

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**UIFLEX - UMA FERRAMENTA PARA A
CRIAÇÃO DE UM PERFIL DE INTERAÇÃO
PARA A WEB ADAPTATIVA**

MAILSON DE QUEIROZ PROENÇA

ORIENTADORA PROF^A. DR^A. VÂNIA PAULA DE ALMEIDA NERIS

São Carlos – SP

Dezembro/2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**UIFLEX - UMA FERRAMENTA PARA A
CRIAÇÃO DE UM PERFIL DE INTERAÇÃO
PARA A WEB ADAPTATIVA**

MAILSON DE QUEIROZ PROENÇA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Interação Humano Computador.

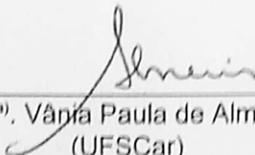
Orientadora Prof^ª. Dr^ª. Vânia Paula de Almeida Neris

São Carlos – SP

Dezembro/2017

Folha de Aprovação

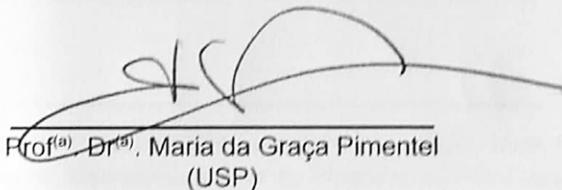
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a defesa de Dissertação de Mestrado do(a) candidato(a) **Mailson de Queiroz Proença**, realizada em **12 de dezembro de 2017**.



Prof^(a). Dr^(a). Vânia Paula de Almeida Neris
(UFSCar)



Prof^(a). Dr^(a). Daniel Lucrécio
(UFSCar)



Prof^(a). Dr^(a). Maria da Graça Pimentel
(USP)

Este trabalho é dedicado aos meus pais e ao meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria traçado o meu caminho.

Agradeço principalmente a minha família e amigos por terem me apoiado e ficarem ao meu lado nas horas que eu mais precisava.

A todos os professores e em especial a minha orientadora Vânia, por exigir de mim muito mais do que eu supunha ser capaz de fazer. Agradeço por transmitir seus conhecimentos e por ter confiado em mim, sempre estando ali me orientando e dedicando parte do seu tempo a mim.

A persistência é o menor caminho do êxito.
(Charles Chaplin)

RESUMO

Para atender a diversidade de usuários e as diferentes necessidades de interação, as interfaces de usuário poderiam ser mais flexíveis, sendo adaptadas de acordo com cada perfil de usuário. Atualmente algumas interfaces web já são flexíveis, porém esta flexibilidade é normalmente realizada a partir de ajustes feitos explicitamente pelo usuário em cada website. A flexibilidade realizada pelas interfaces dos websites atuais não é suficiente quando a diversidade de usuários e necessidades de interação diferentes são consideradas. Além disso, para adaptar um sistema web, atualmente o usuário tem que configurar cada sistema individualmente e nem todos os usuários tem conhecimento das diferentes possibilidades de apresentação e de configuração dos websites. Uma vez que as interfaces devem ser flexíveis para atender às diferentes necessidades e à diversidade de usuários, este trabalho tem como objetivo proporcionar aos usuários a possibilidade de adaptar os websites de acordo com suas necessidades e preferências. Para alcançar este objetivo, formalizou-se uma abordagem onde o usuário define o seu perfil de interação, baseado em regras, diretrizes e boas recomendações de design e, posteriormente este perfil de interação é utilizado para a adaptação das interfaces. Além disso, foi desenvolvida a ferramenta UIFlex, onde o usuário define seu perfil de interação e, a partir deste perfil, a ferramenta flexibiliza as interfaces dos websites que os usuários navegam de acordo com o perfil de interação definido pelo usuário. Por fim, foram realizadas duas avaliações: uma presencial e outra online. Estas avaliações foram realizadas com o intuito de testar a ferramenta UIFlex e verificar se ela atende à diversidade de usuários. Em ambas as avaliações, os usuários acessaram determinados websites com e sem a ferramenta UIFlex e posteriormente responderam questionários relacionados à satisfação de uso, comportamento dos websites e eficiência da interação. Os resultados dos questionários respondidos indicaram que a ferramenta UIFlex traz benefícios durante a interação dos usuários com os websites, principalmente relacionados à eficiência, devido a adaptação realizada nos websites pela ferramenta, sem a necessidade de configurar cada website individualmente. Com os estudos realizados e com a análise das respostas dos questionários conclui-se que a ferramenta UIFlex contribuiu positivamente para os usuários adaptando as interfaces dos websites de acordo com suas preferências e/ou necessidades.

Palavras-chave: Flexibilidade. Web. Interação. Regras de Design. Diversidade de usuários.

ABSTRACT

To address the diversity of users and the different interaction requirements, the user interfaces could be more flexible, being adapted according to each user profile. Currently, some web interfaces are already flexible, but this flexibility is usually made from explicitly made adjustments by the user in each website. The flexibility achieved by the interfaces of the current websites is not enough when the diversity of users and different interaction needs are considered. In addition, to adapt a web system, currently the user has to configure each system individually and not all users are aware of the different possibilities of presentation and configuration of the websites. Since the interfaces must be flexible to meet the different needs and diversity of users, this work aims to provide users with the possibility to adapt the websites according to their needs and preferences. To achieve this goal, an approach was formalized where the user defines his interaction profile, based on rules, guidelines and good design recommendations, and later this interaction profile is used to adapt the interfaces. In addition, the UIFlex tool was developed, where the user defines their interaction profile and, from this profile, the tool flexibilizes the interfaces of the websites that users navigate according to the interaction profile defined by the user. Finally, two evaluations were carried out in different scenarios: one face-to-face and the other online. These evaluations were carried out with the purpose of verifying the viability of the UIFlex tool and whether it meets the diversity of users. In both scenarios, users accessed certain websites with and without the UIFlex tool and subsequently answered questionnaires related to user satisfaction, website behavior and interaction efficiency. The results of the questionnaires answered indicated that the UIFlex tool brings benefits during the interaction of the users with the websites, mainly related to the efficiency, due to the adaptation made in the websites by the tool, without the need to configure each website individually. With the studies carried out and with the analysis of the answers of the questionnaires it is concluded that the UIFlex tool contributed positively to the users adapting the interfaces of the websites according to their preferences and/or needs.

Keywords: Flexibility. Web. Interaction. Design rules. Users diversity.

LISTA DE SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
DOM	<i>Document Object Model</i>
FAN	Flexibilidade via Ajax e Normas
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
ICE	<i>Interface Configuration Environment</i>
JEE	<i>Java Platform Enterprise Edition</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
NBIC	<i>Norm Based Interface Configurator</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tempo de design e tempo de uso.	21
Figura 2 – Além das opções binárias - O espectro usuário / designer.	22
Figura 3 – Fluxo de dados de um sistema flexível.	24
Figura 4 – Modelo do ciclo de vida de uma adaptação.	26
Figura 5 – Representação gráfica da adaptação proposta por Miñón.	29
Figura 6 – Arquitetura do Sistema Integrado de Adaptação.	31
Figura 7 – Arquitetura do framework FAN.	33
Figura 8 – Fluxo de dados e de ações da ferramenta UIFlex.	39
Figura 9 – Tela da ferramenta UIFlex relacionadas ao coletor de perfil de usuário.	41
Figura 10 – Exemplo de regra de adaptação.	44
Figura 11 – Tela inicial da aplicação de gerenciamento de regras de design.	47
Figura 12 – Tela de cadastro e edição de uma regra de design.	47
Figura 13 – Perfil de Interação: associação do perfil de usuário com as regras de design.	48
Figura 14 – Tela da ferramenta UIFlex relacionada à escolha das adaptações que poderão ser aplicadas nas interfaces.	48
Figura 15 – Exemplos de interface sem utilizar a ferramenta UIFlex.	50
Figura 16 – Perfil de usuário preenchido por pessoa daltônica e seleção de adaptações.	51
Figura 17 – Exemplo de adaptação realizada pela ferramenta UIFlex para um usuário daltônico.	52
Figura 18 – Perfil de usuário preenchido por pessoa cega e seleção de adaptações.	52
Figura 19 – Exemplo de adaptação realizada pela ferramenta UIFlex para um usuário cego.	53
Figura 20 – Exemplo de configuração do perfil de interação.	53
Figura 21 – Exemplo de adaptações realizadas pela ferramenta UIFlex em diferentes websites utilizando o mesmo perfil de interação.	54
Figura 22 – Gráfico do resultado da avaliação presencial, utilizando a escala Likert.	58
Figura 23 – Página inicial do sistema de avaliação da ferramenta UIFlex.	60
Figura 24 – Página de identificação do perfil do participante.	61
Figura 25 – Páginas de: a) descrição da avaliação e b) descrição do bloco.	61
Figura 26 – Página de descrição da atividade a ser realizada no primeiro website.	62
Figura 27 – Página que contém o primeiro website acessado.	62

Figura 28 – Página do questionário sobre o comportamento dos websites, a satisfação de uso e a eficiência da interação.	63
Figura 29 – Página que mostrava os passos que o usuário deveria fazer no Bloco 2. . . .	63
Figura 30 – Página do formulário de vantagens e desvantagens de se utilizar a ferramenta UIFlex.	64
Figura 31 – Estatísticas dos perfis dos participantes da avaliação online.	64
Figura 32 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 1, utilizando a escala Likert.	65
Figura 33 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 2, utilizando a escala Likert.	65
Figura 34 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 3, utilizando a escala Likert.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de normas que representam o comportamento <i>tailorable</i> do Vila na Rede.	43
Tabela 2 – Caracterização dos participantes da avaliação.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Código para salvar as características do perfil de usuário.	42
Quadro 2 – JSON de uma regra de design criada.	46
Quadro 3 – Código para gerar perfil de interação.	49

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1–INTRODUÇÃO	16
1.1 Contexto, motivação e problemática	16
1.2 Objetivos	17
1.3 Síntese da metodologia	17
1.4 Síntese dos resultados	18
1.5 Organização do trabalho	18
CAPÍTULO 2–SÍNTESE DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	19
2.1 Considerações iniciais	19
2.2 Meta-design	19
2.3 Sistemas web flexíveis	23
2.3.1 Ciclo de vida da adaptação	25
2.3.2 Níveis de adaptação	26
2.4 Trabalhos Relacionados	28
2.4.1 Conceptual model for automatic generation of context-sensitive user-tailored interfaces	29
2.4.2 Integrating adaptation rules for people with special needs in model-based UI development process	30
2.4.3 Normas no desenvolvimento de ambientes web inclusivos e flexíveis	32
2.4.4 User interface adaptation using web augmentation techniques: towards a negotiated approach	35
2.5 Considerações finais	37
CAPÍTULO 3–UIFLEX: UMA SOLUÇÃO DE META-DESIGN PARA A WEB	38
3.1 Considerações iniciais	38
3.2 Definição da ferramenta UIFlex	39
3.3 Coleta do perfil de usuário	40
3.4 Regras de design	42
3.5 Perfil de interação	47
3.6 Aplicação das adaptações nas interfaces dos websites	50
3.7 Considerações finais	52
CAPÍTULO 4–AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA UIFLEX	55
4.1 Considerações iniciais	55
4.2 Avaliação presencial	55

4.3	Avaliação online	59
4.4	Considerações finais	67
CAPÍTULO 5–CONCLUSÃO		68
5.1	Análise crítica	68
5.2	Limitações do trabalho	68
5.3	Trabalhos futuros	69
5.4	Considerações finais	70
REFERÊNCIAS		71
A–REGRAS DE DESIGN		75

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Contexto, motivação e problemática

Com o passar os anos a web foi evoluindo e, hoje em dia, ela é uma ferramenta de comunicação muito utilizada que permite o compartilhamento de informações por qualquer pessoa, independentemente de seu hardware, software, infraestrutura de rede, idioma, cultura, localização geográfica, habilidade física e mental (W3C, 2009). Porém cada usuário apresenta preferências, habilidades e características únicas que afetam o desempenho das tarefas realizadas nos sistemas web. Não se pode esperar que apenas os usuários se adaptem às interfaces das aplicações (FORTUNA et al., 2011).

Além das questões de acessibilidade, os sistemas web deveriam reconhecer a diversidade e permitir que os usuários participem ativamente da web e alterem os websites para que os mesmos se comportem como desejado por cada indivíduo (VEER, 1989).

Neste cenário, se encaixa o conceito de meta-design. Segundo Fischer et al. (2004), o meta-design tem como principal objetivo permitir que os usuários consigam modificar, estender e evoluir os sistemas para que estes atendam às suas necessidades e/ou preferências, significando na prática criar sistemas para que os usuários finais atuem como co-designers alterando os sistemas em tempo de interação. Se trata de conceber para que os usuários alterem, moldem e criem em conjunto.

Atualmente na web, pode-se encontrar algumas soluções de meta-design, como sistemas que permitem alteração de contraste e cores de alguns elementos, aumentar fontes, *layouts* responsivos, entre outras. No entanto, além destes recursos estarem disponíveis em poucas aplicações web, esta flexibilidade é ainda insuficiente quando considerada a diversidade de usuários e necessidades de interação presentes na população. No mais, ainda é necessário que, para fazer uso das opções de flexibilidade mais adequadas ao seu perfil e preferências, o usuário configure cada aplicação separadamente.

