

Um estudo exploratório comparativo sobre adaptação Web móvel em frameworks front-end na perspectiva dos usuários finais

Danilo Camargo Bueno
Universidade Federal de São Carlos
Sorocaba, SP
danilocbueno@gmail.com

Luciana Martinez Zaina
Universidade Federal de São Carlos
Sorocaba, SP
lzaina@ufscar.br

ABSTRACT

A utilização da internet através de dispositivos móveis tem ficado cada vez mais popular e comum devido a proliferação dos aparelhos e sua facilidade de acesso. A transição da plataforma *desktop* para *mobile* tem apresentado problemas quanto a adaptação das aplicações. Uma das soluções mais comuns entre Desenvolvedores Web é a utilização de *frameworks front-end* para a adaptação, utilizando as técnicas do Web design responsivo. Contudo, essa técnica possui deficiências que impactam diretamente nos elementos de interação e na satisfação do usuário. Este trabalho apresenta os resultados de um estudo exploratório comparando a adaptação de elementos de interação realizada pelos recursos disponibilizados a partir de *frameworks front-end* com adaptações manuais, levando em consideração a satisfação do usuário. Os resultados indicaram que a adaptação manual foi melhor aceita pelos usuários finais.

ACM Classification Keywords

H.5.2. Information Interfaces and Presentation: User Interfaces

Author Keywords

Interfaces Adaptativas; Web mobile; Interfaces Multimodais

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos desenvolvedores Web têm enfrentado problemas na adequação das aplicações para a interação em pequenos dispositivos móveis devido suas capacidades e recursos para navegação Web. Frequentemente precisam 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 [1]. Dessa problemática acarretada pela grande heterogeneidade de dispositivos e contextos de utilização diversos propostas surgiram na linha de adaptação de interfaces para dispositivos móveis, visando trabalhar com processos, ferramentas e *frameworks* que apoiem a adaptação.

Uma das soluções muito utilizadas por desenvolvedores na tentativa de contornar o problema é o *Responsive Web Design* - RWD. 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 CSS (*Cascading Style Sheets*). 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 a resolução da janela e a orientação do dispositivo; e (ii) as mudanças possíveis a serem especificadas são limitadas a mostrar/esconder elementos e alterações em alguns atributos gráficos [2].

Com a popularidade do uso do RWD, diversos *frameworks front-end* - que focam no desenvolvimento da interação com o usuário - surgiram com a proposta de otimizar a construção de aplicações para dispositivos móveis, sendo que o mais utilizado e popular entre a sua categoria é o *Bootstrap* [3, 4]. Com o surgimento dos *frameworks front-end*, 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 *frameworks front-end* ainda é sobre como lidar com diferentes tamanhos de tela, herdados do RWD, não atendendo adaptação a diferentes modalidades de entrada ou até mesmo a diferentes contextos de utilização [5].

Observa-se que questões importantes sobre a adaptação de elementos de interação para que estes estejam adequados à interação em pequenos dispositivos ainda não são tratados pelos *frameworks front-end*. Não é dado ao desenvolvedor 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 contexto onde está sendo utilizado.

Com o objetivo de explorar e verificar as limitações de adaptação Web responsivo para dispositivos móveis, este artigo apresenta os resultados de um estudo exploratório comparando a adaptação de elementos de interação realizadas pelos recursos disponibilizados a partir de *frameworks front-end* com adaptações manuais que trazem maior fidelidade da aplicação

a dispositivos móveis; levando em consideração a satisfação do usuário e a eficiência de uso quanto aos elementos de interação.

Como contribuições o estudo propõe: (i) identificar problemas na adaptação de elementos de interação proporcionada por *frameworks front-end*; (ii) verificar os efeitos da multimodalidade e das adaptações automáticas nas reações emocionais dos usuários; (iii) colaborar com o contexto de desenvolvimento baseado em *frameworks front-end Web responsive* e (iv) apontar a necessidade de novas soluções para apoiar o desenvolvimento a partir de *frameworks* comumente utilizados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção descreve os fundamentos e os trabalhos relacionados a este artigo.

Fundamentos teóricos

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se um estudo sobre: padrões de interação (focado nos elementos de interação de uma interface), Web design responsivo e adaptação de interfaces, *frameworks front-end* (definições acerca dessa ferramenta) e interação multimodal. Estes fundamentos são apresentados a seguir.

