelos usuários na utilização da aplicação. Foram observados diversos movimentos de *zoom-in* e *zoom-out* realizados pelos dois voluntários durante todo o tempo da realização da atividade além de movimentos de *scroll* (vertical e horizontal) na tentativa

de adequação da aplicação ao tamanho da tela do *smartphone*. Ambos utilizaram as duas mãos novamente para que pudessem realizar os movimentos de *zoom*.

Componentes com fontes reduzidas e elementos carregados ocupando grande parte do espaço disponível na tela foram observados durante a atividade. Devido a necessidade de mais de um nível de *zoom* para adequação dos elementos, o recurso do navegador que provê uma visualização ampliada foi automaticamente ativado como ilustrado na Figura 8. Foi possível observar falhas nos toques em componentes devido à área reduzida e conseqüentemente, a precisão do toque exigida.

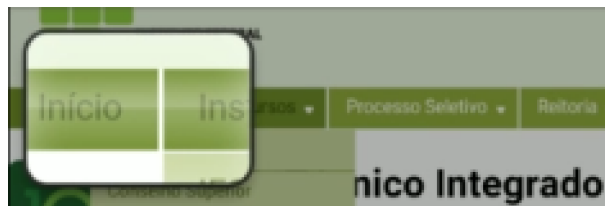


Figura 8 – Recurso nativo do navegador para visualização ampliada.

Ao término das tarefas, no preenchimento do questionário, algumas considerações sobre as dificuldades encontradas foram feitas pelos voluntários: "*As imagens ficam muito pequenas; o Quiz pequeno*", "*zoom e fonte, Não consegui navegar no quiz, fonte pequena*". As proposições afirmam as dificuldades observadas durante a realização das tarefas.

A partir da observação foi possível constatar as dificuldades apontadas anteriormente pelos usuários no questionário de identificação do usuário típico, tais como: a dificuldade com o preenchimento de formulários, o tamanho reduzido dos elementos de interação, a seleção/toque dos elementos e a visualização do conteúdo. Além das dificuldades, foi possível perceber que os elementos comumente utilizados nas aplicações estão relacionados principalmente com a navegação dos usuários, a entrada e/ou saída de dados e a manipulação do conteúdo da aplicação. Ela mostrou a utilização do menu como principal componente de navegação e orientação dos usuários nas aplicações, o *slideshow* como uma das formas de se apresentar conteúdo buscando a economia do espaço disponível e por fim, os elementos de formulário como uma das formas mais simples de entrada de dados pelos usuários na aplicação.

3.2.3 Lições aprendidas

Um estudo exploratório sobre a utilização de aplicações Web sem previsão de adaptação foi realizado. O estudo foi dividido em duas etapas: i) Identificando o usuário típico e ii) Observando a interação.

A primeira etapa apresentou um perfil de usuário que comumente acessa a Internet e consome seu conteúdo diariamente e as possíveis dificuldades na utilização de aplicações Web não adaptadas para dispositivos móveis. Um questionário foi elaborado e aplicado,

pois possibilita alcançar um grande número de indivíduos com poucos recursos e traçar um perfil momentâneo das características do usuário porém necessita de bom design para que as perguntas sejam claras e que os dados coletados possam ser analisados de forma eficiente, podem ainda apresentar uma taxa baixa de resposta e as respostas podem ser incompatíveis com o desejado no projeto do questionário (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005). A segunda etapa evidenciou as dificuldades dos usuários durante a utilização e apontou os elementos comumente utilizados nas aplicações e suas características.

Neste sentido, na tentativa de amenizar as dificuldades encontradas, optou-se pela realização de um segundo estudo, desta vez sobre o potencial da adaptação na interação do usuário em aplicações sem previsão de adaptação.

3.3 Verificando o potencial da adaptação

Considerando as evidências das dificuldades apontadas pelo estudo anterior 3.2 e que os aspectos relacionados as diferentes formas de interação e os cenários de utilização sugerem melhora na interação, um teste de usabilidade foi realizado.

A Norma International Organization for Standardization (ISO) 9241-11, define usabilidade como sendo a medida na qual um produto pode ser usado por usuários particulares para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso. Uma das formas de se tentar garantir a usabilidade de um produto é através da realização do teste de usabilidade. O teste verifica os impactos da interação sob o ponto de vista dos usuários buscando analisar: facilidade de aprendizado, facilidade memorização, eficiência, erros cometidos no uso e satisfação do usuário (NBR, 2002).

O objetivo do teste foi verificar a usabilidade proporcionada pela adição de adaptações automáticas e da multimodalidade - em aplicações originalmente não adaptadas para dispositivos móveis - a partir da percepção dos usuários finais. A aplicação Web do Instituto Federal de São Paulo foi utilizada para o experimento. A partir dela, dois elementos de interação foram selecionados: menu e *slideshow*. A seleção foi feita baseada nas observações anteriores (Subseção 3.2.2) e também devido à possibilidade da diversidade da interação proporcionada pelos elementos. Os elementos foram utilizados a partir de dois tratamentos: i) maneira tradicional apresentada pela aplicação e ii) adaptados para novos modos de interação. Esta adaptação foi realizada para cada elemento selecionado e é detalhada a seguir.

Para o elemento menu, a aplicação original apresentava uma solução baseada na união dos padrões *Vertical Dropdown Menu* e *Horizontal Dropdown Menu* (TOXBOE, 2016) sem qualquer tipo de adaptação aos dispositivos móveis. Esta solução foi substituída pelo padrão conhecido como *List Menu* (NEIL, 2012) adaptado em relação ao tamanho da tela e a possibilidade da interação através de comandos de voz. Em relação ao elemento

slideshow a aplicação proporcionava a interação através do toque em links numéricos que representavam cada uma das mídias contidas no componente. A adaptação realizada adicionava a interação através do movimento físico do dispositivo (*shake movement*). A Figura 9 ilustra os elementos e as adaptações aplicadas. O teste foi organizado através das fases de planejamento, execução e avaliação dos resultados e são descritas a seguir. A Tabela 4 apresenta a ficha técnica do estudo e logo em seguida o objetivo segundo o paradigma GQM.

A fim de avaliar a satisfação dos usuários em relação à usabilidade das adaptações o SUS (System Usability Scale) foi utilizado. O SUS é um instrumento de apoio à avaliação composto por uma escala de usabilidade que ajuda a avaliar os critérios de efetividade, eficiência e satisfação. Ele é composto de 10 perguntas distribuídas em uma escala *Likert* de cinco pontos a partir de “Discordo Totalmente” até “Concordo Totalmente”. As perguntas estão relacionadas com os cinco fatores de usabilidade: facilidade de aprendizagem (perguntas 3, 4, 7 e 10), eficiência (5, 6 e 8), facilidade de memorização (2), minimização dos erros (6) e satisfação (1, 4, 9). O SUS foi escolhido pela sua facilidade na aplicação e apuração dos resultados (BANGOR; KORTUM; MILLER, 2009; BROOKE et al., 1996).

Tabela 4 – Ficha técnica do estudo exploratório EEII

Objetivo	Verificar a usabilidade proporcionada pela adição de adaptações automáticas e da multimodalidade.
Metodologia:	Teste de usabilidade. Aplicação do SUS.
Local:	IFSP Campus Itapetininga e Boituva
Período:	Novembro de 2015
Nº de participantes:	4

O objetivo proposto foi:

Analisar os aspectos de adaptação

Com o propósito de avaliar;

Com respeito a a usabilidade;

Do ponto de vista de usuários finais;

No contexto de uso de aplicações Web móveis adaptadas;

3.3.1 Planejamento

A seguinte questão de pesquisa para direcionamento do estudo experimental foi definida:

- **RQ1:** as adaptações automáticas e a multimodalidade **possuem impacto positivo** na usabilidade das aplicações não adaptadas para dispositivos móveis?.

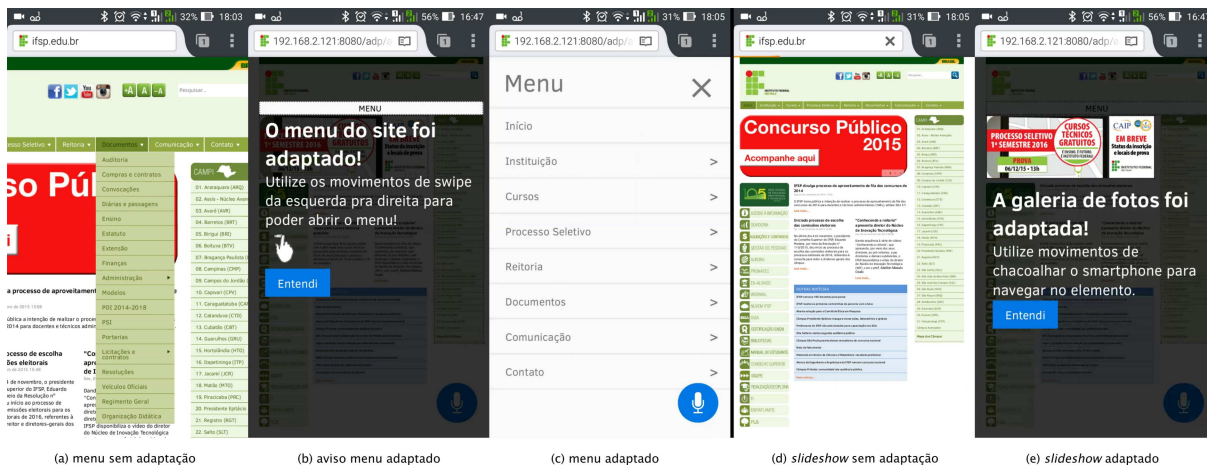


Figura 9 – Elementos menu e *slideshow* e suas adaptações.

Um total de três tarefas foram especificadas baseadas nas interações proporcionadas por cada elemento selecionado. Cada tarefa possuía dois tratamentos - com adaptação e sem adaptação - em relação aos modos de interação: **T1 - adaptação automática** o usuário navegaria através do menu para encontrar um item específico dentre os disponíveis; **T2 - modalidade movimentos** analogamente a anterior, o usuário percorreria o *slideshow* até encontrar um objeto de mídia específico; e **T3 - modalidade voz** os usuários deveriam utilizar o menu através de comandos simplificados de voz. Uma lista contendo orientações sobre a realização das tarefas seria entregue aos usuários antes do início do teste.

As etapas apresentadas a seguir foram definidas para condução do teste.

- **Apresentação** - explicação sobre o objeto de estudo, instruções iniciais de como ocorreria o teste e como a avaliação seria realizada além da apresentação do TCLE (Apêndice A).
- **Questionário perfil do usuário** - nesta etapa os usuários responderiam um questionário composto de 7 perguntas suas preferências e experiências na utilização de dispositivos móveis (Apêndice B).
- **Realização das tarefas** - cada usuário realizaria um conjunto de tarefas pré-estabelecidas (T1 a T3). Ao fim de todas as tarefas o usuário informaria através do questionário SUS (Tabela 5) sua percepção em relação a presença ou não das adaptações. Toda a interação do usuário com o dispositivo seria filmada - através do aplicativo *AZ Screen Recorder* no próprio dispositivo e também por uma câmera externa - para que uma análise posterior mais detalhada pudesse ser realizada.

3.3.2 Execução

Os participantes deste teste foram voluntários do Instituto Federal de São Paulo - Campus Boituva e Itapetininga - selecionados por conveniência. No total, quatro usuários participaram do teste. Todos os participantes aceitaram o TCLE para uso dos dados e imagens coletadas durante o estudo e utilizaram o mesmo dispositivo durante a realização. Dois deles possuíam o ensino médio completo e dois deles já eram pós-graduados, todos utilizavam a Internet através de dispositivos móveis de forma diária.

Durante a execução do experimento, cada participante foi orientado a preencher questionário para identificação de seu perfil. Foi entregue aos participantes um documento contendo orientações gerais sobre a condução do teste, seus objetivos e as tarefas a serem realizadas (Apêndice E). Ao final das tarefas os participantes foram orientados a preencher o questionário SUS. Este questionário foi respondido pelos participantes a partir de dois tratamentos, primeiramente referente à aplicação original - sem nenhum tipo de adaptação - e logo em seguida em relação às adaptações desenvolvidas. A Figura 10 apresenta um exemplo da interação do usuário durante o experimento.

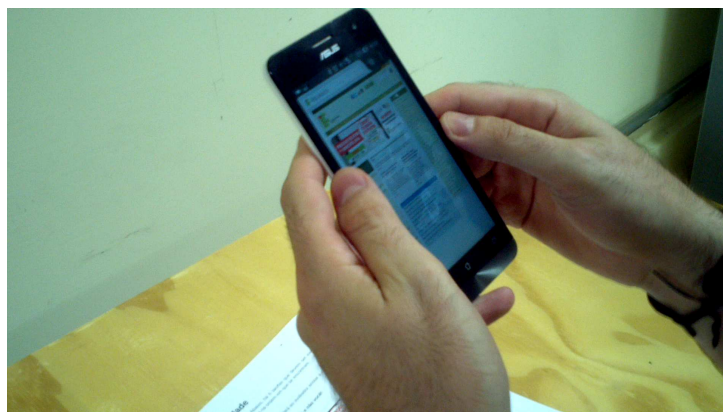


Figura 10 – Usuário durante a realização das atividades.

3.3.3 Análise dos resultados

Todo o conteúdo coletado através das gravações individuais da tela do dispositivo e da câmera externa, e os formulários respondidos foram analisados com o intuito de responder a RQ1. A Tabela 5 apresenta as questões do questionário SUS e a Tabela 6 os resultados coletados de cada usuário. O valor das respostas de cada usuário (de 1 a 5) correspondem aos níveis da escala *Likert* de: 1 para “Discordo Totalmente” até 5 para “Concordo Totalmente” e o caractere * representa os dois tratamentos utilizados: aplicação sem adaptação e aplicação com adaptação.

A partir dos dados, o cálculo da pontuação do SUS foi realizado. O cálculo é realizado da seguinte maneira: (i) subtrai-se 1 da pontuação que o usuário respondeu das

Tabela 5 – Questões SUS.

ID	Questões
1	Eu acho que gostaria de usar essa * frequentemente
2	Eu achei a * desnecessariamente complexo
3	Eu achei a * fácil de usar
4	Eu acho que precisaria de um suporte técnico para ser possível usar essa *
5	Eu achei que as diversas funções dessa * foram bem integradas
6	Eu achei que houve muita inconsistência nesta *
7	Imagino que a maioria das pessoas iria aprender a usar essa * rapidamente
8	Eu achei a * muito complicado de usar
9	Eu me senti muito confiante usando a *
10	Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse continuar a utilizar essa *

Tabela 6 – Dados individuais do questionário SUS.

Questões	Aplicação sem adaptação										Aplicação com adaptação									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
usuário 1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	5	2	5	1	5	1	5	2	5	2
usuário 2	1	4	2	3	2	4	2	4	2	3	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
usuário 3	3	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	5	3	4	3	4	2	3	4
usuário 4	2	1	2	1	2	3	2	3	3	3	4	2	4	1	5	1	3	2	4	1

respostas ímpares; (ii) subtrai-se 5 das respostas pares; e (iii) soma-se todos os valores das dez perguntas e multiplica-se o resultado por 2,5, o resultado é a pontuação final, que está restrita ao intervalo de 0 a 100. O valor 70 é considerado a margem da aceitabilidade, valores abaixo disso sugerem indícios de problemas em relação à usabilidade. Além disso, o questionário permite apurar os índices individuais para critérios como: facilidade de aprendizagem, eficiência, facilidade de memorização, minimização de erros e a satisfação (BROOKE et al., 1996; BANGOR; KORTUM; MILLER, 2009). A Figura 11 apresenta as pontuações gerais.

A pontuação do SUS para a aplicação original apresentou valores abaixo do mínimo esperado (70 pontos) para todos os critérios avaliados. Estes valores sugerem sintomas de problemas relacionados à usabilidade da aplicação original em dispositivos móveis. As dificuldades observadas durante o estudo 3.2 puderam ser observadas novamente como: diversos movimentos de *zoom* e *swipe* para adequação dos elementos da aplicação na tela.

Em relação à aplicação adaptada, os valores foram superiores ao nível mínimo estabelecido indicando que os recursos providos pela adaptação automática e a multimodalidade interferiram de maneira positiva na usabilidade da aplicação. Algumas considerações feitas pelos voluntários no questionário ajudam a sustentar tais constatações: "*Acredito que o uso do adaptador tornou o site mais prático e fácil, diminuiu o tempo de execução de tarefas simples*" e "*O site sem adaptação fez com que o tempo de execução de determinadas*

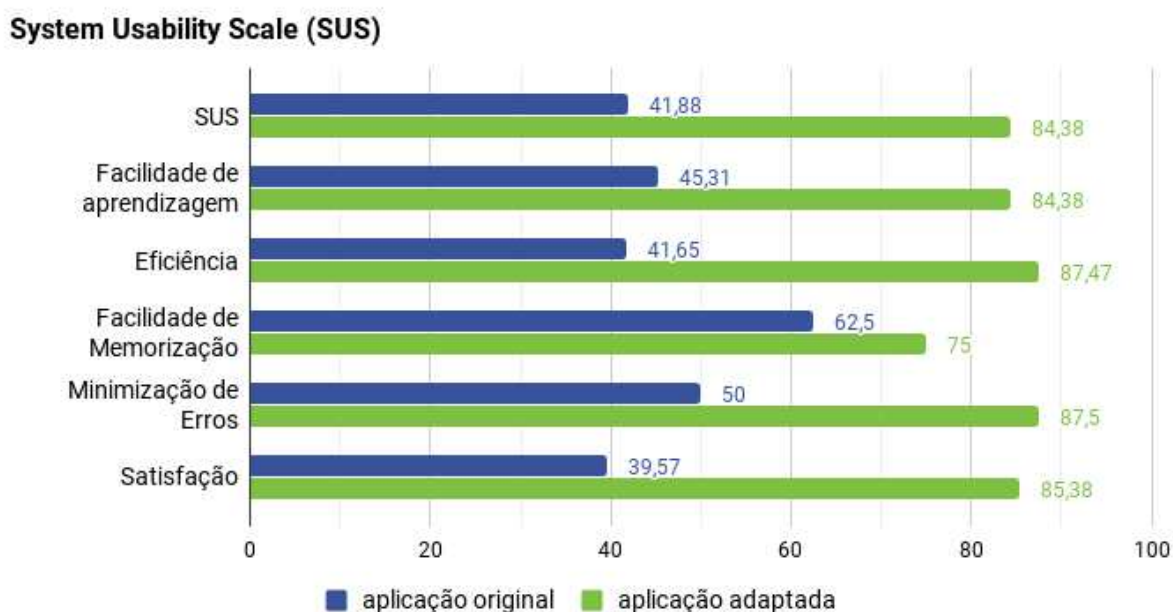


Figura 11 – Pontuação geral obtida no SUS.

tarefas fosse demorado, executar tarefas simples como abrir o menu torna-se um pouco complicado".

3.3.4 Lições aprendidas

A partir dos dados coletados no estudo anterior (Seção 3.2), um protótipo inicial foi implementado oferecendo alguns recursos de adaptação sobre os elementos de interação: menu (modalidade de toque e voz) e galeria de fotos (modalidade de toque e movimentos).

Um teste de usabilidade foi realizado com o objetivo de verificar se as adaptações fornecidas proporcionariam melhoras na adaptabilidade das aplicações do ponto de vista do usuário final. Os resultados apontaram demonstraram o efeito negativo trazido por aplicações não adaptadas para dispositivos móveis, impactando diretamente na experiência do usuário e a resposta positiva quanto à adição de recursos que exploram recursos relacionados à multimodalidade.

Apesar dos dados otimistas pontuados pelo SUS, o teste foi aplicado em relação a todas as adaptações de maneira geral, envolvendo as modificações manuais e as diferentes modalidades de interação proporcionadas. Além disso, o SUS provê um alto nível de subjetividade em sua aplicação (FILARDI; TRAINA, 2008). Neste sentido, considerou-se que era necessário realizar um estudo mais profundo sobre os aspectos de adaptação e uma análise individual para cada forma de interação proporcionada, objetivando um aumento na confiabilidade das conclusões.

3.4 Estudo exploratório sobre adaptação mobile Web a partir de *frameworks front-end*

A partir dos apontamentos das sessões anteriores considerou-se que era necessário realizar um estudo sobre os elementos de interação potencialmente muito utilizados em aplicações Web móveis. Neste segundo estudo consideraram-se aplicações com algum nível de adaptação para *mobile*, pois apesar de ainda existir uma grande quantidade de aplicações Web não adaptadas, trabalhos mostram que a adequação em tais ambientes tem recebido significativa atenção tanto da academia como da indústria através de diversos processos, ferramentas e *frameworks* acerca do tema (ADZIC; KALVA; FURHT, 2011; DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013; ZHANG; LAI, 2011; KAKOUSIS; PASPALLIS; PAPADOPOULOS, 2010).

Neste sentido, o estudo teve como objetivo explorar e verificar as limitações dos FeF quanto à adaptação na interação Web em dispositivos móveis. Os FeF foram escolhidos por serem uma das soluções mais adotadas pelos desenvolvedores Web e o FeF *Bootstrap* por ser amplamente utilizado por desenvolvedores e designers de interação como apresentado anteriormente na Seção 2.4. Além disto, os diferentes *frameworks* com o mesmo propósito oferecem elementos e recursos de interação e adaptação semelhantes ao *Bootstrap*.

Para delimitar o foco do estudo, alguns elementos de interação foram selecionados baseados em sua popularidade, importância de uso, categoria e observações realizadas em estudos anteriores (Seção 3.3). Os elementos selecionados foram: menu, *slideshow* e *input text* das categorias⁶ *navigation*, *dealing with data* e *getting input*, respectivamente (TOXBOE, 2016). Uma investigação acerca das características de utilização do elemento a partir do FeF e os possíveis problemas de interação foi realizada para cada elemento selecionado.

A partir do estudo mostrado na Tabela 3.4, foi verificado que os elementos de interação do FeF atendia apenas adaptações básicas. Considerando os resultados, duas aplicações Web móveis foram desenvolvidas para comparar as adaptações proporcionadas por elas. Uma aplicação nomeada como “base” foi criada utilizando apenas recursos do FeF *Bootstrap*. A aplicação era um museu virtual online que permitia o estudo de História e Artes a partir das obras de um museu. A mesma aplicação foi modificada incrementando-a manualmente com recursos de adaptação o que gerou uma segunda aplicação nomeada como “manual”. A ideia principal seria verificar se o incremento da adaptação traria melhorias na interação sob o ponto de vista do usuário. Os aspectos funcionais das duas aplicações foram desenvolvidas com base em uma linha de produto disponibilizada no projeto “Uma Linha de Produtos de Software para Intensificar o Desenvolvimento de Museus Virtuais com Interação Multimodal” (ZAINA et al., 2015).

⁶ Optou-se por não traduzir os nomes das categorias, mantendo-as com seus nomes nativos de construção.

Categoria: Elemento	Relevância	Características do elemento no Bootstrap	Possíveis problemas de interação
Navigation: Menu	É um dos elementos mais importantes no contexto de dispositivos móveis, pois tem como objetivo auxiliar os usuários na tarefa de navegação. Portanto, ele deve ser consistente em se adaptar ao tamanho limitado da tela do dispositivo, permitindo ao usuário se orientar e interagir com a interface. Eles são vitais para o funcionamento de aplicações Web; Precisam ser utilizáveis independentemente de como os usuários interagem com os aplicativos (ZHANG; LAI, 2011; AHMADI; KONG, 2012; ANTONELLI, 2015; BILLINGHURST; VU, 2015).	O <i>Bootstrap</i> propõe um padrão conhecido como Toggle Menu. Nesse padrão uma lista de opções encontra-se oculta na página até que haja uma interação direta do usuário para expandi-la. Frequentemente ele pode ser identificado através de um ícone na parte superior da página, representado por três barras horizontais, que quando pressionado expande e retrai a navegação para vertical. Para menus com vários níveis de navegação, uma solução Multi-toggle geralmente é utilizada. Nessa solução cada item é expansível e contém a navegação do nível seguinte (ANTONELLI, 2015).	Dependendo da quantidade de itens o Toggle menu pode não ser uma boa opção. A solução nesse caso pode ocupar grande parte da tela e dificultar a navegação do usuário pelo conteúdo principal (ANTONELLI, 2015). Pode ser destacado ainda que: (a) a solução apresentada explora poucos dos recursos disponíveis nos dispositivos móveis; (b) a quantidade de itens pode resultar em uma maior rolagem vertical da página; e (c) um tamanho não adequado dos itens do menu pode dificultar a seleção do conteúdo.
Dealing with data: Slideshow	Também conhecido como <i>carousel</i> , é uma das maneiras mais populares para apresentar fotos. É frequentemente utilizado, particularmente em aplicações Web, para atrair a atenção dos usuários; e considerado uma função indispensável em muitos sistemas de gerenciamento de imagens. Além de possibilitar a economia de espaço vertical (W3C, 2016; CHEN et al., 2006).	Na solução provida pelo Bootstrap, o usuário pode interagir somente através de toques na tela em dois pontos diferentes: (1) nas laterais esquerda e direita da imagem através de um ícone representado por uma seta e (2) através de pequenas circunferências na parte inferior da imagem, representando cada uma das imagens da galeria.	Para uma navegação móvel a galeria pode apresentar alguns problemas referentes a forma de interação: i) limitação da interação a toques na tela não permitindo nenhum outro tipo de movimento, ii) tamanho reduzido dos elementos disponíveis na tela e iii) dificuldade de visualização dos elementos de controle.
Getting input: Input text	Um dos elementos mais utilizados em ambientes Web é a caixa de texto por proporcionar a possibilidade de entrada de dados pelos usuários. Ele pode ser utilizado para captura simples de dados e como recurso de entrada para funções mais complexas como a busca. A busca é apenas uma forma de interação com usuário através da entrada de dados (ADZIC; KALVA; FURHT, 2011; AHMADI; KONG, 2012).	A maneira da captura de dados através da caixa de texto apresentada pelo Bootstrap é somente através da digitação pelo teclado virtual do smartphone.	Para o teste, a entrada de dados foi usada como uma função de pesquisa na aplicação. O recurso de pesquisa fornece ao usuário um método rápido e eficiente para encontrar informações através de palavras-chave. Contudo, a digitação dos termos em dispositivos móveis pode não ser eficiente (ZHANG; LAI, 2011; AHMADI; KONG, 2012).

Tabela 7 – Estudo dos elementos de interação

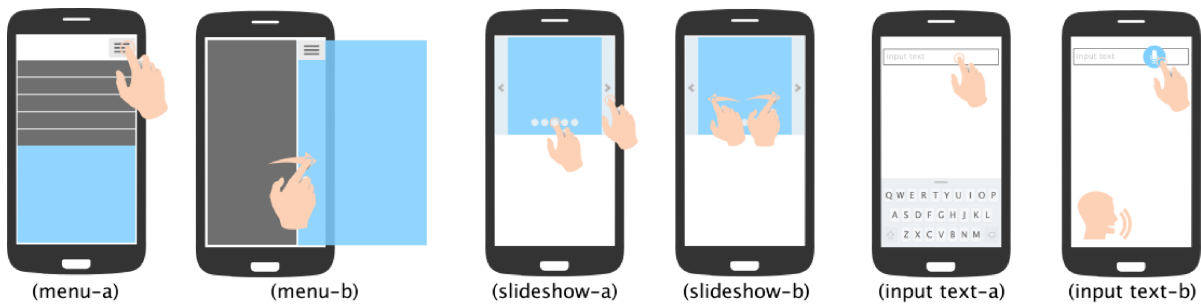


Figura 12 – Soluções para os elementos Menu e Slideshow

Tanto a aplicação base quanto a modificada - manual - continham cada um dos elementos apresentados na Tabela 3.4. Na aplicação manual foram feitas alterações nos elementos para que estes se adaptassem as particularidades dos dispositivos móveis. Além disto, a característica de multimodalidade foi adicionada aos elementos utilizados, seguindo as recomendações de Adzic (ADZIC; KALVA; FURHT, 2011) et al. que afirmam que este recurso pode tornar a aplicação mais flexível às diferentes necessidades do usuário final. As modalidades adicionadas foram a de gestos 2D - divididas em gestos da superfície (movimentos de deslizar o dedo - *swipe*) e toque (os toques na tela - *tap*) - e fala. A seguir são descritas as adaptações realizadas em cada um dos elementos.