Visto que as interfaces devem ser flexíveis para atender as diferentes necessidades e a diversidade de usuários, nesta dissertação foi verificado se seria possível construir uma

ferramenta para a web que considere um perfil de interação do usuário que possa ser utilizado para flexibilizar diferentes aplicações web. Além disso, foi verificado se é possível auxiliar este usuário na construção do seu perfil de interação para que regras, diretrizes e boas recomendações de design possam ser utilizadas na escolha da forma de apresentação do website.

Este trabalho propôs uma abordagem para solucionar o problema de como desenvolver interfaces de usuário flexíveis para aplicações web. Tal abordagem está representada em uma ferramenta que permita o usuário definir, com o auxílio de um banco de regras de design um perfil de interação que possa ser utilizado para flexibilizar automaticamente as interfaces de usuário dos websites.

1.2 Objetivos

Sistemas flexíveis devem ser capazes de se adaptar às diversas capacidades e habilidades dos usuários, relacionadas com as características físicas e cognitivas, e às preferências de interação. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo apoiar a flexibilidade em sistemas web, permitindo o meta-design de maneira fluida, na qual o usuário tenha uma interação apropriada e que o sistema se comporte conforme ele queira, sem gastar tempo fazendo configurações em cada website. Para atender a este objetivo, foi criado neste trabalho um banco de regras de design e desenvolvida a ferramenta UIFlex.

1.3 Síntese da metodologia

Este trabalho se propôs a investigar como flexibilizar as interfaces de usuários de sistemas web considerando as diferentes necessidades e preferências de interação dos usuários. Para tanto, a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos incluiu a constante pesquisa sobre o estado da arte nos seguintes temas: flexibilidade de interfaces web, meta-design e acessibilidade. Foram realizados diversos estudos teóricos sobre estes temas por meio da leitura de livros, artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Primeiramente, foi realizado o estudo teórico de conceitos relacionados à sistemas flexíveis e quais os tipos de adaptações são realizadas nas interfaces. Na sequência, buscou-se conhecimentos de autoridades voltados para acessibilidade e usabilidade, que são aplicados nos sistemas web atualmente e criou-se uma base de regras contendo tais conhecimentos.

Posteriormente, foi feito o design e a implementação da ferramenta que auxilia os usuários na geração e aplicação de um perfil de interação nas interfaces dos websites. Para coletar o perfil dos usuários, fez-se uma adaptação do coletor proposto na arquitetura "Who Am I?" (ALENCAR; NERIS, 2014) que é utilizada para adaptar interfaces de usuário para a computação ubíqua.

Ademais, para validar os benefícios alcançados utilizando a ferramenta UIFlex, foram realizadas duas avaliações com usuários finais, uma presencial e outra online. A avaliação online da ferramenta UIFlex foi realizada com o auxílio de uma ferramenta desenvolvida neste trabalho. Em ambas as avaliações, os usuários deveriam acessar determinados websites sem e com a ferramenta desenvolvida neste trabalho e responder um questionário relacionado ao comportamento, satisfação de uso e eficiência dos websites.

1.4 Síntese dos resultados

Neste trabalho, inicialmente foi criado um banco de regras, que foram extraídas de conhecimentos de autoridades como World Wide Web Consortium (W3C), Mozilla Developer Network, Section 508, entre outras. Posteriormente foi desenvolvida uma ferramenta, denominada UIFlex que, a partir de um perfil de usuário e considerando o banco de regras, constrói um perfil de interação para ser utilizado pelo usuário final. Com base neste perfil, a solução é capaz de alterar elementos das interfaces dos websites, como cores, destacar o foco de navegação, ativar legenda de vídeos automaticamente, entre outras. Estas alterações são aplicadas a diferentes websites sem que o usuário tenha que fazer configurações individuais.

A abordagem foi avaliada presencialmente por vinte usuários e online por cento e quatro usuários. Eles interagiram em websites que permitem alterações na sua forma de apresentação com e sem a solução UIFlex. Os resultados sugerem que houve melhora no comportamento dos websites e de acordo com as respostas dos avaliados, a navegação ocorreu de uma forma mais eficiente, pois, como a ferramenta aplica as adaptações em todos websites acessados pelo usuário, não houve perda de tempo para configurar cada sistema separadamente.

1.5 Organização do trabalho

No Capítulo 2, é apresentada a síntese do levantamento bibliográfico composta por trabalhos que definem os conceitos meta-design e sistemas flexíveis, além de alguns trabalhos relacionados. O Capítulo 3, apresenta a ferramenta proposta neste trabalho para apoiar a flexibilidade nas interfaces de usuário web considerando diferentes perfis de usuários e conhecimentos de autoridades. No Capítulo 4 é descrito o processo de avaliação da ferramenta proposta. Por fim, no Capítulo 5 conclui-se o trabalho apresentando uma síntese das contribuições e das limitações e alguns dos trabalhos futuros.

Capítulo 2

SÍNTESE DO LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

2.1 Considerações iniciais

Na literatura, o conceito de meta-design é, muitas vezes, relacionado a outros termos, como uma modalidade mais abstrata do design. Com o objetivo de apresentar a definição adotada neste projeto, foi feita uma busca literária, onde vários trabalhos foram estudados. Os trabalhos que se destacaram e que tratam do tema são apresentados na Seção 2.2.

A flexibilidade está implícita nos sistemas adaptativos ou adaptáveis, contudo, o conceito flexibilidade é amplo e exige um entendimento aprofundado. Por este motivo, a Seção 2.3 apresenta trabalhos que abordam o conceito de sistemas flexíveis.

Existem várias formas de flexibilizar interfaces web e empoderar o usuário no momento da interação com os websites. Com o objetivo de conhecer algumas estratégias adotadas para adaptar os websites, a Seção 2.4 apresenta trabalhos relacionados que foram utilizados como base para este trabalho.

2.2 Meta-design

Atualmente, flexibilidade, inovação e evolução em sistemas web não são diferenciais, e sim, requisitos necessários. Assim sendo, o desafio do design passa a ser como torná-lo uma oportunidade para soluções mais criativas e mais adequadas às necessidades dos usuários. O mundo está em constante evolução, neste cenário o meta-design permite a exploração da dimensão colaborativa da criatividade humana, produzindo uma abordagem inovadora no desenvolvimento de sistemas interativos e seu ambiente sociotécnico, visando a inclusão de oportunidades e a flexibilização (FISCHER, 2012).

Para a maioria dos domínios de design (por exemplo, design urbano, design de software, design de ambientes de aprendizagem e arte interativa), o conhecimento para entender e resolver problemas não é dado, mas é construído e evoluído durante o processo de resolução de problemas (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

Segundo Fischer e Scharff (2000) o meta-design aborda as seguintes três necessidades para ambientes sociotécnicos:

1. Eles devem ser flexíveis e evoluir, pois não podem ser projetados completamente antes de serem usados;
2. Eles devem evoluir até um determinado ponto nas mãos dos usuários;

Visando estas necessidades, o meta-design explora objetivos, técnicas e processos que permite aos usuários atuarem como designers e contribuintes ativos, permitindo-lhes criar novos conhecimentos em vez de restringi-los ao consumo de conhecimentos já existentes (FISCHER, 2012).

O objetivo principal do meta-design consiste em permitir que os usuários finais consigam modificar, estender, evoluir e criar sistemas que atendam às suas necessidades. Portanto a abordagem compartilha a criação de interface entre designers e usuários finais, permitindo que os usuários criem e contribuam com suas próprias visões e objetivos em tempo de interação (FISCHER et al., 2004). Tal abordagem embasa a perspectiva de "projetar para a mudança". Neste contexto, criar as condições técnicas e sociais para uma ampla participação nas atividades de projeto é tão importante quanto criar o próprio produto (FISCHER; SCHARFF, 2000).

Segundo Fischer e Giaccardi (2006) o meta-design compartilha alguns objetivos importantes com o design centrado no usuário e design participativo, mas transcende estes objetivos em várias dimensões importantes, e mudou os processos pelos quais os sistemas e os conteúdos foram projetados.

As abordagens de design participativo procuram envolver os usuários mais profundamente no processo como co-designers ao capacitá-los a propor e gerar alternativas de design. O design participativo apoia diversas formas de pensar, planejar e atuar, tornando o trabalho, as tecnologias e as instituições sociais mais sensíveis às necessidades humanas. Ele requer inclusão social e participação ativa dos usuários (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

O design participativo está concentrado no desenvolvimento do sistema em tempo de design ao reunir os desenvolvedores e os usuários para visualizar os contextos de uso. Mas, apesar dos melhores esforços em tempo de design, os sistemas precisam ser evolutivos para atender às novas necessidades, explicar a mudança de tarefas e incorporar novas tecnologias (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

Diferente destas abordagens, o meta-design cria sistemas abertos que podem ser modificados por seus usuários e evoluem ao longo do tempo, apoiando interações mais complexas (em vez de processos lineares ou iterativos) (FISCHER; GIACCARDI, 2006). Os sistemas abertos permitem modificações significativas quando necessário. A ideia de sistemas abertos e evolutivos foi eloquentemente defendida por Nardi e Zamer (1993): "Nós apenas arranhamos

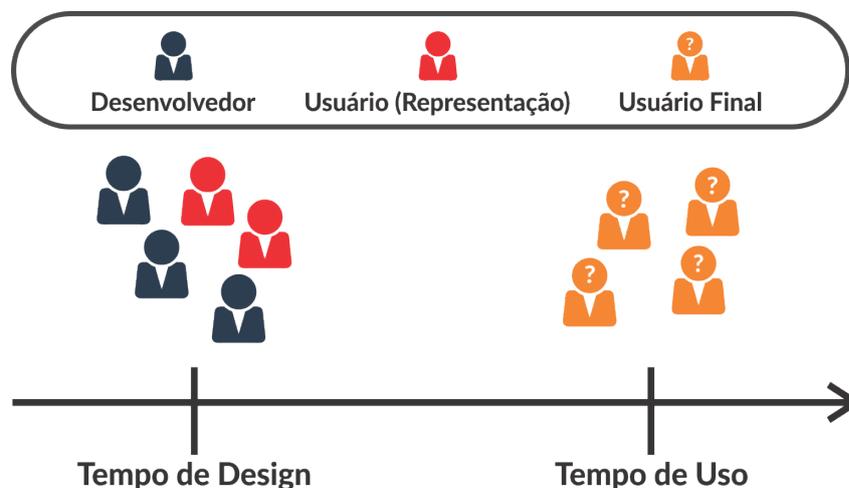
a superfície do que seria possível se os usuários finais pudessem programar livremente suas próprias aplicações ...".

De acordo com Fischer e Giaccardi (2006) não importa o quanto os designers e os programadores tentem antecipar e providenciar o que os usuários precisarão, o esforço sempre será curto, porque é impossível saber antecipadamente o que pode ser necessário para cada usuário. Por isso os usuários finais devem ter a capacidade de personalizar e estender as aplicações.

Assim sendo, no meta-design, os sistemas são modelados em um nível conceitual com o qual os usuários estão familiarizados, por isso, os mecanismos de interação aproveitam o conhecimento existente do usuário e tornam as funcionalidades do sistema transparentes e acessíveis, de modo que a tarefa computacional exigida dos usuários possa ser substancialmente reduzida (FISCHER, 2003).

Um dos principais problemas do design de sistemas consiste em como criar uma interface para milhões de usuários (em tempo de design), e fazê-la funcionar como se tivesse sido projetada para cada usuário individualmente, onde o usuário é conhecido apenas no tempo de uso. A Figura 1 diferencia as duas etapas no desenvolvimento e uso de um sistema.

Figura 1 – Tempo de design e tempo de uso.

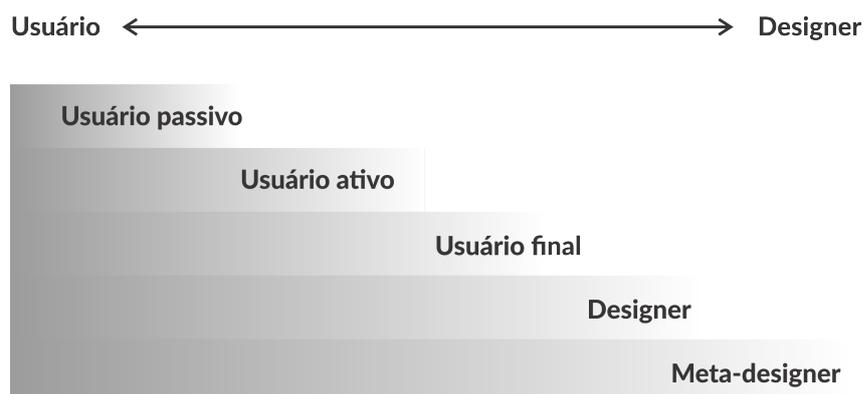


Fonte: Adaptado de (FISCHER; SCHARFF, 2000).

Em todo o processo de desenvolvimento de software, dois estágios básicos podem ser diferenciados: i) tempo de design; e ii) tempo de uso ou tempo de interação. i) Em tempo de design, desenvolvedores de sistemas (com ou sem o envolvimento do usuário) criam ambientes e/ou ferramentas. Em abordagens de design convencional, tais sistemas são criados completamente seguindo os requisitos e a imaginação do desenvolvedor; ii) Em tempo de uso, os usuários utilizam o sistema, mas suas necessidades, objetivos e contextos situacionais só podem ser antecipados no momento do desenvolvimento. Assim, o sistema muitas vezes requer modificações para atender às necessidades dos usuários. Para acomodar problemas inesperados na hora do uso, os sistemas precisam ser corrigidos (FISCHER et al., 2004).