Elementos de interação podem ser definidos como coleções de objetos da interface atrelados com alguma funcionalidade, que permite aos usuários interagirem com a aplicação (ex. botões, *hyperlinks* e formulários) [6]. Procurando resolver problemas recorrentes da interação surgem padrões para construção de interfaces do usuário. Esses padrões especificam soluções que resolvem dificuldades comuns na construção de interfaces; costumam ser pontos de referência para experientes desenvolvedores de interface, pois permite o desenvolvimento de soluções otimizadas e organizadas. Os padrões são organizados em bibliotecas ou catálogos organizados em categorias, relacionadas com os tipos de ação ou objetivos do usuário (entrada de dados, navegação, tratamento de dados, social, necessidades do usuário e variadas) [7].

Com uma visão mais abrangente da interface, o RWD surgiu como uma proposta de criação de desenvolvimento de leiautes de aplicações Web adaptáveis ao ambiente de visualização. Esta técnica sugere que o design deve responder ao comportamento do usuário e do ambiente baseado no tamanho e orientação de tela e na plataforma utilizada [8, 5]. Sua base se concentra na utilização de *media queries*¹ advindas do CSS3 para definição de *breakpoints* para diferentes condições de visualização e com isso realizar a troca de diferentes estilos para adaptação do leiaute. Ethan Marcotte, o precursor do RWD, cita três premissas fundamentais para esse tipo de desenvolvimento: (i) leiautes flexíveis, baseados em grades, com dimensões relativas; (ii) conteúdos de imagens e vídeos flexíveis, através de redimensionamento dinâmico; e por fim, (iii) as *media queries* [8, 9].

Com o intuito de combinar as noções básicas para um desenvolvimento responsivo com o uso de padrões de interface para os elementos de interação, foram criados os *frameworks*

¹*media query* é uma técnica de CSS na qual apresentações podem ser adaptadas de acordo com as características dos dispositivos.

front-end, com a proposta de otimizar a construção de aplicações Web para dispositivos móveis mesclando as três noções fundamentais para o design responsivo. A base técnica desses *frameworks* de desenvolvimento Web é composta por uma coleção de componentes produzidos através das tecnologias HTML *Hypertext Markup Language*, CSS e a linguagem de programação Javascript, que podem ser utilizados com foco em aplicações para pequenos dispositivos. Diversos *frameworks* têm surgido nos últimos anos: Bootstrap², Zurb Foundation³, Pure⁴, KickStart⁵ etc. Por ter atingido uma maturidade de uso, e pelo seu suporte para a adaptação em diversos dispositivos, o *Bootstrap* é considerado o mais popular em sua categoria, sendo adotado por grande parte dos desenvolvedores e designers de interação[3, 4].

Contudo, as soluções apresentadas por estes *frameworks front-end* tornam-se limitadas no que concerne a adaptação das interfaces. O conceito de um sistema capaz de se adaptar as condições do ambiente e da interface não é novo. Existem diversas abordagens para construção de interfaces flexíveis, podendo ser classificadas em duas categorias gerais: interfaces adaptáveis e adaptativas. As interfaces adaptáveis podem ser definidas como sistemas nos quais a seleção da interface é realizada pelo usuário através de meios específicos para personalização. Já as adaptativas são controladas pelo sistema e adaptam a interface de maneira automática para pessoas com características/necessidades diferentes; sendo baseadas em seus contextos de utilização e/ou outras informações providas pela aplicação. Além dessa definição, ainda existem abordagens que mesclam as duas denominadas de interfaces de iniciativas mistas [10, 1].

Uma das limitações referentes à adaptação encontradas nos *frameworks front-end* é relacionada às questões de multimodalidade de interação. A multimodalidade refere-se à identificação da combinação mais eficaz de diversas modalidades de interação com o objetivo de melhorar a comunicação e a interação do usuário para com a aplicação. Sistemas multimodais utilizam combinações de duas ou mais modalidades como por exemplo a fala, o toque, gestos 2D, etc. Dada a sua natureza diversificada de interação, a possibilidade de interação multimodal pode ser adequada para uso nas interfaces adaptativas[11, 2]. Além disso, as interações ocorridas no contexto físico, social e virtual devem, sempre que possível, ser levadas em consideração [12]. Porém, ainda existe uma lacuna, apontada por Manca [13], 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.

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. Essa modificação tem sido explorada através da adoção do modelo de desenvolvimento baseado RWD, apoiado pelas facilidades oferecidas pelos *frameworks front-end*.

² <http://getbootstrap.com/>

³ <http://foundation.zurb.com/>

⁴ <http://purecss.io/>

⁵ <http://getkickstart.com/>

Contudo, ainda existem aspectos de adaptação que não podem ser elaborados ou trabalhados nesses ambientes sem que haja um grande esforço por parte do desenvolvedor da interface.