A solução proposta pelo *Bootstrap* para o elemento menu, conhecida como *Toggle* ou *Hamburger Menu* foi substituída pelo padrão *Side Menu*. Nesse padrão, através de um botão no topo da página os usuários revelam o conteúdo do menu em um dos lados da página. Essa solução é mais adequada visto que o menu pode suportar uma quantidade maior de opções além de tornar a experiência de navegação semelhante às aplicações nativas (ANTONELLI, 2015). Além disso, a multimodalidade foi adicionada, permitindo ao usuário realizar movimentos *swipe* em qualquer ponto da aplicação para revelar o menu. A Figura 12 ilustra a solução provida pela aplicação base (menu-a) e a adaptação realizada (menu-b).

Para o elemento *slideshow*, a solução provida pelo *Bootstrap* permite a interação somente através da modalidade de toque em dois pontos diferentes: (1) nas laterais esquerda e direita da mídia através de um ícone representado por uma seta e (2) através de pequenas circunferências na parte inferior da mídia. Essa solução recebeu uma adaptação que permitia ao usuário a possibilidade de utilizar movimentos de (*swipe*) nas mídias além das interações tradicionais. Essa solução traria uma navegação mais natural e próxima das soluções encontradas em aplicativos nativos. A Figura 12 exemplifica a solução provida pela aplicação base (slideshow-a) e a adaptação realizada (slideshow-b).

Por fim, o elemento *input text*, que permite a captura de dados do usuário, foi alterado. A maneira tradicional proporcionada pelo elemento e seguida pelos *frameworks* é a entrada de dados através do teclado virtual do dispositivo. Essa solução recebeu

uma alteração que possibilitou o uso da voz para a entrada de dados, permitindo uma diversidade de interação. A Figura 12 mostra a solução provida pela aplicação base (input text-a) e a adaptação realizada (input text-b).

Um experimento controlado foi planejado e conduzido após o desenvolvimento das aplicações (base e manual). O objetivo do experimento foi verificar a aceitação ou não dos aspectos de adaptação introduzidos a partir da percepção dos usuários finais. Para organização do estudo seguiu-se as diretrizes de Wohlin et al (WOHLIN et al., 2012) para experimentos controlados através das fases de planejamento, execução e avaliação dos resultados que são descritas a seguir. A Tabela 8 apresenta a ficha técnica do experimento seguido do objetivo segundo o paradigma GQM.

Tabela 8 – Ficha técnica do estudo exploratório EEIII

Objetivo	Verificar a aceitação ou não dos aspectos de adaptação introduzidos a partir da percepção dos usuários finais.
Metodologia:	Aplicação experimento controlado. Os usuários utilizaram os elementos de interação das aplicações. Questionário SAM
Local:	IFSP Campus Itapetininga
Período:	Abril de 2016
Nº de participantes:	18

O objetivo proposto foi:

Analisar os aspectos de adaptação

Com o propósito de avaliar;

Com respeito a eficiência de uso e a satisfação;

Do ponto de vista de usuários finais;

No contexto de uso de aplicações Web móveis;

3.4.1 Planejamento

O planejamento é composto pela formulação das hipóteses, seleção de variáveis e participantes, projeto do experimento e as considerações sobre sua validade. Esses elementos resultam na preparação do experimento para execução. Inicialmente, duas questões de pesquisa (RQ - *Research Question*) e quatro hipóteses que direcionariam o estudo foram definidas:

- **RQ1:** as adaptações realizadas pelo uso dos recursos de Web design responsivo do *Bootstrap* são mais eficientes quando comparadas às adaptações incrementadas manualmente?

- **H01**: Não existe diferença significativa na eficiência das adaptações manuais em relação às adaptações base.
- **HA1**: Existe diferença significativa na eficiência das adaptações manuais em relação às adaptações base.
- **RQ2**: os usuários apresentam maior satisfação ao utilizar as adaptações incrementadas manualmente em relação as realizadas a partir dos recursos de Web design responsivo do *Bootstrap*?
 - **H02**: Não existe diferença significativa na satisfação dos usuários em relação às adaptações manuais em relação às tradicionais.
 - **HA2**: Existe diferença significativa na satisfação dos usuários em relação às adaptações manuais em relação às tradicionais.

Um total de três tarefas foram elaboradas embasadas nas interações proporcionadas por cada elemento selecionado. Cada tarefa possuía dois tratamentos em relação às adaptações base e manual: **T1 - menu** o usuário navegaria através do menu para encontrar um item específico dentre os disponíveis; **T2 - *slideshow*** analogamente a anterior, o usuário navegaria pela galeria de fotos até encontrar uma imagem específica; e **T3 - caixa de texto** os usuários deveriam preencher o campo com um termo de busca utilizando uma palavra chave. Um tutorial guia foi desenvolvido para auxiliar os usuários durante a realização das tarefas.

Para responder a RQ1, as seguintes métricas foram definidas: tempo de realização das tarefas e número de movimentos - baseando-se na definição de tarefas que contemplassem os elementos. Para responder a RQ2, o SAM (*Self-Assessment Manikin*) foi adotado. O SAM é uma técnica de avaliação pictórica não-verbal que visa a medir a emoção em termos de satisfação, motivação e dominância que estão associados com a reação de uma pessoa a algum tipo de estímulo. As respostas são avaliadas em três dimensões: satisfação (reações emocionais positivas ou negativas), motivação (estimulação do corpo a partir da experiência) e dominância ou sentimento de controle (sensação de estar no controle da situação ou controlado por ela). Todas as dimensões utilizam uma escala com valores de 1 a 9 em que o usuário classifica aquela que melhor representa suas emoções naquele instante (BRADLEY; LANG, 1994).

Um questionário pré-experimento e um teste piloto foram elaborados para complementar a coleta. O questionário capturava informações sobre o perfil dos participantes, tais como: idade, nível de escolaridade, frequência de acesso à Internet por meio de dispositivos móveis e frequência de uso dos recursos do dispositivo. O teste piloto contou com a participação de duas pessoas. Seu objetivo foi verificar se as instruções e procedimentos eram suficientemente claros e objetivos para o experimento.

Após o teste piloto as etapas a seguir foram definidas para condução do experimento:

- **Apresentação:** explicação sobre o objeto de estudo, instruções iniciais de como ocorreria o experimento e como a avaliação seria realizada além da apresentação do TCLE (Apêndice A).
- **Questionário perfil do usuário:** nesta etapa os usuários responderiam um questionário composto de sete perguntas sobre a sua frequência de utilização de dispositivos móveis (Apêndice B).
- **Realização das tarefas:** cada usuário realizaria um conjunto de tarefas pré-estabelecidas. Ao fim de cada tarefa o usuário informaria através de um questionário sua percepção em relação a interação com o elemento que era foco do estudo (Apêndice F). Toda a interação do usuário com o dispositivo seria filmada⁷ para que uma análise posterior mais detalhada pudesse ser realizada. Também seria adotada uma ferramenta desenvolvida pelo pesquisador para captura de dados - tempo de realização das tarefas e número de movimentos.

A ferramenta de captura utilizada foi desenvolvida pelo autor deste trabalho através da linguagem de programação Javascript e configurada para observar cada uma das tarefas definidas pelos participantes. Durante a realização das tarefas, a ferramenta coletava o tempo de realização de cada tarefa e o número de movimentos realizados pelo usuário durante a interação com a aplicação. Os movimentos observados foram: *tap*, *double tap*, *long tap swipe* e *pinch*. A Figura 13 apresenta um exemplo dos dados armazenados pela ferramenta em formato JSON - *JavaScript Object Notation* no navegador do usuário através da utilização da API *Web Storage* (1) (W3C, 2016) durante a realização do experimento. Após ao término de todas as tarefas, a ferramenta enviava os dados para um aplicação Web simples que armazenava as informações em um banco de dados e as disponibilizava em uma página Web (2) para consulta.

3.4.2 Execução

Os participantes deste estudo foram alunos voluntários do Instituto Federal de São Paulo - campus de Itapetininga - do curso de Manutenção e Suporte em Informática, selecionados por conveniência. Todos os participantes aceitaram TCLE para uso dos dados e imagens coletadas durante o estudo. Participaram do estudo usuários que já tinham o hábito de uso diário de dispositivos móveis, no caso específico, *smartphones*, a fim de que não houvesse vieses sobre o conhecimento da interação em pequenos dispositivos.

⁷ O software utilizado para gravação foi o *AZ Screen Recorder* que possibilita a gravação da interação dos usuários.

ID	USER	TYPE	CREATED	DATA				
49	168129	PS	20/05/16 15:25:56	ID	timeElapsed	totalEvents	sat	con
				adp-tuto-menuSA	12.238	11	9	9
				adp-tuto-menuCA	30.93	17	7	7
				adp-tuto-galeSA	32.105	28	8	8
51	168129	PS	20/05/16 15:40:10	ID	timeElapsed	totalEvents	sat	con
				adp-tuto-menuSA	10.645	10	8	8
				adp-tuto-menuCA	5.347	4	9	9
				adp-tuto-galeSA	13.134	9	9	9
				adp-tuto-galeCA	10.989	9	9	8

Figura 13 – Exemplo dados coletados pela ferramenta de captura

Um total de 18 usuários participaram do experimento. A grande maioria com idades entre 16 a 18 anos (72.2%), cursando o ensino médio (77.8%), e com acesso frequente à Internet através de dispositivos móveis - 94.4% acessando todos os dias. O experimento foi realizado em duas etapas por questões de infraestrutura. A primeira etapa contou com a participação de 8 usuários na realização das tarefas T1 e T2 e a segunda com 10 participantes na tarefa T3. Essa divisão ocorreu devido à tarefa T3 necessitar da utilização de recursos da Internet, a qual não estava disponível no exato momento da execução da primeira etapa.

Uma explicação inicial foi realizada na condução do experimento a respeito dos objetos de estudo e o processo de avaliação a ser utilizado. O modelo de apresentação das tarefas - disponíveis de forma textual na própria tela do dispositivo - foi apresentado aos usuários (Apêndice F). Eles não tiveram tempo estabelecido para o término das tarefas e todos utilizaram o mesmo dispositivo (essa medida foi tomada por questões de preservação dos usuários quanto às gravações⁸). Antes do início das tarefas os usuários responderam a um questionário de perfil. Durante a execução, ao término de cada tarefa o participante respondia o questionário SAM. A Figura 14 apresenta um exemplo de usuário interagindo durante o experimento. Uma avaliação foi conduzida a partir dos dados coletados após a execução e está descrita a seguir.

3.4.3 Análise dos Resultados

Todo o conteúdo coletado de forma automática e as gravações individuais foram analisados em busca das métricas estabelecidas e outras possíveis informações relevantes. As análises buscaram resultados sobre a eficiência - dada pelo número de movimentos e tempo de execução das tarefas - e sobre nível de satisfação do usuário através dos dados levantados pelo SAM.

A Tabelas 3.4.3 e 3.4.3 apresentam os dados coletados por usuário em cada tarefa e

⁸ O AZ Screen Recorder necessita de versão e plataforma específicas para funcionar e as gravações ficam armazenadas no dispositivo.



Figura 14 – Usuário interagindo com o dispositivo durante o experimento

seu respectivo tratamento considerando: grupo (GR) subdivido em PB para aqueles usuários que utilizaram primeiramente a adaptação base e PM aos que utilizaram primeiramente a adaptação manual, tempo em milissegundos (TE), número de movimentos para realização da tarefa (NM), índice de satisfação (IS) e índice de controle (IC). Reforçando que os usuários que executaram as tarefas T1 e T2 são diferentes dos que executaram T3. As análises foram separadas em subseções focadas em cada elemento avaliado onde as hipóteses delineadas na Seção 3.4.1 foram verificadas.

ID	GR	T1 _B (menu base)				T1 _M (menu manual)				T2 _B (slideshow base)				T2 _M (slideshow manual)			
		TE	NM	IS	IC	TE	NM	IS	IC	TE	NM	IS	IC	TE	NM	IS	IC
1	PB	10645	10	8	8	5347	4	9	9	13134	9	7	9	10989	9	9	8
2	PB	16196	8	8	5	1405	8	7	8	20582	14	5	5	9122	10	9	9
3	PB	12173	8	9	8	4902	4	9	8	12146	10	8	8	8701	9	8	8
4	PB	10012	8	7	5	6023	4	8	8	20143	12	5	3	13654	9	7	8
5	PM	8443	6	7	7	8657	5	6	8	18581	10	8	8	13580	9	8	8
6	PM	11219	7	9	9	5343	3	9	8	18261	10	6	9	13297	9	9	9
7	PM	9942	7	6	6	6934	5	9	8	16711	13	5	5	13449	10	8	8
8	PM	36400	18	9	9	8092	4	9	9	18675	10	8	9	14957	10	9	9

Tabela 9 – Resultados por usuário das Tarefas 1 e 2.

ID	GR	T3 _B (busca base)			T3 _M (busca manual)		
		TE	IS	IC	TE	IS	IC
9	PB	38002	9	9	26005	9	9
10	PB	15981	8	9	5989	9	9
11	PB	46011	5	5	7999	9	9
12	PB	21003	8	9	23987	8	9
13	PB	29018	9	9	13019	9	9
14	PM	17009	7	8	24013	7	7
15	PM	11001	7	9	11987	9	9
16	PM	22011	4	9	12976	9	9
17	PM	16015	7	8	6000	8	9
18	PM	16989	1	7	10992	8	8

Tabela 10 – Resultado por usuário da Tarefa 3.

3.4.3.1 Elemento menu

Oito voluntários realizaram a tarefa T1 (elemento menu) utilizando tanto a adaptação base como a manual. O teste *Wilcoxon* pareado foi utilizado para as métricas de

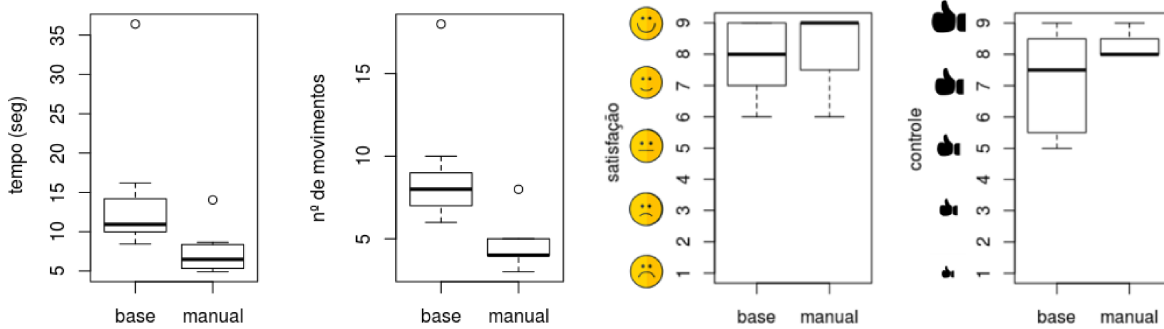


Figura 15 – Esquerda: Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa envolvendo o elemento menu. Direita: Índices de satisfação e controle em relação as adaptações no menu.

tempo de realização das tarefas ($p = 0.01563$) e número de movimentos ($p = 0.01562$), pois ambas as amostras não possuíam distribuições normais. Os valores de $p < 0,10$ juntamente com as medianas observadas na Figura 15, sugerem um decréscimo tanto no número de movimentos quanto no tempo. A partir dos dados, é possível rejeitar H_01 e aceitar a hipótese alternativa $HA1$. Ou seja, existem indícios de diferença significativa na eficiência da adaptação manual em relação às adaptações bases fornecidas pelo FeF *Bootstrap*.

Os *outliers* observados na Figura 15, em ambos os gráficos, podem ser explicados pela falta de atenção de dois usuários específicos ao realizar a tarefa. Nas gravações, foi possível observar o esquecimento dos usuários sobre o que exatamente deveriam fazer, ocasionando um aumento no tempo e número de movimentos para completar a tarefa.

Com relação à satisfação do usuário, foi possível observar a diferença entre as medianas dos dois grupos (Figura 15) onde a maioria dos usuários se concentraram no nível máximo de satisfação para a adaptação manual em relação a adaptação base. O gráfico referente ao sentimento controle mostra uma concentração ainda maior dos usuários nas escalas superiores do SAM para a adaptação manual e uma distribuição maior para a base. Tais resultados foram obtidos a partir da modificação do menu, que através do trabalho da multimodalidade proporcionou uma maior aproximação às aplicações tradicionais dos smartphones, criando um sentimento maior de controle dos usuários. Dessa maneira, a partir dos dados é possível aceitar a hipótese alternativa $HA2$ rejeitando assim a H_02 .

As adaptações colaboraram com alguns pontos importantes: (a) diminuição da rolagem vertical - o usuário pôde de qualquer lugar da aplicação acionar o menu; (b) aproximação maior da experiência de navegação às aplicações nativas; e (c) diminuição do número de movimentos para menus mais complexos.

De maneira geral, constatou-se uma melhora tanto na eficiência da realização das tarefas - através das métricas de número de movimentos e tempo de realização - como na satisfação, observados pelos graus de satisfação e controle classificados pelos usuários. As

melhorias resultaram em uma minimização da necessidade da rolagem vertical, essencial para mecanismos de adaptação (ZHANG; LAI, 2011).

3.4.3.2 Elemento slideshow

Oito usuários realizaram a tarefa T2 (slideshow) com as adaptações base e as adaptações manuais. O conjunto de dados relacionado ao tempo despendido seguia uma distribuição normal, logo o *t-test* pareado foi aplicado ($p = 0.001706$). Para o número de movimentos o *Wilcoxon* pareado foi utilizado ($p = 0.03125$) visto que os dados, nesse caso, não seguiam uma distribuição normal.

Os resultados indicaram indícios de uma melhora significativa no tempo de realização das tarefas, justificado pela facilidade de utilização e adequação da interação ao dispositivo móvel. O mesmo não pode ser observado em relação ao número de movimentos, porém tratava-se de algo previsível, visto que a quantidade de movimentos permaneceu a mesma, apenas o modo de interação foi alterado.

A Figura 16 auxilia a complementar os resultados dos testes, mostrando uma diferença significativa da mediana em relação ao tempo e uma diferença quase nula nos movimentos. O outlier destacado é referente a um usuário que realizou mais movimentos, pois se esqueceu do item específico a ser encontrado na tarefa. Os dados mencionados corroboram para uma rejeição da hipótese nula H01 e um aceite da hipótese alternativa HA1, mostrando indícios de uma diferença significativa na eficiência da adaptação manual em relação às adaptações bases fornecidas pelo *Bootstrap*.

Os dados coletados através do SAM para o elemento *slideshow* são exibidos na Figura 16. Eles sugerem um aumento na satisfação dos usuários em relação à galeria de fotos adaptada. Enquanto a solução base dividiu as opiniões dos usuários, a adaptação manual concentrou-se no maior nível da escala. No índice de controle as medianas permaneceram a mesma, porém é possível observar uma grande distribuição dos índices na adaptação base justificando as dificuldades encontradas pelos usuários na utilização do elemento. Através dos dados e das observações é factível rejeitar a hipótese nula H02 e aceitar a hipótese alternativa HA2.

Além dos dados, algumas observações importantes puderam ser extraídas do experimento: (i) os usuários tentaram realizar o movimento de *swipe* na galeria mesmo com as instruções explicitando a utilização da maneira tradicional (através do toque) destacando a interação esperada dos usuários para o componente; (ii) os usuários apresentaram dificuldades ao clicarem nas setas tradicionais por serem de tamanho reduzido resultando num maior número de movimentos na realização da tarefa. (iii) os usuários tiveram dificuldades de encontrar os ícones no formato de setas utilizados para navegação devido ao seu tamanho reduzido e a transparência aplicada ao elemento (Figura 17 ilustra este

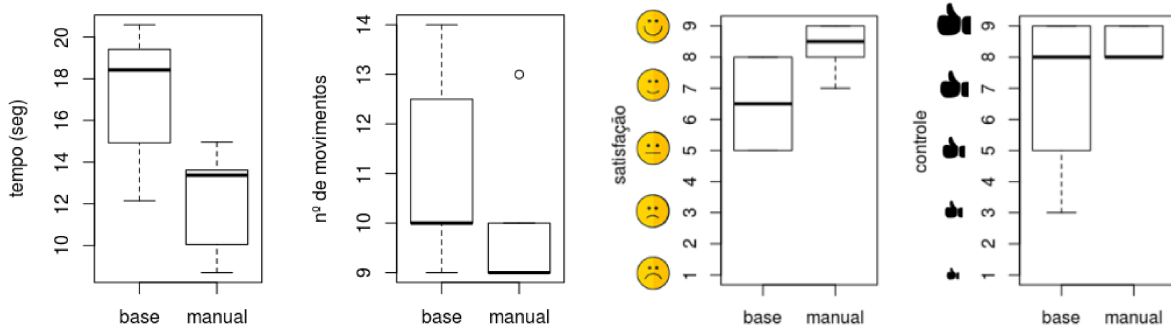


Figura 16 – Esquerda: Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa na galeria de fotos. Direita: Índices de satisfação e controle em relação as adaptações no *slideshow*.



Figura 17 – Dificuldades de visualização no *slideshow*

cenário); e (iv) a solução apresentada utiliza a pseudo-classe *hover*⁹ do CSS com o objetivo de aumentar a opacidade das setas de navegação da galeria, porém a utilização do *hover* apresenta problemas em plataformas móveis (MOZILLA, 2016).

Através da aproximação da interação ao ambiente móvel e a atenuação de alguns problemas não endereçados pelo *framework* constata-se, de maneira geral, uma melhora no tempo de realização das tarefas e na satisfação do usuário na utilização do componente adaptado.

3.4.3.3 Caixa de texto

Um total de dez voluntários participaram da avaliação do *input text*. Nesta etapa, apenas o tempo de realização das tarefas foi observado, já que na modalidade de voz nenhum movimento se faz necessário. Devido à amostra possuir uma distribuição normal, o *t-test* pareado foi utilizado e resultou em um valor de $p = 0.04892$. O tempo de realização

⁹ estado onde o usuário se encontra com um dispositivo apontador sobre algum elemento.

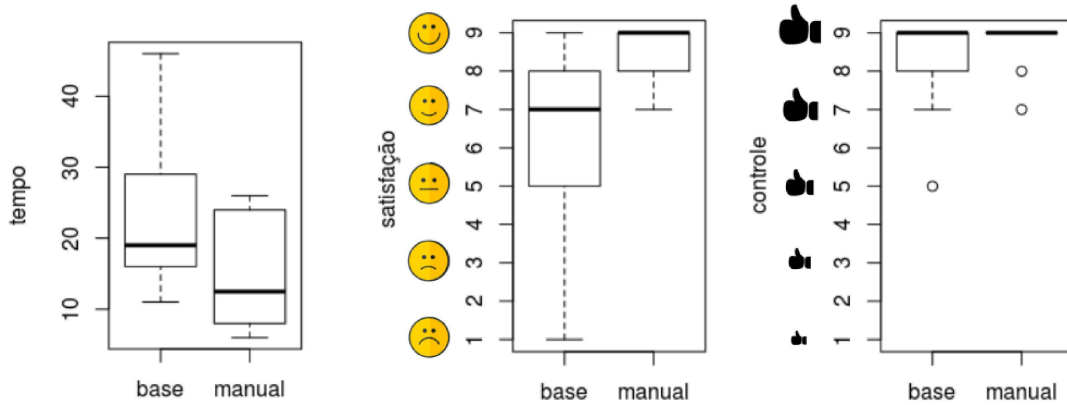


Figura 18 – Tempo para realização da tarefa, índices de satisfação e controle referentes ao elemento de caixa de texto.

das tarefas juntamente com os valores das medianas mostradas na Figura 18 sugerem a rejeição da hipótese nula $H01$ e o aceite da hipótese alternativa $HA1$, refletindo indícios de uma diferença significativa na adaptação manual em relação às adaptações bases fornecidas pelo *framework front-end*.

A Figura 18 mostra os índices de satisfação e controle dos usuários ao utilizar a entrada de dados base (apenas textual) e manual (utilizando recursos de voz). É possível perceber um aumento na satisfação com a maioria dos usuários se situando no valor mais alto da escala para adaptação manual. Tal aumento pode ser resultado da diminuição de erros proporcionada pela modalidade vocal. No teste, 80% dos usuários cometeram um ou mais erros na digitação do termo de pesquisa através do teclado do *smartphone* e esses mesmos usuários não cometeram erros ao pronunciar o termo. Em relação ao índice de controle a mudança foi pouco perceptiva e esperada - os dois métodos são comumente utilizados pelos usuários mesmo que o recurso de voz apareça com maior frequência em aplicações nativas - logo os usuários não possuíram maiores dificuldades em sua utilização garantindo um grau de controle aproximado para ambas as adaptações.

A partir das informações coletadas, torna-se possível a rejeição da hipótese nula $H02$ e o aceite da hipótese alternativa $HA2$, indicando indícios de uma diferença significativa quanto à satisfação dos usuários.

3.4.4 Ameaças à Validade

Com o objetivo de anular possíveis ameaças do experimento algumas estratégias foram adotadas considerando quatro níveis de tratamento: validade interna (i), externa (ii), de construção (iii) e de conclusão (iv) (WOHLIN et al., 2012).

As tarefas foram embaralhadas, logo o item pedido para ser localizado no menu base era diferente do item no menu adaptado. A mesma situação foi aplicada para a galeria de fotos. Isto foi realizado, pois no experimento piloto fora observado que a interação do

usuário melhorava à medida que ele já conhecia o elemento e sua localização, o que poderia influenciar a coleta dos dados (i).

Como mencionado na seção de estratégias de seleção, foram selecionados usuários que estão acostumados a utilizar *smartphones*, afim de que pudessem realizar todas as tarefas e dar sua opinião quanto a utilização, representando assim uma parcela da população de usuários comuns (ii).

Os usuários foram separados em dois grupos iguais de forma randômica para que a ordem de utilização das adaptações pudesse ser modificada. Logo metade do grupo utilizou primeiramente as adaptações base do *Bootstrap* e logo após as adaptações propostas e o outro grupo fez exatamente a ordem inversa. A ideia era evitar qualquer tipo de influência em relação a alguma adaptação específica. Desta maneira, os usuários estariam avaliando duas adaptações diferentes e julgando aquela que em sua opinião se sobressaísse (iii).

Uma ferramenta de captura - do número de movimentos e do tempo de realização - foi desenvolvida e utilizada para coleta automática de dados. Ela auxiliou na triangulação dos dados através das gravações, observações e coleta automática, proporcionando um nível maior de confiança das informações coletadas (iv).

3.4.5 Lições aprendidas

O objetivo principal do estudo foi explorar e verificar as limitações da adaptação Web para dispositivos móveis através de estudo exploratório comparando a adaptação de elementos de interação realizadas pelos *frameworks front-end* com adaptações manuais mais fidedignas à aplicação a dispositivos móveis; levando em consideração a satisfação do usuário e a eficiência de uso.

Um experimento controlado em laboratório foi realizado com a participação de dezoito voluntários. Todos os participantes utilizaram um *smartphone* ASUS ZenFone 5 e realizaram um total de três tarefas, cada uma com dois tratamentos - utilizando a adaptação base e a adaptação manual. Durante a realização, dados de tempo, número de movimentos, índices de satisfação e controle foram extraídos dos usuários, através de ferramenta de coleta automática, das gravações e do questionário SAM. Todos os dados foram combinados e analisados através de testes estatísticos para verificar a significância das variáveis e a validade das hipóteses testadas.

O estudo apontou evidências das lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de *frameworks front-end* - em relação às necessidades dos usuários, sugerindo algumas soluções e abrindo caminho para novas investigações. As avaliações realizadas no estudo demonstraram que as soluções resultantes da adição da multimodalidade e das adaptações automáticas propiciaram uma alteração positiva na satisfação dos usuários quanto à utilização dos elementos de interação.

Não foram encontrados trabalhos específicos que avaliem os problemas de interação encontrados nos FeF. Logo, uma visão simplificada da perspectiva voltada a esse nicho de soluções foi explorada, ressaltando sua importância, suas características e as possíveis implicações para uma melhora nas soluções tradicionais. Este estudo é importante para abrir discussões sobre possíveis alterações a serem realizadas nos *frameworks* com o intuito de proporcionar uma melhora nas soluções tradicionais.

Por fim, a utilização frequente desses tipos de *frameworks* para desenvolvimento *mobile* e as adversas necessidades dos usuários faz com que seja necessário explorar a multimodalidade e a adaptação automática oferecendo novas possibilidades; e não deixando somente a cargo dos desenvolvedores a responsabilidade da criação de soluções adequadas às necessidades dos usuários, aos contextos de utilização e às características dos dispositivos.

3.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o resultado das três atividades exploratórias que juntamente com o estudo bibliográfico foram a base para a elaboração e o refinamento da proposta.