No entanto, como indicado na Figura 2, ser usuário ou designer não é uma escolha binária. Ser usuário ou designer é um aprendizado contínuo que passa por vários níveis: usuário passivo, usuário ativo, usuário final, designer e meta-designer. Pode ocorrer também o caso de a mesma pessoa ser usuário em algumas situações e em outras ser designer. Portanto, "usuário/designer" não é um atributo de uma pessoa, mas um papel assumido em um contexto de uso específico (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

Figura 2 – Além das opções binárias - O espectro usuário / designer.



Fonte: Adaptado de (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

O meta-design aplica técnicas de design que melhoram o desenvolvimento de sistemas em tempo de uso. O poder de design é deslocado para os usuários, permitindo que eles, em última instância, atuem como desenvolvedores e usuários do sistema ao mesmo tempo, permitindo que o sistema seja moldado através do uso em tempo real e de acordo com suas necessidades e/ou preferências (FISCHER, 2012).

Ao permitir que os usuários se tornem co-designers, os desenvolvedores precisam projetar arquiteturas, ferramentas e recursos que proporcionem oportunidades, para que todos envolvidos consigam estender e evoluir os sistemas de acordo com suas preferências e/ou necessidades (FISCHER, 2012).

Meta-design não é apenas um problema técnico, ele requer também novas culturas e novas mentalidades. Se o papel mais importante da mídia digital no futuro será fornecer às pessoas um meio poderoso para se expressar e se envolver em atividades pessoalmente significativas, o meio deve apoiá-las para trabalhar na tarefa. Neste sentido, os computadores estão habilitando artefatos: eles não são apenas ferramentas poderosas, mas também meta-ferramentas poderosas que podem ser usadas para criar ferramentas específicas do problema (FISCHER; GIACCARDI, 2006).

O meta-design permite uma espécie de oportunismo criativo e não planejado, e aborda um dos desafios fundamentais de uma sociedade do conhecimento (WOOD, 2000): inventar e projetar uma cultura em que todos os participantes em um processo de design colaborativo possam expressar-se e se envolver em atividades pessoalmente significativas.

Assim sendo, o meta-design traz uma evolução para o desenvolvimento de sistemas web, porém o objetivo de tornar os sistemas modificáveis pelos usuários não implica transferir a responsabilidade de um bom design do sistema para o usuário. Se trata de conseguir criar uma melhor oportunidade de interação contando com o conhecimento técnico do designer, a participação e a colaboração com o conhecimento de uso e do domínio dos usuários. Para o designer, trata-se de uma nova forma de criar, projetando para a mudança (FISCHER, 2003).

2.3 Sistemas web flexíveis

De acordo com o IEEE (1991), sistemas flexíveis são sistemas que se adaptam às particularidades de comportamento dos usuários e às suas necessidades.

Os sistemas se tornam flexíveis por realizarem adaptações. Adaptação é o processo constituído por mudanças no comportamento dos sistemas com base no conhecimento que os sistemas têm do usuário. Este conhecimento pode ser fornecido pelo próprio usuário ou pelo sistema, que é preparado para observar e registrar o comportamento do usuário (GULLÀ et al., 2015).

O conceito de que um sistema seja capaz de adaptar-se em função das preferências e necessidades dos usuários não é novo. A literatura descreve algumas abordagens que podem ser utilizadas para criar sistemas flexíveis, sendo classificadas em duas grandes categorias: adaptável e adaptativa (KOCH; WIRSING, 2002).

Sistemas adaptáveis podem ser definidos como sistemas em que a ativação e a seleção da adaptação é realizada pelo usuário final através da seleção de um perfil de usuário específico, a partir de uma lista pré-definida de recursos de adaptação (BENYON et al., 1987). Ele permite ao usuário configurar o sistema, alterando alguns parâmetros e, em seguida, o sistema adapta o seu comportamento de acordo com estes parâmetros (GULLÀ et al., 2015).

Já os sistemas adaptativos são sistemas que podem alterar os aspectos da sua estrutura ou funcionalidades a fim de acomodar as diferentes necessidades dos usuários e as suas mudanças ao longo da execução da aplicação de forma autônoma (BENYON et al., 1987; BULTERMAN et al., 1999). Eles monitoram o comportamento do usuário, registram este comportamento em um perfil de usuário e adaptam os sistemas de forma dinâmica para o estado atual a partir da interação do usuário com o sistema. Os sistemas usam as ações de navegação do usuário, suas respostas a questionários e as informações iniciais que o usuário pode fornecer, para adaptar as interfaces de usuário (BENYON et al., 1987).

Em ambos os casos o usuário desempenha um papel central e o objetivo final é oferecer um sistema personalizado de acordo com suas preferências e/ou necessidades. Eles diferem na forma como a adaptação é decidida e executada (GULLÀ et al., 2015). Porém, muitas vezes um sistema não é apenas adaptativo ou adaptável, mas utiliza a combinação de ambas as técnicas

(BENYON et al., 1987).

Os sistemas flexíveis alcançam um maior número de usuários, pois, para cada usuário o sistema se comporta como se tivesse sido desenvolvido especificamente para o mesmo. Para cada usuário o sistema personaliza-se de acordo com os seus interesses e competências (GULLÀ et al., 2015; PASSARDIERE; DUFRESNE, 1992).

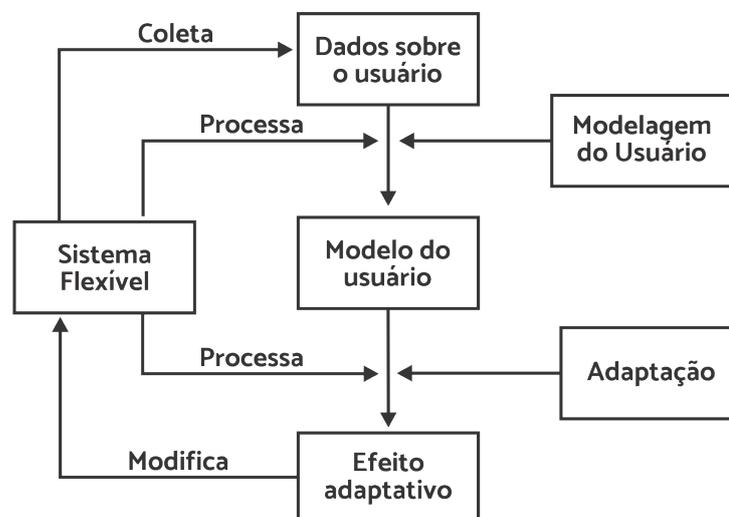
De acordo com Paterno e Mancini (1999) o principal problema no desenvolvimento de sistemas adaptativos é estruturar a informação de tal forma a permitir adaptações. A estrutura deve incluir uma caracterização dos usuários e a interface deve ser organizada para permitir que o sistema consiga alterá-la a partir de ações realizadas pelo usuário.

Para realização de adaptações é necessário saber os conhecimentos, os interesses, as preferências, as tarefas e/ou as metas do usuário. Estes saberes podem ser adquiridos através do modelo ou perfil de usuário. Um perfil de usuário, portanto, pode ser definido como uma representação das características que o sistema acredita que um usuário possui (BENYON; MURRAY, 1993).

Segundo Benyon e Murray (1993) a maioria das arquiteturas de sistemas flexíveis se pautam em três modelos: modelo do usuário, modelo de domínio e modelo da interação.

O modelo do usuário contém as características e as preferências que cada usuário possui. Estas informações podem ser informadas ou manipuladas pelo próprio usuário de acordo com o nível em que ele se encontra. Além disso, o sistema pode monitorar o comportamento do usuário tentando descobrir seus conhecimentos gerais, objetivos, interesses, preferências de design do sistema e suas dificuldades (BENYON; MURRAY, 1993). Conforme apresentado na Figura 3, este modelo é utilizado como base para a construção de interfaces de usuário adaptadas a cada usuário do sistema (PALAZZO, 2000).

Figura 3 – Fluxo de dados de um sistema flexível.



Fonte: Adaptado de (PALAZZO, 2000).

No modelo de domínio são definidos os aspectos da aplicação que podem ser adaptados a novas situações. Este modelo consiste em um conjunto de regras para descobrir as ações que o sistema deve tomar de acordo com o modelo do usuário ou das ações executadas pelos usuários. Em sistemas adaptativos, a base de inferência feita pelos sistemas a partir de sua interação com o usuário, também fica neste modelo (BENYON; MURRAY, 1993).

Já o modelo da interação demonstra as adaptações reais que o sistema faz. Uma interação do usuário com o sistema é uma troca de informações entre ambos, monitorada pelo sistema. A informação coletada neste monitoramento pode ser utilizada para fazer inferências sobre o usuário e, como consequência, apresentar novos aspectos da aplicação ou modificar aspectos existentes. Os dados coletados devem ser representados e armazenados em uma base de conhecimentos. Os modelos do usuário e do domínio determinam o que pode ser inferido a partir desta base (BENYON; MURRAY, 1993).

Sistemas flexíveis geralmente são menos estáveis para o usuário. Em algumas situações isto pode ser um problema, pois o sistema flexível pode mudar a interface e confundir o usuário. Por exemplo, se o usuário vai retornar a páginas que já tenha visitado, estas páginas poderão estar diferentes, pois elas são geradas dinamicamente de acordo com o estado atual do perfil do usuário (GULLà et al., 2015).

2.3.1 Ciclo de vida da adaptação

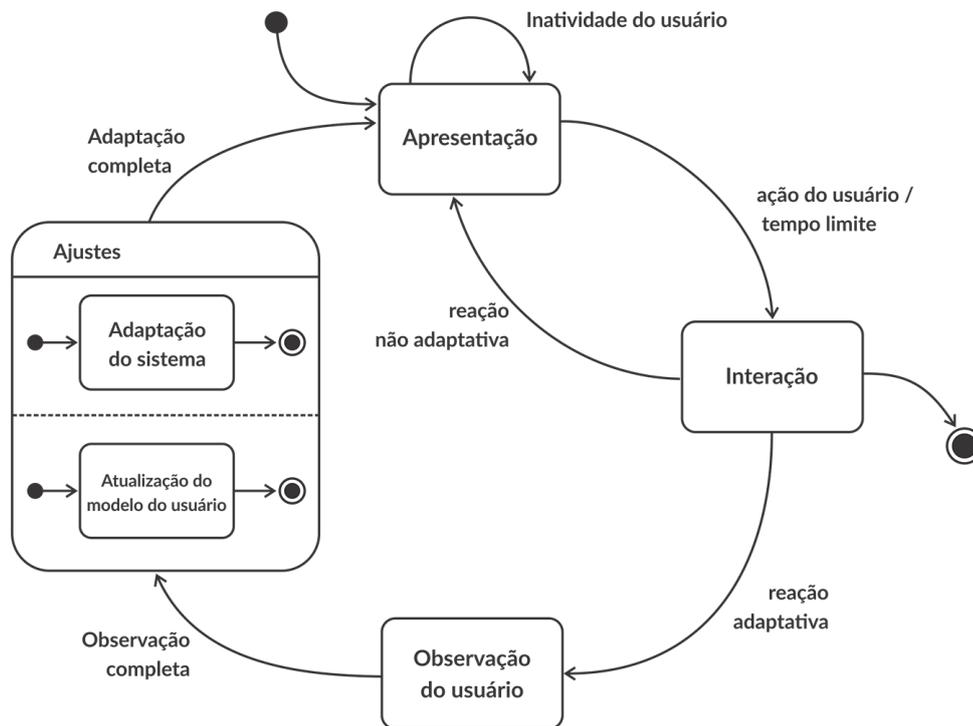
De acordo com (KOCH, 2001), no geral, sistemas adaptativos passam por diferentes etapas durante sua utilização ou permanecem em diferentes estados, de modo a interagir com o usuário, adaptar a apresentação e atualizar o modelo do usuário. Em contrapartida, sistemas não adaptativos apenas oscilam entre apresentação e interação.

Jungmann e Paradies (1997) descrevem um ciclo de vida composto de quatro etapas: apresentação, interação, análise e síntese. Um modelo de ciclo de vida ligeiramente diferente para adaptação é mostrado na Figura 4. É representado graficamente através de um diagrama de estados que retrata os estados do ciclo de vida e as possíveis transições entre estes estados.

Segundo Koch (2001) o ciclo começa com uma apresentação inicial e um perfil de usuário padrão. Estereótipos ou entrevistas geralmente são usados para fornecer a informação do primeiro perfil de usuário. Estes estados têm a seguinte semântica:

- Apresentação: o sistema apresenta ao usuário os elementos de apresentação ou uma página apropriada mostrando as informações que o sistema conhece do usuário. O sistema permanece neste estado até o usuário se tornar ativo.
- Interação: o sistema deve decidir como reagir a ação do usuário. Duas alternativas são representadas com duas transições de saída: uma não adaptativa e uma adaptação reação.

Figura 4 – Modelo do ciclo de vida de uma adaptação.



Fonte: (KOCH, 2001).

- Observação do usuário: este é um estado cujo objetivo é avaliar a informação obtida a partir da interação do usuário com o sistema.
- Ajustes: este estado compreende dois sub-estados, a atualização do perfil de usuário e a adaptação da interface do usuário, realizada ao mesmo tempo.
- Atualização do perfil de usuário: neste estado, o resultado da aquisição é usado para atualizar o perfil de usuário.
- Adaptação do sistema: o perfil usuário de usuário é utilizado para adaptar a apresentação, o conteúdo ou os links, ou seja, para modificar a interface do usuário ou gerar uma apresentação considerando as preferências e/ou necessidades do usuário.