Trabalhos Relacionados

A literatura apresenta diversos trabalhos sobre adaptação de interface e de elementos de interação em aplicações Web. Entende-se por aplicações Web *desktop* aquelas que são executadas em navegadores para PC e notebooks. Contudo, observa-se que não são encontrados trabalhos relacionados aos *frameworks front-end*. A seguir são apresentados trabalhos relacionados a área de adaptação de interfaces.

Na linha de adaptação de interfaces para transformação da aplicação Web *desktop-mobile* cujo objetivo é modificar a forma de visualização do usuário final destacam-se os trabalhos *Semantic Transformer* [14], *Tree Adapt* [15], *UbiCon (Ubiquitous Context Framework)* [16] e *Small Screen Device (SSD) Browser* [17]. As propostas apresentam formas diferentes de manipular o conteúdo de uma página Web para que ela seja adaptada ao tamanho do dispositivo móvel. Contudo, nenhum dos três trabalhos trabalha com adaptação de elementos de interação focando-se em conteúdo apresentado.

Considerando não só a adaptação de conteúdo, mas também de elementos de interação, o *Chameleon* [18] apresenta um *framework* de visualização de contexto adaptativo para ambientes móveis composto de três principais componentes: os objetos de adaptação, os métodos de adaptação e os contextos de uso. No trabalho, uma categorização para cada componente foi realizada, dividindo, os contextos de uso em cinco categorias - computacional, usuário, físico, temporal e histórico -, e, os objetos de adaptação em três - informação, visualização e interação. Por fim, os métodos de adaptação foram classificados como sendo o resultado da associação entre os contextos de uso e os objetos de adaptação. A ideia fundamental consiste em entender quais métodos de adaptação irão adaptar quais objetos dependendo do contextos de utilização presentes no momento. O trabalho cita exemplos de estudo de caso na utilização de partes do *framework* e ressalta a sua importância.

O *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.

Dentro do escopo de aplicações multimodais, Manca [13] 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 es-

pecificações 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 API (*Application Program Interface*) de Reconhecimento Automático da Voz (*Automated Speech Recognition - ASR*⁶) e Texto para Fala (*Text-To-Speech - TTS*⁷) foram utilizadas a partir de uma extensão do navegador *Google Chrome*. Como o navegador móvel não suporta extensões, um novo foi desenvolvido para o ambiente móvel. 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 com deficiências. O *Semantic Transformer*, *Tree Adapt*, *SSD Browser*, *W3Touch* abordam diretamente a adaptação em ambiente Web, mas não se preocupam com o suporte a adaptação da multimodalidade. As soluções apresentadas pelo *SSD Browser* e por Manca[13] dificultam a adoção pela necessidade de instalação de novos componentes ou aplicativos para se fazer utilização das adaptações. Já o *Chameleon* carece de uma solução mais global visto que apenas partes do *framework* foram implementadas. Uma lacuna apresentada pelos trabalhos é não explorar de forma flexível as questões de design com adaptação da multimodalidade em aplicações Web aos diferentes contextos de utilização. Adicionada a isto, observou-se que os *frameworks front-end* ainda 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.

ADAPTAÇÃO DE ELEMENTOS DE INTERAÇÃO EM FRAMEWORKS FRONT-END

Com o objetivo de explorar e verificar as limitações de *frameworks front-end* quanto à adaptação na interação em dispositivos móveis, foi realizado um estudo dos elementos de interação que potencialmente são muito utilizados em aplicações Web móveis. O *Bootstrap* foi escolhido para o estudo devido ao ambiente ser amplamente utilizado por desenvolvedores e designers de interação [3] dentro do contexto de Web responsivo. 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 em alguns elementos de interação foram selecionados três categorias: navegação, tratamento e entrada de dados[7]. Para cada categoria foi selecionado um elemento de interação baseado em sua popularidade e importância de uso em pequenos dispositivos: menu, *slideshow* e caixa de texto. Além disto, foram verificadas as características que o elemento possuía quando utilizado a partir do *Bootstrap*

⁶Interface de controle para o serviço de reconhecimento de voz.

⁷Interface de controle para o serviço de transformação do texto para voz.

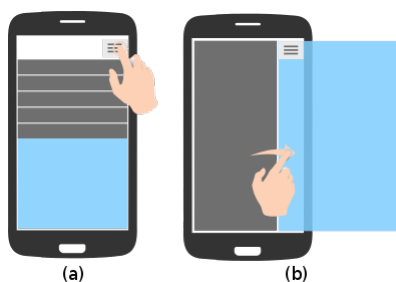


Figura 1. (a) solução *Toogle Menu*; (b) solução *Side Menu*

e os possíveis problemas de interação a serem apresentados pelo uso.