A primeira atividade buscou explorar as dificuldades encontradas em aplicações Web sem previsão de adaptação; A segunda, verificar a usabilidade proporcionada pela adição de adaptações automáticas e da multimodalidade - em aplicações originalmente não adequadas para dispositivos móveis - a partir da percepção dos usuários finais. Por fim, a terceira procurou explorar e verificar as limitações da adaptação Web móvel comparando a adaptação de elementos de interação realizadas por FeF com adaptações manuais mais fidedignas à aplicação a dispositivos móveis; levando em consideração a satisfação do usuário e a eficiência de uso.

Os dois primeiros estudos (i e ii) resultaram na monografia: “*Adaptação de elementos de interação Web em dispositivos móveis*” para obtenção do título de Especialista em Tecnologias para Aplicações Web da Universidade do Norte do Paraná.

O terceiro estudo exploratório (EEIII) resultou na publicação do artigo: “*Um estudo exploratório comparativo sobre adaptação Web móvel em frameworks front-end na perspectiva dos usuários finais*” no XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais de 2016. Este artigo foi premiado com o terceiro lugar entre os melhores artigos completos do evento e recebeu o convite para a publicação de uma versão estendida no *SBC Journal on Interactive Systems (JIS)*.

4 HyMobWeb

4.1 Considerações iniciais

O estudo dos trabalhos correlatos (Seção 2) apresentou diversas propostas para adaptação de interface Web e apontou as suas deficiências. Dentre elas classificou os FeF como sendo uma das soluções mais utilizadas e destacou suas limitações relacionadas às questões de sensibilidade ao contexto à multimodalidade que impactam diretamente na experiência do usuário.

O primeiro estudo exploratório (Seção 3.2) traçou um perfil de usuário que comumente acessa a Internet e consome seu conteúdo, identificou as dificuldades enfrentadas por estes na utilização de aplicações Web não adaptadas e destacou o uso limitado dos recursos providos pelo dispositivo. O segundo estudo (Seção 3.3) demonstrou o impacto negativo causado pela não adequação das aplicações aos dispositivos e a resposta positiva quanto à adição de recursos que exploram aspectos relacionados à multimodalidade e adaptações automáticas em aplicações Web.

O terceiro estudo (Seção 3.4) apontou evidências das lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de FeF - em relação às necessidades dos usuários. Demonstrou que as soluções resultantes da adição da multimodalidade e das adaptações automáticas propiciaram uma alteração positiva na satisfação dos usuários e ainda que a utilização frequente desses tipos de *frameworks* e as adversas necessidades dos usuários faz com que seja necessária a exploração de novas possibilidades; e não deixando somente a cargo dos desenvolvedores a responsabilidade na implementação de soluções adequadas às necessidades e características provenientes do contexto dos usuários.

Neste sentido, a partir dos levantamentos bibliográficos e os resultados obtidos pelos estudos exploratórios que ajudam a sustentar as proposições levantadas nos trabalhos correlatos, a abordagem HyMobWeb foi elaborada.

4.2 Proposta

HyMobWeb é uma abordagem híbrida de adaptação de interface Web sensível ao contexto com suporte a multimodalidade para dispositivos móveis. A estratégia híbrida utilizada pela abordagem é uma combinação das duas principais estratégias para adaptação de interface: estática e dinâmica. A estratégia híbrida permite a adaptação em diferentes momentos através da combinação da estratégia estática (antes do tempo de execução) e da dinâmica (reconfiguração durante a execução) (KAKOUSIS; PASPALLIS;

PAPADOPOULOS, 2010; CIRILO et al., 2010).

A abordagem HyMobWeb é formada pela expansão dos aspectos relacionados à combinação de diferentes modos de interação (**multimodalidade**) e da capacidade de adaptação da aplicação em relação às variáveis que compõem o contexto do usuário (**sensibilidade ao contexto**). Tais aspectos são considerados como dimensões fundamentais para sistemas adaptativos pois permitem a melhora na usabilidade global dos dispositivos móveis, na interação do usuário com os dispositivos e no desempenho individual do usuário na utilização da aplicação. O uso de tais dimensões é importante para flexibilidade de interação do usuário nos dispositivos (RAMOS; BETINI, 2014; DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013; MANCA et al., 2013).

Além disso, os experimentos realizados demonstraram que a exploração de tais aspectos corrobora para uma melhora na interação do usuário para com as aplicações. Esta melhora pode significar tanto aumento na eficiência como na satisfação dos usuários na utilização dos elementos de interação. Os estudos mostraram ainda que uma das principais soluções quanto à adaptação de aplicações para dispositivos móveis - os FeF baseados nas técnicas do RWD - apresentam deficiências em relação aos aspectos considerados essenciais para os sistemas adaptativos.

Nesta direção, a abordagem HyMobWeb, através da estratégia híbrida de adaptação, oferece aos desenvolvedores novas possibilidades para trabalhar com a adaptação de interface Web móvel através da exploração de recursos referentes à multimodalidade e a sensibilidade ao contexto. A abordagem utiliza a sensibilidade ao contexto sem a necessidade de um agente inteligente para a realização das adaptações nas aplicações através da disponibilização das informações do contexto externo do usuário aos desenvolvedores.

O funcionamento da abordagem é dividido em dois momentos referenciados pela adaptação estática e dinâmica como é mostrado na Figura 19. O fluxo da adaptação estática é apresentado na etapa (A) da ilustração. Nele, a partir da aplicação construída pelos FeF (1a), que servem de base para a extensão (2a), os desenvolvedores utilizam da DSL encapsulada pela extensão (2.1a), para fazer marcações no código da aplicação dos elementos que devem sofrer adaptações (3a).

A partir da especificação dos pontos de código e elementos que podem ser adaptados - etapa A - a HyMobWeb promove a adaptação dinâmica através de um motor de adaptação - etapa B. Na adaptação dinâmica, o motor de adaptação verifica as marcações que foram inseridas no código pela adaptação estática (1b), interpreta tais informações e delega para os gerenciadores multimodal (2.1b) e de contexto (2.2b). O gerenciador multimodal é responsável pelas adaptações referentes às modalidades de interação dos elementos. O gerenciador de contexto é encarregado de constantemente analisar alterações nas variáveis que compõem o contexto do usuário e realizar as adaptações necessárias. Por fim, o motor de adaptação retorna o código necessário das adaptações para a aplicação (4b). As etapas

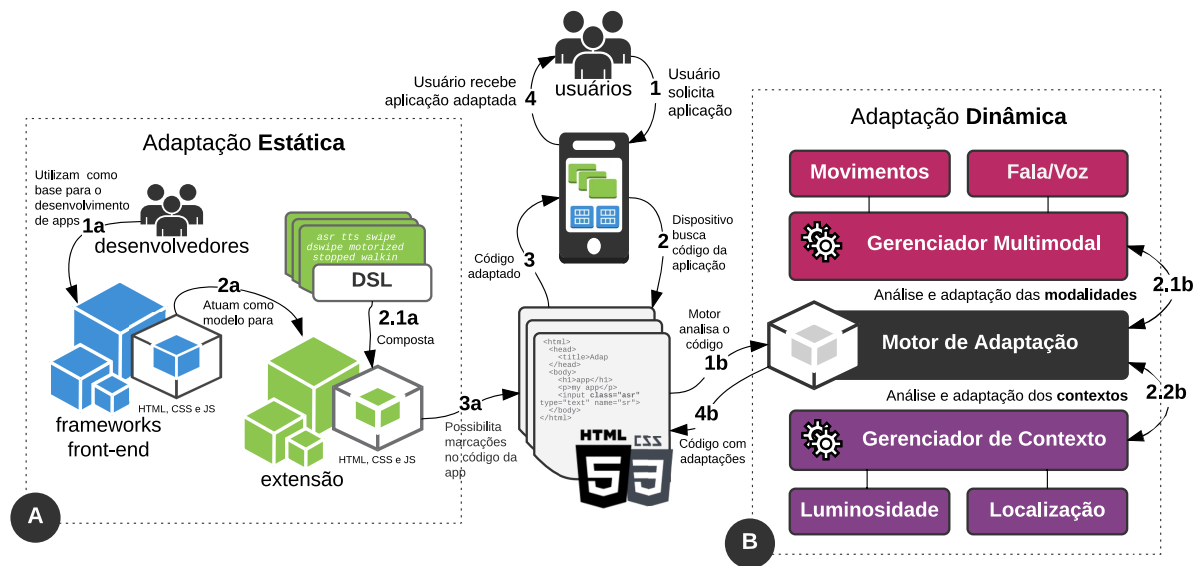


Figura 19 – Funcionamento da abordagem HyMobWeb.

de adaptação estática e dinâmica são detalhadas em seguida.

4.2.1 Adaptação estática

Para subsidiar os desenvolvedores com a possibilidade de implementar a adaptação estática a HyMobWeb oferece uma Linguagem Específica de Domínio (DSL). Uma DSL pode ser considerada uma linguagem de programação ou linguagem de especificação que através de anotações e abstrações oferecem poder de manipulação restrito a um domínio (DEURSEN et al., 2000). São linguagens que englobam conceitos e terminologias de um domínio específico permitindo aos especialistas do domínio (desenvolvedores, por exemplo) descrever a essência de um problema com abstrações relacionadas a um espaço de problema específico (DEMIRKOL et al., 2012).

Existem diversas DSLs disponíveis, dentre as mais conhecidas estão: *Structured Query Language* - SQL, HTML e CSS. As DSLs podem melhorar a produtividade do desenvolvedor e também a comunicação com os especialistas do domínio tornando-se uma ferramenta importante para os problemas de desenvolvimento de software (FOWLER; PARSONS, 2017). Diante deste cenário, uma DSL foi criada para atender o contexto de desenvolvimento Web móvel sensível ao contexto e com suporte a multimodalidade. Para dar suporte as dimensões a DSL possui um conjunto de códigos específicos que representam as modificações a serem realizadas na aplicação. As dimensões abordadas são detalhadas individualmente a seguir.

4.2.1.1 Sensibilidade ao contexto

A sensibilidade ao contexto diz respeito à adaptação de uma aplicação de acordo com mudanças ocorridas nos aspectos que compõem o contexto de utilização, pertencentes as quatro dimensões definidas por Paternò: (i) relacionados ao usuário; (ii) relacionados aos dispositivos; (iii) relacionados ao ambiente; e (iv) as relações sociais (PATERNÒ; ZICHITTELLA, 2010).

A DSL permite ao desenvolvedor escrever código para as adaptações a serem realizadas com base em condições do contexto proporcionados pela HyMobWeb. A escrita do código utiliza a linguagem de estilos CSS e proporciona uma flexibilidade ao desenvolvedor visto que as possibilidades de alterações no(s) elemento(s) estão limitadas as possibilidades oferecidas pela linguagem CSS. A DSL definida é formada pela gramática mostrada a seguir.

```
@context ( <aspect> : <state> ) { ... }
```

A gramática é composta de quatro componentes: a palavra chave `@context` que informa ao adaptador que uma fonte de contexto deve ser observada; o *aspecto* `<aspect>` que é formado pelas variáveis que compõem o contexto de utilização mencionado anteriormente (resolução de tela, luminosidade, bateria, etc.); o *estado* `<state>` em que aquela variável se encontra dependendo do aspecto em questão; e o código `{ ... }` - desenvolvido na linguagem CSS - para um ou mais elementos que deverão sofrer adaptações.

As adaptações serão executadas caso o *estado* do aspecto especificado seja equivalente ao estado atual do usuário - o valor da variável de contexto em que o usuário se encontra no momento da utilização da aplicação. Essa definição generalizada permite a extensão da abordagem HyMobWeb para diversas fontes de contexto.

Possíveis exemplos são: `@context (user-activity:walking){ ... }`, `@context (battery-level:low){ ... }`, `@context (noise-level:high){ ... }`, que representam as condições de o usuário estar caminhando, a bateria do dispositivo estar em um nível baixo e o nível de ruído no ambiente estar alto, respectivamente.

Apesar das gramáticas propostas serem genéricas para atingir diversos aspectos, a quantidade de aspectos a serem tratados e as questões tecnológicas sobre as capacidades dos dispositivos e navegadores devem ser levados em consideração para implementação prática da proposta da HyMobWeb. Dada essas limitações, dois aspectos foram selecionados para servirem de objetos de estudo, sendo eles: *UserActivity* e *Luminosity*.

4.2.1.2 Implementando a sensibilidade ao contexto

O *UserActivity* pertence a categoria dos aspectos relacionados ao usuário e representa o estado do usuário no momento de utilização da aplicação. Ele permite aos

desenvolvedores analisar o estado físico do usuário no momento do uso. O reconhecimento da atividade humana (HAR - *Human Activity Recognition*) tem como objetivo capturar o estado do usuário no seu ambiente através de sensores heterogêneos. Tem sido um tema de pesquisa em ascensão e pode auxiliar no monitoramento do indivíduo para diversos fins aprimorando aplicações sensíveis ao contexto (SILVA; DIAS, 2015; HAUBER et al., 2013). A análise do comportamento do usuário pode ainda impactar em diversas áreas como marketing, segurança, redes sociais, cuidados médicos, entretenimento entre outras (CHOUJAA; DULAY, 2009).

O aspecto *Luminosity* compõe a categoria de aspectos relacionados ao ambiente e possibilita ao desenvolvedor obter informações relacionadas ao nível de luminosidade do ambiente no qual o usuário se encontra. A mobilidade proporcionada pelos dispositivos faz com que sua utilização aconteça em diversos ambientes. Um usuário, por exemplo, pode fazer uso de seu dispositivo para ler notícias em um ambiente aberto à luz do dia e logo em seguida entrar em um edifício com um nível de iluminação mais baixa. Desta maneira, surge um problema importante relacionado com a exibição na tela sob várias condições de iluminação que pode impactar negativamente na experiência do usuário (YU et al., 2015; HOOBER; BERKMAN, 2011).

Ambos os aspectos necessitam de valores padrões para a definição das condições na gramática proposta neste trabalho. Nesse sentido, utilizou-se como referência o trabalho de Kronbauer, Santos e Vieira (KRONBAUER; SANTOS; VIEIRA, 2012) que buscou analisar a influência do contexto nas interações dos usuários. O trabalho analisou o comportamento de 21 usuários em três aplicações durante seis meses através da captura de dados do contexto do usuário. Para classificar o ambiente de acordo com os valores capturados foram definidos valores de referência para os estados do contexto sendo eles: i) baixo, médio e alto para a luminosidade e ii) parado, caminhando e motorizado para a o reconhecimento da atividade do usuário. A análise realizada apontou que a alteração dos fatores contextuais influenciava na experiência do usuário impactando em maior número de erros e maior tempo para execução de tarefas. Neste sentido, o trabalho sugere que as aplicações deveriam estar aptas a detectar a luminosidade externa e a partir dela melhorar a visualização e ainda procurar diminuir a poluição visual disponibilizando apenas as funcionalidades mais usuais quando detectar a movimentação dos usuários (KRONBAUER; SANTOS; VIEIRA, 2012).

O trecho de código a seguir mostra um exemplo de uso dos aspectos. Nele o código entre as chaves será executado quando a condição definida pelo desenvolvedor - código entre parênteses - for verdadeira. No exemplo, a primeira linha com *@context* representa a intenção do desenvolvedor de executar o código - representado pelos três pontos entre chaves {...} - no momento em que o ambiente possui um nível alto de luminosidade (*luminosity: high*). Na segunda linha o código somente deverá ser executado quando o

usuário estiver caminhando (*user-activity: walking*).

```
@context (luminosity: high) { ... }
@context (user-activity: walking) { ... }
```

4.2.1.3 Multimodalidade

A multimodalidade refere-se à identificação da combinação de diferentes modalidades de interação com o objetivo de melhorar a comunicação e a interação do usuário para com a aplicação (GHIANI et al., 2014). Exemplos de modalidades podem ser: fala, toque, multi-toque, gesto manual, olhar, movimentos da cabeça e do corpo, visual (textos, gráficos, animações), síntese de texto para fala, áudio gravado e tátil (vibração) (DUMAS; LALANNE; OVIATT, 2009). Com o advento dos dispositivos móveis sensíveis ao toque a interação do usuário com as aplicações foi alterada. Logo aqueles componentes antes desenvolvidos para a utilização através de teclado e mouse - plataforma desktop - sofreram adaptações para se adequarem à nova forma de interação - plataforma mobile.

Para atender as questões de multimodalidade a HyMobWeb oferece diferentes modalidades de interação para à adaptação de aplicações Web móveis. A utilização é feita através da linguagem de marcação HTML e auxilia o desenvolvedor para alterações em um elemento de interação específico. As adaptações neste caso são pré-configuradas e irão afetar apenas aquele elemento que foi marcado pelo desenvolvedor. De maneira análoga à primeira, uma gramática para definição das modalidades e comportamentos foi elaborada e é mostrada a seguir.

```
.<object-behavior>-on-<aspect>-<state>
```

A gramática é composta novamente de quatro elementos: o `<object-behavior>` representando a ação a ser realizada pelo objeto. O *aspecto* `<aspect>` simbolizando os aspectos disponíveis, neste caso não apenas relacionados ao contexto, mas também relacionados às modalidades de interação (*element, screen, movements, device* etc). E o *estado* `<state>` descrevendo as possíveis condições do aspecto utilizado. O objeto assumirá o comportamento definido quando estado especificado seja atingido.

No modo anterior, o desenvolvedor programava o código para o comportamento do elemento através do CSS. Neste, uma lista de comportamentos pré-definidos pela HyMobWeb é disponibilizada aos desenvolvedores. Exemplos de possíveis comportamentos são: *visible, hidden, bigger, darken* e etc que vão mostrar, esconder, aumentar o tamanho e escurecer respectivamente o elemento. A lista da abordagem conta com os comportamentos *visible* e *hidden*. Possíveis exemplos são: *.listen-on-element-focus, .speak-on-element-focus, .hidden-on-movements-swipeleft* e etc, simbolizando ativar reconhecimento automático de fala quando o elemento receber foco, ativar sintetizador de voz quando o elemento receber

foco, esconder o elemento quando o movimento de *swipe* para esquerda foi reconhecido, respectivamente.

De maneira semelhante à abordagem anterior, o comportamento definido para o objeto será executado caso o estado do aspecto especificado seja equivalente ao estado atual do usuário. Isto permite novamente uma extensão para diversos estados e contextos possíveis. A diferença para o modo anterior está na definição do comportamento do objeto.

Apesar de a gramática ser genérica, a quantidade de modalidades a serem tratadas e as questões tecnológicas sobre as capacidades dos dispositivos e navegadores devem ser consideradas quando a proposta aqui apresentada for estendida. Dada essas limitações, duas modalidades foram selecionadas para servirem de objetos de estudo sendo elas: *Speech* e *Movements*.

4.2.1.4 Implementando a multimodalidade

A modalidade *Speech* trabalha com a entrada e saída de dados através da voz e funciona baseada em duas APIs. A primeira é o Reconhecimento Automático de Fala (*Automatic Speech Recognition* - ASR) que permite ao usuário entrar com algum valor através da voz e receber o retorno através de um valor textual. A segunda é o Texto para Fala (*Text to Speech* - TTS) que a partir de um valor textual retorna esse mesmo valor na forma de som para o usuário. A utilização da modalidade *Speech* vem sendo explorada em diversos trabalhos usualmente trabalhada em conjunto com a modalidade de toque (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013)

A partir da gramática, foram definidas duas classes para utilização da modalidade sendo elas: *listen-on-element-focus* e *speak-on-element-focus*. O comportamento padrão para ativar a modalidade é o elemento receber foco. Devido o comportamento padrão esperado já ser este, é possível omitir a segunda parte do nome da classe, ficando apenas com *listen* como mostrado no exemplo a seguir. Na proposta, além da interação tradicional pelo teclado virtual do smartphone a abordagem permitirá a entrada do dado pela voz através da API de reconhecimento automático de fala. A classe *speak* funciona de maneira análoga.

A classe *listen* será responsável pela tradução da entrada de voz do usuário para o modo textual através da API ASR. Já a classe *speak* irá sintetizar o texto relacionado ao elemento de forma audível para o usuário através da API TTS. As classes têm restrições em relação aos elementos nas quais podem ser utilizadas devido à adaptação automática realizada no elemento para que ele possa receber a nova forma de interação. Portanto, a classe *listen* está restrita ao elemento de entrada de dados *input* e a classe *speak* ao elemento *label*. O trecho de código a seguir mostra um exemplo de uso. Nele o comportamento do elemento é alterado através da adição da classe “listen”.

```
<input type="text" class="form-control listen" placeholder="
  Search">
```

A modalidade **Movements** representa a interação do usuário com o dispositivo através de movimentos. Existem diversos tipos de movimentos, tais como: *single swipe*, *double swipe*, *pinch*, *flick*, *shake*, *tilt*, *zoom*, etc. Como mencionado por Billinghamurst (BILLINGHURST; VU, 2015), a preferência dos usuários está em movimentos com apenas um passo, como um único *swipe* em vez de gestos de vários passos. Portanto, a abordagem trabalha com os movimentos *swipe*, *double swipe* e *pinch*, todos de apenas um passo. Os movimentos são subclassificados de acordo com as suas características, sendo direções (topo, direita, base e esquerda) para *swipe* e *double swipe*.

A partir da gramática, o aspecto *Movements* foi definido e através dele é possível monitorar os eventos de *swipe* e *double swipe* de acordo com suas características. Dessa maneira, as classes possíveis são: *tapped-on-movements-swipe[left, right, top, bottom]* e *tapped-on-movements-dswipe[left, right, top, bottom]*. O comportamento associado a modalidade é o de toque no elemento (*tapped*). O exemplo a seguir ilustra um cenário em que o botão será acionado quando um movimento de *swipe* para a esquerda for detectado pela abordagem.

```
<button class="btn btn-primary tapped-on-movements-swipeleft">
  Anterior</button>
```

A gramática definida permite ainda uma complementação entre os aspectos abordados, desta maneira seria possível definir adaptações das modalidades baseadas na sensibilidade ao contexto da aplicação tais como: *.speak-on-user-activity-walking*, *.vibrate-on-luminosity-low*, *.listen-on-noise-level-low*, simbolizando ativar sintetizador de voz quando o usuário estiver caminhando, esconder o elemento quando o movimento de *swipe* para esquerda foi reconhecido e ativar reconhecimento automático de fala quando o nível de ruído do ambiente estiver baixo, respectivamente. A Tabela 11 apresenta as implementações da gramática para os aspectos trabalhados.

O código ilustrado a seguir é de um componente de painel simples para exibição de informações; é um exemplo de característica comumente utilizada nos FeF. Ele está ilustrando a utilização da gramática através do código HTML. A adição da classe destacada alteraria o comportamento do componente, no exemplo, ele deveria ser exibido apenas quando o usuário estivesse se locomovendo em algum veículo a motor.

```
<div class="panel panel-default
  visible-on-user-activity-motorized">
  ...
</div>
```

Tabela 11 – DSL proposta pela HyMobWeb

Aspecto	Definição
UserActivity	@context (user-activity: stopped) { ... }
	@context (user-activity: walking) { ... }
	@context (user-activity: motorized) { ... }
Luminosity	@context (luminosity: low) { ... }
	@context (luminosity: medium) { ... }
	@context (luminosity: high) { ... }
Speech	.listen-on-element-focus
	.speak-on-element-focus
Movements	.tapped-on-swipe-top
	.tapped-on-swipe-right
	.tapped-on-swipe-bottom
	.tapped-on-swipe-left
	.tapped-on-dswipe-top
	.tapped-on-dswipe-right
	.tapped-on-dswipe-bottom
	.tapped-on-dswipe-left

4.2.2 Adaptação Dinâmica

A adaptação dinâmica é a responsável pela implementação concreta dos aspectos citados e a realização das adaptações. O primeiro componente é o motor de adaptação. Ele é iniciado assim que a abordagem é carregada na aplicação. Este carregamento é feito através da inclusão de um arquivo *Javascript* com o código do adaptador dinâmico da HyMobWeb na aplicação. O motor é composto pelos gerenciadores de contexto e multimodal. Estes são responsáveis pelo gerenciamento da sensibilidade ao contexto e da multimodalidade respectivamente e contem os contextos e/ou modalidades definidas pela abordagem. Além disso, os gerenciadores são os responsáveis pelas mudanças a serem efetivadas na interação do usuário.

A Figura 20 ilustra a arquitetura da abordagem. Nela o componente *Engine* representando o motor da adaptação é formado pelos dois principais elementos que compõem a abordagem: *ContextHandler* e *ModalityHandler*. A partir da chamada do método *loadContexts()* do *ContextHandler* uma lista de todos os contextos implementados concretamente é carregada. Cada um dos contextos contém uma marcação (*markup*) - neste caso, uma expressão regular. Após o carregamento dos contextos o método *analysePresentation()* é chamado. Ele verifica o código da aplicação em busca de combinações com a expressão regular armazenada em cada implementação, caso encontre armazena o código encontrado no respectivo objeto e chama o método *configure()* que vai ser responsável por preparar os detalhes para observação e manipulação do contexto em questão.

O gerenciador multimodal *ModalityHandler* funciona de maneira similar. A partir da chamada do método *loadModalities()* as modalidades concretas (*SwipeModality*

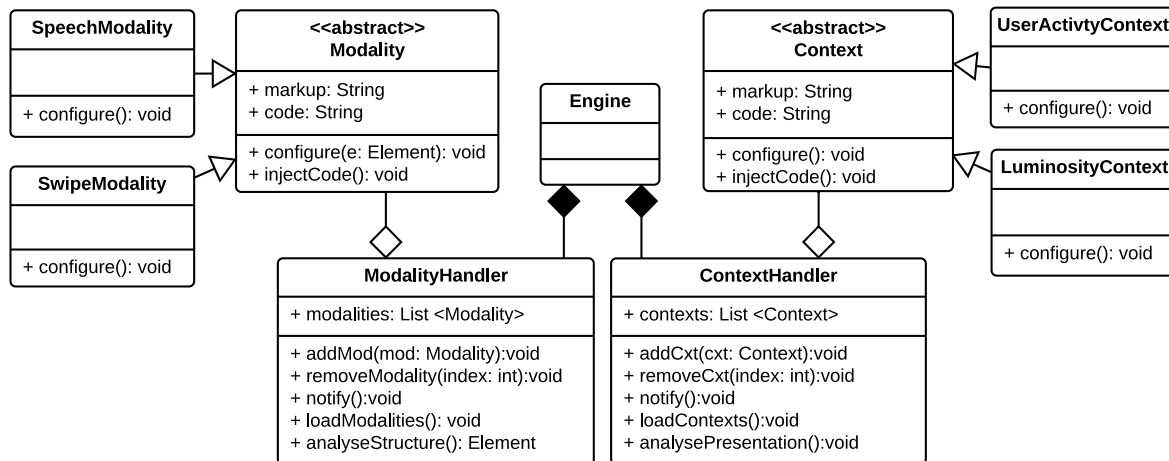


Figura 20 – Arquitetura da abordagem.

e *SpeechModality*) são carregadas, cada uma delas contém novamente uma marcação (*markup*), desta vez representando a classe CSS que será procurada através do método *analyseStructure()*. Se a análise encontrar a classe específica então o método *configure()* é invocado. Este ficará responsável por configurar as particularidades do funcionamento da modalidade. Os gerenciadores são explicados de maneira individual a seguir.

4.2.2.1 Gerenciador de contexto

O gerenciador de contexto é o responsável por analisar o código CSS da aplicação e aplicar as modificações solicitadas quando a situação do contexto é atingida. Para isso o gerenciador percorre todo código CSS referenciado na aplicação (método *analysePresentation()*) e executa expressões regulares em seus conteúdos para encontrar os blocos de códigos referentes aos aspectos implementados. A Figura 21 apresenta as expressões regulares utilizadas.

```

/@context\s*(\s*luminosity\s*:\s*((high|low|medium))\s*)/
/@context\s*(\s*user-activity\s*:\s*((stopped|motorized|walking))\s*)/g

```

Figura 21 – Expressões regulares para o gerenciador de contexto.

A primeira expressão regular procura por combinações a partir da seguinte regra (da esquerda para direita): a palavra reservada *@context*; zero ou mais caracteres que representam espaços vazios (quebras de linha, espaços ou tabulações); abertura de parênteses; zero ou mais espaços vazios; a palavra reservada *luminosity*; zero ou mais espaços vazios; caractere de dois pontos; zero ou mais espaços vazios; uma das três palavras reservadas (*high*, *low* ou *medium*); zero ou mais espaços vazios; e por fim o caractere de fechamento de parênteses. A segunda expressão mostrada funciona de maneira análoga.