De acordo com Koch e Wirsing (2002) durante estes estados, os erros podem acontecer devido a uma aquisição inadequada de informações sobre o usuário, pressupostos incorretos da atualização do perfil de usuário ou erros no processo de adaptação.

2.3.2 Níveis de adaptação

Segundo Koch e Wirsing (2002) os sistemas adaptativos adaptam as informações apresentadas de acordo com as preferências, conhecimentos e/ou interesses do usuário. Este processo de adaptação pode incluir mudanças como a seleção de informações que são apropriadas para

o nível de conhecimento do usuário, ou algumas adaptações realizadas através da remoção de componentes da interface que o sistema considera de pouca utilidade para o estado do perfil de usuário em um contexto.

De acordo com Koch e Wirsing (2002) um sistema adaptativo pode se adaptar, por exemplo, com base na variabilidade do usuário, na ajuda, mensagens de erro, formatação, estratégias de pesquisa, oferta de tarefas, dispositivos de entrada, estilo de diálogo, conteúdo, etc.

Outra possível adaptação é uma alteração no nível de apresentação, ou seja, mudanças no *layout* que não afetam o conteúdo, como cores, tipo de fonte ou tamanho da fonte. Se estas mudanças no *layout* se distinguirem da adaptação de conteúdo, é apresentada a seguinte classificação para adaptação (PATERNO; MANCINI, 1999):

- O conteúdo adaptativo consiste em selecionar informações diferentes, como texto, imagens, vídeos, animações etc, dependendo do perfil de usuário. Por exemplo, o sistema fornece uma interface com mais informações para um usuário experiente do que para um novato.
- A navegação adaptativa altera a aparência do link, o endereço do link ou o número de links apresentados aos usuários, bem como a ordem em que estes links são apresentados.
- A apresentação adaptativa mostra diferentes *layouts* de elementos de interface de usuário, como diferentes tipos de mídia, cores, tamanho da fonte, tipo de fonte ou tamanho da imagem.

Diferentes métodos podem ser usados para alcançar a flexibilidade das interfaces. Um método é determinado por uma ideia de adaptação definida a nível conceitual. Os métodos de adaptação são definidos por Brusilovsky (1996) como uma abstração de técnicas adaptativas. Uma técnica é definida por uma representação do modelo de usuário e um algoritmo de adaptação (BRUSILOVSKY, 2001).

Segundo Koch e Wirsing (2002), o objetivo dos métodos de adaptação ao nível do conteúdo é incrementar a usabilidade do sistema para um grande grupo de usuários com conhecimentos ou características diferentes. A adaptação ao nível do conteúdo consiste em fornecer conteúdo adicional, comparativo ou alternativo, além de ocultar conteúdo. Os métodos para conteúdo adaptativo são:

- Conteúdo adicional: este é o método mais utilizado para o conteúdo adaptativo. Consiste em mostrar apenas partes relevantes da informação (escondendo partes irrelevantes) de acordo com o nível de conhecimento do usuário, seu objetivo, interesses ou preferências.
- Variante de conteúdo: este método pode ser visto como uma variante do método de exibição ou conteúdo oculto, pois consiste em mostrar uma parte da informação ao mesmo tempo que esconde outra parte.

O objetivo da adaptação ao nível da navegação é suportar a navegação que impede os usuários de seguir caminhos de navegação irrelevantes com suas tarefas ou objetivos (BRUSILOVSKY, 1996). Os métodos de navegação adaptativa fornecem orientação global ou local e geram visualizações personalizadas. A adaptação consiste em mudanças na estrutura de navegação ou como esta estrutura de navegação é apresentada ao usuário.

De acordo com Koch e Wirsing (2002) as técnicas de navegação adaptativa reduzem o espaço de navegação, eliminando âncoras (orientação direta, esconder links e remoção de links) ou guiando a atenção do usuário para um grupo reduzido de âncoras (links anotados e classificados). Uma limitação específica do espaço de navegação evita que os usuários se percam no momento da interação com os sistemas.

O objetivo da adaptação ao nível da apresentação é adaptar o *layout* às preferências visuais ou às necessidades dos usuários. Os métodos para apresentação adaptativa ajudam o usuário com um *layout* ou idioma apropriado. A adaptação consiste em mudanças na apresentação onde, e estas mudanças podem ocorrer simultaneamente com a adaptação do conteúdo (KOCH, 2001). Segundo Koch e Wirsing (2002) os métodos e técnicas para apresentação adaptativa são muitas vezes agrupados com aqueles para conteúdo adaptativo. Os principais métodos para apresentação adaptativa são:

- **Multi-idiomas:** o objetivo deste método é a adaptação ao idioma preferido pelo usuário.
- **Variantes de *layout*:** este método inclui todas as alternativas possíveis requeridas em uma apresentação, por exemplo, tamanho da fonte ou tipo de fonte, tamanho máximo das imagens, orientação do texto, ordenação de fragmentos de conteúdo, etc.
- ***Styleguiding*:** consiste na definição de diferentes arquivos de estilo que são usados alternadamente para mudança do *layout* das páginas.

De acordo com Koch e Wirsing (2002), ajustar informações (conteúdo adaptativo), *layout* personalizado (apresentação adaptativa) ou fornecer suporte de navegação ao usuário (navegação adaptativa) são adaptações realizadas no sistema com base nas informações contidas no perfil de usuário. Assim, o perfil de usuário, contendo suas necessidades e preferências, é uma parte essencial de um sistema adaptativo.

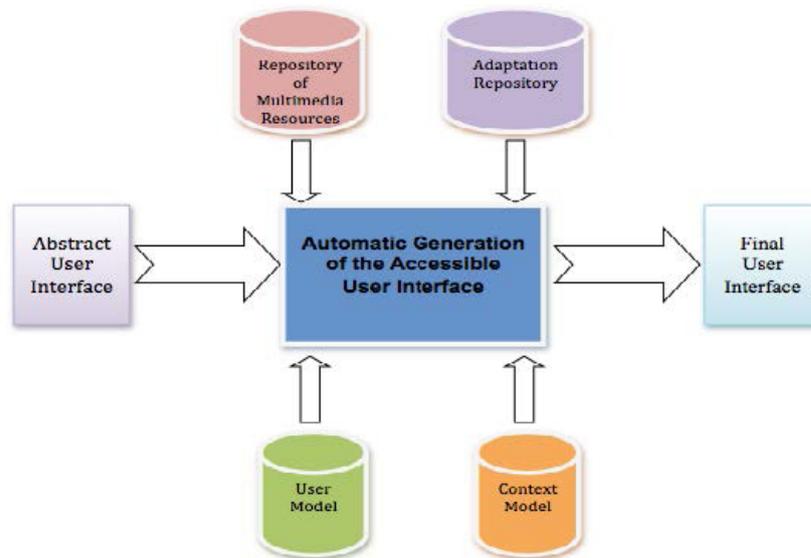
2.4 Trabalhos Relacionados

Buscou-se na literatura ferramentas e/ou arquiteturas que flexibilizem interfaces web e que permitam aos usuários adaptar as interfaces dos websites em tempo de uso, ou seja, no momento da interação. Os trabalhos mais relevantes que foram utilizados como base para este trabalho são detalhados a nesta seção.

2.4.1 Conceptual model for automatic generation of context-sensitive user-tailored interfaces

Segundo Miñón et al. (2014), a possibilidade de adaptar as interfaces de usuário para pessoas com diferentes características físicas, sensoriais e cognitivas depende da qualidade, quantidade e variedade de recursos multimídia disponíveis para apoiar cada elemento de interação. A Figura 5 mostra a representação gráfica da arquitetura conceitual proposta no trabalho destes autores.

Figura 5 – Representação gráfica da adaptação proposta por Miñón.



Fonte: (MIÑÓN et al., 2014).

A arquitetura proposta por Miñón et al. (2014) é composta pelos seguintes módulos:

- *Abstract User Interface*: cada serviço está associado a uma especificação formal da interface, descrevendo todos os elementos de interação, independente do usuário e do contexto, de uma forma genérica.
- *User Model*: contém informações sobre os parâmetros observáveis que caracterizam cada usuário e que são relevantes para a tarefa que deseja executar.
- *Context Model*: contém informações sobre os parâmetros observáveis que caracterizam o contexto em que o usuário pretende executar a tarefa. Ele pode incluir tanto informações tecnológicas (tipos de dispositivos e programas que o usuário pode usar) quanto informações não-tecnológicas (idioma, características do ambiente, etc.).
- *Adaptation Repository*: contém a descrição das mudanças da interface necessárias para as características específicas do usuário em contextos particulares de utilização. Estas alterações são especificadas como regras de adaptação.

- *Repository of Multimedia Resources*: contém os recursos de mídias alternativas que devem ser associados a cada elemento de interação de uma interface de usuário abstrata.

Para gerar a Interface de Usuário Final, as regras contidas no Repositório de Adaptação são aplicadas na Interface de Usuário Abstrata de acordo o Modelo de Usuário, o Modelo de Contexto e os Recursos Multimídia disponíveis.

2.4.2 Integrating adaptation rules for people with special needs in model-based UI development process

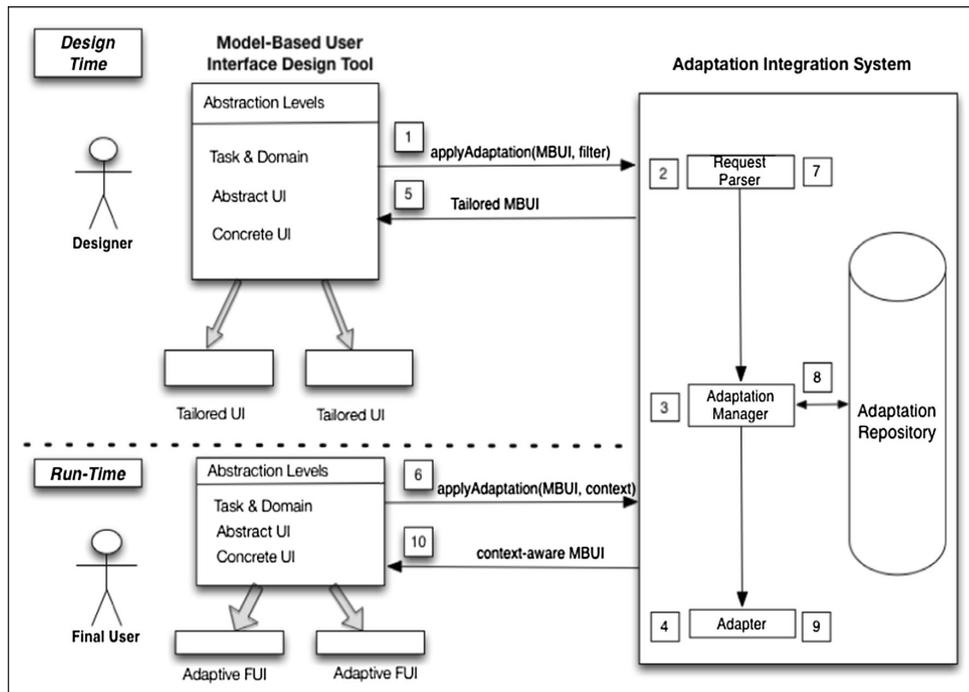
A partir o modelo conceitual detalhado na Seção 2.4.1, Miñón et al. (2016) propuseram o Sistema Integrado de Adaptação que tem como objetivo permitir a integração de regras de adaptação no processo de desenvolvimento de interfaces de usuários acessíveis ao aplicar ferramentas para interface de usuário baseado em modelo.

As regras de adaptação projetadas para este sistema são capazes de modificar a interface do usuário em diferentes níveis de granularidade (único elemento, grupo de elemento, apresentação e/ou aplicação). Além disso, estas regras são compatíveis com várias deficiências e plataformas de usuários (MIÑÓN et al., 2016).

O sistema é composto por três módulos principais que são implementados como classes Java: Analisador de pedido, Gerenciador de Adaptação, e Adaptador. A Figura 6 ilustra os diversos módulos implementados no Sistema Integrado de Adaptação, bem como o processo seguido pelo sistema em ambos os casos.

- O *Request Parser* é o módulo responsável, em tempo de design pela descrição lógica de uma interface de usuário, o seu nível de abstração e as deficiências a serem consideradas na adaptação. Em tempo de execução, o contexto atual é enviado automaticamente para o sistema, de modo que a deficiência do usuário e outras informações necessárias são obtidas a partir dele. Em ambos os casos, a informação adquirida é redirecionada para o módulo *Adaptation Manager*.
- O módulo *Adaptation Manager* seleciona as regras de adaptação correspondentes aos parâmetros de consulta. As regras de adaptação são adequadamente classificadas para serem aplicadas de forma consistente, a fim de evitar conflitos entre elas. Para este fim, o *Adaptation Manager* recupera as regras de adaptação relacionadas com o nível de abstração e deficiência especificada a partir do *Adaptation Repository*.
- O *Adaptation Repository* consiste em uma compilação de regras de adaptação dedicadas à pessoas com necessidades especiais. Atualmente, os desenvolvedores do Sistema Integrado de Adaptação são responsáveis por fornecer estas transformações e regras de adaptação ao

Figura 6 – Arquitetura do Sistema Integrado de Adaptação.



Fonte: (Miñón et al., 2016).

sistema. Assim, os designers não precisam aprender as regras e/ou diretrizes relacionadas à acessibilidade.

- O *Adapter* é responsável por aplicar as regras de adaptação selecionadas e pelas transformações de linguagem para a descrição lógica da interface de usuário.