A partir do estudo (Tabela 1) constatou-se que o mesmo atendia apenas a adaptação básica do modelo de Web design responsivo. Considerando os resultados optou-se por desenvolver aplicações que utilizassem os recursos do *Bootstrap* de forma pura e tivessem esses recursos adaptados. Foi criada uma aplicação (App1) utilizando os recursos do *Bootstrap* e suas possibilidades de adaptação de forma pura (sem novas implementações). A aplicação desenvolvida era de um museu virtual online, com o objetivo de permitir que estudantes pudessem estudar História e Artes a partir das obras de um museu. A mesma aplicação foi modificada, incrementando manualmente - desenvolvendo código - recursos de adaptação, gerando uma segunda aplicação (App2). A ideia principal seria verificar se o incremento da adaptação trazia melhoria na interação sob o ponto de vista do usuário.

Cada elemento apresentado na Tabela 1 foi utilizado no desenvolvimento da App1 e modificado na implementação da App2 para que esta se adaptasse as particularidades dos dispositivos móveis. Além disto, a multimodalidade foi adicionada aos elementos utilizados, seguindo as recomendações de Adzic[22] que afirma que este recurso pode tornar a aplicação mais flexível às diferentes necessidades do usuário final. As modalidades adicionadas foram a de gestos 2D - divida em gestos da superfície (movimentos de deslizar o dedo - *swipe*) e toque (os toques na tela - *tap*) - e fala.

Para o elemento de menu foi adotado o 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 [6]. Logo, uma adaptação foi realizada em cima da solução proposta pelo *Bootstrap*, transformando-o em um *Side menu*. Além disso, a multimodalidade foi adicionada, permitindo ao usuário realizar movimentos de deslizar o dedo da esquerda para direita (*swipe*) para revelar o menu. Com essa adição o usuário poderia em qualquer ponto da página revelar o menu. A Figura 1 (b) mostra um exemplo da adaptação realizada.

No elemento de visualização de imagens, foi realizada uma adaptação do *slideshow* permitindo ao usuário além das interações tradicionais a possibilidade de utilizar movimentos de deslizar o dedo (*swipe*) nas imagens. Esperava-se com essa

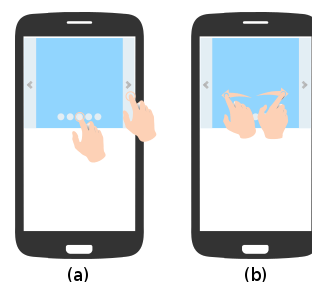


Figura 2. (a) *slideshow* com interação de click em dois pontos; (b) *slideshow* com interação *swipe* além das tradicionais

solução uma navegação mais natural e próxima das soluções encontradas em aplicativos nativos.

Por fim, no elemento caixa de texto com a funcionalidade de busca foi adicionada a possibilidade do uso da voz para entrada do dado a ser buscado, possibilitando a diversidade de interação.

ESTUDO EXPLORATÓRIO

Após o desenvolvimento da App1 e App2, foi planejado e conduzido um estudo exploratório cujo objetivo era verificar a aceitação ou não dos aspectos de adaptação introduzidos a partir da percepção dos usuários finais. Para organização do estudo exploratório seguiu-se as diretrizes de Wohlin et al [23] para experimentos controlados, realizando as fases de planejamento, execução e avaliação dos resultados. Esta seção abordará as duas primeiras fases, sendo a avaliação dos resultados apresentada na seção a seguir.

Planejamento

No planejamento aparecem a formulação das hipóteses, a seleção de variáveis e participantes, o projeto do experimento e considerações sobre a validade. Esses elementos resultam na preparação do experimento para execução. Inicialmente definiu-se duas questões de pesquisa (RQ - *Research Question*) que direcionariam o estudo:

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

Para facilitar a referência aos termos da comparação desejada será utilizado "base" para referenciar a aplicação Web responsivo através do *Bootstrap* e "manual" para a aplicação Web modificada. Para responder as RQ, as hipóteses apresentadas na Tabela 2 foram definidas.