A partir da análise, os bloco de código CSS encontrados pela expressão são armazenados. Estes códigos de estilo armazenados são habilitados e desabilitados quando a condição descrita no código - (por exemplo, *luminotisty: low*) - é atingida pelo contexto. Os códigos são injetados no *head* do documento através da utilização da marcação *style* do HTML.

A Figura 22 demonstra um exemplo de funcionamento. Nela, a partir da análise realizada na aplicação (1) - análise feita através das expressões regulares - o gerenciador encontra o código do arquivo *main.css* (2) e então dispara o método *configure()* que prepara a observação do contexto (3). Neste caso específico o evento *devicelight* se encarrega de observar qualquer modificação com relação ao nível de luminosidade. A cada alteração o valor respectivo da luminosidade é armazenado e o método *analyseContext()* é invocado. Este método verifica se as informações do contexto atual correspondem àquelas representadas no código. A função de verificação utilizada pelo *analyseContext()* é mostrada em (4). Ela verifica se os valores atuais do contexto combinam com aqueles declarados no código (2). Desta maneira, quando a situação do contexto explicitada no código (*luminosity: low* (2)) for atingida o gerenciador habilita o código na aplicação (5).

Para observação concreta do contexto de luminosidade relacionado ao ambiente a API *Ambient Light Sensor* foi utilizada. A API define uma interface de sensor para monitorar o nível de luz ambiente ou luminosidade do ambiente do dispositivo. Através desta API é possível capturar os valores do sensor de luminosidade do dispositivo expressados através da unidade de medida lux. A atual especificação encontra-se em estado de rascunho (*Working Draft*) e os navegadores com suporte são o Mozilla Firefox¹ e o Microsoft Edge² (W3C, 2016; DEVERIA, 2017).

O aspecto relacionado ao reconhecimento da atividade do usuário (*UserActivity*) tem sido um tema recorrente de pesquisa. Ele pode aprimorar aplicações sensíveis ao contexto e impactar diversas áreas como redes sociais, cuidados médicos, entretenimento entre outras (SILVA; DIAS, 2015; HAUBER et al., 2013; CHOUJAA; DULAY, 2009). O aspecto em questão costuma ser mais comum em ambientes nativos em vez da Web, por isso para o teste do aspecto em questão, uma aplicação nativa foi desenvolvida.

A aplicação faz acesso aos sensores do dispositivo através do sistema operacional Android e disponibiliza esses dados através de um servidor Web. A abordagem por sua vez faz uma conexão com o servidor e usa os dados disponibilizados pela aplicação para o complementar as informações do contexto. Para o teste do aspecto *UserActivity*, a aplicação utilizou as APIs disponibilizadas pelo Google para o reconhecimento da atividade do usuário³. A lógica do funcionamento do aspecto *UserActivity* na abordagem acontece

¹ <https://www.mozilla.org/firefox>

² <https://www.microsoft.com/en-us/windows/microsoft-edge>

³ <https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionApi>



Figura 22 – Exemplo de funcionamento do aspecto *Luminosity*.

de maneira análoga ao *Luminosity*.

Apesar das limitações quanto ao suporte dos navegadores, a abordagem trabalha com a ideia do aprimoramento progressivo (*Progressive enhancement*). Tal estratégia visa alcançar primeiramente os dispositivos menos capazes proporcionando uma experiência favorável para dispositivos com quantidade limitada de recursos disponíveis. A partir disto, uma ou mais camadas de aprimoramentos são adicionadas em função das capacidades específicas de cada navegador (DESRUELLE; BLOMME; GIELEN, 2011). Desta maneira a abordagem proporcionará novos meios para aqueles que possuem as características disponíveis e manterá uma experiência favorável para aqueles que não os tem.

4.2.2.2 Gerenciador multimodal

O gerenciador multimodal é o responsável por analisar o código HTML da aplicação procurando por marcações referentes às modalidades e delegar para cada uma a realização das adaptações definidas. Ele analisa todo código HTML da na aplicação (método *analyseStructure()*) procurando pelas marcações definidas para cada uma das modalidades implementadas (*markup*) e caso encontre delega a responsabilidade de configuração para modalidade em questão através do método (*configure()*).

A Figura 23 demonstra um exemplo, caso a análise (1) - *analyseStructure()* - realizada na aplicação (2) encontre a marcação (*listen*) o método *configure()* que prepara a modalidade é chamado. A configuração para a modalidade *Speech* é realizada através da: (i) injeção do código CSS; (ii) manipulação da marcação e (iii) configuração das APIs necessárias (3). Os métodos inserem o código necessário e configuram a entrada de dados através da voz que é acionada pelo botão representado pelo ícone de microfone (4).

Para implementação concreta do aspecto foram utilizadas as APIs *Speech Recognition* e *Speech Synthesis* que fazem parte da *Web Speech API Specification*. Elas permitem a inclusão do reconhecimento e síntese de fala em aplicações Web através da utilização de scripts. Atualmente os navegadores com suporte são o Mozilla Firefox⁴ com suporte parcial (necessita de configurações específicas no navegador) e o Google Chrome⁵ (W3C, 2016; DEVERIA, 2017).

O funcionamento da modalidade *Movements* é similar ao da *Speech* mostrado anteriormente. A diferença é que neste aspecto não se faz necessário a inserção de código na aplicação, pois a marcação e o visual do elemento em questão não são alterados. A modalidade neste caso ficará responsável apenas por modificar o comportamento do elemento. A implementação foi realizada com a utilização da API *Touch Events* que é suportada nos navegadores Mozilla Firefox, Google Chrome e Microsoft Edge (W3C, 2016; DEVERIA, 2017).

⁴ <https://www.mozilla.org/firefox>

⁵ <https://www.google.com.br/chrome>

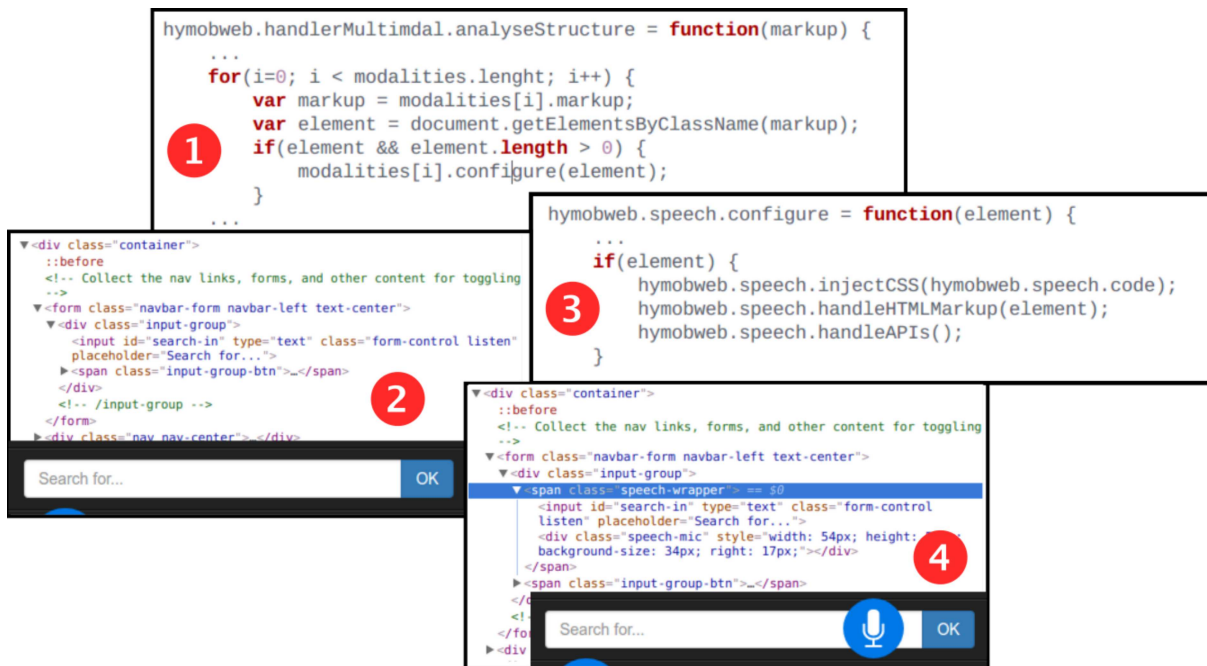


Figura 23 – Exemplo de funcionamento do aspecto *Speech*.

4.3 Extensao dos FeF

Os FeF podem ser classificados como um conjunto de elementos de interação construídos a partir de padrões de projeto de interface através das tecnologias HTML, CSS e *Javascript*. Eles possuem uma coleção de elementos, desde os mais simples como uma caixa de texto até os mais elaborados como uma janela modal. A proposta dos FeF é acelerar e facilitar a adaptação de aplicações Web para dispositivos móveis.

Usualmente, os desenvolvedores tem que empregar um grande esforço para adicionar *features* de sensibilidade ao contexto e multimodalidade nas aplicações desenvolvidas a partir do FeF, visto que tais dimensões são abordadas com restrições. Para a adaptação das aplicações, o desenvolvedor utiliza as estruturas pré-definidas pelos FeF e altera o código para que o componente se comporte da maneira desejada de acordo com as classes de comportamentos pré-definidos pelos *frameworks*. Essa alteração é feita usualmente através da utilização de classes CSS pré-definidas pelos próprios FeF. Por exemplo, a adição de uma classe *hidden-xs* ao atributo *class* de um componente qualquer altera seu comportamento. Essa alteração configura o elemento para ser exibido em dispositivos de tela grande - a definição da condição para ser considerado um dispositivo de tela grande é feita por cada FeF, geralmente utilizando como parâmetro a largura da tela do dispositivo.

Além da adição/alternância de classes CSS, os FeF utilizam da técnica das *media queries* para adaptações mais finas na interface. Através deste recurso é possível criar um código específico para que em determinada condição os elementos de interface sejam alterados. As condições oferecidas pelas media queries são baseadas no tamanho da tela e

na orientação do dispositivo. O código mostrado a seguir ilustra um exemplo de utilização. No exemplo, o elemento com id “search” sofrerá as alterações programadas quando a tela tiver um tamanho maior que 200px.

```
@media (min-width: 200px) {  
  #search { display: none; }  
}
```

Este padrão de desenvolvimento baseado em media queries e classes CSS é comum aos desenvolvedores de interfaces Web e compartilhada pelos diversos FeF existentes. Neste sentido a HyMobWeb aproveita os padrões de escrita de código já consolidados e cria uma gramática visando auxiliar o desenvolvedor a reaproveitar soluções propostas e a diminuir a curva de aprendizagem para novas tecnologias.

Como mencionado anteriormente, embora as dimensões da multimodalidade e sensibilidade ao contexto sejam trabalhadas pelos FeF, elas possuem limitações. Atualmente a sensibilidade ao contexto nos FeF é limitada à categoria de aspectos relacionados aos dispositivos, mais especificamente o tamanho da tela e a orientação do dispositivo. Já a multimodalidade é restrita usualmente a apenas a uma modalidade, a modalidade de toque. A HyMobWeb se propõe a extrapolar essas limitações através da definição de padrões para a extensão das dimensões que permite a adição de novas modalidades e fontes de contexto.

Além do formato de desenvolvimento das adaptações, os FeF realizam uma padronização em relação a forma e o comportamento dos elementos de interação. Esta padronização facilita a manipulação e alteração de dos atributos dos elementos. Neste sentido, para implementação concreta para testes da abordagem optou-se por uma extensão a partir do FeF Bootstrap, por este ter demonstrado ser o mais utilizado dentre os FeF disponíveis e compartilhar de características semelhantes aos demais.

A HyMobWeb agrega as modalidades de **Speech** e **Movements** permitindo aos desenvolvedores a possibilidade de trabalharem em suas aplicações com reconhecimento de voz, sintetizador de fala, movimentos de *swipe* e *double swipe*. Em relação à sensibilidade ao contexto, a proposta permite aos desenvolvedores a análise de características relacionadas ao usuário e ao ambiente através dos contextos **UserActivity** e **Luminosity**. O contexto **UserActivity** permite a observação do estado físico do usuário, se ele se encontra parado, caminhando ou em algum veículo a motor. No contexto **Luminosity**, o desenvolvedor pode observar o nível de luminosidade na qual o usuário se encontra, sendo baixa, média ou alta luminosidade.

4.4 Considerações Finais

Apesar dos aspectos concretos apresentados, a DSL da HyMobWeb é flexível para que uma extensão desses aspectos possa ser realizada. Dessa maneira, a abordagem pode ser ampliada para novas fontes de contexto e modalidades proporcionando à aplicação diferentes capacidades de adaptação às necessidades/especificidades dos indivíduos. Tal capacidade é importante, pois possibilita a redução do esforço e a comunicação envolvidos entre usuário e aplicação.

Embora a abordagem vise facilitar o trabalho dos desenvolvedores e melhorar a interação dos usuários, ela ainda apresenta limitações principalmente relacionadas à adaptação dinâmica. Deste modo, pretende-se como trabalhos futuros melhorar o formato de reconhecimento das marcações no código da aplicação, diminuir a restrição dos navegadores suportados, desacoplar o código de conexão com a aplicação nativa da adaptação dinâmica e disponibilizar todo o código desenvolvido como software livre.

No próximo capítulo é descrito a avaliação da abordagem, bem como os resultados alcançados a partir do ponto de vista dos desenvolvedores e dos usuários finais. Esta proposta foi submetida e apresentada com o título: "*Adaptação híbrida de interface Web sensível ao contexto e com suporte à multimodalidade em dispositivos móveis*" no Workshop de Teses e Dissertações do XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais de 2016.

5 Avaliação HyMobDev

Este capítulo apresenta duas avaliações sobre a abordagem HyMobWeb. A primeira delas em relação à utilização da parte estática da abordagem do ponto de vista dos desenvolvedores de aplicações Web móveis. A segunda considera a parte dinâmica - de adaptação da interação - realizada através da perspectiva dos usuários finais das aplicações.

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM - *Technology Acceptance Model*) e a técnica de Leitura Baseada em Defeitos (*Defect Based Reading* - DBR) foram utilizados para apoiar a primeira avaliação. O TAM é um importante instrumento utilizado para analisar a aceitação e o comportamento de uso de tecnologias da informação com relação a utilidade e a facilidade de uso percebidas (DIAS et al., 2011; DAVIS, 1989). A DBR é uma técnica de inspeção de software baseada em cenários que se concentra em detectar classes específicas ou tipos de defeito (PORTER; VOTTA; BASILI, 1995). A segunda avaliação utilizou o SAM, explicado na Seção 3.4.1.

5.1 Avaliação na perspectiva dos desenvolvedores

Um estudo experimental foi realizado com o objetivo de avaliar a HyMobWeb quanto à utilidade de seus recursos e facilidade de uso do ponto de vista dos desenvolvedores de aplicações Web móveis. Este estudo foi extremamente relevante, pois os desenvolvedores são usuários diretos da proposta de *adaptação estática* (uso dos aspectos definidos pela gramática). O estudo foi organizado através das fases de planejamento, execução e avaliação dos resultados descritas a seguir. A Tabela 12 apresenta a ficha técnica do estudo seguido de seu objetivo segundo o paradigma GQM.

Tabela 12 – Ficha técnica do estudo exploratório EEIII

Objetivo	Avaliar a adaptação estática oferecida pela HyMobWeb.
Metodologia:	Os desenvolvedores construíram artefatos. Aplicação questionário TAM. Inspeção DRB.
Local:	UFSCar Campus Sorocaba e IFSP Campus Itapetininga
Período:	Novembro de 2016 e Março de 2017
Nº de participantes:	19

O objetivo proposto foi:

Analisar o uso da gramática da HyMobWeb

Com o propósito de avaliar;

Com respeito a facilidade e utilidade percebidas e a corretude;

Do ponto de vista de desenvolvedores Web;

No contexto de adaptação de aplicações Web móveis;

5.1.1 Planejamento

Inicialmente definiu-se as questões de pesquisa (RQ - *Research Question*) que devem ser respondidas através do estudo:

- RQ1: os recursos de adaptação estática providos pela HyMobWeb são **úteis** na perspectiva dos desenvolvedores?
- RQ2: os recursos de adaptação estática providos pela HyMobWeb são **fáceis** de serem utilizados na visão dos desenvolvedores?

Tendo em vista que a HyMobWeb busca melhorar a adaptação e interação das aplicações Web em dispositivos móveis, foram convidados a participar do estudo desenvolvedores de aplicações Web. Eles deveriam ter conhecimento prévio em desenvolvimento de software Web a fim de que pudessem realizar todas as tarefas e ao final contribuir com uma avaliação realista sobre o uso da abordagem proposta.

Uma aplicação base de um tocador de música foi desenvolvida para servir de artefato inicial para os participantes. A ideia de utilizar uma aplicação diferente do estudo apresentado na Seção (3.4) foi a de expor as possibilidades de utilização da abordagem em domínios diferentes. A aplicação contava com seis telas, e com as funcionalidades de: i) navegar entre os álbuns disponíveis no acervo; ii) visualizar as músicas do álbum; iii) tocar e pausar uma música selecionada; iv) visualizar informações a respeito do álbum; e v) aumentar e diminuir o volume da música selecionada. A aplicação foi desenvolvida para dispositivos móveis utilizando apenas os recursos disponíveis no FeF *Bootstrap*, portanto contava com as limitações referentes à sensibilidade ao contexto e multimodalidade mencionadas anteriormente.

Baseando-se nos recursos providos pela abordagem HyMobWeb, foram definidas cinco tarefas que seriam dadas aos participantes do estudo. A ideia era que os participantes usassem a aplicação base (já desenvolvida) e complementassem a aplicação com as funcionalidades descritas nas tarefas - Tabela 5.1.1. Para isto, eles implementariam código HTML e CSS. As tarefas T1, T2 e T3 estavam relacionadas à multimodalidade enquanto T4 e T5 à sensibilidade ao contexto. Além da aplicação base, os participantes receberam uma documentação sobre o uso da abordagem HyMobWeb (Apêndice J). Essa documentação continha uma descrição de cada aspecto provido pela abordagem, as regras a serem seguidas, e um exemplo de utilização para cada aspecto.

Dois questionários foram preparados para dar suporte à coleta de dados sobre uso e aceitação da abordagem. O questionário pré-experimento foi preparado para coletar

Tabela 13 – Lista de tarefas do estudo

ID	Aspecto	Objetivo
T1	Movements (swipe)	alterar o forma de interação permitindo ao usuário navegar nos álbuns através de movimentos de <i>swipe</i> .
T2	Movements (double swipe)	alterar a forma de interação permitindo ao usuário aumentar o volume da aplicação através de movimentos de <i>double swipe</i> .
T3	Speech	alterar o comportamento de busca da aplicação permitindo ao usuário a possibilidade de utilização de voz .
T4	User-Activity	alterar o comportamento da aplicação quando o usuário se encontrar em uma situação específica quanto ao seu deslocamento .
T5	Luminosity	alterar o comportamento da aplicação em uma nível específico de luminosidade do ambiente.

informações sobre o perfil dos participantes, tais como: sexo, idade, nível de conhecimento em desenvolvimento de software e frequência de acesso à Internet através de dispositivos móveis. O questionário pós-experimento foi desenvolvido baseado no TAM com o objetivo de coletar dados acerca da aceitação da proposta. O TAM possui como base duas dimensões: utilidade e a facilidade de uso percebidas. A utilidade percebida está relacionada ao nível que um indivíduo acredita que o uso de uma aplicação específica pode melhorar o seu desempenho. A facilidade percebida diz respeito ao nível percebido pelo usuário que o uso de uma tecnologia será livre de esforço (DIAS et al., 2011; DAVIS, 1989). A Tabela 14 apresenta as perguntas do questionário.

Os participantes deveriam responder as perguntas em relação a cada um dos aspectos implementados na abordagem: *Movements (swipe e double swipe)*, *Speech*, *UserActivity* e *Luminosity*, o sinal de * na pergunta representa cada aspecto. No total cada desenvolvedor responderia a 65 perguntas, sendo 13 perguntas para cada um dos 5 aspectos tratados. As respostas de cada pergunta estavam associadas à escala *Likert* de seis pontos, partindo do ponto “Discordo Totalmente” até “Concordo Totalmente” (CUNHA et al., 2007).

Além dos questionários, uma análise através da técnica DBR foi realizada. Ela teve como objetivo realizar uma inspeção nos códigos gerados pelos desenvolvedores visando verificar se a abordagem HyMobWeb foi utilizada corretamente. Três classes foram definidas para nortear a inspeção quanto o uso correto ou não da abordagem, sendo elas: Aplicada Corretamente (AC), Aplicada Parcialmente Corretamente (APC) e Não Aplicada Corretamente (NAC). O foco das classes era verificar a existência de defeitos nos artefatos gerados pelos desenvolvedores. Elas foram definidas baseadas na utilização adequada da abordagem quanto a sintaxe e semântica do código em relação à DSL proposta na HyMobWeb. A classe AC representava os artefatos com sintaxe e semântica corretas, APC com sintaxe *ou* semântica incorreta e NAC com sintaxe *e* semântica incorretas.

Um treinamento sobre as tecnologias para o desenvolvimento de interfaces para aplicações Web móveis foi elaborado para ser aplicado antes do experimento. Durante 15

Tabela 14 – Questões do questionário TAM

Facilidade de uso percebida	Utilidade percebida
F1 - Foi fácil utilizar o aspecto *.	U1 - Usar o aspecto * permitiu que eu desenvolvesse mais rapidamente a funcionalidade na aplicação.
F2 - Foi fácil aprender a utilizar o aspecto *.	U2 - Usar o aspecto * permitiu melhorar minha habilidade quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.
F3 - Consegui utilizar o aspecto * da forma como eu queria.	U3 - Usar o aspecto * melhora minha eficiência quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.
F4 - As orientações do uso do aspecto * são fáceis de entender.	U4 - Usar o aspecto * deixa a aplicação mais próxima das características e/ou ambiente dos usuários.
F5 - Eu entendia o que acontecia durante a minha interação com o aspecto *.	U5 - Usar o aspecto * deixaria mais fácil o desenvolvimento da funcionalidade nas aplicações.
F6 - Foi fácil ganhar habilidade no uso do aspecto *.	U6 - Considero o aspecto * útil para o desenvolvimento de aplicações.
F7 - Considero fácil lembrar como utilizar o aspecto *.	Observação: o * representa os aspectos avaliados.

horas divididas em cinco encontros de 3 horas cada, os participantes seriam instruídos sobre as tecnologias: HTML, CSS, *Javascript*, *Web Design Responsivo*, desenvolvimento baseado em FeF e o *framework Bootstrap*. O critério de seleção dos participantes foi baseado em indivíduos que já possuíam conhecimentos em programação Web. O objetivo do treinamento foi nivelar os conhecimentos dos participantes para que estivessem aptos a participar do estudo de caso, evitando assim possíveis problemas quanto à utilização das tecnologias envolvidas no estudo. A execução do estudo seguia as etapas:

- **Apresentação** - explicação sobre o objeto de estudo, instruções sobre como as tarefas propostas deveriam ser desenvolvidas e como a avaliação seria realizada, apresentação da documentação de apoio e apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).
- **Aplicação do pré-questionário** - nesta etapa os desenvolvedores responderiam um questionário composto de sete perguntas sobre seu perfil e os conhecimentos em desenvolvimento Web (Apêndice G).
- **Realização das tarefas** - cada participante realizaria o conjunto de tarefas pré-estabelecidas (Tabela 5.1.1). Ao fim de cada tarefa o participante informaria através de um questionário sua percepção em relação a utilidade e facilidade do aspecto da abordagem utilizada (Apêndice H).

5.1.2 Execução

A execução do estudo foi dividida em duas rodadas. O tempo reservado para cada uma delas foi de 3 horas. Na primeira participaram 9 alunos voluntários do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos (UFScar) - Campus Sorocaba. Participaram do experimento usuários que já tinham o hábito de uso de dispositivos móveis e conhecimentos prévios em programação Web. Todos frequentaram os encontros do treinamento sobre as tecnologias para desenvolvimento móvel para Web.

Na segunda rodada, participaram do estudo 10 alunos voluntários dos cursos de Manutenção e Suporte em Informática e Informática na Educação do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) - Campus Itapetininga, e ainda membros da comunidade externa ao campus. Os participantes novamente possuíam o hábito de uso de dispositivos móveis e conhecimentos prévios em programação Web além de frequentarem o treinamento sobre as tecnologias Web.

No total 19 indivíduos participaram do experimento (9 na primeira etapa e 10 na segunda). A maioria com idades entre 19 a 24 anos (68,4%), com conhecimentos em programação Web (79% possuindo um bom conhecimento e 15,8% com profundo conhecimento), em HTML (79% bom e 15,8% profundo), em CSS (78,9% bom e 15,8% profundo) e com acesso frequente à Internet através de dispositivos móveis (100% acessando todos os dias). A condução seguiu o planejamento relatado na Subseção 5.1.1. Os participantes responderam ao pós-questionário (TAM) ao término de cada tarefa concedendo o seu ponto de vista sobre a abordagem. A Figura 24 apresenta trechos de códigos trabalhados pelos desenvolvedores com destaque para as marcações da adaptação estática.

```
33 .panel {
34     background-color: transparent;
35 }
36
37 @context (luminosity: low) {
38     body {
39         background-color: black;
40         color: white;
41     }
42 }
43
44 }

17 <form class="navbar-form navbar-left text-center">
18     <div class="input-group">
19         <input id="search-in" type="text"
20             class="form-control listen" placeholder="Search for...">
21         <span class="input-group-btn">
22             <button class="btn btn-primary" type="button">OK</button>
23         </span>
24     </div><!-- /input-group -->
25 </form>

178 <!-- Controls -->
179 <a class="left carousel-control tapped-on-swiperight"
180     href="#carousel-album" role="button" data-slide="prev" >
181     <span class="glyphicon glyphicon-chevron-left" aria-hidden="true"></span>
182     <span class="sr-only">Previous</span>
183 </a>
184 <a class="right carousel-control tapped-on-swipeleft"
185     href="#carousel-album" role="button" data-slide="next" >
186     <span class="glyphicon glyphicon-chevron-right" aria-hidden="true"></span>
187     <span class="sr-only">Next</span>
188 </a>
```

Figura 24 – Trechos de códigos gerados pelos desenvolvedores.

5.1.3 Avaliação dos resultados

O conteúdo coletado através dos questionários e dos códigos produzidos pelos participantes foram analisados buscando responder às questões de pesquisa. As análises serão apresentadas em seções distintas.

5.1.3.1 Utilidade e Facilidade de uso percebidas

Primeiramente uma análise individual de uso por aspecto abordado foi realizada para responder as RQ1 e RQ2. Os gráficos das Figuras 12 a 16 apresentam os resultados sobre a percepção dos desenvolvedores para cada recurso provido pela abordagem.

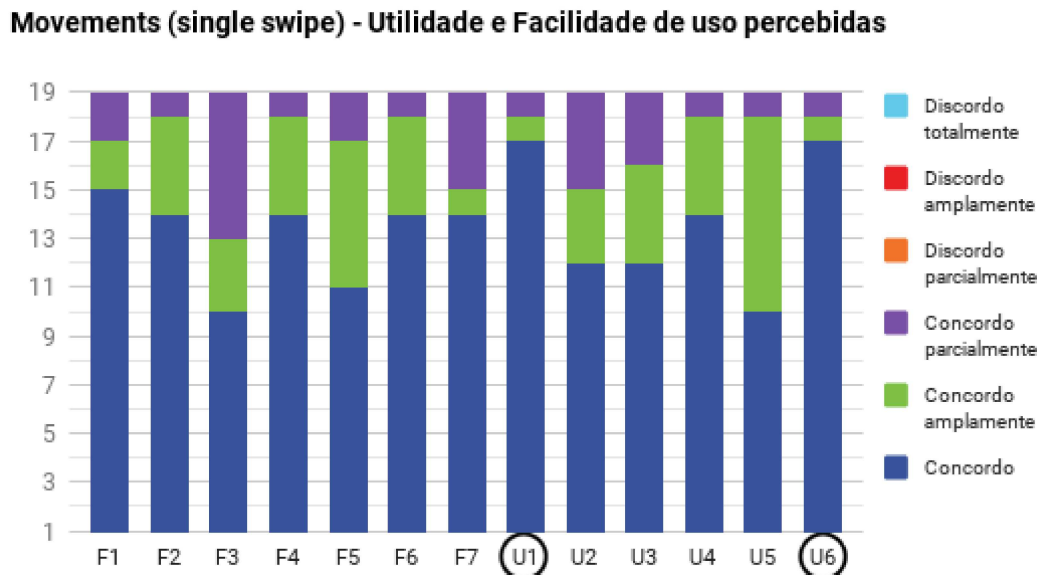


Figura 25 – T1 Movements (swipe) - Facilidade e utilidade percebida.