Segundo Miñón et al. (2016) o Sistema Integrado de Adaptação relaciona cada regra de adaptação a uma deficiência específica, pois como nem todos os usuários têm as mesmas habilidades, as interfaces de usuário personalizadas consideram as deficiências individualmente, melhorando a satisfação das necessidades dos usuários em comparação com uma abordagem "design para todos".

Algumas regras projetadas para o tempo de design utilizadas no Sistema Integrado de Adaptação são mostradas abaixo (Miñón et al., 2016):

Regra 1

- **Condição:** o usuário é cego e acessa uma aplicação com muitos elementos de interação.
- **Ação:** uma tabela de conteúdo é criada para acessar facilmente cada elemento de interação.

Regra 2

- **Condição:** o tamanho do texto da interface do usuário é menor que 14 pontos e o usuário tem baixa visão.

- Ação: aumentar o tamanho do texto da interface do usuário para 14 pontos.

Regra 3

- Condição: o usuário é daltônico.
- Ação: alterar a cor de fundo para preto e a cor dos elementos para branco.

O sistema proposto por Miñón et al. (2016) funciona tanto em tempo de design quanto em tempo de uso. Em tempo de design, o designer seleciona as deficiências a serem consideradas em sua descrição lógica da interface do usuário, interagindo com o serviço correspondente. Em tempo de execução, as deficiências especificadas no modelo de contexto devem ser compatíveis com as regras de adaptação para que as mesmas sejam aplicadas.

De acordo com Miñón et al. (2016), a abordagem pode causar alguns conflitos, uma vez que o termo da incapacidade no modelo de contexto pode não coincidir com a meta-informação das regras da adaptação, mesmo que ambos tenham o mesmo significado semântico. Por exemplo, se uma regra de adaptação estiver relacionada com o termo "cegueira" e o valor para o parâmetro de incapacidade do modelo de contexto é "cego", o sistema não consegue identificar que ambos os termos estão relacionados ao mesmo significado.

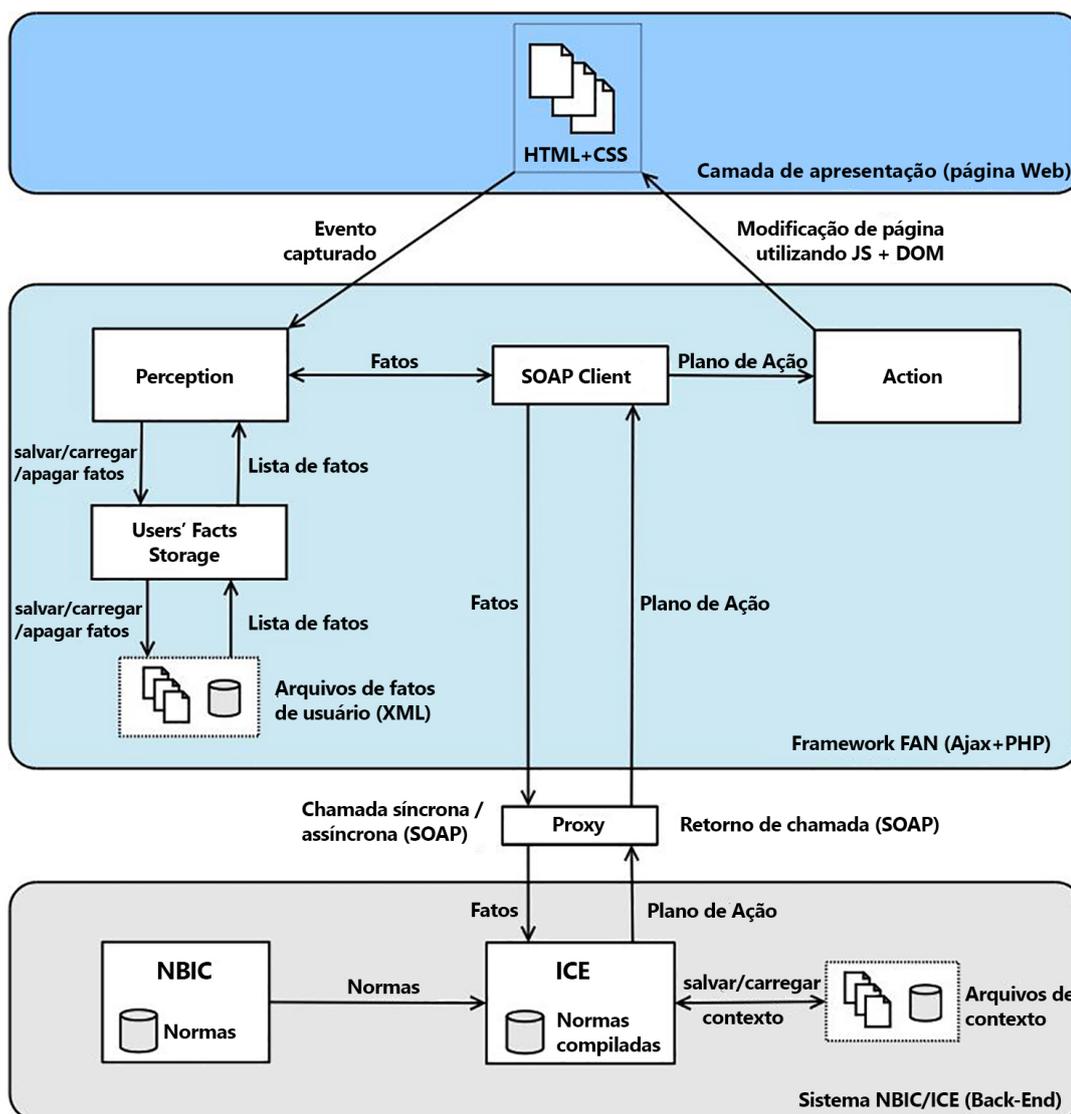
Segundo Miñón et al. (2016), a abordagem proposta auxilia os designers de aplicativos no processo de integração dos requisitos de acessibilidade de forma transparente. Como consequência, os designers inexperientes na área de acessibilidade podem se beneficiar desta abordagem, uma vez que não requer conhecimento de acessibilidade especial para aplicá-la. A abordagem também se torna útil para os designers experientes que criam interfaces acessíveis, porque diminui o tempo de desenvolvimento necessário para construir uma interface de usuário adaptada às necessidades de cada tipo de usuário, uma vez que os designers não precisam implementar, manualmente, cada adaptação para cada grupo de usuários.

A vantagem da arquitetura de Miñón et al. (2016) é que ela consegue flexibilizar interfaces web em tempo de design e em tempo de uso aplicando regras de adaptação voltadas para pessoas com necessidades especiais, porém o usuário não tem a liberdade de personalizar as adaptações de acordo com suas preferências. Além disso, as regras de adaptação devem ser criadas para cada aplicação individualmente, especificando as alterações que podem ser aplicadas nas interfaces da aplicação.

2.4.3 Normas no desenvolvimento de ambientes web inclusivos e flexíveis

Fortuna et al. (2011) propuseram uma abordagem para tentar solucionar o problema de como desenvolver interfaces de usuário flexíveis para sistemas web. Tal abordagem foi representada em um framework para apoiar designers e desenvolvedores na construção de interfaces flexíveis. O framework em questão se chama Flexibilidade via Ajax e Normas (FAN). Os componentes do FAN são mostrados na Figura 7.

Figura 7 – Arquitetura do framework FAN.



Fonte: (FORTUNA et al., 2011).

A camada superior na Figura 7 representa a interface de um sistema web. A camada central apresenta a arquitetura do framework e seus módulos e a camada inferior apresenta o sistema Norm Based Interface Configurator (NBIC) / Interface Configuration Environment (ICE), sistema responsável por gerenciar normas e realizar inferências sobre elas para definir possíveis mudanças na interface do sistema (camada superior) (FORTUNA et al., 2011).

O framework se comunica, via webservices utilizando Simple Object Access Protocol (SOAP), com o ambiente ICE, que por sua vez se comunica com o sistema de gerenciamento de normas NBIC utilizando a tecnologia Java Platform Enterprise Edition (JEE). O framework adapta a interface web do sistema a cada contexto de uso do mesmo, baseando-se no conjunto de ações, a serem realizadas a partir da interpretação das normas pertinentes ao contexto do usuário, gerado pelo ICE para cada contexto de uso do sistema (FORTUNA et al., 2011).

Por meio da análise do conjunto de ações gerado pelo ICE, o framework tem meios de modificar adequadamente a interface do usuário, pois tal conjunto de ação contempla diversas características do contexto de uso de determinado usuário. Desta forma o framework é informado, entre outras coisas, sobre quais objetos da interface devem ser exibidos e os atributos e comportamento desejado para tais objetos (FORTUNA et al., 2011).

O framework FAN é composto basicamente de quatro módulos, que podem ser vistos na Figura 7: o módulo de percepção (Perception Module), o módulo de armazenamento de fatos de usuários (Users' Facts Storage), o cliente SOAP e o módulo de ação (Action Module) (FORTUNA et al., 2011).

A função principal do módulo "Perception" é perceber certos eventos na interface do sistema e iniciar o processo de adaptação de interface de acordo com informações sobre os eventos ocorridos na interface. Este módulo está ligado diretamente à interface do sistema e é acionado na ocorrência de certos eventos na interface (FORTUNA et al., 2011).

O módulo "SOAP Client" tem a função de realizar a comunicação entre o framework FAN e a ferramenta ICE, por meio de requisições SOAP. Basicamente este módulo recebe requisições do framework e as encaminha para a ferramenta ICE. A maior parte das requisições feitas ao "SOAP Client" é realizada pelo módulo "Perception". O "Perception" envia, nas requisições, fatos relacionados a eventos na interface, que devem ser enviados para a ferramenta ICE para que ela "infira", com base em normas do sistema, ajustes que devem ser feitos na interface (FORTUNA et al., 2011).

O módulo "Action" possui duas funções principais: analisar as informações contidas no Plano de Ação, recebido como parâmetro de entrada, e realizar ajustes na interface do sistema de acordo com as informações contidas no Plano de Ação. Um Plano de Ação é um arquivo Extensible Markup Language (XML) que contém informações sobre ajustes que devem ser feitos na interface e como eles devem ser feitos. Um Plano de Ação contém identificadores de objetos da interface a serem ajustados. Dependendo dos tipos de ajustes, um Plano de Ação pode também conter atributos, dos objetos que devem ser modificados, com seus respectivos valores, operações com Document Object Model (DOM), a serem feitas com objetos da interface, ou ainda um Plano de Ação pode conter também código JavaScript a ser executado na interface (FORTUNA et al., 2011).

Já o módulo "Users' Facts Storage" possui três funções fundamentais: gravar, ler e apagar fatos em arquivos XML. Toda vez que o módulo "Perception" gera um fato ele envia este fato para o módulo "Users' Facts Storage", que o grava em um arquivo XML, que é associado ao usuário que gerou um evento na interface e associado à página em que foi gerado tal evento (FORTUNA et al., 2011).

Toda vez que uma página do sistema é carregada o módulo "Perception" cria um novo contexto ao fazer uma chamada síncrona, via "SOAP Client", ao ICE. Um arquivo de contexto

armazena, no servidor ICE, informações como o ID do usuário, o nome ou ID do sistema e ID da sessão do usuário. Como este arquivo deve estar criado antes que qualquer processo de ajuste seja executado, a chamada realizada pelo "Perception" ao ICE deve ser síncrona. Após o arquivo de contexto ser criado ou carregado pelo ICE, as normas do sistema, armazenadas no NBIC, são carregadas no arquivo de contexto por meio de uma nova chamada do "Perception" ao ICE. Após as normas serem carregadas no arquivo de contexto, as operações de ajuste passam a ser válidas. (FORTUNA et al., 2011).

A arquitetura de Fortuna et al. (2011) possui funcionalidades que flexibilizam interfaces, porém ela foi desenvolvida de uma forma que as possibilidades de adaptação de uma interface ficam, essencialmente, limitadas às escolhas do designer da interface do sistema e à dificuldade em se desenvolver, utilizando JavaScript ou DOM, determinadas adaptações mais complexas.

2.4.4 User interface adaptation using web augmentation techniques: towards a negotiated approach

De acordo com Firmenich et al. (2015), o objetivo de flexibilizar interfaces web é proposto como uma forma de expandir os recursos dos websites sem afetar o código do lado do servidor. A maioria das ferramentas de empoderamento da web estendem as funcionalidades do navegador da web através de *plugins* e/ou extensões que podem executar *scripts* no lado do cliente para manipular as interfaces dos websites.

As ferramentas de empoderamento na web são usadas para adaptar websites de acordo com as necessidades dos usuários que não foram originalmente consideradas durante o desenvolvimento do website (FIRMENICH et al., 2015). Assim sendo, o meta-design permite aos usuários finais ir além dos recursos de adaptação disponibilizados pelos proprietários dos websites.

Porém, de acordo com Firmenich et al. (2015), sem o compromisso de todos participantes envolvidos no processo, o desenvolvimento de empoderadores da web também pode se tornar uma frustração, uma vez que as adaptações podem parar de funcionar quando os proprietários mudarem os designs de seus websites.

Segundo Firmenich et al. (2015), o desenvolvimento, implantação e uso de ferramentas de adaptação na web afetam muitos atores, incluindo o proprietário do website, os desenvolvedores de *scripts* e os usuários finais. O termo proprietário do website designa à equipe de desenvolvimento que tem controle total do website original. Em oposição, os desenvolvedores de *scripts* se referem aos desenvolvedores que implementam ferramentas para suportar adaptações do lado do cliente. Os usuários finais referem-se às populações de usuários que consomem conteúdo do website (sendo adaptado ou não ao seu perfil).