Considerando o objetivo do estudo, foram utilizadas as aplicações previamente desenvolvidas (App1 e App2), e formulários de coleta pré e pós experimento. O questionário de coleta pré-experimento foi preparado para coletar informações sobre o perfil dos participantes, tais como: idade, nível de escolaridade, frequência de acesso à internet através de dispositivos

Categoria	Elemento de interação	Relevância do elemento	Características do elemento no <i>Bootstrap</i>	Possíveis problemas de interação
Navegação	Menu	É um dos elementos mais importantes no contexto de dispositivos móveis, pois tem como objetivo auxiliar os usuários na tarefa de navegação, logo deve ser consistente ao se adequar ao tamanho limitado da tela do dispositivo do usuário para que ele possa se orientar e interagir com a interface. São vitais para operar sites e aplicações Web, logo precisam ser utilizáveis independentemente de como os usuários interagem com os sites [19, 17, 6].	O <i>Bootstrap</i> propõe um padrão conhecido como <i>Toggle Menu</i> . 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 <i>Multi-toggle</i> geralmente é utilizada. Nessa solução cada item é expansível e contém a navegação do nível seguinte [6]. A Figura 1 (a) mostra um exemplo da solução.	Dependendo da quantidade de itens o <i>Toggle menu</i> 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 [6]. 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.
Tratamento de dados	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 [20, 21].	A solução provida pelo <i>Bootstrap</i> é mostrada na Figura 2 (a). Nela o usuário pode interagir através de toques na tela em dois pontos diferentes: (1) nas laterais esquerda e direita da foto através de um ícone representado por uma seta e (2) através de pequenas circunferências na parte inferior da imagem, representando cada uma das fotos da galeria.	Para uma navegação móvel a galeria pode apresentar alguns problemas referentes a forma de interação: (a) limitação da interação a toques na tela não permitindo nenhum outro tipo de movimento (b) tamanho reduzido dos elementos disponíveis na tela e (c) dificuldade de visualização dos elementos de controle.
Entrada de dados	Caixa de texto para busca	Um dos elementos de grande utilização em ambientes Web é a caixa de texto por proporcionar um dos meios 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 [19, 17].	A maneira da captura de dados através da caixa de texto apresentada pelo <i>Bootstrap</i> é através da digitação pelo teclado virtual do <i>smartphone</i> .	A funcionalidade de busca provê ao usuário um método rápido e eficiente para encontrar informações através de palavras chave mas a digitação dos termos de busca em dispositivos móveis não é eficiente [19, 17].

Tabela 1. Estudo dos elementos de interação

Pergunta	Hipóteses
RQ1	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	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.

Tabela 2. Perguntas de pesquisa e suas hipóteses

móveis, frequência de utilização dos recursos dos dispositivos e frequência de acesso a tipos de sites. Com intuito de obter dados para responder a RQ1 foram definidas as métricas de tempo de realização das tarefas e número de movimentos, baseando-se na definição de tarefas que contemplassem os elementos. Para cada elemento considerado no estudo (menu, *slideshow* e caixa de texto), foram especificadas tarefas e um tutorial norteador que auxiliava o usuário na realização de cada tarefa.

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.

Para responder a RQ2, foi adotado o SAM (*Self Assessment Manikin*) [24]. SAM é uma técnica de avaliação pictórica não-verbal que visa 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 onde o usuário classifica àquela que melhor representa suas emoções naquele instante.

Um teste piloto foi realizado com o intuito de verificar se as instruções e procedimentos estavam suficientemente claros e objetivos para o experimento além de observar possíveis melhorias quanto a realização das tarefas. Duas pessoas participaram do teste piloto. Os resultados culminaram em modificações na estrutura de realização das tarefas e alterações nos textos informativos para um melhor entendimento do usuário.

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. Questionário perfil do usuário - nesta etapa os usuários responderiam um questionário composto de sete perguntas sobre a sua frequência de utilização de dispositivos móveis. 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 em questão. Toda a interação do usuário com o dispositivo seria filmada⁸ para que uma observação 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.

Execução

Os participantes deste estudo foram alunos voluntários do *blind-review* do curso de Manutenção e Suporte em Informática, selecionados por conveniência. Todos os participantes aceitaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) 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*, a fim de que não houvessem vieses sobre o conhecimento da interação em pequenos dispositivos.

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 a internet através de dispositivos móveis - 94.4% acessando todos os dias e 5.6% em média, 5 vezes por semana. 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 a tarefa T3 necessitar da utilização de recursos da internet, a qual não estava disponível no exato momento da execução da primeira etapa.

Na condução do experimento, uma explicação inicial foi realizada 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. Eles não tinham tempo estabelecido para o término das tarefas e todos utilizaram o mesmo dispositivo. Essa medida foi tomada principalmente por questões de preservação dos usuários quanto às gravações.⁹ Antes do início das tarefas cada usuário preencheu um questionário de perfil de utilização de dispositivos móveis. Durante a execução ao término de cada tarefa o participante respondia o questionário SAM. A Figura 3 apresenta um usuário interagindo durante o experimento.

⁸O software utilizado para gravação foi o *AZ Screen Recorder* que possibilita a gravação da interação dos usuários.