A Figura 25 apresenta o resultado da análise por afirmativa, da facilidade de uso e utilidade percebida do aspecto *Movements* com o recurso de *single-swipe* da abordagem. É possível notar que para o aspecto em questão não houve discordância em relação à percepção da facilidade e utilidade de uso, apenas variações com relação ao grau de concordância. É importante observar que as afirmativas U1 (Usar o aspecto * permitiu que eu *desenvolvesse mais rapidamente*) e U6 (Considero o aspecto * *útil* para o desenvolvimento de aplicações.) foram as que receberam os maiores índices de concordância na opinião dos desenvolvedores.

A Figura 26 apresenta o resultado em relação ao aspecto *Movements* com o recurso de *double-swipe*. É possível observar a discordância de um dos desenvolvedores em relação à percepção de utilidade do aspecto. Em sua justificativa ele disse que não considera útil o movimento de *double swipe* associado a funcionalidade pedida na tarefa pelo fato do toque através do *swipe* ser muito sensível. Porém, vale ressaltar que a modalidade pode ser aplicada a diferentes casos e ainda, a adição da modalidade não substitui a forma de interação anterior disponível.

A Figura 27 apresenta o resultado em relação a percepção dos desenvolvedores sobre a facilidade de uso e utilidade do aspecto *Speech*. É possível observar que a maioria das respostas são de aceitação em relação ao aspecto. Um dos desenvolvedores comentou: "*Considero o aspecto de comunicação (Speech) muito útil para desenvolver tarefas, e mais*

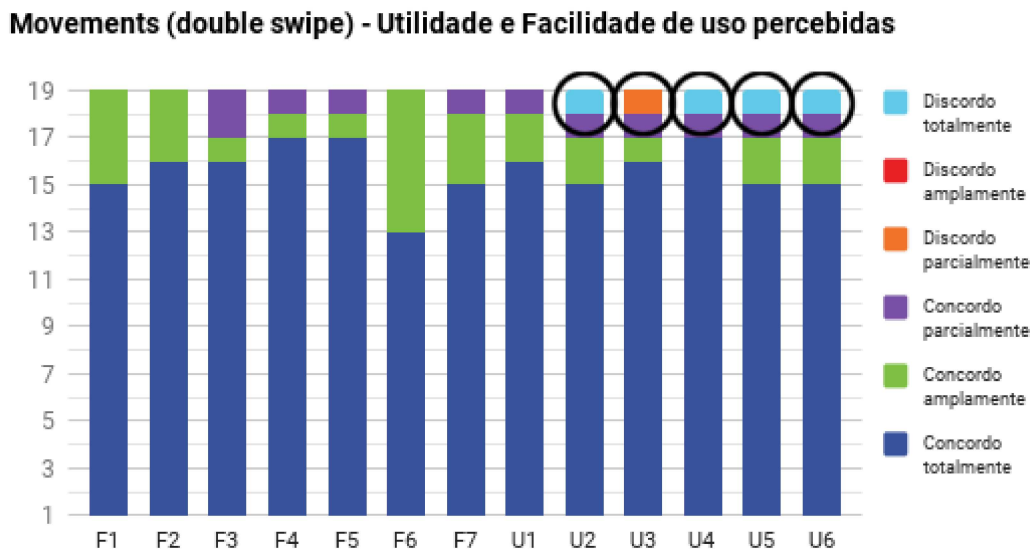


Figura 26 – T2 Movements (double swipe) - Facilidade e utilidade percebida.

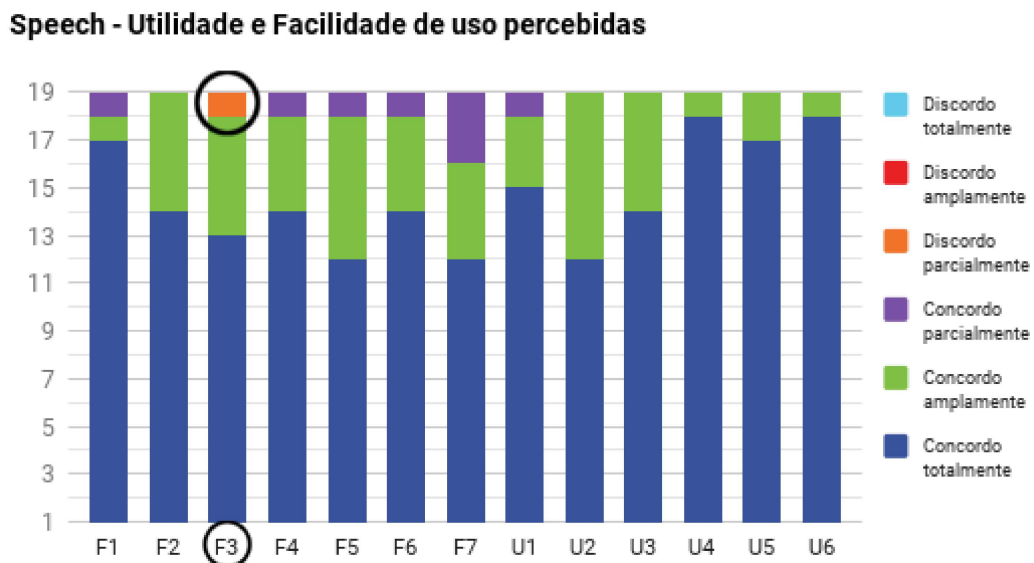


Figura 27 – T3 Speech - Facilidade e utilidade percebida.

natural para o usuário.". A única exceção foi em relação à questão F3 (*Conseguir utilizar o aspecto * da forma como eu queria*) para um desenvolvedor.

O aspecto *UserActivity* - Figura 28 - apresentou uma nível alto de aceitação porém com uma distribuição maior em relação aos graus de concordância se comparado aos demais. As questões F3, F5, U1 e U3 são as que apresentaram os menores índices. As questões tratavam sobre o entendimento do usuário e a utilização do aspecto relacionado com o auxílio deste no desenvolvimento. Os índices menores podem sugerir que as instruções sobre a utilização não foram suficientemente claras para garantir o entendimento dos desenvolvedores prejudicando assim sua utilização. Acredita-se que esse mau entendimento

UserActivity - Utilidade e Facilidade de uso percebidas

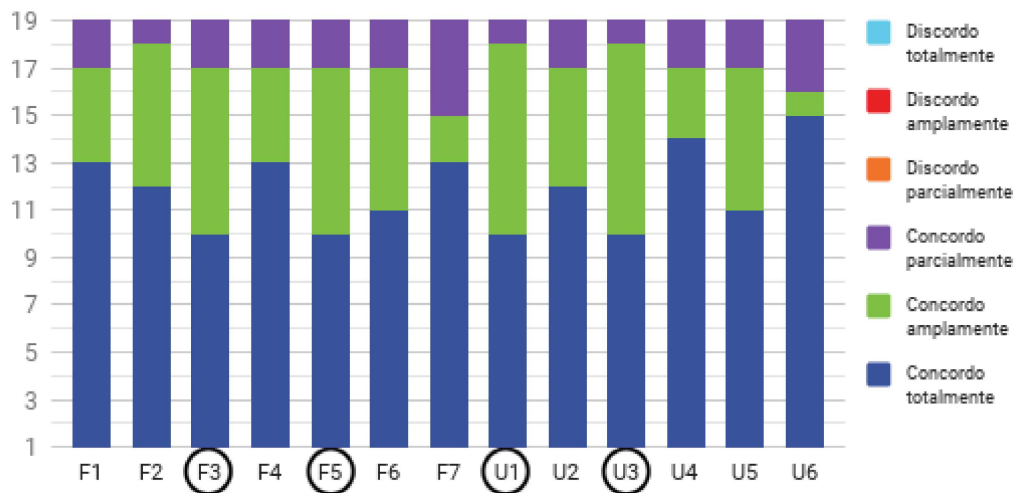


Figura 28 – T4 UserActivity - Facilidade e utilidade percebida.

possa ser o responsável pelos erros cometidos durante o desenvolvimento encontrados durante a fase de inspeção detalhada posteriormente (Subseção 5.1.3.2). Por fim, a análise sugere uma revisão sobre a forma de apresentação, a documentação e a utilização do aspecto para que o entendimento, e consequentemente a utilização não sejam prejudicados.

Luminosity - Utilidade e Facilidade de uso percebidas

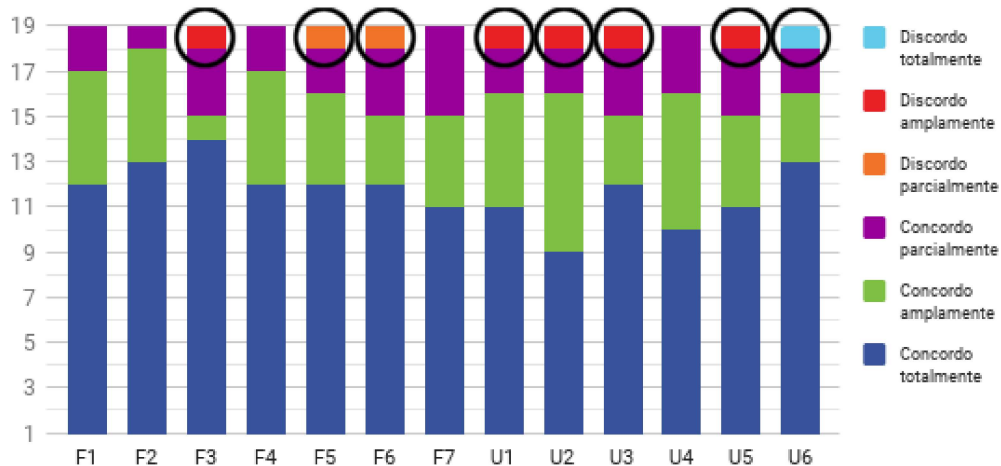


Figura 29 – T5 Luminosity - Facilidade e utilidade percebida.

O aspecto que trata a luminosidade apresentou índices de discordância tanto sobre a percepção de utilidade do aspecto quanto a facilidade de uso como mostra a Figura 29. Analisando os dados de maneira individual foi possível perceber que dois desenvolvedores foram os responsáveis pela queda no índice como mostrado no gráfico da Figura 30.

É possível notar que o desenvolvedor 9 se difere dos demais discordando da maioria

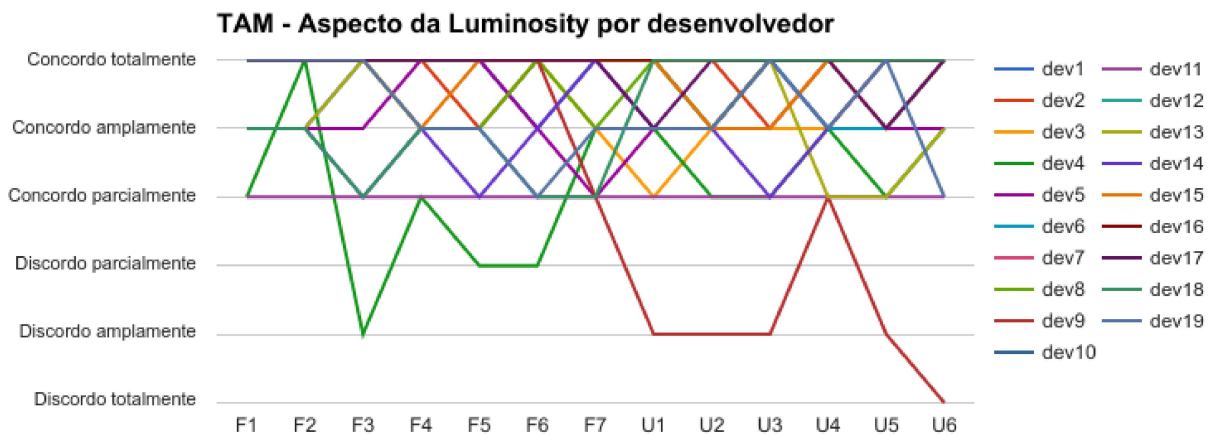


Figura 30 – Respostas individuais com relação ao aspecto da Luminosidade.

das questões relacionadas à utilidade do aspecto. Ele justificou sua classificação baseado em sua preferência de uso do recurso e não como desenvolvedor: “*Não considero útil o aspecto de luminosidade, inclusive não gosto quando o meu celular muda a quantidade de brilho dependendo da luminosidade. acho que se for algo opcional para o usuário, tudo bem*”. Sua colaboração é fundamental, pois chama a atenção para o fato do usuário possuir controle sobre a utilização ou não dos aspectos em questão. O controle do usuário sobre as adaptações que são propostas de forma automática é recomendado por diversos trabalhos na linha de interfaces adaptativas (DUMAS; SOLÓRZANO; SIGNER, 2013; ZHANG; LAI, 2011). Tal funcionalidade deverá ser incluída em novas implementações da abordagem.

Observa-se ainda a discordância do desenvolvedor 3 em relação a facilidade de uso percebido. A partir da análise do código desenvolvido apresentada na Subseção 5.1.3.2 e o questionário de perfil do usuário, foi possível perceber que o desenvolvedor em questão cometeu erros durante o desenvolvimento do código e ainda não estava seguro acerca dos conhecimentos sobre RWD assinalando “Pouco conhecimento” no questionário de perfil. Diante deste cenário e sabendo que o aspecto em questão abordava exatamente a utilização da HyMobWeb através do modelo baseado em *media queries* do RWD (Subseção 4.2.1.1), acredita-se que o conhecimento limitado do desenvolvedor pode ter influenciado negativamente o seu entendimento do aspecto.

Após a análise individual, os dados foram compilados com o objetivo de se encontrar o grau de aceitação geral de cada aspecto. Através do gráfico mostrado na Figura 31, é possível observar que a facilidade percebida foi maior que a utilidade na maioria dos aspectos e com graus de aceitação maiores que 90%. Acredita-se que essa facilidade se deve pela abordagem utilizar os padrões de desenvolvimento baseados em FeF já consolidados diminuindo assim a curva de aprendizado. Com isso, tornando a utilização da abordagem menos custosa para os desenvolvedores. A única exceção foi em relação aos aspectos *Speech* e *Movements (single swipe)*. Nesse caso os valores de utilidade e facilidade ficaram próximos

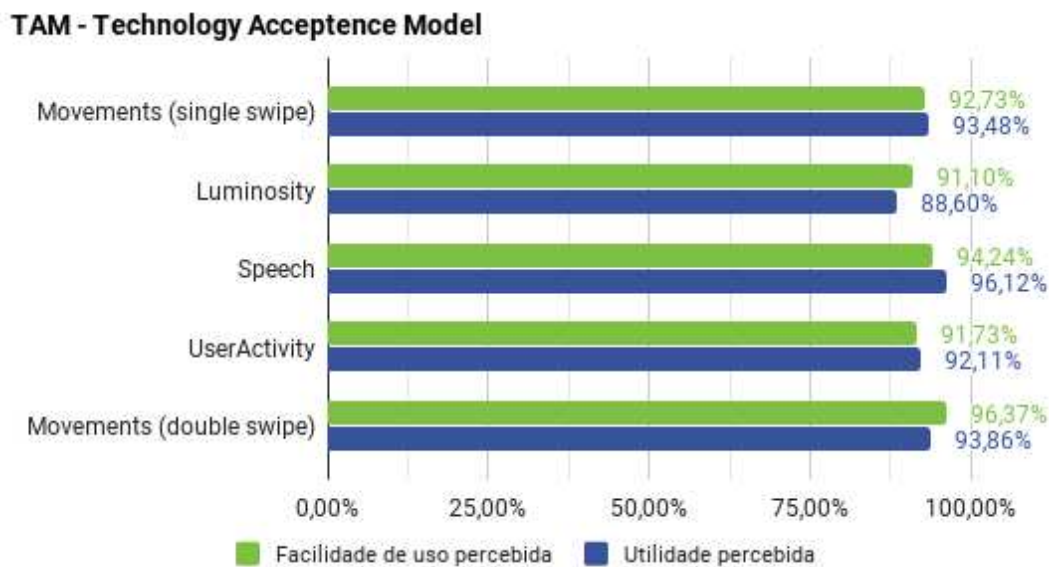


Figura 31 – Grau de aceitação do TAM.

e podem ser considerados significativos não invalidando a proposição afirmativa quanto a facilidade de uso sugerida pelos desenvolvedores. O aspecto *Luminosity* apresentou os menores índices tanto para utilidade como para facilidade de uso percebidas chegando a um valor inferior a 90% para a utilidade de uso percebida. A justificativa dessa queda foi discutida anteriormente de forma individual para o aspecto.

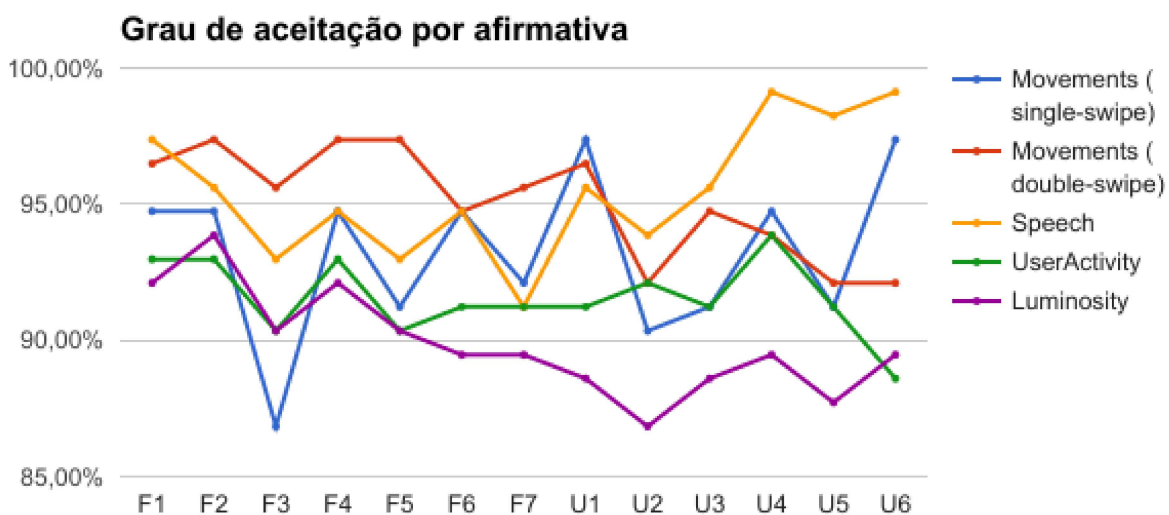


Figura 32 – Grau de aceitação do TAM por aspecto.

A Figura 32 ilustra o grau de aceitação em relação a cada uma das afirmativas para cada aspecto avaliado com o objetivo de se obter uma análise mais detalhada. O gráfico reafirma a proposição anterior em relação ao TAM sobre o aspecto *Luminosity*. É possível notar que a percepção dos desenvolvedores sobre o aspecto da luminosidade foi o menor

entre todos os demais, tanto para a utilidade como para facilidade de uso percebida. O segundo pior colocado foi o aspecto *UserActivity*. É interessante notar que os aspectos de menor aceitação trabalham com a sensibilidade ao contexto enquanto que os mais aceitos com a multimodalidade. Acredita-se que as diferentes formas de interação exploradas pela multimodalidade (Fala/Voz e Movimentos) sejam mais comuns aos desenvolvedores em relação aos aspectos que trabalham com a sensibilidade ao contexto como a Luminosidade e a Atividade do Usuário.

É possível ainda retirar algumas proposições sobre a utilidade e facilidade da abordagem a partir das observações feitas pelos desenvolvedores listadas abaixo:

- *"Possuir tal ferramenta será muito prático no desenvolvimento em geral, **tanto em tempo quanto em utilidade**";*
- *"O aspecto citado **otimiza muito o código** já que a simples inserção de uma classe substituí a implementação da função";*
- *"Muito funcional, se podemos auxiliar o usuário de alguma forma, isto é muito bom e proveitoso";*
- *"A utilização da voz para pesquisas na web é algo que pode ajudar muito à utilização de aplicações de pesquisa assim como no exemplo das músicas";*
- *"O nome do método é **bem intuitivo**" sobre o aspecto Movements;*
- *"**Muito útil e fácil**. É uma tendência e é interessante para o usuário, tanto em questões ergonômicas, quanto em questões de economia de energia",* usuário comentando sobre o aspecto Luminosity;
- *"Excelente pois utilizou o "hidden-"do bootstrap, **aproveitando da semântica já estabelecida**".*

As proposições dos desenvolvedores ajudam a sustentar os dados apontados pelo TAM da facilidade e utilidade de uso percebidas na abordagem. O último comentário sugere a ideia da abordagem como extensão do FeF aproveitando os padrões de escrita de código já consolidados discutida na Seção 4.3.

De maneira geral, observa-se uma percepção positiva dos desenvolvedores quanto à utilidade e facilidade de uso sobre os aspectos da abordagem com graus de aceitação maiores que 90% na maioria dos aspectos. Tais dados apontam indícios para uma resposta positiva em relação às questões RQ1 e RQ2. Porém, existem pontos específicos desses aspectos que devem ser trabalhados individualmente para não comprometer a adaptação da aplicação de forma que afete negativamente a interação do usuário com a aplicação e nem o trabalho do desenvolvedor.

5.1.3.2 Corretude do uso

Além dos questionários, uma inspeção através da técnica de Leitura Baseada em Defeitos (DBR) foi executada com objetivo de identificar e classificar os tipos de defeitos nos códigos produzidos pelos participantes durante a realização das tarefas. A classificação foi feita através de classes definidas pela utilização adequada da abordagem quanto a sintaxe e semântica do código em relação à DSL proposta na HyMobWeb. A classe AC (Aplicada Corretamente) representava os artefatos com sintaxe e semântica corretas, APC (Aplicada Parcialmente Corretamente) com sintaxe *ou* semântica incorreta e NAC (Não Aplicada Corretamente) com sintaxe *e* semântica incorretas.

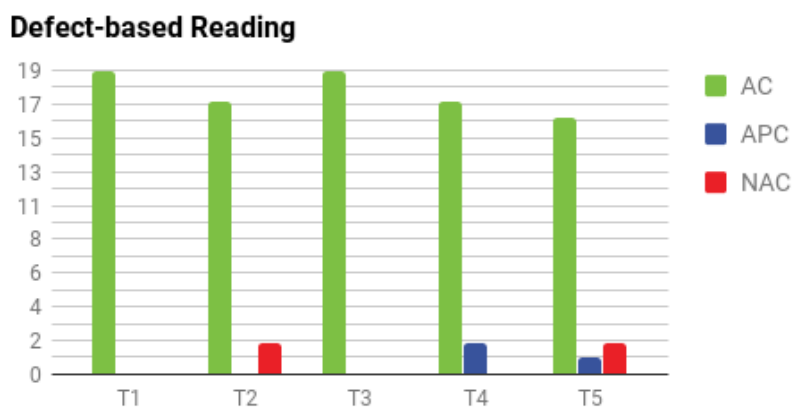


Figura 33 – Análise através da técnica de Leitura Baseada em Defeitos (DRB).

Para sintaxe foi verificado se o código desenvolvido estava de acordo com as regras de escrita de código definidas para a abordagem HyMobWeb - disponíveis para o desenvolvedor na documentação. A verificação da sintaxe foi realizada para cada par tarefa x participante. Para a semântica foi verificado se a implementação realizada pelos desenvolvedores refletia o que foi pedido na tarefa. Os códigos foram comparados a um *baseline* da aplicação desenvolvido previamente. A inspeção foi realizada pelo próprio pesquisador. A Figura 33 mostra o resultado da análise.

Cada participante desenvolveu um trecho de código para cada uma das cinco tarefas gerando um total de 95 artefatos. Destes, apenas 7 apresentaram defeitos (<10%) na solução. A tarefa T2 (*Movements - double-swipe*) apresentou 2 erros classificados como NAC. Os desenvolvedores neste caso não completaram a classe *tapped-on-movements-dswipe* com a direção do movimento (top, left, bottom ou right) e ainda a utilizaram em um elemento diferente do pedido na tarefa. A tarefa T4 (*UserActivity*) também apresentou 2 erros. Eles foram classificados como APC por possuírem apenas erros semânticos. No primeiro erro o desenvolvedor utilizou a classe correta para o aspecto, porém a inserção da classe em um elemento diferente do pedido. No segundo, o desenvolvedor utilizou a classe para mostrar o componente quando parado (*.visible-on-user-activity-stopped*), logo o elemento não estaria disponível quando o usuário estivesse caminhando ou motorizado.

Porém a tarefa pedia para esconder o elemento quando o usuário estivesse motorizado (*.hidden-on-user-activity-motorized*), ou seja, nas situações de parado ou caminhando o componente deveria estar disponível. Por fim, 3 erros foram encontrados na tarefa T5. Dois deles foram classificados como NAC, pois o defeito não contemplava nem a sintaxe e nem a semântica da abordagem; neste caso os desenvolvedores utilizaram o exemplo da documentação, diferente do pedido na tarefa. No terceiro a sintaxe estava incorreta, a palavra reservada “*@context*” estava faltando.

É importante observar que o maior número de erros ocorreu nos aspectos que tratam da sensibilidade ao contexto, corroborando para o que já havia sido apontado pelo TAM: um recurso pouco explorado se comparado à multimodalidade. De maneira geral, o resultado da inspeção apresenta um número baixo de defeitos encontrados. Estes dados reforçam os dados levantados pelo TAM e ajudam a sustentar a aceitação positiva dos desenvolvedores quanto à abordagem, apontando indícios para uma confirmação das questões RQ1 e RQ2.

5.1.4 Lições aprendidas

Um estudo experimental foi realizado com o objetivo de avaliar a abordagem quanto à utilidade de seus recursos e a facilidade de uso do ponto de vista dos desenvolvedores. O estudo contou com a participação de 19 desenvolvedores que realizaram um total de cinco tarefas e responderam ao questionário TAM. É importante destacar que Salman et al. (SALMAN; MISIRLI; JURISTO, 2015) em seu estudo oferece indícios que profissionais experientes possuem pequenas diferenças de desempenho em atividades novas quando comparados com os estudantes. O estudo sugere que ambos os perfis realizaram as tarefas propostas de forma similar. Neste sentido, acredita-se que os estudantes representam uma amostra válida e podem contribuir com uma avaliação realista sobre o uso da abordagem proposta.

Uma análise através da técnica de Leitura Baseada em Defeitos (DBR) foi conduzida através da verificação da sintaxe e semântica do código desenvolvido pelos participantes. Os dados do questionário juntamente com a análise DBR serviram de base para sustentar a proposição positiva quanto a utilidade e facilidade de uso percebidas na abordagem do ponto de vista dos desenvolvedores.

Dentre os recursos avaliados, os aspectos *Luminosity* e *UserActivity* - ambos relacionados à sensibilidade ao contexto - foram os que apresentam os menores índices de aceitação e os maiores números de defeitos na aplicação. Acredita-se que devido ao fato dos aspectos serem menos usuais em relação aos demais abordados e explorarem diretamente as premissas do RWD, possam ter comprometido o grau de aceitação da abordagem.

Este estudo entregou o artigo: "*HyMobWeb: A hybrid adaptation of context-sensitive*

Web interfaces with multimodality support in mobile devices" para o *SBC Journal on Interactive Systems (JIS)* de 2017.

Além disso, os treinamentos originaram duas atividades de extensão: i) *“Analisando o framework Bootstrap para desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: potencialidades e limitações”* (Programa 23112.002323/2009-07 - Estudo de Linguagens de Programação de Computadores) ministrado na Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba e ii) *“Desenvolvimento de aplicativos Web para dispositivos móveis”* (Programa 247943.1295.45093.16092016 - Edital 475-2017) ministrado no Instituto Federal de São Paulo - Campus Itapetininga.

5.2 Avaliação da HyMobWeb na perspectiva dos usuários finais

Após a avaliação da parte estática da abordagem do ponto de vista dos desenvolvedores, um experimento controlado foi planejado e conduzido com o objetivo de verificar a aceitação ou não dos aspectos de adaptação introduzidos, a partir da percepção dos usuários finais. Este estudo é relevante, pois os usuários finais são aqueles que utilizarão os recursos providos pela **adaptação dinâmica**.

Neste momento considerou-se a coleta de dados apenas para a satisfação do usuário por entender que os aspectos que trabalham a sensibilidade ao contexto implementados estão mais relacionados com questões qualitativas da experiência do usuário. Para organização do experimento seguiu-se as novamente as diretrizes de Wohlin et al ([WOHLIN et al., 2012](#)) através das fases de planejamento, execução e avaliação dos resultados que são descritas a seguir. A Tabela 15 apresenta a ficha técnica do experimento seguido do objetivo segundo o paradigma GQM.