Firmenich et al. (2015) identificou quatro estratégias para adaptar aplicativos da web:

- Adaptação fechada refere-se às possíveis adaptações incorporadas como parte do website

original e, o controle é totalmente do proprietário do website. Este tipo de adaptação pode abranger as adaptações processadas no lado do servidor e/ou no lado do cliente. Em qualquer caso, os desenvolvedores não têm nenhuma restrição para acessar a fonte de código do website. As adaptações podem ser construídas com base nas características dos usuários que foram obtidas coletando explicitamente o perfil dos usuários (via formulários) ou implicitamente (seguindo o comportamento dos visitantes comuns). Na adaptação fechada, o website é modificado como resultado de uma relação direta entre os proprietários do website e os usuários finais. Os usuários finais contribuem com informações que podem ser usadas para personalizar a adaptação e só têm acesso às adaptações predefinidas pelos proprietários do website.

- A adaptação baseada em aplicação é obtida com a ajuda de Application Programming Interface (API)s dedicadas que permitem que desenvolvedores externos adaptem o website. Este tipo de estratégia de adaptação é bem conhecida em aplicativos como o Google Drive ou o Facebook. Ao usar APIs, os codificadores externos podem criar novas formas de adaptações que ainda não foram consideradas pelos proprietários do website. Em geral, as adaptações exigem uma triangulação entre o que os proprietários do website tornam adaptável através de uma API, o que os codificadores podem fazer com esta API e as expectativas dos usuários finais. Habilidades de programação avançada, conhecimento profundo sobre o website original e as funções fornecidas pela API são necessárias para criar adaptações. Assim, os codificadores dependem um tanto da disponibilidade da API fornecida pelo website original. Além disso, os usuários finais precisam utilizar alguma ferramenta, que ofereça suporte para navegar e para instalar as extensões disponíveis.
- Adaptação baseada em extensões de navegadores da web são as mais comuns. Uma vez instaladas, modificam os websites visitados pelos usuários. Os usuários finais podem tirar proveito de um grande conjunto de *scripts* carregados por seus criadores para repositórios públicos. Nesta estratégia, a relação entre atores é simplificada pela exclusão dos proprietários de websites do processo de adaptação.
- Adaptação pelo usuário final é um conceito baseado em técnicas de adaptação de interface web para capacitar usuários finais com ferramentas que lhes permitem programar seus próprios *scripts*. A ideia subjacente consiste na capacidade dos usuários com pouca habilidade de programação realizar as adaptações em um website a partir de um conjunto de ferramentas visuais que escondem a complexidade do código de programação. Este tipo de técnica assume que os usuários finais podem trabalhar por conta própria, e não dependam mais de codificadores e/ou proprietários de websites para ter seus websites personalizados. Neste caso, os proprietários de websites são excluídos do processo de adaptação e não têm controle sobre como o conteúdo é entregue aos usuários finais. Eles podem modificar regularmente a estrutura DOM das páginas dos websites, tornando mais difícil a execução de *scripts* externos, o que é um duro golpe para codificadores externos e

usuários finais. Assim, as adaptações são muitas vezes instáveis e devem ser reaplicadas sempre que os usuários retornam aos websites.

Para Firmenich et al. (2015) é necessário haver uma negociação entre os autores para que as adaptações ocorram da melhor maneira possível. Assim, uma abordagem para a adaptação de interface web se baseia em três princípios básicos: primeiro, todos os atores devem encontrar vantagens na colaboração; em segundo lugar, os atores devem colaborar; por último, mas não menos importante, as ferramentas são essenciais para incentivar a colaboração dos atores. Por exemplo, os proprietários de websites podem estabelecer uma relação de confiança com os codificadores que garantem que os *scripts* não sejam maliciosos.

2.5 Considerações finais

Nesta Seção, notou-se que para flexibilizar interfaces de usuários web é necessário ter um conhecimento do usuário para o qual a interface deve ser adaptada. Para isso é preciso que o usuário informe suas características e preferências ou que o sistema monitore o usuário. Posteriormente os sistemas devem analisar as informações coletadas dos usuários e adaptar as interfaces seguindo regras. Porém na encontrou-se na literatura um conjunto de regras que possam flexibilizar diferentes aplicações ao mesmo tempo.

Além disso, apesar das propostas apresentadas na Seção 2.4 visarem a flexibilização da interfaces de usuários, elas não oferecem uma liberdade aos usuários para personalizar as adaptações de acordo com suas preferências. Além disso, as regras de adaptação devem ser criadas para cada aplicação individualmente, especificando as alterações que podem ser aplicadas exclusivamente nas interfaces da aplicação.

O primeiro aspecto que desperta o interesse do usuário por um website é o que ele vê, ou seja, a interface. Por isso é essencial adaptá-la com base nas preferências e/ou necessidades de cada usuário, de forma que a mesma se torne agradável e fácil de navegar. Assim sendo, este trabalho propõe uma solução de meta-design para web que permita ao usuário alterar as interfaces dos websites no momento da interação com os mesmos.

Com o objetivo de auxiliar os usuários a criarem um perfil de interação e utilizá-lo durante a interação com sistemas web, o Capítulo 3 detalha o banco de regras, extraídas dos conhecimentos de autoridades, criado e apresenta a ferramenta UIFlex, proposta neste trabalho, que permite o usuário definir um perfil de interação que possa ser utilizado para flexibilizar diferentes sistemas web, facilitando as adaptações nas interfaces para atender a diversidade e as diferentes necessidades de interação dos usuários.

Capítulo 3

UIFLEX: UMA SOLUÇÃO DE META-DESIGN PARA A WEB

3.1 Considerações iniciais

No Capítulo 2 foram apresentados alguns trabalhos que propuseram ou avaliaram arquiteturas que flexibilizam interfaces de usuários web. Algumas das arquiteturas analisadas realizam adaptações nas interfaces, porém até o momento não foi encontrado uma ferramenta que flexibilize diferentes aplicações através de um perfil de interação, considerando as preferências e/ou necessidades do usuário e conhecimentos respaldados de design.

Dentre os trabalhos estudados, apenas alguns detalham como o contexto de uso é coletado (ex.: através de formulários ou de sensores) e como as regras de adaptação são aplicadas nas interfaces de usuário (ex.: o que é considerado em uma regra e quem define estas regras).

Este trabalho tem como objetivo a formalização de uma abordagem que permita ao usuário definir um perfil de interação que possa ser utilizado para flexibilizar diferentes sistemas web, facilitando as adaptações nas interfaces para atender a diversidade e as diferentes necessidades de interação dos usuários. Para atender a este objetivo, foi desenvolvida uma ferramenta denominada UIFlex para auxiliar o usuário a formalizar um perfil de interação considerando conhecimentos de autoridades e para aplicar este perfil de interação nas interfaces dos websites que o usuário navegar.

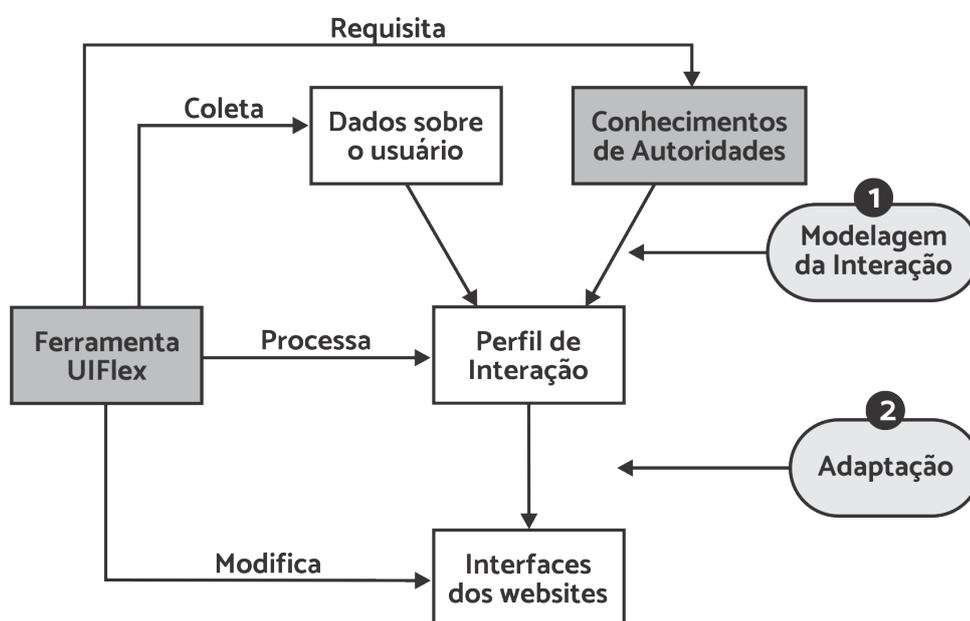
Na Seção 3.2 deste capítulo é apresentada a ferramenta UIFlex e seu funcionamento. A Seção 3.3 descreve como é realizada a coleta de perfis de usuários. O formato das regras de design e como elas são geradas são apresentados na Seção 3.4. Na Seção 3.5 é apresentada a construção do perfil de interação. Por fim, na Seção 3.6 é mostrado como as adaptações são aplicadas nas interfaces dos websites.

3.2 Definição da ferramenta UIFlex

A ferramenta UIFlex é uma extensão para o navegador Google Chrome, que permite ao usuário criar seu perfil de interação a partir de perguntas e da sugestão de adaptações vindas de autoridades como W3C, Mozilla Developer Network, Section 508, entre outras. A partir deste perfil, a ferramenta altera as interfaces dos websites de acordo com suas preferências e/ou necessidades de interação de cada usuário.

Como pode ser visto na Figura 8, a ferramenta UIFlex é dividida em duas etapas: i) modelagem da interação do usuário e ii) adaptação.

Figura 8 – Fluxo de dados e de ações da ferramenta UIFlex.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na primeira etapa, o usuário deverá preencher seu perfil de usuário, informando suas características, preferências e necessidades. Esta etapa utiliza como base o coletor de perfil "Who am I?" (ALENCAR; NERIS, 2014), que é uma arquitetura utilizada para coletar dados de perfil de usuário para computação ubíqua. A coleta de dados é feita através do preenchimento de formulários pelo usuário. Os dados provenientes destes formulários são armazenados no navegador e utilizados posteriormente. A Seção 3.3 apresenta como é feita a coleta do perfil de usuário pela ferramenta UIFlex.

Após o preenchimento do perfil de usuário, a ferramenta UIFlex fará uma requisição a um servidor, onde foram armazenados conhecimentos de autoridades relacionados ao comportamento das interfaces. Estes conhecimentos são normas, diretrizes ou regras que devem ser seguidas na criação de interfaces e no desenvolvimento de sistemas ubíquos, propostas por instituições ou autoridades. Com base nestes conhecimentos e seguindo alguns modelos de regras que serão mostrados na Seção 3.4, foi formalizado um formato de regras, que será chamado de regras de design.

Ao receber as regras de design, a ferramenta UIFlex associa tais regras com o perfil de usuário preenchido pelo usuário e propõe adaptações a serem aplicadas na interfaces dos websites acessados pelo usuário. Em seguida, o usuário analisa as adaptações recomendadas e escolhe quais deseja aplicar nas interfaces dos websites que navegar. Feito isto, o perfil de interação é salvo, conforme detalhado na Seção 3.5

A segunda etapa da ferramenta UIFlex consiste em adaptar as interfaces dos websites acessados pelos usuários seguindo o perfil de interação gerado na etapa anterior.

A aplicação deste perfil de interação nas interfaces é realizado através da "injeção" de códigos JavaScript, Cascading Style Sheets (CSS) e em alguns casos códigos HyperText Markup Language (HTML). Esta aplicação está detalhada na Seção 3.6. Assim sendo, para um funcionamento correto das adaptações, os websites devem ter sido desenvolvidos seguindo os padrões para web, tanto de CSS quanto de HTML, publicados pelo W3C, que foram criados visando garantir a evolução da web e o crescimento de interfaces interoperáveis.

Atualmente as soluções de flexibilidade passam pela criação de um perfil de usuário com dados que em determinadas situações podem ser considerados sensíveis pelo usuário, como preferências de cor, idioma, localização, etc., mas a solução não é, ou não deveria ser, simplesmente aceitar este comportamento da aplicação porque se quer utilizar o serviço. Assim sendo, é preciso melhorar as soluções de privacidade dos sistemas flexíveis. Devido este motivo, a solução UIFlex não salva dados que possam identificar o usuário no seu perfil.

3.3 Coleta do perfil de usuário

Para que as interfaces dos websites se adaptem de acordo com cada usuário, é necessário que a ferramenta UIFlex tenham uma base de conhecimento de tais usuários. Assim sendo, a primeira coisa que a ferramenta faz é coletar as características e necessidades do usuário, e salvar tais informações em um perfil de usuário. Para realizar esta coleta, utilizou-se como base a arquitetura "Who Am I?", que é uma arquitetura utilizada para coletar dados de perfil de usuário para computação ubíqua (ALENCAR; NERIS, 2014).