⁹O *AZ Screen Recorder* necessita de versão e plataforma específicas para funcionar e as gravações ficam armazenadas no dispositivo.

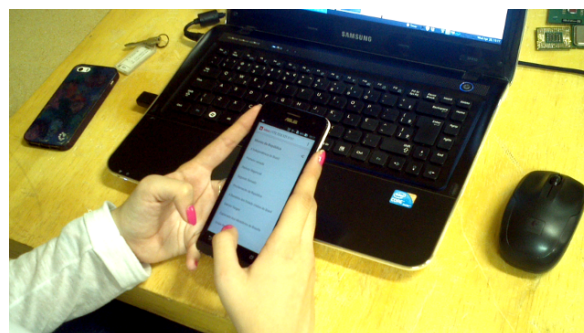


Figura 3. Usuário interagindo com o dispositivo durante o experimento

Após a execução foi conduzida a avaliação a partir dos dados coletados reportada a seguir.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

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

A Tabelas 3 e 4 apresentam os dados coletados por usuário em cada tarefa e 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 Tabela 2 serão verificadas.

Elemento menu

O experimento contou com a participação de oito voluntários que realizaram a tarefa T1 tanto com adaptação base quanto com a adaptação manual. O teste *Wilcoxon* pareado foi utilizado tanto para o tempo de realização das tarefas ($p = 0.01563$) como para o número de movimentos ($p = 0.01562$) pois ambas as amostras possuíam distribuições normais. Os valores de $p < 0,10$ juntamente com as medianas observadas na Figura 4, 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 *framework front-end Bootstrap*.

Os *outliers* observados na Figura 4, 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.

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 3. 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 4. Resultado por usuário da Tarefa 3.

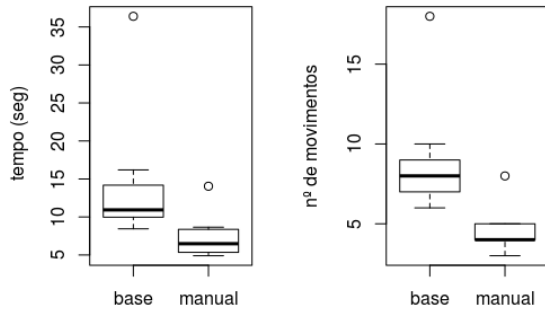


Figura 4. Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa envolvendo o elemento menu.

Com relação a satisfação do usuário, foi possível observar a diferença entre as medianas dos dois grupos (Figura 5) onde a maioria dos usuários se concentraram no nível máximo de satisfação para a adaptação manual em relação a adaptação tradicional. 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 proporcionou uma maior aproximação às aplicações tradicionais dos *smartphones*, criando um sentimento maior de controle dos usuários. A partir dos dados é possível aceitar a hipótese alternativa HA2 rejeitando assim a H02.

O padrão *Side menu* com a adaptação colaborou 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 dos valores de de número de movimentos e tempo de realização como na satisfação,

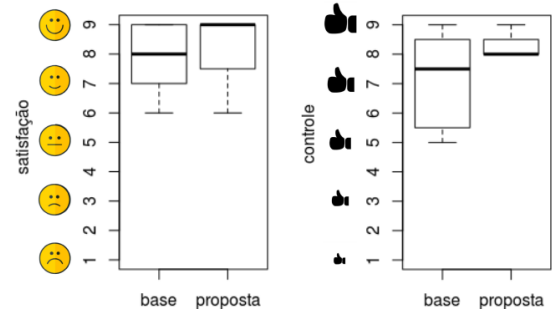


Figura 5. Índices de satisfação e controle em relação as adaptações no menu.

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[19].

Elemento slideshow

Oito usuários realizaram a tarefa utilizando o elemento de visualização de imagens com as adaptações base e as adaptações manuais. O conjunto de dados relacionado ao tempo desprendido seguiu 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, 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 6 ajuda a complementar os resultados dos testes, mostrando um 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 as adaptações bases fornecidas pelo *Bootstrap*.

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

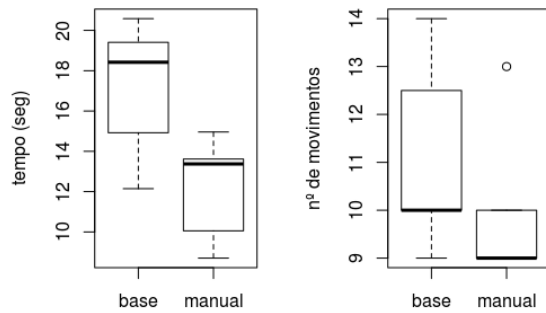


Figura 6. Boxplots referentes ao tempo e ao número de movimentos para realização da tarefa na galeria de fotos



Figura 7. Dificuldades de visualização no slideshow

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 encontraram dificuldades ao encontrar os ícones no formato de setas utilizados para navegação devido ao seu tamanho reduzido e a transparência aplicada ao elemento. A Figura 7 ilustra esse cenário; e (iv) a solução apresentada utiliza a pseudo-classe *hover*¹⁰ 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 [25].