Tabela 15 – Ficha técnica do estudo exploratório APII

Objetivo	Avaliar a adaptação dinâmica oferecida pela HyMobWeb.
Metodologia:	Aplicação de experimento controlado. Os usuários finais avaliaram aspectos implementados pela abordagem. Questionário SAM.
Local:	IFSP Campus Itapetininga
Período:	Maio de 2017
Nº de participantes:	14

O objetivo proposto foi:

Analisar o uso dos aspectos implementados pela HyMobWeb

Com o propósito de avaliar;

Com respeito a satisfação;

Do ponto de vista de usuários finais;

No contexto de adaptação de aplicações Web móveis;

5.2.1 Planejamento

Inicialmente, uma questão de pesquisa (RQ) e hipóteses foram definidas:

- **RQ1:** Os usuários apresentam maior **satisfação** ao utilizar os recursos oferecidos pela HyMobWeb em relação aos disponibilizados pelo FeF *Bootstrap*?
 - **H01:** Não existe diferença significativa na satisfação dos usuários em relação aos recursos oferecidos pela HyMobWeb em relação aos tradicionais.
 - **HA1:** Existe diferença significativa na satisfação dos usuários em relação aos recursos oferecidos pela HyMobWeb em relação aos tradicionais.

Dois aplicações foram utilizadas neste experimento. A primeira delas foi a mesma utilizada anteriormente como artefato inicial do estudo mostrado Seção 5.1 e a segunda uma das aplicações complementadas pelos participantes deste mesmo estudo. A seleção desta última se deu através da análise da completude e corretude do código em relação às tarefas desenvolvidas no estudo. Desta maneira, a primeira aplicação - chamada de “base” - contava apenas com recursos desenvolvidos a partir dos FeF e a segunda - nomeada de “manual” - com os recursos concretos implementados pela abordagem HyMobWeb e o código desenvolvido pelos participantes do estudo anterior.

Um total de quatro tarefas foram elaboradas cada uma com dois tratamentos: **T1 - Movements** os usuários navegariam através dos álbuns disponíveis até encontrarem um específico; **T2 - Speech** os usuários deveriam procurar por um álbum particular através de uma palavra chave; **T3 - Luminosity** os usuários deveriam ler um texto sobre uma banda em um ambiente com baixa iluminação e **T4 - UserActivity** os usuários deveriam selecionar uma música na aplicação enquanto estavam caminhando. As tarefas estão diretamente relacionadas com as atividades propostas aos desenvolvedores no experimento anterior abordado na Seção 5.1 e aos recursos concretos implementados pela abordagem. Um tutorial foi desenvolvido para auxiliar os usuários durante a realização das tarefas.

Para responder a RQ1, a técnica de avaliação pictórica não-verbal (SAM) foi novamente adotada. Um questionário pós-experimento e um teste piloto foram elaborados para complementar a coleta. O questionário capturava informações sobre o perfil dos participantes, tais como: idade, nível de escolaridade, frequência de acesso à Internet e de uso dos recursos do dispositivo e ainda as percepções sobre a utilização de cada aspecto utilizado. O teste piloto contou com a participação de duas pessoas. Seu objetivo foi verificar se as instruções e procedimentos eram suficientemente claros e objetivos para a realização do experimento.

Os usuários do teste piloto apresentaram dificuldades quanto à interpretação do que deveria ser realizado durante as tarefas, sobre a forma de avaliação e ainda sobre a quantidade de tarefas. Estas dificuldades levaram a uma revisão e modificação dos textos explicativos, um refinamento do tutorial sobre a condução da atividade de avaliação e uma diminuição no escopo das tarefas. A tarefa sobre a modalidade *Movements* utilizando o recurso *double-swipe* abordado anteriormente foi retirada pois foi entendido que a modalidade já estaria coberta pela utilização do recurso *single-swipe*. Após o teste piloto as etapas a seguir foram definidas para condução do experimento.

- **Apresentação** - explicação sobre o objeto de estudo, instruções iniciais de como ocorreria o experimento e como a avaliação seria realizada além da apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).
- **Realização das tarefas** - cada usuário realizaria um conjunto de quatro tarefas com dois tratamentos pré-estabelecidas. Ao final de cada tarefa o usuário informaria através do questionário SAM sua percepção em relação aos modos de interação utilizados. O questionário bem como a condução da atividade foi auxiliada por um guia disponível na própria tela do *smartphone* (Apêndice I). Toda a interação do usuário com o dispositivo seria filmada¹ para que uma análise posterior mais detalhada pudesse ser realizada.
- **Aplicação do pós-questionário** - nesta etapa os usuários responderiam um questionário composto de sete perguntas sobre a sua frequência de utilização de dispositivos móveis e quatro perguntas não obrigatórias sobre a percepção acerca dos aspectos utilizados (Apêndice B).

5.2.2 Execução

Os participantes deste estudo foram voluntários da comunidade do Instituto Federal de São Paulo (discentes, docentes, servidores etc.) selecionados por conveniência. Todos os participantes aceitaram o termo de consentimento livre e esclarecido para uso dos dados e imagens coletadas durante o estudo de caso. Participaram do estudo usuários que já tinham o hábito de uso diário de dispositivos móveis, no caso específico, *smartphones*.

Um total de 14 usuários participaram do experimento. A grande maioria com idades entre 16 a 18 anos (75%), cursando o ensino médio (91.7%), e com acesso frequente à Internet através de dispositivos móveis - 95.4% acessando todos os dias. Todos os participantes utilizaram um dos dois *smartphones* disponíveis - ASUS ZenFone 5 ou Xiaomi Redmi 4. O experimento foi realizado no laboratório de Informática do Instituto Federal de São Paulo - Campus Itapetininga.

¹ O software utilizado para gravação foi o *Ace Screen Recorder* que possibilita a gravação da interação dos usuários.

Uma explicação inicial foi realizada na condução do experimento a respeito dos objetos de estudo e o processo de avaliação a ser utilizado. O modelo de apresentação das tarefas - disponíveis de forma textual na própria tela do dispositivo - foi apresentado aos usuários (Apêndice I). Eles não tiveram tempo estabelecido para o término das tarefas e utilizaram um de dois dispositivos disponíveis (essa medida foi tomada por questões de preservação dos usuários quanto às gravações² e para que duas pessoas pudessem participar de forma simultânea). Durante a execução, ao término de cada tarefa o participante respondia o questionário SAM. Ao término de todas as tarefas os usuários responderam a um questionário sobre seu perfil e suas impressões. Uma avaliação foi conduzida a partir dos dados coletados após a execução e está descrita a seguir.

5.2.3 Avaliação

Todo o conteúdo coletado levantado pelo SAM através do questionário e as gravações individuais foram analisadas em busca de resultados sobre o nível de satisfação do usuário. A Tabela 16 apresenta os dados coletados por usuário em cada tarefa e seu respectivo tratamento considerando: grupo (GR) subdividido em PS para aqueles usuários que utilizaram primeiramente a aplicação base e PC aos que utilizaram primeiramente a adaptação manual, índice de satisfação (IS), índice de motivação (IM) e índice de controle (IC). Neste momento considerou-se a coleta de dados também referente ao domínio da motivação por entender que os aspectos que trabalham a sensibilidade ao contexto podem provocar alterações na motivação dos participantes. Um total de 14 voluntários realizaram as tarefas propostas no experimento. As análises são mostradas em relação a cada um dos aspectos de maneira individual.

5.2.3.1 Movimentos

A T1 abordou a modalidade *Movements* a partir de dois tratamentos (aplicação base e manual). Os dados obtidos através do SAM mostraram uma concentração dos usuários nos níveis mais altos para a aplicação manual - a partir dos recursos da HyMobWeb - em relação a tradicional.

Os três índices apontaram um comportamento similar com relação à aplicação base, mostrando uma medida de tendência central igual ou menor que 7. A aplicação manual apresentou valores de 8,5 para a satisfação e 9 para a motivação e o sentimento de controle. Em relação a sentimento de controle a concentração é ainda mais perceptiva com apenas dois usuários se situando fora da escala máxima do SAM, sugerindo um maior nível de controle para o modo de interação através do *swipe* - modalidade de movimentos - em relação a interação através do toque na tela - modalidade de toque.

² O *ACE Screen Recorder* necessita de versão e plataforma específicas para funcionar e as gravações ficam armazenadas no dispositivo.

Tabela 16 – Resultados por usuário das Tarefas 1,2, 3 e 4.

		T1 - Movements						T2 - Speech					
		base			manual			base			manual		
<i>ID</i>	<i>GR</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>
1	PC	4	4	4	8	9	8	3	4	4	9	9	9
2	PS	7	6	7	9	9	9	6	7	8	8	9	8
3	PC	5	3	5	8	8	9	8	6	8	9	8	8
4	PC	8	8	8	9	8	9	4	5	6	9	5	9
5	PC	8	8	8	9	9	9	6	6	5	9	9	9
6	PC	8	7	7	9	9	9	7	5	6	9	7	7
7	PS	8	8	9	9	9	9	9	7	9	9	9	7
8	PS	5	5	5	7	7	9	5	5	6	8	8	8
9	PS	8	8	9	5	6	4	7	8	7	9	9	9
10	PC	6	6	7	8	9	9	5	7	6	8	9	8
11	PS	9	7	9	9	9	9	9	9	9	7	9	6
12	PC	5	5	6	9	9	9	5	6	5	9	9	9
13	PS	7	8	5	8	8	9	9	9	8	6	7	5
14	PC	7	6	6	8	8	8	9	9	8	5	2	6
		T3 - Luminosity						T4 - UserActivity					
		base			manual			base			manual		
<i>ID</i>	<i>GR</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>	<i>IS</i>	<i>IM</i>	<i>IC</i>
1	PC	5	4	5	8	9	9	3	2	5	7	8	9
2	PS	6	7	8	9	9	9	5	6	6	8	8	8
3	PC	5	4	8	9	8	8	5	6	4	9	8	9
4	PC	5	5	5	9	9	9	6	8	9	9	9	9
5	PC	6	6	5	9	9	9	8	8	8	9	9	9
6	PC	7	5	6	9	7	7	3	3	2	9	8	7
7	PS	7	7	9	9	9	7	7	7	9	9	9	8
8	PS	5	5	6	8	8	8	6	6	6	9	9	9
9	PS	7	8	7	9	9	9	9	8	8	6	8	6
10	PC	5	7	6	8	9	8	6	7	7	9	8	7
11	PS	7	7	9	9	9	9	8	6	9	9	9	9
12	PC	4	5	5	9	9	9	7	7	7	5	5	6
13	PS	5	2	4	9	9	9	7	6	3	9	7	9
14	PC	5	6	5	9	9	8	3	5	5	9	9	9

Os *outliers* observados nos gráficos são referentes a um usuário que segundo suas considerações sobre o aspecto, sentiu um receio de: “*passar os álbuns muito rápido e acabar pulando àquela desejada*”. Na opinião do participante, a ação de deslizar o dedo na tela acaba sendo um pouco “involuntária” em relação ao tempo de leitura e identificação do álbum, tal motivo influenciou sua percepção a respeito do controle da situação.

Os dados levantados nesta análise foram semelhantes daqueles coletados na Seção 3.4.3 também sobre adição da modalidade de movimentos. Na análise anterior os valores das medianas coletadas foram: 6,5 (base) e 8,5 (manual) para a satisfação e 8 (base e

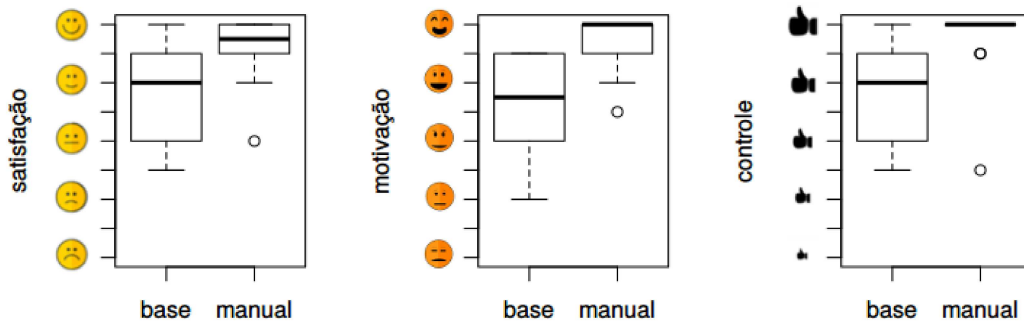


Figura 34 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto *Movements*.

manual) para o sentimento de controle. Nesta análise os dados obtidos foram: 7 (base) e 8,5 (manual) para satisfação e 7 (base) e 9 (manual) para controle. Além disso, algumas das observações levantadas anteriormente puderam ser verificadas novamente nesta avaliação: i) dificuldades em relação às setas tradicionais por serem de tamanho reduzido e ii) os usuários tentaram realizar o movimento de *swipe* na galeria mesmo com as instruções explicitando a utilização da maneira tradicional (através do toque).

Os dados coletados através do SAM complementam aqueles analisados anteriormente e reforçam a afirmação de indícios de um aumento na satisfação dos usuários em relação aos recursos oferecidos pela HyMobWeb. Alguns usuários colaboraram com as suas impressões sobre o aspecto em questão: “Achei a Interação B (*swipe*) mais acessível já que não precisa ser um toque preciso na seta”, “na primeira (toque) eu não gostei muito devido ao tamanho da setinha tendo mais controle através do *swipe*”, “No Toque na tela a interação é pequena com o usuário e dá uma sensação de pequeno domínio, no *Swipe* a sensação de domínio do usuário é maior”.

5.2.3.2 Fala/Voz

A Figura 35 mostra os índices de satisfação, motivação e controle dos usuários ao utilizar a entrada de dados base (apenas textual) e manual (utilizando recursos de voz) em relação a T2 - modalidade *Speech*. É possível perceber novamente um aumento na satisfação em relação à aplicação manual. O *outlier* observado na motivação pode ser justificado devido aos problemas encontrados por alguns usuários durante a realização da tarefa. O reconhecimento automático de fala implementado concretamente para testes precisa de recursos da Internet, a qual apresentava instabilidade no momento do teste dificultando a utilização do recurso. É importante observar que a adição da modalidade não substitui a modalidade anterior, logo a modalidade tradicional ainda estava disponível. Esta dificuldade vivenciada pelo usuário aponta a necessidade de alternativas de soluções para tratamento da modalidade vocal. Uma verificação anterior sobre as condições da

rede ou mesmo uma solução sem recursos da Internet poderia poupar o usuário de tais dificuldades.

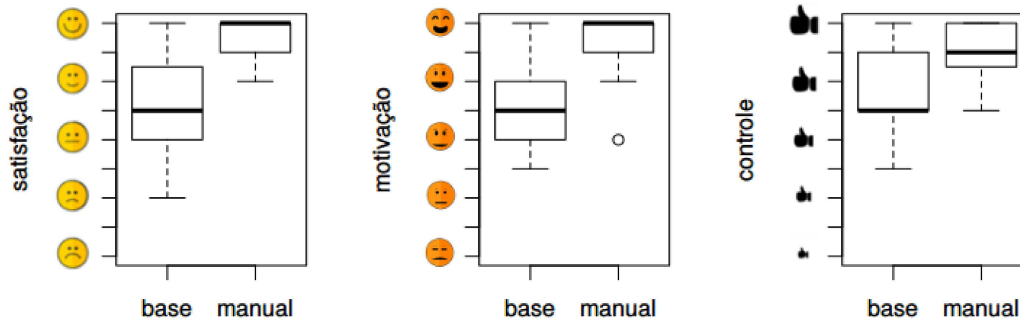


Figura 35 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto *Speech*.

Os dados coletados nesta análise foram similares àqueles levantados na Seção 3.4.3, também sobre a modalidade de voz. Através da análise das considerações dos usuários é possível entender melhor seus contextos e preferências sobre o aspecto. Foi possível perceber que a maioria dos participantes acreditaram que o comando de voz é mais prático do que a digitação - “As teclas são pequenas e muitas das vezes atrapalha a digitação”, “o uso do comando de voz é mais prático do que digitação”, “...achei bem mais prático do que digitar”, “achei menos interessante digitar letra por letra”. Porém, em alguns casos esta praticidade está relacionada ao contexto de utilização - “...o comando de voz depende muito do ambiente e do aparelho”, “Prefiro muito mais digitar no teclado, voz apenas ao dirigir veículo”, “Comando de Voz é mais interativo porém em determinado local não podemos falar sem interferências no áudio”. E ainda, na opinião de alguns usuários a captura da voz deveria ser diferente, próxima a soluções já utilizadas em aplicativos nativos - “poderia ser igual o WhatsApp pressionando o botão de ‘microfone’ para falar e soltando para enviar”, “achei o padrão desse tipo de captura de áudio, muito diferente do que estou acostumada (WhatsApp)”. Além dos participantes que explicitaram sua opinião via texto, foi observado nas gravações usuários aguardando o comportamento semelhante ao aplicativo WhatsApp³ (pressionar e segurar para gravar e soltar para enviar).

Os dados e as considerações dos participantes ajudam, de maneira geral, a sustentar a afirmação de indícios de um aumento na satisfação dos usuários em relação a modalidade *Speech* proporcionada pela abordagem. Algumas ressalvas são importantes em relação à forma de captura e ao contexto de utilização da modalidade que devem ser consideradas na implementação concreta da abordagem.

³ <https://www.whatsapp.com/>

5.2.3.3 Luminosidade

A Figura 36 apresenta os os índices referentes a Lumonosidade (T3). Este aspecto foi o que obteve as maiores concentrações e alcançou os maiores níveis em todos os índices tratados pelo SAM. Como mostrado no gráfico, a mediana se manteve no nível mais alto da escala (9) nos três índices para a aplicação manual - utilizando o recurso *Luminosity* - enquanto que a aplicação base atingiu o valor 6. Os dados sugerem uma grande aceitação por parte dos voluntários sobre o aspecto em questão.

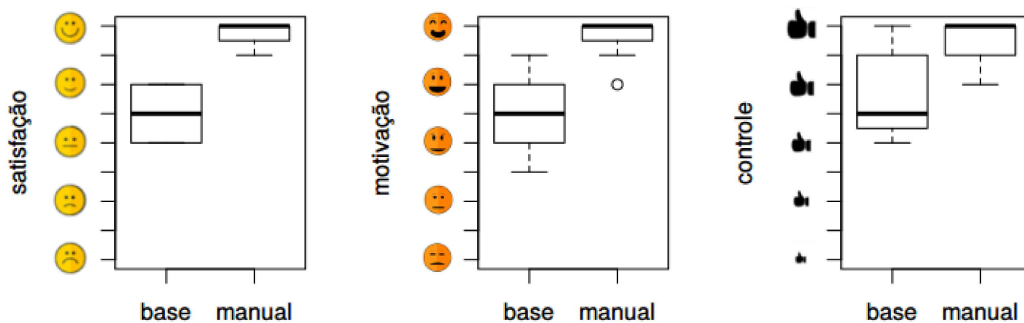


Figura 36 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto *Luminosity*.



Figura 37 – Reações dos usuário ao utilizar o aspecto *Luminosity*.

Alguns voluntários deixaram suas impressões de maneira textual no questionário ao final do teste, tais proposições complementam os dados coletados pelo SAM - “...a aplicação B, com adaptação, *deixa o texto mais legível*”, “...*facilita a leitura*”, “...*não te*

deixa com desconforto nenhum em olhar para a tela para continuar lendo, “fica uma vista *confortável*, sem ter que forçar a visão”, “...*auxilia bastante* quando você está em ambiente escuros e precisa ler textos”, “**Adorei a possibilidade de o texto se adaptar a luminosidade e deixar de um modo com mais realce do texto...**”.

As gravações permitiram a observação das reações dos usuários na utilização dos recursos, a Figura 37 apresenta o momento da utilização do aspecto *Luminosity*. É possível observar os usuários apagando a luz do ambiente - para a simulação de um baixo nível de luminosidade - e logo em seguida sendo surpreendidos pela adaptação da aplicação. Os dados apresentados pelo SAM, observações durante o experimento e as considerações dos participantes remetem, de maneira geral, a uma aceitação positiva sobre o aspecto *Luminosity*.

5.2.3.4 Atividade do Usuário

A Figura 38 mostra os dados do SAM para o aspecto *UserActivity*. Novamente é possível observar um nível mais alto na escala para a aplicação manual em relação a base. Os *outliers* presentes remetem à insatisfação dos usuários em relação ao tempo de reconhecimento da atividade. A identificação da situação do usuário (parado, caminhando ou em movimento) leva alguns segundos para ser realizada pela abordagem. O aspecto concreto desenvolvido utilizou as APIs disponibilizadas pelo Google para o reconhecimento da atividade do usuário⁴. Esta solução demandava certo tempo para o reconhecimento da atividade, o que influenciou negativamente alguns voluntários da pesquisa. O tempo para o reconhecimento e precisão da detecção são pontos importantes que precisam ser levados em consideração em versões futuras da abordagem. Existem soluções como a investigada por Hauber et al (HAUBER et al., 2013) que trabalham na linha de Reconhecimento da Atividade Humana para plataforma Web e podem ser incorporadas à implementação concreta da abordagem visando a melhoria dos pontos destacados.

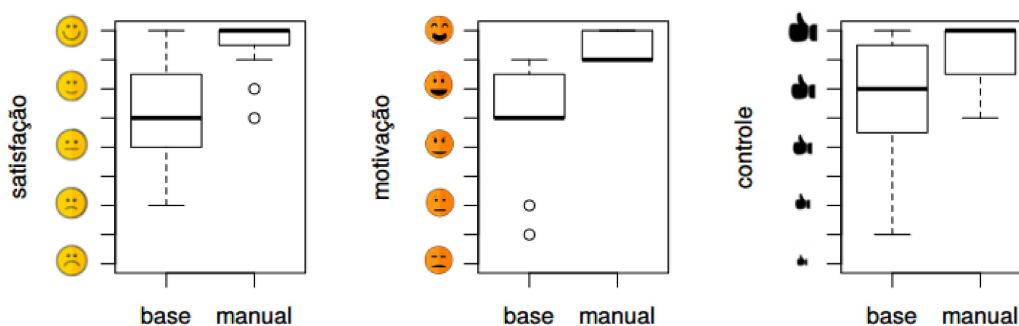


Figura 38 – Boxplots referentes aos índices de satisfação, motivação e controle para o aspecto *UserActivity*.

⁴ <https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/location/ActivityRecognitionApi>

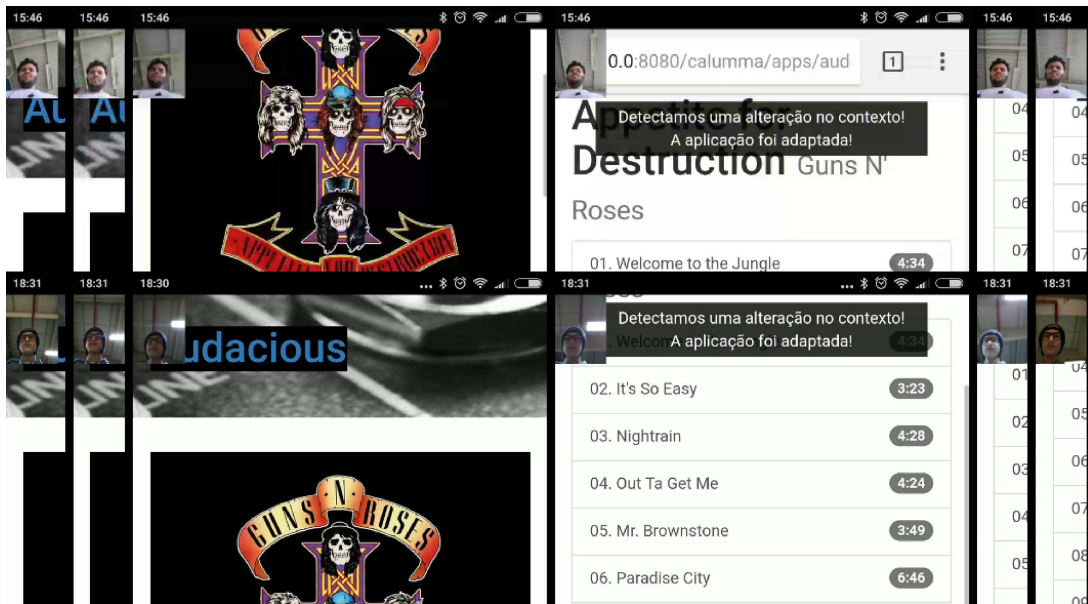


Figura 39 – Usuários utilizando o aspecto *UserActivity*.

As observações dos usuários sustentam a ideia de satisfação quanto ao recurso e as ressalvas a respeito da demora do reconhecimento - “Facilita o acesso a uma determinada informação, quando o usuário está em movimento”, “Gostei da forma adaptada, pois quando se está caminhando ou correndo o mais importante fica fixado na tela...”, “...pode existir atraso na identificação que estou em movimento”, “...precisa de um reconhecimento de caminhada mais rápido”, “A adaptação (reconhecimento da caminhada) é um recurso muito interessante...”, “...foi muito acessível, pois quando caminhamos não temos muita disponibilidade de alterar a interface”. A Figura 39 mostra um exemplo dos usuários interagindo com a aplicação enquanto caminhavam. Os resultados apresentados pelo SAM e as proposições dos usuários de maneira geral apontam para uma elevação no nível de satisfação dos usuários em relação ao aspecto *UserActivity*.

Dentre os aspectos investigados na abordagem a Luminosidade e a Atividade do Usuário foram àqueles que, na opinião dos usuários finais, mais colaboraram para o aumento na satisfação. Em contrapartida, estes aspectos foram os que apresentaram os menores índices de aceitação em relação a facilidade de uso e utilidade percebidas pelos desenvolvedores na avaliação anterior.

Todos os dados coletados através do questionário SAM para cada aspecto, as gravações realizadas, as observações e proposições dos usuários sustentam a conclusão de que existem indícios para um aumento na satisfação dos usuários em relação a aplicação desenvolvida com recursos da HyMobWeb, sugerindo assim aceite da hipótese alternativa HA2, indicando indícios de uma diferença significativa quanto à satisfação dos usuários.

5.2.4 Ameaças à Validade

Com o intuito de anular possíveis ameaças, algumas estratégias foram adotadas considerando novamente os níveis de tratamento de validade: interna (i), externa (ii), de construção (iii) e de conclusão (iv) (WOHLIN et al., 2012).

As tarefas foram embaralhadas, logo o álbum pedido para ser localizado na aplicação base era diferente da aplicação adaptada (i). Foram selecionados usuários que estão acostumados a utilizar *smartphones*, afim de que pudessem realizar as tarefas e dar sua opinião quanto a utilização, representando assim uma parcela da população de usuários típicos (ii).

Os usuários foram separados em dois grupos de forma randômica para que a ordem de utilização das adaptações pudesse ser modificada. Logo uma parcela do grupo utilizou primeiramente as adaptações base do *Bootstrap* e logo após as adaptações providas pela HyMobWeb. O outro grupo fez exatamente a ordem inversa (iii).

Os dados referentes ao SAM foram capturados através de uma ferramenta de captura e conferidos através das gravações, com o objetivo de proporcionar um nível maior de confiança das informações coletadas (iv).

5.2.5 Lições aprendidas

Um experimento controlado em laboratório foi realizado com o objetivo de verificar o nível de satisfação sobre os aspectos de adaptação propostos pela HyMobWeb, a partir da percepção dos usuários finais. Um total de 14 voluntários realizaram 4 tarefas cada uma com dois tratamentos - sem e com os recursos providos pela HyMobWeb. Cada tarefa correspondia a um aspecto tratado pela abordagem e as aplicações utilizadas pelos usuários foram àquelas desenvolvidas no estudo anterior que analisou o ponto de vista dos desenvolvedores.

Durante a realização, índices de satisfação, motivação e controle foram extraídos dos usuários, através do questionário SAM. Todas as interações foram gravadas através do *smartphone*. Os dados coletados foram combinados e analisados com o objetivo de verificar a validade da hipótese testada.

As avaliações realizadas demonstraram que as soluções resultantes da adição dos aspectos relacionados à multimodalidade e à sensibilidade ao contexto propiciaram uma alteração positiva na satisfação dos usuários quanto à utilização dos elementos de interação e que os aspectos que mais apresentaram dificuldades do ponto de vista dos desenvolvedores culminaram nos maiores níveis de satisfação na perspectiva dos usuários finais.

6 Conclusão e trabalhos futuros

Este trabalho propôs a abordagem HyMobWeb, uma proposta de adaptação híbrida em dispositivos móveis na Web que agrega o tratamento da multimodalidade e da sensibilidade ao contexto em FeF. A abordagem foi delineada a partir do estudo bibliográfico e de três estudos exploratórios (EEI, EEII, e EEIII), e avaliada a partir do ponto de vista dos desenvolvedores (API) e dos usuários finais (APII).