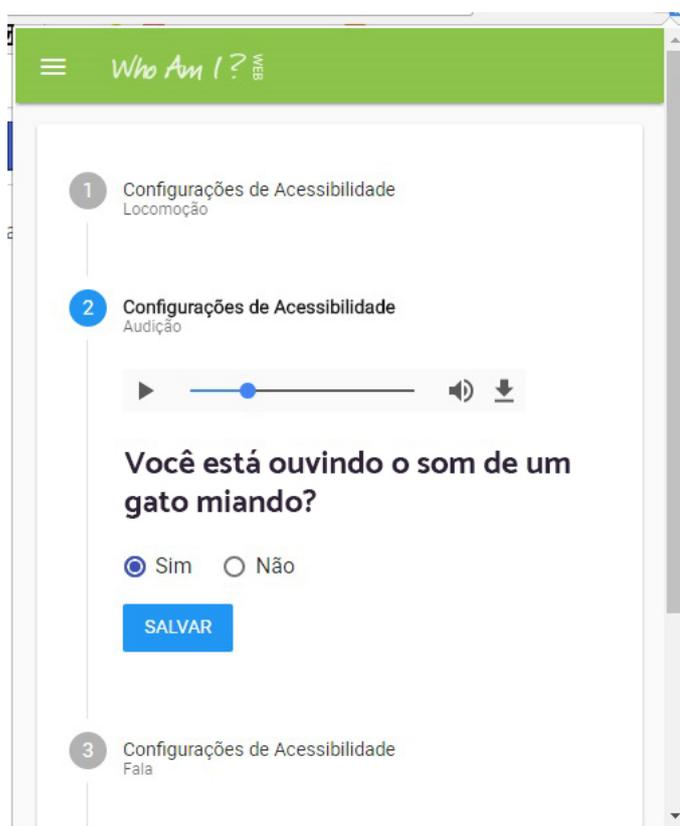
Para a computação ubíqua, a coleta é feita de três formas: (1) preenchimento de formulários pelo usuário; (2) importação de dados do perfil de usuário do Facebook; e (3) indicação de características do usuário por meio dos seus amigos no Facebook. Os dados provenientes destas três fontes são armazenados no dispositivo do usuário e mapeados em um arquivo no formato JavaScript Object Notation (JSON) (ALENCAR; NERIS, 2014). Para realizar a coleta, o conjunto de dados do modelo de perfil de usuário foi dividido em sete grupos: (1) Estado Emocional, (2) Capacidades e Habilidades, (3) Dados Pessoais, (4) Características de Personalidade, (5) Preferências de Interface, (6) Interesses e (7) Nutrição e Saúde (ALENCAR; NERIS, 2014).

Na arquitetura "Who Am I?", os dados informados pelo usuário são estruturados no

formato de arquivo JSON devido à sua facilidade de análise e geração por parte das máquinas. O formato JSON é suportado pelas linguagens C/C++, Java, Hypertext Preprocessor (PHP), Python, Ruby, etc. (ALENCAR; NERIS, 2014).

Na ferramenta UIFlex, a princípio são coletadas somente as capacidades e habilidades dos usuários através de um questionário, que o usuário deve responder ao utilizar a extensão pela primeira vez. Este questionário contém perguntas relacionadas às capacidades do usuário: movimento do braço, fala, audição e visão. A Figura 9 mostra o questionário para a coleta do perfil de usuário da ferramenta UIFlex.

Figura 9 – Tela da ferramenta UIFlex relacionadas ao coletor de perfil de usuário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aos responder as questões, os dados são armazenados no próprio navegador, através da Storage Application Programming Interface (API) do Google Chrome, que é uma API otimizada para atender às necessidades específicas de armazenamento de extensões (CHROME, 2017). O código que salva as características do usuário no navegador é mostrado no Quadro 1.

Este código funciona da seguinte maneira: o questionário para coleta do perfil do usuário é dividido em cinco partes e tem-se um botão salvar para cada uma delas. Cada botão salva a opção escolhida pelo usuário, como pode ser visto nas linhas 1, 6, 11, 16 e 27 do Quadro 1.

Ao utilizar a API Storage, os dados do usuário podem ser sincronizados automaticamente através da sincronização do Google Chrome. Portanto, caso o usuário for navegar em outro dispositivo, ao fazer login no Google Chrome, ele não precisará preencher este questionário no-

Quadro 1 – Código para salvar as características do perfil de usuário.

```
1 $('#btnS1').click(function() {
2     chrome.storage.sync.set({
3         'locomocao': $('#input[name="locomocao"]:checked').val()
4     });
5 });
6 $('#btnS2').click(function() {
7     chrome.storage.sync.set({
8         'audicao': $('#input[name="audicao"]:checked').val()
9     });
10 });
11 $('#btnS3').click(function() {
12     chrome.storage.sync.set({
13         'fala': $('#input[name="fala"]:checked').val()
14     });
15 });
16 $('#btnS4').click(function() {
17     chrome.storage.sync.set({
18         'visao1': $('#visao-1').is(':checked') ? 1 : 2
19     });
20     chrome.storage.sync.set({
21         'visao2': $('#visao-2').is(':checked') ? 1 : 2
22     });
23     chrome.storage.sync.set({
24         'visao3': $('#visao-3').is(':checked') ? 1 : 2
25     });
26 });
27 $('#btnS5').click(function() {
28     chrome.storage.sync.set({
29         'daltonismo': $('#input[name="daltonismo1"]:checked').val()
30     });
31     chrome.storage.sync.set({
32         'daltonismo2': $('#input[name="daltonismo2"]:checked').val
33         ()
34     });
35     chrome.storage.sync.set({
36         'perfilusuario': 1
37     });
38 });
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

vamente. Para fazer esta sincronização utilizou-se o código "chrome.storage.sync.set", conforme exibido nas linhas 2, 7, 12, 17, 27, 31 e 34 do Quadro 1.

3.4 Regras de design

Para flexibilizar as interfaces dos websites de acordo com as preferências e necessidades de interação de cada usuário, buscou-se na literatura conhecimentos de autoridades e/ou especi-

alistas sobre normas, diretrizes ou regras. Estes conhecimentos são chamados, neste trabalho, de regras de design, propostas por instituições ou autoridades como W3C, Mozilla Developer Network, International Business Machines (IBM) Guidelines e Section 508.

A partir destes conhecimentos e seguindo alguns modelos de regras analisados, foi criado um novo formato de regra. Entre os modelos de regras estudados, dois formatos se destacaram por abranger as principais dimensões relacionadas ao contexto de uso e foram utilizados como base para o formato de regra criado. Foram consideradas as seguintes dimensões relacionadas ao contexto de uso: o usuário (as preferências, o estado emocional, etc.), os dispositivos (seus recursos de interação, conectividade, suporte a multimídia, etc.), e o ambiente (ruído, luz, temperatura, etc.).

No primeiro formato, Neris et al. (2011) partindo do formato para especificar normas de comportamento, propuseram uma estrutura conceitual para a concepção de sistemas *tailorable* denominada PLuRal. Para representar a diversidade de características que um sistema *tailorable* possa ter, o formato padrão sugerido pela PLuRal foi:

WHENEVER (d, e, u) IF (f, r) THEN Aplicação <must, may or may not> SHOW Σ (i, m)

onde:

d: dispositivo, e: ambiente, u: usuário

f: funcionalidade, r: representação

i: elemento de interface, m: modo (posição, tamanho, cor, instância).

O contexto é definido por uma tupla formada por dispositivo, ambiente e características do usuário. Quando este contexto é satisfeito, o sistema inicia uma determinada funcionalidade em uma interface específica, em seguida, a aplicação deve, pode ou não, mostrar um grupo de elementos de interface de um determinado modo (NERIS et al., 2011).

Neris et al. (2011) formalizaram normas que representam o comportamento *tailorable* do sistema Vila na Rede. Algumas destas normas são exemplificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de normas que representam o comportamento *tailorable* do Vila na Rede.

Context			Condition		Tailorable behavior
Device	Environment	Users	Functionality	Representation	Element and Mode
Computer	Any	any	Show_menu	Div_menu	(menu, linear or circular)
Computer	Any	deaf	Any	Any page with text	(LIBRAS button, big)
Computer	Any	Expert	Navigation	Div_arrows	(disable, button)
Computer	Any	Expert	poll	Div_poll	(poll_presentation, Retractable)

Fonte: (NERIS et al., 2011).

O sistema Vila na Rede é um espaço onde as pessoas podem compartilhar produtos, serviços, eventos e também ideias, de forma a beneficiar a comunidade como um todo. Algumas das normas que são aplicadas a este sistema são: para um usuário especialista utilizando computador, as setas que ajudam na navegação pelo website são desabilitadas. Outra norma específica que para usuários surdos utilizando computadores, todas as páginas com texto do

website Vila na Rede devem conter um botão em destaque para ativação da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS).

O outro formato de regra que foi utilizado como base, foi criado em uma linguagem de descrição baseada em Extensible Markup Language (XML) de alto nível para definir as transformações que afetam a aplicação interativa quando ocorre alguma alteração no contexto ou na aplicação. Esta linguagem permite a especificação de adaptação em termos de regras expressas em Evento, Condição e Ações (MANCA et al., 2013), apresentado na Figura 10:

- Evento: pode ser um evento primário ou mesmo uma composição de eventos que ocorrem na aplicação ou no contexto de uso. Em qualquer caso, a sua ocorrência acarreta a aplicação da regra;
- Condição (opcional): uma condição lógica a ser satisfeita para executar a ação associada;
- Ações: como a aplicação interativa deve mudar a fim de realizar a adaptação solicitada.

Figura 10 – Exemplo de regra de adaptação.

```
1 <rule priority="0" name="onlyGUI" id="rule4">
2   <event>
3     <simple_event event_name="onEnvironmentNoiseLevelIncreased"
4       xpath="/user/environment/@noise_level" externalModelId="ctx"/>
5   </event>
6   <condition operator="gt">
7     <entityReference xpath="/user/environment/@noise_level"
8       externalModelId="ctx"/>
9     <constant value="50" type="int"/>
10  </condition>
11  <action>
12    <update>
13      <entityReference xpath="/descendant::presentation[@id='agencyList_in']/@output"
14        externalModelId="cui"/>
15      <value>
16        <constant value="graphical_assignment" type="string"/>
17      </value>
18    </update>
19  </action>
20 </rule>
```

Fonte: (MANCA et al., 2013).

A Figura 10 apresenta o formato de uma regra relacionada ao ruído ambiente. Se o nível de ruído for superior a 50 (decibéis), conforme especificado na parte de condição, então esta regra é acionada e a interface é adaptada de uma forma que somente a interação gráfica é suportada.

Manca et al. (2013) ainda ressaltam que o impacto da adaptação pode ter diferentes granularidades: mudança completa de interface de usuário, modificações de algumas partes da interface de usuário ou alterações de atributos de elementos específicos da interface de usuário.

A partir destes dois modelos de regras, foi criado um novo formato de regras de design que também abrange eventos ou alterações de contexto, condições e ações. O novo formato foi

criado utilizando JSON, por ser mais leve que o formato XML e pela ferramenta “Who Am I?” gerar o perfil de usuário também neste formato.

A regra de design criada é composta por informações básicas, contexto e ações, sendo:

1. Informações básicas:

- **ID:** especifica um identificador para a regra de design;
- **Name:** especifica um nome para identificar a regra de design;
- **Description:** descreve textualmente o objetivo da regra de design;
- **Source:** informa de onde foi extraída tal regra de design;
- **Link source:** informa de onde foi extraída tal regra de design;
- **Priority:** informa a prioridade de aplicação da regra de design;
- **Category:** informa se a regra de design é para web ou para computação ubíqua;
- **Event:** informa um determinado evento que poderá gerar uma ação;

2. Contexto:

- **Environment:** especifica em quais ambientes a regra deve ser aplicada;
- **Device:** especifica em quais dispositivos a regra deve ser aplicada;
- **User:** especifica as características dos usuários para as quais a regra deve ser aplicada;
- **Social:** especifica quando a regra deve ser aplicada a alguma informação social dos usuários;

3. Ações:

- **Action:** especifica se a ação a ser aplicada irá incluir, editar ou remover algum elemento das interfaces;
- **Type:** especifica se a ação é no CSS, JavaScript ou HTML;
- **Element:** especifica os elementos que serão alterados;
- **Value:** especifica novos valores para os elementos anteriores;

A Quadro 2 apresenta um exemplo de regra de design no formato JSON. O programa de acessibilidade Section 508 diz que as páginas web devem ser concebidas de modo que todas as informações transmitidas com cores também estejam disponíveis sem cor. Por isso, extraiu-se que pessoas com dificuldades em diferenciar cores possam aplicar esta adaptação nas interfaces, tirando as cores de todos os elementos.

A ferramenta UIFlex utiliza várias regras de design armazenadas no formato JavaScript Object Notation (JSON), sendo essencial a utilização de uma ferramenta para gerenciamento

Quadro 2 – JSON de uma regra de design criada.

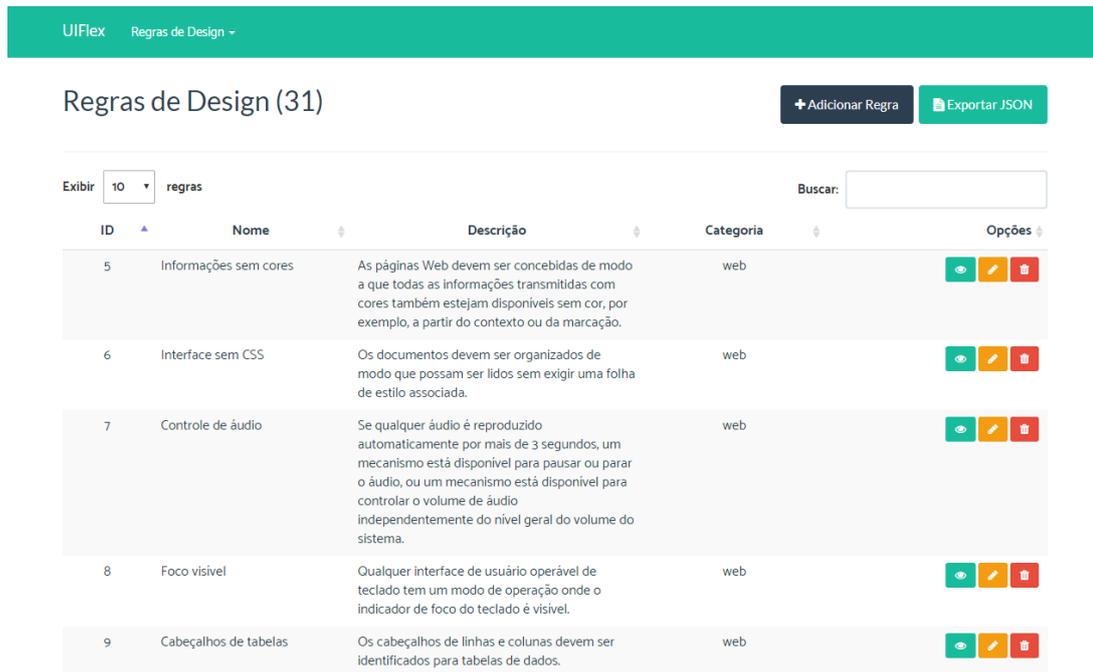
```
1 {
2   "id": "rule5",
3   "name": "Informações sem cores",
4   "description": "As páginas Web devem ser concebidas de modo que
5     todas as informações transmitidas com cores também estejam
6     disponíveis sem cor.",
7   "source": "Section 508",
8   "link_source": "https://www.section508.gov/content/learn/
9     standards/quick-reference-guide#1194.22",
10  "priority": "0",
11  "category": "web",
12  "event": "",
13  "context": {
14    "environment": {
15      "predicate": "",
16      "object": ""
17    },
18    "device": {
19      "predicate": "",
20      "object": ""
21    },
22    "user": {
23      "predicate": "AbilityToDifferentiateColors",
24      "object": "no"
25    },
26    "social": {
27      "predicate": "",
28      "object": ""
29    }
30  },
31  "actions": {
32    "action": "update",
33    "type": "<css, js>",
34    "element": "all",
35    "value": "no_color"
36  }
37 }
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