Os dados coletados através do SAM para o elemento *slideshow* são exibidos na Figura 8. Eles sugerem um aumento na satisfação dos usuários em relação a 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. 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.

¹⁰estado onde o usuário se encontra com um dispositivo apontador sobre algum elemento.

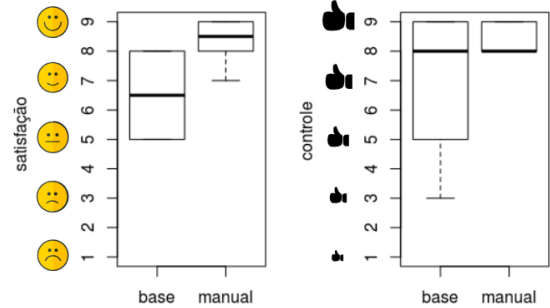


Figura 8. Índices de satisfação e controle em relação às adaptações no slideshow.

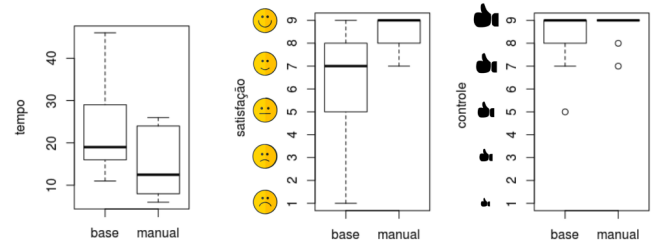


Figura 9. Tempo para realização da tarefa, índices de satisfação e controle referentes ao elemento de caixa de texto.

Caixa de texto

Um total de dez voluntários participaram da avaliação da caixa de texto. Nesta etapa apenas o tempo de realização das tarefas fora observado visto que na modalidade de voz nenhum movimento se faz necessário. Devido a amostra possuir uma distribuição normal, o *t-test* pareado foi utilizado e resultou em um valor de $p = 0.04892$. O tempo de realização das tarefas juntamente com os valores das medianas mostradas na Figura 9 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 9 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 pois 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 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 a satisfação dos usuários.

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) [23].

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 a 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 pudessem ser modificadas. 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. Com isso esperava-se nenhum tipo de influência em relação a alguma adaptação específica pois os usuários estavam avaliando duas adaptações diferentes e julgando àquela que na 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 permitindo assim uma triangulação dos dados através das gravações, observações e coleta automática, proporcionando um nível maior de confiança das informações coletadas (iv).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E FUTUROS TRABALHOS

O objetivo principal do artigo fora 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 as validade das hipóteses testadas. Resgatando as contribuições apontadas na Introdução deste trabalho (i à iv), pode-se afirmar que estas foram atingidas conforme reportado a seguir.

O estudo apontou evidências das lacunas existentes nas adaptações tradicionais - realizadas através de *frameworks Web responsive* - em relação às necessidades dos usuários, sugerindo algumas soluções e abrindo caminho para novas investigações (i). 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 a utilização dos elementos de interação (ii).

Não foram encontrados trabalhos específicos que avaliem os problemas de interação encontrados nos *frameworks front-end*. 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 (iii).

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 (iv).

Como trabalhos futuros, pretende-se dar continuidade a pesquisa de outras categorias e elementos de interação identificando seus problemas de interação e propondo possíveis alterações para as soluções tradicionais. Pretende-se ainda explorar os aspectos referente a sensibilidade ao contexto e suas implicações sobre os *frameworks front-end*. Sob o aspecto do desenvolvedores, pretende-se propor modelos para o desenvolvimento de soluções que explorem a multimodalidade e/ou a sensibilidade ao contexto - similares aos já utilizados pelos desenvolvedores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) ao projeto, processo nº 2013/25572-7.