Um primeiro estudo exploratório sobre as dificuldades dos usuários aplicações Web sem previsão de adaptação foi realizado. Este aconteceu através da elaboração e aplicação de um questionário respondido por 56 voluntários, seguido de uma observação acerca do comportamento de 2 usuários em seus contextos de utilização. O estudo traçou um perfil de usuário que comumente acessa a Internet e consome seu conteúdo e identificou as dificuldades enfrentadas por estes na utilização de aplicações Web não adaptadas (EEI). Considerando as dificuldades apontadas, uma segunda investigação foi realizada. Esta aconteceu a partir de um teste de usabilidade que contou com a participação de 4 voluntários. O estudo demonstrou o impacto negativo causado pela não adequação das aplicações aos dispositivos e a resposta positiva dos usuários quanto à adição de recursos que exploram aspectos relacionados à multimodalidade em aplicações Web móveis sem previsão de adaptação (EEII).

As lições aprendidas nos estudos anteriores serviram de base para a investigação de um novo problema e a realização de um terceiro estudo exploratório. Este foi produzido através de um experimento controlado em laboratório com a participação de 18 voluntários. Eles realizaram um total de três tarefas, cada uma com dois tratamentos - utilizando a adaptação base e a adaptação manual. Durante a realização, dados de tempo, número de movimentos, índices de satisfação e controle foram extraídos dos usuários. Todos os dados foram combinados e analisados através de testes estatísticos para verificar a validade das hipóteses testadas. O estudo apontou evidências das lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de FeF - em relação às necessidades dos usuários e as avaliações realizadas demonstraram que as soluções resultantes da adição da multimodalidade propiciaram uma alteração positiva na satisfação dos usuários quanto a utilização dos elementos de interação em aplicações Web móveis mesmo já com níveis de adaptação (EEII).

A partir dos resultados obtidos com os estudos e a pesquisa bibliográfica, a abordagem HyMobWeb foi delineada. Ela é uma abordagem híbrida de adaptação de interface Web móvel formada pela expansão dos aspectos relacionados à combinação de diferentes modos de interação (**multimodalidade**) e da capacidade de adaptação da aplicação em

relação as variáveis que compõem o contexto do usuário (**sensibilidade ao contexto**). Ela oferece aos desenvolvedores novas possibilidades para a adaptação de interface Web móvel aproveitando os padrões de escrita de código consolidados pelos FeF com o objetivo de reaproveitar tais soluções e diminuir a curva de aprendizagem.

Após a definição da proposta, um estudo experimental foi realizado com o objetivo de avaliar a adaptação estática da abordagem quanto à utilidade de seus recursos e a facilidade de uso percebida do ponto de vista dos desenvolvedores. O estudo contou com a participação de 19 desenvolvedores que realizaram um total de cinco tarefas e responderam ao questionário TAM. Uma análise pela técnica de leitura baseada em defeitos foi conduzida para a verificação da sintaxe e semântica do código desenvolvido pelos participantes. Os dados do questionário juntamente com a análise DBR serviram de base para sustentar a proposição positiva quanto à utilidade e facilidade de uso percebidas na abordagem do ponto de vista dos desenvolvedores (API).

Os dados coletados e as aplicações desenvolvidas serviram de base para uma segunda avaliação, desta vez a partir da percepção dos usuários finais. Esta foi realizada através de um experimento controlado com o objetivo de verificar o nível de satisfação sobre os aspectos da adaptação dinâmica propostos pela HyMobWeb. Um total de 14 voluntários realizaram 4 tarefas cada uma com dois tratamentos e correspondente a um aspecto implementado pela abordagem. Durante a realização, índices de satisfação, motivação e controle foram extraídos dos usuários, através do questionário SAM, além de gravações da interação dos usuários. A análise demonstrou que as adições dos aspectos relacionados à multimodalidade e à sensibilidade ao contexto propiciaram uma alteração positiva na satisfação dos usuários (APII).

Por fim, os resultados deste trabalho buscaram disponibilizar uma forma melhor de interação para os usuários na utilização de aplicações Web móveis, especificamente em relação aos aspectos relacionados aos contextos de uso e as diferentes formas de interação. Além disso, contemplaram o desenvolvimento de uma abordagem que auxiliasse os desenvolvedores na adaptação de aplicações Web, visando de maneira geral, proporcionar alterações positivas para os usuários quanto a utilização de elementos de interação Web em dispositivos móveis.

6.1 Contribuições

Este projeto realizou um levantamento sobre o usuário que comumente acessa a Internet e consome seu conteúdo e identificou as dificuldades enfrentadas por estes na utilização de aplicações Web sem previsão de adaptação. Apresentou o impacto negativo causado pela não adequação das aplicações aos dispositivos e a resposta positiva quanto à adição de recursos que exploram aspectos relacionados à multimodalidade em aplicações

Web não adaptadas.

Contribuiu ao apontar evidências das lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de *frameworks front-end* - em relação às necessidades dos usuários finais, abrindo caminho para novas investigações. Demonstrou que as soluções resultantes da adição da multimodalidade e das adaptações automáticas propiciam uma alteração positiva na satisfação dos usuários mesmo em aplicações que já fornecem níveis de adaptação Web móvel. Mostrou ainda que a utilização frequente desses tipos de *frameworks* e as adversas necessidades dos usuários faz com que seja necessária a exploração de novas possibilidades; e não deixando somente a cargo dos desenvolvedores a responsabilidade na implementação de soluções.

Apresentou uma visão simplificada dos problemas de interação encontrados nos FeF, ressaltando sua importância, suas características e as possíveis implicações para uma melhora nas soluções tradicionais. Tal perspectiva é importante para abrir discussões sobre possíveis alterações a serem realizadas nos *frameworks* com o intuito de proporcionar uma melhora nas soluções tradicionais.

Definiu uma gramática para o contexto do desenvolvimento Web móvel sensível ao contexto e com suporte a multimodalidade que a partir das avaliações mostrou-se facilitadora na adaptação das interfaces, elevando o nível de abstração e possibilitando uma otimização no desenvolvimento. Implementou aspectos que se mostraram satisfatórios do ponto de vista dos usuários finais, atendendo às peculiaridades dos dispositivos e as características de uso, e elevando o nível de satisfação dos usuários na utilização de aplicações. Permitiu a manipulação do contexto em combinação com as diferentes modalidades de interação através da abordagem, corroborando na obtenção de uma adaptação mais precisa das interfaces, e assim, fornecendo aos usuários finais um grau maior de satisfação. Utilizou de informações do contexto externo sem a necessidade de agentes inteligentes para monitoramento proporcionando uma melhora de performance para a aplicação.

Possibilitou ainda a:

- Produção da monografia "*Adaptação de elementos de interação Web em dispositivos móveis*" para obtenção do título de Especialista em Tecnologias para Aplicações Web da Universidade do Norte do Paraná;
- Publicação do artigo "*Um estudo exploratório comparativo sobre adaptação Web móvel em frameworks front-end na perspectiva dos usuários finais*" no XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais de 2016;
- Participação do III Workshop de Teses e Dissertações do XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais de 2016 com a submissão e

apresentação do trabalho "*Adaptação híbrida de interface Web sensível ao contexto e com suporte a multimodalidade em dispositivos móveis*";

- Realização da atividade de extensão "*Analisando o framework Bootstrap para desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis: potencialidades e limitações*" (Programa 23112.002323/2009-07 - Estudo de Linguagens de Programação de Computadores) na Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba;
- Realização da atividade de extensão "*Desenvolvimento de aplicativos Web para dispositivos móveis*" (Programa 247943.1295.45093.16092016 - Edital 475-2017) ministrado no Instituto Federal de São Paulo - Campus Itapetininga;
- Produção e entrega do artigo "*HyMobWeb: A hybrid adaptation of context-sensitive Web interfaces with multimodality support in mobile devices*" para o *SBC Journal on Interactive Systems (JIS)* de 2017.

6.2 Limitações e trabalhos futuros

Apesar dos objetivos terem sido alcançados, existem algumas limitações que derivam do escopo da proposta:

- Os aspectos implementados concretamente na proposta serviram de objeto de estudo para avaliação da abordagem e devem passar por outros testes relativos a performance e a compatibilidade não observados neste trabalho;
- Apesar das avaliações terem sugerido uma utilidade e facilidade de uso percebidas, deve-se considerar que o fenômeno observado limita-se ao escopo de desenvolvedores de software em ambiente acadêmico, no qual o experimento foi realizado;
- O aspecto *UserActivity* implementado foi condicionado a utilização da aplicação nativa para que os testes pudessem ser realizados criando um acoplamento entre a abordagem e a aplicação, logo, soluções em ambientes Web devem ser exploradas para que esse desacoplamento seja possível;
- O conjunto de tecnologias utilizadas para o desenvolvimento como navegadores, sistemas operacionais e aparelhos utilizados restringem o escopo da abordagem, desta forma não é possível generalizar o funcionamento dos aspectos concretos implementados pela adaptação dinâmica;
- A abordagem não leva em consideração as preferências do usuário sobre as adaptações proporcionadas, funcionando de maneira automática sem a intervenção do usuário final;

- A combinação dos diversos aspectos explorados aumentam a complexidade para o tratamento das adaptações e podem trazer efeitos colaterais não observados neste trabalho.

Como trabalhos futuros, pode-se considerar: a pesquisa de outras categorias e elementos de interação identificando seus problemas e propondo possíveis alterações para as soluções tradicionais; a extensão da abordagem para novas modalidades e/ou variáveis do contexto do usuário; a complementação da abordagem para uma adaptação mais fina dos elementos de interação através da linguagem de programação *Javascript*; a investigação para minimização das dificuldades encontradas em relação ao tempo de reconhecimento sobre o aspecto *UserActivity*; a incorporação de aspectos sociais relacionados ao contexto não abordados nesta proposta; e a incorporação de mecanismos que proporcionem um controle da adaptação por parte do usuário;

Referências

- ADZIC, V.; KALVA, H.; FURHT, B. A survey of multimedia content adaptation for mobile devices. *Multimedia Tools and Applications*, v. 51, n. 1, p. 379–396, 2011. ISSN 1573-7721. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11042-010-0669-x>>. Citado 3 vezes nas páginas 58, 59 e 60.
- AGHAEI, S. Evolution of the World Wide Web : From Web 1.0 to Web 4.0. *International journal of Web & Semantic Technology*, v. 3, n. 1, p. 1–10, 2012. ISSN 09762280. Disponível em: <<http://www.aircse.org/journal/ijwest/papers/3112ijwest01.pdf>>. Citado na página 28.
- AHMADI, H.; KONG, J. 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 3 vezes nas páginas 40, 41 e 59.
- ANAM, R.; HO, C. K.; LIM, T. Y. Tree adapt: Web content adaptation for mobile devices. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, v. 6, n. 9, p. 1, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 42.
- ANTONELLI, H. L. *Navigation menus in Web applications for mobile devices: issues of access and usability*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 28, 59 e 60.
- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, Usability Professionals' Association, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 53 e 56.
- BASIL, V. R.; ROMBACH, H. D. The tame project: Towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 14, n. 6, p. 758–773, 1988. ISSN 00985589. Citado na página 45.
- BILLINGHURST, S. S.; VU, K.-P. L. Touch screen gestures for web browsing tasks. *Computers in Human Behavior*, Elsevier, v. 53, p. 71–81, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 59 e 80.
- BOLT, R. A. "put-that-there": Voice and gesture at the graphics interface. In: *Proceedings of the 7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. New York, NY, USA: ACM, 1980. (SIGGRAPH '80), p. 262–270. ISBN 0-89791-021-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/800250.807503>>. Citado na página 33.
- BRADLEY, M. M.; LANG, P. J. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, v. 25, n. 1, p. 49 – 59, 1994. ISSN 0005-7916. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0005791694900639>>. Citado na página 62.
- BROOKE, J. et al. Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, London, United kingdom, v. 189, n. 194, p. 4–7, 1996. Citado 2 vezes nas páginas 53 e 56.

CESAR, J.; REIS, D. Interação na Web U bíqua e M ultimodal: I nterconectando P essoas em uma Internet H eterogênea e D inâmica. p. 433–436, 2014. Citado na página 21.

CHEN, J.-C. et al. Tiling slideshow. In: *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia*. New York, NY, USA: ACM, 2006. (MM '06), p. 25–34. ISBN 1-59593-447-2. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1180639.1180653>>. Citado na página 59.

CHOUJAA, D.; DULAY, N. Activity Recognition from Mobile Phone Data: State of the Art, Prospects and Open Problems. V, p. 32, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 77 e 83.

CIRILO, C. E. et al. A hybrid approach for adapting web graphical user interfaces to multiple devices using information retrieved from context. In: *DMS*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 168–173. Citado 6 vezes nas páginas 30, 31, 37, 40, 41 e 74.

COMSCORE. *The 2015 U.S. Mobile App Report - comScore, Inc.* 2015. <<https://www.comscore.com/Insights/Presentations-and-Whitepapers/2015/The-2015-US-Mobile-App-Report>>. Citado na página 21.

CUNHA, L. M. A. d. et al. *Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes*. Tese (Doutorado), 2007. Citado na página 91.

DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 319–340, 1989. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 91.

DEMIRKOL, S. et al. Sea_l: a domain-specific language for semantic web enabled multi-agent systems. In: IEEE. *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012 Federated Conference on*. [S.l.], 2012. p. 1373–1380. Citado na página 75.

DESRUELLE, H.; BLOMME, D.; GIELEN, F. Adaptive Mobile Web Applications Through Fine-Grained Progressive Enhancement. *ADAPTIVE 2011, The Third International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications*, n. c, p. 51–56, 2011. Disponível em: <http://www.thinkmind.org/index.php?view=article{&}articleid=adaptive{_}2011{_}3>. Citado na página 85.

DEURSEN, A. V. et al. Domain-specific languages: An annotated bibliography. *Sigplan Notices*, v. 35, n. 6, p. 26–36, 2000. Citado na página 75.

DEVERIA, A. *Can I use... Support tables for HTML5, CSS3, etc.* 2017. Disponível em: <<https://caniuse.com/>>. Citado 2 vezes nas páginas 83 e 85.

DIAS, G. A. et al. Technology acceptance model (tam): avaliando a aceitação tecnológica do open journal systems (ojs). *Informação & Sociedade*, Universidade Federal da Paraíba-Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, v. 21, n. 2, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 91.

DUMAS, B.; LALANNE, D.; OVIATT, S. Multimodal interfaces: A survey of principles, models and frameworks. In: *Human machine interaction*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 3–26. Citado 3 vezes nas páginas 33, 34 e 78.

- DUMAS, B.; SOLÓRZANO, M.; SIGNER, B. Design guidelines for adaptive multimodal mobile input solutions. In: *Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*. New York, NY, USA: ACM, 2013. (MobileHCI '13), p. 285–294. ISBN 978-1-4503-2273-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2493190.2493227>>. Citado 10 vezes nas páginas 11, 22, 29, 33, 34, 47, 58, 74, 79 e 97.
- FABRI, D. W.; KREMPSE, T.; FILGUEIRAS, L. V. L. Estudo de responsive web design aplicado a um sistema de pesquisa de opinião na Área médica. In: *Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre, Brazil, Brazil: Brazilian Computer Society, 2013. (IHC '13), p. 264–267. ISBN 978-85-7669-278-2. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2577101.2577159>>. Citado na página 31.
- FIGUEIREDO, C. F. P. *A sensibilidade ao contexto na utilização de aplicações móveis*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Aveiro, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.
- FILARDI, A. L.; TRAINA, A. J. M. Montando questionários para medir a satisfação do usuário: avaliação de interface de um sistema que utiliza técnicas de recuperação de imagens por conteúdo. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2008. p. 176–185. Citado na página 57.
- FOUNDATION, I. D. *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.* » *Interaction Design Foundation*. 2016. <<https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed>>. Citado 2 vezes nas páginas 11 e 36.
- FOWLER, M.; PARSONS, R. *Domain Specific Languages*. 2017. Disponível em: <<https://martinfowler.com/books/dsl.html>>. Citado na página 75.
- GHIANI, G.; MANCA, M.; PATERNÒ, F. Authoring context-dependent cross-device user interfaces based on trigger/action rules. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (MUM '15), p. 313–322. ISBN 978-1-4503-3605-5. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2836041.2836073>>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 35.
- GHIANI, G. et al. Beyond responsive design: context-dependent multimodal augmentation of web applications. In: SPRINGER. *International Conference on Mobile Web and Information Systems*. [S.l.], 2014. p. 71–85. Citado 3 vezes nas páginas 21, 43 e 78.
- GIL, F. J. C.; PATERNÒ, F.; MOTTI, V. G. Context-aware service front-ends. *Proceedings of the 5th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems - EICS '13*, p. 339, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2494603.2483224>>. Citado na página 35.
- GITHUB. *Build software better, together*. 2017. Disponível em: <<https://github.com/>>. Citado na página 38.
- GULLÀ, F. et al. Method to design adaptable and adaptive user interfaces. In: *HCI International 2015-Posters' Extended Abstracts*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 19–24. Citado 4 vezes nas páginas 29, 30, 31 e 40.

- HAUBER, M. et al. jActivity: Supporting Mobile Web Developers with HTML5/JavaScript based Human Activity Recognition. *Proceedings of the 12th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, p. 5–6, 2013. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2541873>. Citado 3 vezes nas páginas 77, 83 e 110.
- HOOBER, S.; BERKMAN, E. *Designing mobile interfaces*. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2011. Citado 4 vezes nas páginas 11, 28, 29 e 77.
- HUSMANN NINA HEYDER, M. C. N. M. Is a Framework Enough ? Cross-Device Testing and Debugging. p. 251–262, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 39.
- JAIN, N. Review of Different Responsive CSS Front-End Frameworks. *Journal of Global Research in Computer Science*, v. 5, n. 11, p. 5, 2014. Disponível em: <http://www.jgrcs.info/index.php/jgrcs/article/viewFile/949/607>. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 39.
- KAKOUSHIS, K.; PASPALLIS, N.; PAPADOPOULOS, G. A. A survey of software adaptation in mobile and ubiquitous computing. *Enterprise Information Systems*, v. 4, n. 4, p. 355–389, 2010. ISSN 1751-7575. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17517575.2010.509814>. Citado 5 vezes nas páginas 30, 31, 35, 58 e 74.
- KARRAY, F. et al. Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, v. 1, n. 1, p. 137–159, 2008. ISSN 1178-5608. Disponível em: <http://www.s2is.org/Issues/v1/n1/papers/paper9.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.
- KRONBAUER, A. H.; SANTOS, C. A. S.; VIEIRA, V. Um estudo experimental de avaliação da experiência dos usuários de aplicativos móveis a partir da captura automática dos dados contextuais e de interação. In: *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre, Brazil, Brazil: Brazilian Computer Society, 2012. (IHC '12), p. 305–314. ISBN 978-85-7669-262-1. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2393536.2393582>. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 77.
- MANCA, M. et al. Generation of multi-device adaptive multimodal web applications. In: SPRINGER. *International Conference on Mobile Web and Information Systems*. [S.l.], 2013. p. 218–232. Citado 6 vezes nas páginas 22, 40, 42, 43, 44 e 74.
- MARCOTTE, E. *Responsive Web Design, A Book Apart (2011)*. [S.l.]: ISBN 978-0-9844425-7-7, 2011. Citado na página 31.
- MOZILLA. *Mozilla Developer Network*. 2016. <https://developer.mozilla.org>. Citado na página 68.
- NBR, A. 9241-11. requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores: Parte 11—orientação sobre usabilidade. *ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro: sn*, p. 21, 2002. Citado na página 52.
- NEBELING, M.; NORRIE, M. C. Responsive design and development: Methods, technologies and current issues. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 7977 LNCS, p. 510–513, 2013. ISSN 03029743. Citado na página 21.

NEBELING, M.; NORRIE, M. C. Beyond responsive design: adaptation to touch and multitouch. In: SPRINGER. *International Conference on Web Engineering*. [S.l.], 2014. p. 380–389. Citado 3 vezes nas páginas 22, 31 e 40.

NEBELING, M.; SPEICHER, M.; NORRIE, M. W3touch: metrics-based web page adaptation for touch. In: ACM. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2013. p. 2311–2320. Citado 5 vezes nas páginas 21, 29, 30, 40 e 42.

NEIL, T. *Mobile Design Pattern Gallery: UI Patterns for Mobile Applications*. [s.n.], 2012. 261 p. ISSN 1098-6596. ISBN 1449314325. Disponível em: <<https://books.google.com/books?id=nnelitxjqUMC{&}pgi>>. Citado na página 52.

NETO, A. T. et al. Developing and evaluating web multimodal interfaces - a case study with usability principles. *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing - SAC '09*, p. 116, 2009. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1529282.1529306>>. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 34.

NIELSEN. *68 milhões usam a internet pelo smartphone no Brasil*. 2016. <<http://www.nielsen.com/br/pt/press-room/2015/68-milhoes-usam-a-internet-pelo-smartphone-no-Brasil.htm>>. Citado na página 21.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. *Business model generation: inovação em modelos de negócios*. [S.l.]: Alta Books Editora, 2013. Citado na página 47.

OTTO, M.; THORNTON, J. et al. Bootstrap: the world's most popular mobile-first and responsive front-end framework?. *Getbootstrap.com*, 2015. Citado na página 39.

OVERFLOW, S. *Stack Overflow*. 2017. Disponível em: <<http://stackoverflow.com/>>. Citado na página 38.

PATEL, J. et al. A Case Study in Mobile-Optimized vs. Responsive Web Application Design. *Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct - MobileHCI '15*, p. 576–581, 2015. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2786567.2787135>>. Citado 5 vezes nas páginas 21, 31, 32, 33 e 39.

PATERNÒ, F.; ZICHITTELLA, G. Desktop-to-mobile web adaptation through customizable two-dimensional semantic redesign. In: *Proceedings of the Third International Conference on Human-centred Software Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. (HCSE'10), p. 79–94. ISBN 3-642-16487-0, 978-3-642-16487-3. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1939212.1939221>>. Citado 3 vezes nas páginas 35, 40 e 76.

POMBINHO, P.; AFONSO, A. P.; CARMO, M. B. Chameleon—a context adaptive visualization framework for a mobile environment. In: IEEE. *Information Visualisation (IV), 2011 15th International Conference on*. [S.l.], 2011. p. 151–157. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

PORTER, A. A.; VOTTA, L. G.; BASILI, V. R. Comparing detection methods for software requirements inspections: a replicated experiment. *IEEE Transactions on*

- Software Engineering*, v. 21, n. 6, p. 563–575, Jun 1995. ISSN 0098-5589. Citado na página 89.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. *Design de interação*. [S.l.]: bookman, 2005. Citado na página 52.
- RAMOS, L.; BETINI, R. C. Desafios da computação ubíqua por uma visão de ihc. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2014. p. 429–432. Citado 3 vezes nas páginas 22, 44 e 74.
- RODRÍGUEZ, F. D.; ACUNA, S. T.; JURISTO, N. Design and programming patterns for implementing usability functionalities in web applications. *Journal of Systems and Software*, v. 105, p. 107–124, 2015. ISSN 01641212. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.
- ROGERS, A.; BREWER, G. *Web Technology Profiler*. 2016. Disponível em: <<https://trendspromobility.com/>>. Citado na página 38.
- SALMAN, I.; MISIRLI, A. T.; JURISTO, N. Are students representatives of professionals in software engineering experiments? In: IEEE PRESS. *Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering-Volume 1*. [S.l.], 2015. p. 666–676. Citado na página 101.
- SAMPAIO, A. I. *Responsive Web Design*. Dissertação (Mestrado) — Universidade do Minho, Escolha de Engenharia, 2013. Citado na página 31.
- SCIENTIAMOBILE. *MOVR - Mobile Overview Report*. [S.l.]: ScientiaMobile, 2015. <<http://www.scientiamobile.com>>. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 31.
- SILVA, B.; DIAS, L. Reconhecimento De Atividades Humanas Atraves De Um Smartphone. *XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI)*, p. 1–6, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 77 e 83.
- SPURLOCK, J. *Bootstrap*. Sebastopol, CA, USA: O’Reilly Media, 2013. Citado na página 39.
- STACKSHARE. *Bootstrap vs Foundation vs Materialize Stackup*. 2016. Disponível em: <<https://stackshare.io/stackups/bootstrap-vs-foundation-vs-materialize>>. Citado na página 39.
- STATS, S. G. *Browser, OS, Search Engine including Mobile Usage Share*. 2016. Disponível em: <<http://gs.statcounter.com/>>. Citado na página 23.
- TOXBOE, A. *UI-Patterns*. 2016. Disponível em: <<http://ui-patterns.com/>>. Citado 4 vezes nas páginas 28, 29, 52 e 58.
- TRENDS, G. *Explore search interest for Bootstrap, Foundation, Materialize by time, location and popularity on Google Trends*. 2017. Disponível em: <<https://trends.google.com/trends/explore?cat=13&date=2010-04-202017-05-20&q=Bootstrap%2CFoundation%2CMaterialize>>. Citado na página 38.
- VOUTILAINEN, J. P.; SALONEN, J.; MIKKONEN, T. On the Design of a Responsive User Interface for a Multi-device Web Service. *Proceedings - 2nd ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems, MOBILESoft 2015*, p. 60–63, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 22, 37 e 39.

- W3C. *W3 Consortium (W3C)*. 2016. Disponível em: <<http://www.w3.org>>. Citado 5 vezes nas páginas 32, 59, 63, 83 e 85.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in software engineering*. [S.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2012. Citado 5 vezes nas páginas 27, 61, 69, 102 e 112.
- YU, J. et al. Sensing ambient light for user experience-oriented color scheme adaptation on smartphone displays. *13th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2015*, p. 309–321, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84962863043&partnerID=40&md5=d6ecc79838636c54e0f8485191>>. Citado na página 77.
- ZAINA, L. A. et al. Uma linha de produto de software para construção de museus virtuais para aprendizagem. In: *XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015) - Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.]: SBC, 2015. p. 51–60. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 58.
- ZHANG, D.; LAI, J. Can convenience and effectiveness converge in mobile web? a critique of the state-of-the-art adaptation techniques for web navigation on mobile handheld devices. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 27, n. 12, p. 1133–1160, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2011.559876>>. Citado 6 vezes nas páginas 35, 36, 58, 59, 67 e 97.

APÊNDICE A – TLCE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Adaptação multimodal e recursos avançados em elementos de interface".
2. Você foi selecionado para ser voluntário e sua participação não é obrigatória.
3. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
4. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador, com a instituição.
5. Essa pesquisa tem por objetivo avaliar a eficiência de uso e a satisfação do usuário em relação a alguns elementos de interface.
6. Sua participação nesta pesquisa consistirá em seguir as tarefas definidas que serão entregues a você e responder a um questionário iconográfico em relação ao elementos de tela.
7. A sua participação na pesquisa pode envolver algum desconforto relacionado ao tempo despendido com a realização da sessão e do preenchimento de questionários, sendo que faremos o possível para minimizar possíveis desconfortos.
8. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
9. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
10. Sua participação estará sendo gravada com o intuito de coletar dados sobre a interação com o *smartphone* e com os elementos de tela.
11. Você receberá uma cópia deste termo onde consta informações do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Danilo Camargo Bueno
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) -Departamento de Computação (DC)
Rodovia João Leme dos Santos, (SP-264), Km 110, s/n - Itinga, Sorocaba - SP, 18052-780.
Tel.: +55 16 3351-6000

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Itapetininga, 12/04/2016

Assinatura do Sujeito da pesquisa

APÊNDICE B – Questionário perfil usuário

ADPT - Perfil do Usuário

*Obrigatório

Sobre você

1. Qual o seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- masculino
- feminino
- prefiro não informar

2. Qual a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- de 13 a 15 anos
- de 16 a 18 anos
- de 19 a 21 anos
- de 22 a 24 anos
- acima de 25 anos

3. Qual seu nível de escolaridade? *

Marcar apenas uma oval.

- ensino fundamental incompleto
- ensino fundamental
- ensino médio
- ensino superior
- pós graduado

Quanto a utilização de dispositivos móveis

4. Indique a sua frequência de acesso à internet (através de dispositivos móveis) nos ambientes listados abaixo *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes ou mais por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez ou menos por mês)	Nunca
na casa de amigos/parentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
em casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
em locais públicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
na escola/faculdade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
no trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Informe quantas vezes você costuma acessar (através de dispositivos móveis) os tipos de sites listados. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez ou menos por mês)	Nunca
sites de vídeos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e-commerce (sites de compras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de buscas (Google, Yahoo, Bing, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
midiação (blogs, sites de jornais e revistas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fóruns de discussões	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
redes sociais (facebook, twitter)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ferramentas em geral (emails, mapas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Observe a imagem abaixo de gestos em dispositivos móveis para responder a próxima questão



6. Informe quantas vezes você costuma utilizar, EM SITES, os recursos disponíveis no seu dispositivo. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez ou menos por mês)	Nunca
pinch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
zoom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
luminosidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
swipe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
comandos de voz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geolocalização (GPS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
movimentação do aparelho (ex: sacudir o aparelho)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Você encontra alguma dificuldade ao navegar em dispositivos móveis que gostaria de compartilhar?

APÊNDICE C – EEI - Questionário identificando usuário típico

Dificuldades encontradas em sites não adaptados para dispositivos móveis

*Obrigatório

Sobre você

1. Qual o seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- masculino
 feminino
 prefiro não informar

2. Qual a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- de 13 a 15 anos
 de 16 a 18 anos
 de 19 a 21 anos
 de 22 a 24 anos
 acima de 25 anos

3. Qual seu nível de escolaridade? *

Marcar apenas uma oval.

- ensino fundamental incompleto
 ensino fundamental
 ensino médio
 ensino superior
 pós graduado

4. Qual classe social você pertence? *

Marcar apenas uma oval.

- A (Acima de 20 salários mínimos)
 B (de 10 a 20 salários mínimos)
 C (de 4 a 10 salários mínimos)
 D/E (até 4 salários mínimos)

Sobre seu dispositivo

5. Qual o sistema operacional que você utiliza em seu dispositivo móvel? *

Marcar apenas uma oval.

- Android
- iOS
- Windows Phone
- Outro: _____

6. Qual é a marca do seu dispositivo? *

Marcar apenas uma oval.

- Motorola
- Asus
- Apple
- Samsung
- LG
- Nokia
- Sony
- Outro: _____

7. Qual o navegador que você costuma utilizar no seu dispositivo móvel? *

Marcar apenas uma oval.

- Navegador padrão iOS
- Navegador padrão Android
- Google Chrome
- Firefox
- Opera
- Internet Explorer
- Outro: _____

8. Qual tipo de rede para acesso a internet você utiliza com maior frequência? *

Marcar apenas uma oval.

- 3G/4G
- Wi-fi

Sobre sua utilização de dispositivos móveis para o acesso a internet

9. Informe a sua frequência de uso dos dispositivos para navegar na internet. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez por mes)	Nunca
smartphone	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
celular	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tablet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
notebook	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
computador de mesa ou desktop	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
smart TVs ou video games	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Indique a sua frequência de acesso à internet (através de dispositivos móveis) nos ambientes listados abaixo *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez por mes)	Nunca
em casa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
no trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
na casa de amigos/parentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
na escola/faculdade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
em locais públicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Informe quantas vezes você costuma acessar (através de dispositivos móveis) os tipos de sites listados. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoavel (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez por mes)	Nunca
e-commerce (sites de compras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
redes sociais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
portais (UOL, Terra, G1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
midático (blogs, sites de jornais e revistas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fóruns de discussões	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de buscas (Google, Yahoo, Bing, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de vídeos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ferramentas em geral (emails, mapas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Baseado em sua experiência com os sites abaixo, indique a opção que melhor representa sua opinião em relação a ADAPTAÇÃO dos SITES para dispositivos móveis (cada linha representa uma categoria de sites) *

Obs: em adaptação entenda a se eles são adaptados para visualização em dispositivos móveis ou não são adaptados.

Marcar apenas uma oval por linha.

	Todos	A grande maioria	Aproximadamente metade	Poucos	Nenhum
e-commerce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
redes sociais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
portais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
midiação (blogs, sites de jornais e revistas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fórum de discussão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de buscas (Google, Yahoo, Bing, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de vídeos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de ferramentas (emails, mapas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Baseado em sua experiência, indique a opção que melhor representa sua opinião em relação as dificuldades encontradas em sites NÃO ADAPTADOS para dispositivos móveis.

*

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre	Frequentemente	Com frequência razoável	Raramente	Nenhuma
Dificuldade no preenchimento de formulários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade de visualização do conteúdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausência de informações	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tamanho dos elementos da interface	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade em clicar/selecionar/tocar elementos da tela (botões, links, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausência de elementos da tela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Indique a opção que melhor representa a sua opinião em relação a sua EXPERIÊNCIA DE NAVEGAÇÃO nos sites NÃO ADAPTADOS para dispositivos móveis de acordo com as categorias abaixo. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Totalmente satisfatória	Muito satisfatória	Pouco insatisfatória/satisfatória	Muito insatisfatória	Totalmente insatisfatória
e-commerce	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
redes sociais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
portais (UOL, Terra, G1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
midático (blogs, sites de jornais e revistas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fóruns de discussões	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mecanismos de buscas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
jogos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de vídeos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sites de ferramentas (emails, mapas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Informe quantas vezes você costuma utilizar, EM SITES, os recursos disponíveis no seu dispositivo. *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sempre (todos os dias)	Frequentemente (em média, 5 vezes por semana)	Com frequência razoável (em média, 3 vezes por semana)	Raramente (em média, 1 vez por mes)	Nunca
comandos de voz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
movimentação do aparelho (ex: sacudir o aparelho)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
eventos de toque (touch screen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
geolocalização (GPS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Quais outras dificuldades você encontra ao navegar em sites não adaptados para dispositivos móveis?

APÊNDICE D – EEI - Atividades da observação

Observação da interação

Primeiramente, obrigado por participar.

Duas atividades foram definidas, a sua tarefa é realizá-las. Verbalize suas dúvidas, pois isto ajudará ao avaliador anotar a ocorrência e a razão de problemas.

A1 - Utilizar a aplicação do Museu Histórico de Sorocaba

- acesse: <http://tinyurl.com/obs-museu/>;
- navegue através das imagens até chegar na última imagem da galeria;
- leia as informações a respeito do último objeto;
- responda o *quiz* após a navegação.

A2 - Buscar informações na aplicação do Instituto Federal de São Paulo

- acesse: <http://www.ifsp.edu.br/>
- encontre informações que te ajudem a responder:
 - Em quais unidades do Instituto Federal, eu posso cursar o **Técnico Integrado em Informática**?
 - Quais os cursos que a unidade de Itapetininga possui?

APÊNDICE E – EEII - Roteiro teste de usabilidade

Teste de Usabilidade

Agora, você dará início aos testes. Abaixo, há 6 tarefas que devem ser executadas por você. As tarefas devem ser executadas na ordem em que se encontram.

Pontos importantes:

- Verbalize suas dúvidas, pois isto ajudará ao avaliador anotar a ocorrência e a razão de problemas.
- **É o adaptador que está sendo avaliado e não você!**

Termos utilizados:

Slider	
Menu	

TAREFA 1

Foi lhe atribuído a tarefa de criar um documento sobre o processo de licitação do Instituto Federal de São Paulo, logo você precisa conseguir mais informações sobre o processo de licitação.

Passos a seguir: Para conseguir essas informações, você deve:

- Acessar o site do Instituto em <http://www.ifsp.edu.br> utilizando o navegador **Firefox** disponível na tela inicial de seu smartphone.
- No menu, procurar pelo item “Documentos”
- Logo em seguida por “Licitações e Contratos”
- Por fim clicar no item “Licitações”.
- Após o clique aguarde a página carregar.

TAREFA 2

Você se encontra na mesma situação que a tarefa anterior e vai precisar repetir a mesma operação atribuído a você na Tarefa 1, porém dessa vez utilizando o adaptador.

Passos a seguir: Para conseguir tais informações você deverá acessar o site:

<http://tinyurl.com/ifsp-adpt> que irá te mostrar o mesmo site do IFSP mas com os elementos adaptados. **Repita a operação anterior.**

TAREFA 3

Você gostaria de saber informações sobre a minuta do ensino médio integrado, e um amigo seu te avisou que o link para tal encontra-se entre as imagens disponíveis no *slider* da página principal do site do IFSP.

Passos a seguir: Para visualizar o conteúdo, você deve:

- Acessar o site do Instituto em <http://www.ifsp.edu.br> através do navegador Firefox disponível na tela inicial de seu smartphone
- No **slider** navegar até a última imagem, onde encontrará o título “Minuta do Ensino Médio Integrado”
- Clicar sobre ela.
- Após o clique aguarde o carregamento completo da página.

TAREFA 4

Você se encontra na mesma situação que a tarefa anterior e vai precisar repetir a mesma operação atribuído a você na Tarefa 3, porém dessa vez utilizando o adaptador.

Passos a seguir: Você precisa repetir a operação anterior Tarefa 3, agora acessando o site <http://tinyurl.com/ifsp-adpt>. Você deve **utilizar movimentos de chacoalhar o aparelho** para navegar nos itens da galeria.

TAREFA 5

Você acabou de ingressar no IFSP e precisa saber sobre como funciona o patrimônio no Instituto.


Passos a seguir: Para descobrir tais informações, você precisa:

- Acessar o site do Instituto em <http://www.ifsp.edu.br> dessa vez, através do navegador **Google Chrome** disponível na tela inicial de seu *smartphone*.
- No menu, procurar pelo item “Documentos”
- Logo em seguida por “Administração”
- por fim clicar no item “Patrimônio”.
- Após o clique aguarde a página carregar.

TAREFA 6

Do mesmo jeito da anterior, você acaba de ingressar no IFSP e precisa saber sobre como funciona o patrimônio no Instituto.

Passos a seguir: Porém dessa vez, para conseguir tais informações, você vai utilizar os recursos de voz.

- Acesse o site <http://tinyurl.com/ifsp-adpt> e clique no botão: 
- Forneça as devidas permissões.
- Após o sinal sonoro fale de maneira devagar e com clareza as palavras: “ABRIR MENU”.
- Aguarde a abertura do mesmo.
- Aperte novamente o botão com ícone de microfone e dessa vez fale: “PROCURAR PATRIMÔNIO”.
- Aguarde o carregamento da página.

APÊNDICE F – EEIII - Roteiro usuários

Instruções

LEIA AS INFORMAÇÕES ABAIXO

, e se tiver alguma dúvida pergunte ao instrutor!

Avaliação

Nesse experimento você usará alguns elementos de interface (menu, galeria de fotos, etc). Os elementos serão apresentados de duas maneiras diferentes, ou seja, o modo como você interage com o elemento irá mudar.

Por exemplo: será mostrado o elemento **menu de duas maneiras diferentes**, você deverá então classificar em termos de como essa interação com o elemento (menu) fez você se sentir enquanto estava utilizando, baseado nos critérios abaixo:

IMPORTANTE

NÃO é você que está sendo avaliado!
NÃO existem respostas certas ou erradas!

Durante a realização das tarefas, caso você esqueça o que deve ser feito, o botão mostrado logo abaixo ficará disponível no canto inferior esquerdo da página, basta você clicar nele e as instruções serão mostradas novamente!



Vamos lá?

Por favor, informe um **NÚMERO EXCLUSIVO SEU** pode ser RG, prontuário ou registro acadêmico.

SATISFAÇÃO

Você deverá escolher um valor dentre **"(1) totalmente insatisfeito"** até **"(9) totalmente satisfeito"**, sendo (5) o valor neutro (nem insatisfeito, nem satisfeito), e os demais, valores intermediários que podem representar melhor o que você sentiu. Você deverá marcar o valor que melhor representou sua sensação. Utilize a figura para te ajudar!

CLIQUE NOS NÍVEIS DA BARRA dar sua nota em cada critério, a nota final será apresentada no quadrado amarelo

← insatisfeito | satisfeito →



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Tarefa - Menu A

Nessa tarefa você estará **AVALIANDO a SUA INTERAÇÃO com o MENU no 1º FORMATO**

Para tal, você deve acessar o **MENU** através do ícone (☰) e nele navegar pelos itens:

"Museus" logo em seguida em: **"Museu Imperial"** e então clicar em **"Período Regencial"**

Podemos começar?


SIM

Tarefa - Menu B

Nessa tarefa você estará **AVALIANDO a SUA INTERAÇÃO com o MENU no 2º FORMATO**

Para tal, você deve acessar o **MENU** **deslizando o dedo da esquerda para direita (swipe)** e nele navegar através dos itens: **"Museus"** logo em seguida em: **"Museu da República"** e então clicar em **"Golpe de 64"**

Podemos começar?

Sentimento de CONTROLE

Você deverá escolher um valor dentre **"(1) controlado pela situação"** até **"(9) no controle da situação"**, sendo (5) o valor neutro, e os demais, valores intermediários. Utilize a figura para te ajudar!

← controlado, submisso | em controle, dominante →



1 2 3 4 5 6 7 8 9

CONTROLE

5

APÊNDICE G – API - Questionário perfil desenvolvedor

Questionário Perfil do Desenvolvedor

*Obrigatório

Sobre você

1. Qual o seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- masculino
 feminino
 prefiro não informar

2. Qual a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- de 13 a 15 anos
 de 16 a 18 anos
 de 19 a 21 anos
 de 22 a 24 anos
 acima de 25 anos

3. Qual a frequência de uso de dispositivos móveis (smartphone)? *

Marcar apenas uma oval.

- nunca
 1 vez por semana
 de 2 a 4 vezes por semana
 5 vezes ou mais por semana
 todos os dias

4. Qual a frequência de utilização da Internet através de dispositivos móveis (smartphone)? *

Marcar apenas uma oval.

- nunca
 1 vez por semana
 de 2 a 4 vezes por semana
 5 vezes ou mais por semana
 todos os dias

5. Quanto você acredita que conhecia sobre cada tecnologia: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Eu tenho um profundo conhecimento teórico e prático	Eu tenho um profundo conhecimento teórico	Eu tenho um bom conhecimento teórico e prático	Eu tenho um bom conhecimento teórico	Conheço um pouco. Já ouvi falar.	Eu nunca ouvi falar
HTML	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programação Web	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CSS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsive Web Design	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

APÊNDICE H – API - Roteiro desenvolvedores

Estudo Abordagem

Primeiramente, obrigado pela sua participação. Este questionário irá te nortear para a realização das tarefas. Você realizará um total de 5 tarefas simples. Quaisquer dúvidas pergunte para o instrutor.

Você desenvolverá algumas linhas de código e utilizará como base a aplicação disponível em: <http://bit.ly/adpt-code-base>

Durante a realização das tarefas, você pode e deve consultar a documentação da proposta disponível no link: <http://bit.ly/adpt-docs>

*Obrigatório

Explicação geral sobre a aplicação

O aplicativo é bem simples que simula um tocador de música online. Nele é possível navegar entre os álbuns das bandas e verificar detalhes de um álbum específico. Para tal, seis páginas foram implementadas.

As principais páginas são "albums.html" e "gnr-afd.html", na quais é possível verificar as capas dos álbuns e navegar através delas e verificar detalhes de um álbum específico. É possível ainda nesta página selecionar alguma música para ouvir.

Para fins do estudo, apenas o primeiro álbum (Guns N' Roses - Appetite for Destruction) e a primeira música (01. Welcome to the Jungle) estão disponíveis e funcionais.

TAREFA 0 - MOVIMENTO single-swipe

Em algumas situações outras formas de interação podem ser interessantes para o usuário.

O usuário gostaria de navegar nos álbuns não clicando na seta, mas realizando movimentos de swipe (deslizar o dedo sobre o álbum) para poder navegar. Sua tarefa é garantir a ele este comportamento.

Após isso, responda o questionário abaixo em relação ao aspecto da MOVIMENTO

2. UTILIDADE DE USO quanto ao aspecto da MOVIMENTO *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Discordo totalmente	Discordo amplamente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo amplamente	Concordo totalmente
Usar o aspecto do MOVIMENTO permitiu que eu desenvolvesse mais rapidamente a funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO permitiu melhorar minha habilidade quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO melhora minha eficiência quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO deixa a aplicação mais próxima das características e/ou ambiente dos usuários.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO melhorou a aplicação aproximando-a das características e/ou ambiente dos usuários.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Considero o aspecto do MOVIMENTO útil para o desenvolvimento de aplicações.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Você possui observações/sugestões acerca do aspecto citado?

6. Você possui observações/sugestões acerca do aspecto citado?

TAREFA 2 - COMUNICAÇÃO

Em algumas ocasiões outras modalidades de entrada podem ser interessantes para o usuário.

Sua tarefa é além da entrada normal de texto (padrão) permitir ao usuário ENTRAR COM VOZ no elemento de busca da aplicação. Este elemento está identificado com o id "search-in". Para implementação utilize as classes CSS definidas relacionadas ao aspecto de comunicação.

Após isso, responda o questionário abaixo em relação ao aspecto da COMUNICAÇÃO (entrada e saída de dados por voz)



7. horário **ÍNICIO** da tarefa *

Exemplo: 08h30

8. horário **TÉRMINO** da tarefa *

Exemplo: 08h30

16. UTILIDADE DE USO quanto ao aspecto da MOVIMENTO *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Discordo totalmente	Discordo amplamente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo amplamente	Concordo totalmente
Usar o aspecto do MOVIMENTO melhora minha eficiência quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO permitiu melhorar minha habilidade quanto ao desenvolvimento da funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO melhorou a aplicação aproximando-a das características e/ou ambiente dos usuários.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Considero o aspecto do MOVIMENTO útil para o desenvolvimento de aplicações.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO permitiu que eu desenvolvesse mais rapidamente a funcionalidade na aplicação.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usar o aspecto do MOVIMENTO deixa a aplicação mais próxima das características e/ou ambiente dos usuários.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Você possui observações/sugestões acerca do aspecto citado?

APÊNDICE I – APII - Roteiro usuário

Instruções

LEIA ATENTAMENTE AS INFORMAÇÕES ABAIXO, e se tiver alguma dúvida pergunte ao instrutor!

Experimento

Primeiramente obrigado pela sua participação. Nesse experimento **você estará avaliando diferentes formas de interação** utilizando elementos de uma aplicação.

Mas como assim? Não entendi! Será dado a você uma tarefa simples. O seu objetivo é avaliar a forma de interação durante a tarefa. Para avaliar essa forma de interação, você realizará essa mesma tarefa duas vezes porém com diferentes modos de interação, ou seja, a maneira como você interage com a aplicação ou elemento irá mudar. E é esse modo de interação que você deverá avaliar!

Ainda não entendi!

Por exemplo: uma tarefa pode pedir que você encontre um item específico no

IMPORTANTE

NÃO é você que está sendo avaliado! NÃO existem respostas certas ou erradas!

Durante a realização das tarefas, caso você esqueça o que deve ser feito, o botão mostrado logo abaixo ficará disponível no canto inferior esquerdo da página, basta você clicar nele e as instruções serão mostradas novamente!

Vamos lá?

Por favor, informe um **NÚMERO EXCLUSIVO SEU** pode ser RG, prontuário ou registro acadêmico.

(Não precisa de pontos ou traços, apenas os números)

Interação A - Galeria de Álbuns

Modo de Interação a ser utilizado: Toque nos botões disponíveis da galeria

Objetivo da tarefa: Avaliar a interação através dos botões

Cenário da tarefa: Imagine que você está querendo ver mais detalhes da banda "Charlie Brown Jr.", especificamente do álbum "Bocas Ordinárias". Nesta tarefa, você deverá encontrar tal álbum.

O que eu devo fazer?

- Navegar na galeria de álbuns utilizando o botão representado por uma seta para direita.
- encontrar o álbum: "Bocas Ordinárias" do "Charlie Brown JR":

Interação B - Galeria de Álbuns

Modo de Interação a ser utilizado: Movimentos de swipe (deslizar o dedo) na galeria dos álbuns. O funcionamento do movimento swipe é exemplificado abaixo:

Objetivo da tarefa: Avaliar a interação com a galeria através de movimentos de swipe

SATISFAÇÃO

Você deverá escolher um valor de "(1) totalmente insatisfeito" até "(9) totalmente satisfeito", sendo (5) o valor neutro (nem insatisfeito, nem satisfeito), e os demais valores intermediários que podem representar melhor o que você sentiu quanto a interação utilizada. Você deverá informar o valor que melhor representou sua sensação para cada modo de interação. Utilize a figura para te ajudar!

Insatisfeito, Infeliz, Nervoso, Irritado, Melancólico, Desesperado, Entediado	Satisfeito, Feliz, Sorridente, Prazer, Contente, Otimista, Esperançoso
---	--

← insatisfeito | satisfeito →

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Motivação

Você deverá escolher um valor dentro "(1) totalmente desmotivado" até "(9) totalmente motivado", sendo (5) o valor neutro, e os demais, valores intermediários.

Calmamente, Relaxado, Vagaroso, Lento, Sono	Animado, Estimulado, Frenético, Nervoso, Agitado
---	--

← desmotivado | motivado →

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Sentimento de CONTROLE

Você deverá escolher um valor de "(1) controlado pela situação" até "(9) no controle da situação", sendo (5) o valor neutro, e os demais, valores intermediários. Este critério representa o quanto você se sentiu dominado pela situação ou se sentiu em controle da situação. Utilize a figura para te ajudar!

Controlado, Influenciado, Cuidado por, Temido, Submisso, Guiado	Em controle, Controlando, Influente, Importante, Dominante, Autônomo
---	--

← controlado, submisso | em controle, dominante →

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Interação A

toque nos botões

valor

Interação B

movimento (deslizar o dedo)

valor

APÊNDICE J – Documentação HyMobWeb

Luminosity

Descrição

O nível de luminosidade no smartphone pode variar de acordo com o ambiente no qual o usuário está inserido. Foram definidos três níveis de intensidade para refinar o comportamento dos elementos na aplicação, sendo eles: low, middle e high (baixo, médio e alto respectivamente).

	low	middle	high
intensidade	$\alpha \leq 100$ lux	$100 \leq \alpha \leq 10000$ lux	$\alpha > 10000$ lux

Utilização

A utilização é similar a utilização de media queries. Você deve escolher em qual intensidade trabalhar e aplicar suas regras de maneira análoga às media queries.

Você deve utilizar a palavra reservada `@context` do mesmo jeito que fazia com `@media`. E para o contexto de iluminação a palavra reservada `luminosity`, com três possíveis valores: `high`, `middle` e `low`.

```

1. /* instidade ALTA (high) */
2. @context (luminosity: high) { ... }
3.
4. /* instidade MÉDIA (middle) */
5. @context (luminosity: middle) { ... }
6.
7. /* instidade BAIXA (low) */
8. @context (luminosity: low) { ... }
```

Exemplo

No exemplo abaixo é aplicado um estilo que esconde o elemento com id "panel" quando a luminosidade é baixa.

```

1. @context (luminosity: low) {
2.
3.   #panel {
4.     display:none;
5.   }
6.
7. }
```

Reconhecimento da Atividade do Usuário

Descrição

O usuário pode encontrar-se em diferentes situações no que diz respeito a sua atividade. Foram definidas três possibilidades para mapear a atividade do usuário: `stopped`, `walking` e `motorized`, que representam o usuário **parado**, **andando** e **motorizado** respectivamente.

Utilização

A utilização é similar a utilização da luminosidade. Você deve escolher em qual atividade gostaria de trabalhar e aplicar suas regras de maneira análoga às media queries.

Você deve utilizar a palavra reservada `@context` do mesmo jeito que fazia com `@media`. E para o contexto da atividade do usuário a palavra reservada `user-activity`, com três possíveis valores: `stopped`, `walking` e `motorized`.

```

1. /* usuário PARADO (stopped) */
2. @context (user-activity: stopped) { ... }
3.
4. /* usuário CAMINHANDO (walking) */
5. @context (user-activity: walking) { ... }
```

```

6.
7. /* usuário MOTORIZADO (motorized) */
8. @context (user-activity: motorized) { ... }

```

Exemplo

No exemplo abaixo é aplicado um estilo altera a cor de fundo da página quando o usuário se encontra em alguma veículo a motor (motorizado)

```

1. @context (user-activity: motorized) {
2.
3.   body {
4.     background-color: red;
5.   }
6.
7. }

```

Para cada um desses comportamentos existem ainda classes auxiliares para mostrar/esconder elementos na tela conforme o comportamento definido.

Class	Stopped parado	Walking caminhando	Motorized motorizado
<code>.visible-on-user-activity-stopped</code>	Visible	Hidden	Hidden
<code>.visible-on-user-activity-walking</code>	Hidden	Visible	Hidden
<code>.visible-on-user-activity-motorized</code>	Hidden	Hidden	Visible
<code>.hidden-on-user-activity-stopped</code>	Hidden	Visible	Visible
<code>.hidden-on-user-activity-walking</code>	Visible	Hidden	Visible
<code>.hidden-on-user-activity-motorized</code>	Visible	Visible	Hidden

Exemplo

Esconder componente `jumbotron` quando o usuário estiver em um veículo a motor (motorizado). Basta adicionar a classe

`.hidden-on-user-activity-motorized` ao elemento que gostaria de esconder.

```

1. <div class="jumbotron hidden-on-user-activity-motorized">
2.   <div class="container">
3.     <h1>Meu jumbotron</h1>
4.   </div>
5. </div>

```

Fala/Voz

Descrição

Diversas modalidades de entrada são possíveis quando estamos trabalhando com dispositivos móveis. Além do tradicional toque na tela, movimentos ou gestos, ou mesmo a fala são possíveis. Para incrementar a entrada do usuário foram definidas duas modalidades para comunicação: `listen` e `speak`.

O Reconhecimento Automático de Voz (Automated Speech Recognition) permite que o usuário possa fazer sua entrada de dados através da fala. O Text-To-Speech (Texto para Fala) permite que o usuário receba um saída através do áudio emitido pelo computador.

Para trabalhar com essas tecnologias foram definidas duas classes: `listen` e `speak`, para reconhecimento automático de voz e texto para fala respectivamente.

Utilização

A classe `listen` deve ser utilizada em elementos de formulário e a classe `speak` em rótulos.

Classe	Elementos	Descrição
<code>.listen</code>	<code>input</code>	adicionar comportamento de entrada de voz
<code>.speak</code>	<code>label</code>	adicionar comportamento de saída de voz

Exemplo

Adicionar comportamento de **entrada** de voz no elemento de formulário. Basta adicionar a classe `.listen` ao elemento que deseja que receba o comportamento.

```
1. <form class="input-group">
2.   <input type="text" class="form-control listen">
3.   <button type="submit" class="btn btn-primary">OK</button>
4. </form>
```

Movimentos

Descrição

Diversas modalidades de entrada são possíveis quando estamos trabalhando com dispositivos móveis. Para incrementar a entrada do usuário foram definidas modalidades para capturar o movimento do usuário no smartphone

As modalidades definidas dizem respeito ao movimento de **swipe** (deslizar o dedo na tela do dispositivo). Abaixo você pode conferir uma ilustração do movimento.



O movimento de swipe assume algumas configurações relacionadas a dois aspectos: **quantidade de dedos e direção**.

- quantidade de dedos: **1 ou 2**
- direção: **left, top, right e bottom**

Swipe simples (1 dedo)

Classe	Descrição
<code>.tapped-on-movements-swipeleft</code>	swipe com 1 dedo para esquerda
<code>.tapped-on-movements-swipetop</code>	swipe com 1 dedo para cima
<code>.tapped-on-movements-swiperight</code>	swipe com 1 dedo para direita
<code>.tapped-on-movements-swipebottom</code>	swipe com 1 dedo para baixo

Double Swipe (2 dedos)

Classe	Descrição
<code>.tapped-on-movements-dswipeleft</code>	double swipe para esquerda
<code>.tapped-on-movements-dswipetop</code>	double swipe para cima
<code>.tapped-on-movements-dswiperight</code>	double swipe para direita
<code>.tapped-on-movements-dswipebottom</code>	double swipe para baixo

Utilização

O comportamento (swipe simples ou double swipe) está sendo monitorado pelo framework, o que você precisa fazer é **direcionar qual a ação tomar** quando o movimento pretendido for realizado pelo usuário.

A forma de utilização padrão é em botões, dessa maneira estamos mapeando que ao realizar tal movimento a ação será a mesma de estar clicando em tal botão

Exemplo

Você gostaria de acionar o comportamento de deslizar o dedo da esquerda para direita (`tapped-on-movements-swiperight`) para abrir o menu de sua aplicação

Basta adicionar as classes `tapped-on-movements-swiperight` no respectivo botão do menu.

```
1. <div class="navbar-header">
2.   <button aria-controls="bs-navbar" aria-expanded="false" class="collapsed navbar-toggle tapped-on-movements-swiperight data-target="#bs-navbar" data-toggle="collapse" type="button"></button>
3.   ...
4. </div>
```