REFERENCES

1. Michael Nebeling, Maximilian Speicher, and Moira Norrie. W3touch: Metrics-based web page adaptation for touch. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pages 2311–2320, New York, NY, USA, 2013. ACM.
2. Giuseppe Ghiani, Marco Manca, Fabio Paternò, and Claudio Porta. *Mobile Web Information Systems: 11th International Conference, MobiWIS 2014, Barcelona, Spain, August 27-29, 2014. Proceedings*, chapter Beyond Responsive Design: Context-Dependent Multimodal Augmentation of Web Applications, pages 71–85. Springer International Publishing, Cham, 2014.
3. Jacob Thornton Mark Otto and Bootstrap contributors. Bootstrap · the world's most popular mobile-first and

- responsive front-end framework, 2016.
<http://getbootstrap.com>.
4. Jake Spurlock. *Bootstrap*. O'Reilly Media, Sebastopol, CA, USA, 2013.
 5. Michael Nebeling and Moira C. Norrie. *Web Engineering: 14th International Conference, ICWE 2014, Toulouse, France, July 1-4, 2014. Proceedings*, chapter Beyond Responsive Design: Adaptation to Touch and Multitouch, pages 380–389. Springer International Publishing, Cham, 2014.
 6. Humberto Lidio Antonelli. Navigation menus in web applications for mobile devices: issues of access and usability. Master's thesis, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2015.
 7. Anders Toxboe. *Ui-patterns*, 2016.
<http://ui-patterns.com/>.
 8. E Marcotte. Responsive web design, a book apart (2011), 2011.
 9. Danilo Wictky Fabri, Thiago Krempser, and Lucia Vilela Leite Filgueiras. 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, IHC '13*, pages 264–267, Porto Alegre, Brazil, Brazil, 2013. Brazilian Computer Society.
 10. Francesca Gullà, Lorenzo Cavalieri, Silvia Ceccacci, Michele Germani, and Roberta Bevilacqua. Method to design adaptable and adaptive user interfaces. In *HCI International 2015-Posters' Extended Abstracts*, pages 19–24. Springer, 2015.
 11. Bruno Dumas, María Solórzano, and Beat Signer. Design guidelines for adaptive multimodal mobile input solutions. In *Proceedings of the 15th International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '13*, pages 285–294, New York, NY, USA, 2013. ACM.
 12. Artur Henrique Kronbauer, Celso A. S. Santos, and Vaninha Vieira. 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, IHC '12*, pages 305–314, Porto Alegre, Brazil, Brazil, 2012. Brazilian Computer Society.
 13. Marco Manca, Fabio Paternò, Carmen Santoro, and Lucio Davide Spano. *Mobile Web Information Systems: 10th International Conference, MobiWIS 2013, Paphos, Cyprus, August 26-29, 2013. Proceedings*, chapter Generation of Multi-Device Adaptive MultiModal Web Applications, pages 218–232. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013.
 14. Fabio Paternò and Giuseppe Zichittella. Desktop-to-mobile web adaptation through customizable two-dimensional semantic redesign. In *Proceedings of the Third International Conference on Human-centred Software Engineering, HCSE'10*, pages 79–94, Berlin, Heidelberg, 2010. Springer-Verlag.
 15. Rajibul Anam, Chin Kuan Ho, and Tek Yong Lim. Tree adapt: Web content adaptation for mobile devices. *International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)*, 6(9):1, 2014.
 16. Carlos E Cirilo, Antônio Francisco do Prado, Wanderley Lopes de Souza, and Luciana AM Zaina. A hybrid approach for adapting web graphical user interfaces to multiple devices using information retrieved from context. In *DMS*, pages 168–173, 2010.
 17. Hamed Ahmadi and Jun Kong. User-centric adaptation of web information for small screens. *Journal of Visual Languages & Computing*, 23(1):13 – 28, 2012.
 18. Paulo Pombinho, Ana Paula Afonso, and Maria Beatriz Carmo. Chameleon—a context adaptive visualization framework for a mobile environment. In *Information Visualisation (IV), 2011 15th International Conference on*, pages 151–157. IEEE, 2011.
 19. Dongsong Zhang and Jianwei Lai. 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*, 27(12):1133–1160, 2011.
 20. The World Wide Web Consortium. World wide web consortium (w3c), 2016. <https://www.w3.org>.
 21. Jun-Cheng Chen, Wei-Ta Chu, Jin-Hau Kuo, Chung-Yi Weng, and Ja-Ling Wu. Tiling slideshow. In *Proceedings of the 14th ACM International Conference on Multimedia, MM '06*, pages 25–34, New York, NY, USA, 2006. ACM.
 22. Velibor Adzic, Hari Kalva, and Borko Furht. A survey of multimedia content adaptation for mobile devices. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1):379–396, 2011.
 23. C Wohlin, P Runeson, M Host, M C Ohlsson, B Regnell, and A Wesslén. Experimentation in software engineering: an introduction. 2000, 2000.
 24. M. M. Bradley and P. J. Lang. Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1):49 – 59, 1994.
 25. Mozilla. Mozilla developer network, 2016.
<https://developer.mozilla.org>.