destas regras. Por isso, foi desenvolvida uma aplicação web para automatizar a geração do arquivo que contém as regras de design. A Figura 11 apresenta a tela inicial da aplicação, que contém uma lista com todas as regras de design que podem ser utilizados pela ferramenta UIFlex.

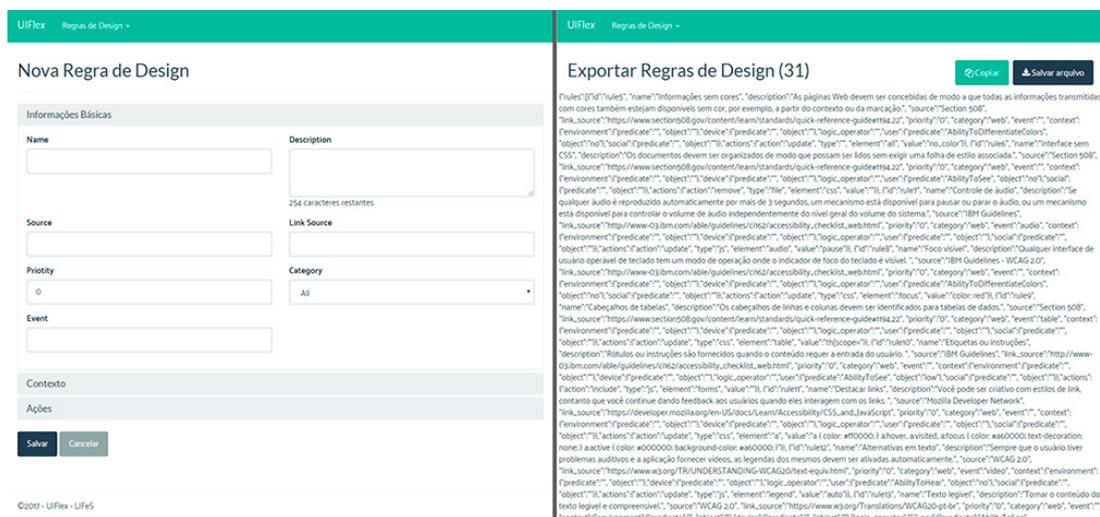
A partir desta página, é possível adicionar, editar, excluir e visualizar detalhadamente uma determinada regra de design. Como descrito anteriormente, uma regra de design é composta por informações básicas, contexto e ações. A Figura 12.a) mostra como estes dados são organizados em um formulário para facilitar a inclusão ou alteração de regras de design.

Figura 11 – Tela inicial da aplicação de gerenciamento de regras de design.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 – Tela de cadastro e edição de uma regra de design.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após cadastrar as regras de design, o sistema permite que tais regras sejam copiadas ou exportadas no formato JSON, ficando disponível para ser utilizado pela ferramenta UIFlex. A Figura 12.b) exhibe a tela de geração do arquivo contendo as regras de design.

3.5 Perfil de interação

Ao receber as regras de design, a ferramenta UIFlex associa tais regras com o perfil de usuário (criado pelo próprio usuário) e gera o perfil de interação, como pode ser visto na

Figura 13. Este perfil de interação propõe ao usuário adaptações que podem ser aplicadas nas interfaces dos websites, considerando seu perfil de usuário associado com as regras de design.

Figura 13 – Perfil de Interação: associação do perfil de usuário com as regras de design.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após gerar o perfil de interação, o usuário deve analisar as adaptações propostas pela ferramenta UIFlex e escolher quais adaptações deseja aplicar nas interfaces dos websites que navegar, como pode ser visto na Figura 14. Caso o usuário não concorde com alguma adaptação, basta apenas desmarcá-la. Feito isto, o perfil de interação é salvo automaticamente no dispositivo do usuário.

Figura 14 – Tela da ferramenta UIFlex relacionada à escolha das adaptações que poderão ser aplicadas nas interfaces.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O código utilizado para gerar o perfil de interação foi desenvolvido em JavaScript. Uma parte deste código é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 – Código para gerar perfil de interação.

```
1 chrome.storage.sync.get(function(data) {
2     $.getJSON("http://slifes.dc.ufscar.br/uiflex/rules.json",
3         function(json) {
4             for (var i in json) {
5                 if (json[i].context.user.predicate == "AbilityToHear"
6                     && json[i].context.user.object == "no" &&
7                     data.audicao == 2) {
8                     if (data.rule12 == 1) {
9                         $("#regras").append('<label id="l' + json[i].
10                            id + '" class="mdl-switch mdl-js-switch
11                            mdl-js-ripple-effect" for="' + json[i].id
12                            + '"> ' +
13                            ' <input type="checkbox" id="' + json[i].
14                            id + '" class="mdl-switch__input"
15                            checked>' +
16                            ' <span class="mdl-switch__label"><span
17                            id="t' + json[i].id + '">' + json[i].
18                            name + '</span></span>' +
19                            '</label><div class="source">Autoridade:
20                            <a href="' + json[i].link_source + '"
21                            target="_blank">' + json[i].source + '
22                            </a></div>' +
23                            '<div class="mdl-tooltip
24                            mdl-tooltip--large" data-mdl-for="t' +
25                            json[i].id + '">' + json[i].
26                            description + '</div>');
27                     } else {
28                         $("#regras").append('<label id="l' + json[i].
29                            id + '" class="mdl-switch mdl-js-switch
30                            mdl-js-ripple-effect" for="' + json[i].id
31                            + '"> ' +
32                            ' <input type="checkbox" id="' + json[i].
33                            id + '" class="mdl-switch__input">' +
34                            ' <span class="mdl-switch__label"><span
35                            id="t' + json[i].id + '">' + json[i].
36                            name + '</span></span>' +
37                            '</label><div class="source">Autoridade:
38                            <a href="' + json[i].link_source + '"
39                            target="_blank">' + json[i].source + '
40                            </a></div>' +
41                            '<div class="mdl-tooltip
42                            mdl-tooltip--large" data-mdl-for="t' +
43                            json[i].id + '">' + json[i].
44                            description + '</div>');
45                     }
46                 }
47             }
48         }
49     });
50 }
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Este código faz a leitura do arquivo JSON que contém as regras de design e faz a associação deste com o perfil de usuário, mostrando na tela as possíveis adaptações que podem ser aplicadas às interfaces.

Assim como o perfil de usuário, o perfil de interação também é armazenado no próprio navegador, através da Storage API do Google Chrome (CHROME, 2017). Após ter configurado seu perfil de interação, as adaptações selecionadas serão aplicadas em todos websites que o usuário venha a navegar. A aplicação das adaptações são detalhadas na Seção 3.6.

3.6 Aplicação das adaptações nas interfaces dos websites

A segunda etapa da ferramenta UIFlex consiste em adaptar as interfaces dos websites acessados pelos usuários seguindo o perfil de interação gerado na etapa anterior. A aplicação deste perfil de usuário nas interfaces é realizado através da "injeção" de códigos JavaScript, CSS e em alguns casos códigos HTML. Tais códigos são desenvolvidos de acordo com a adaptação que ele deve proporcionar na interface. Assim sendo, para um funcionamento correto das adaptações, os websites devem ter sido desenvolvidos seguindo os padrões de desenvolvimento web conforme aponta o W3C.

A seguir, são apresentados exemplos de interfaces acessadas por pessoas com perfis de usuários diferentes. A Figura 15 mostra a interface de um website que foi acessado sem utilizar a ferramenta UIFlex.

Figura 15 – Exemplos de interface sem utilizar a ferramenta UIFlex.

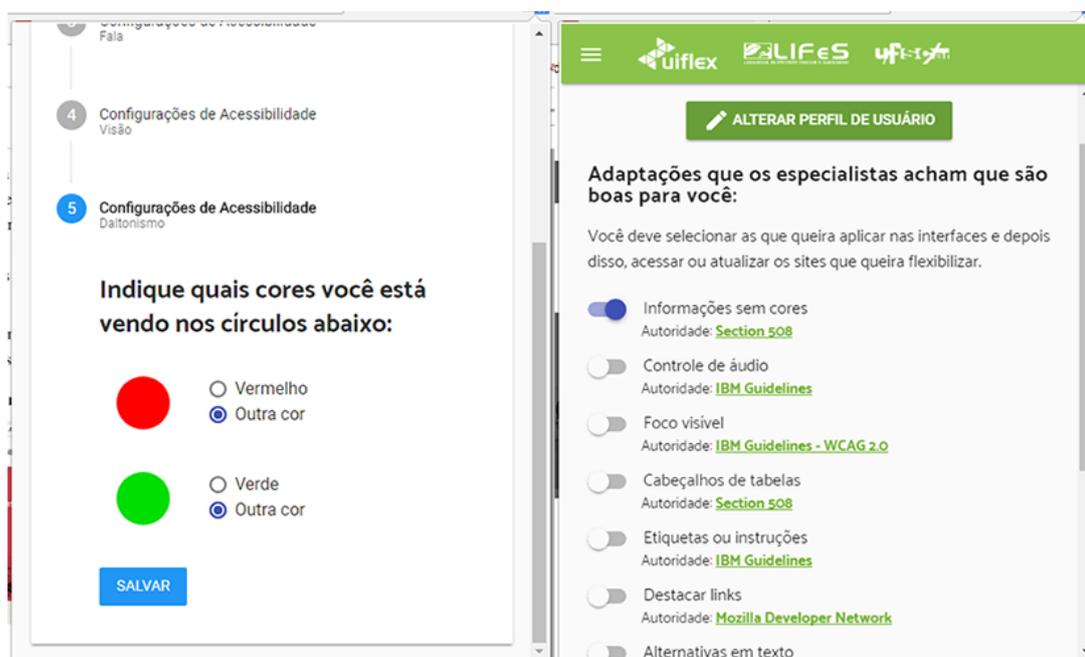


Fonte: Elaborado pelo autor.

Já a Figura 16 apresenta o mesmo website, após uma pessoa que apresenta um certo nível de daltonismo, ter configurado seu perfil de usuário e de interação e que esteja utilizando a

ferramenta UIFlex.

Figura 16 – Perfil de usuário preenchido por pessoa daltônica e seleção de adaptações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao preencher seu perfil de usuário, a pessoa assinalou que enxergou cores diferentes de vermelho e verde. Assim sendo a ferramenta considera que o usuário apresenta daltonismo e propõe adaptar as interfaces, deixando as informações sem cores ou com alto contraste. Este usuário escolheu somente a adaptação informações sem cores. A Figura 17 exibe a interface do website adaptada de acordo com o perfil de interação configurado pelo usuário, apresentado na Figura 16

A Figura 18 exibe o perfil de usuário preenchidos por uma pessoa cega e o perfil de interação gerado. Na configuração de acessibilidade, é perguntado ao usuário o que ele vê na imagem (formas geométricas). Caso o usuário não marque nenhuma das opções, a ferramenta considera que o usuário é deficiente visual e que o mesmo está fazendo uso de tecnologia assistiva e, com isso, são propostas algumas adaptações para ele.

Supondo que o usuário tenha configurado seu perfil de interação conforme a Figura 18, as interfaces serão adaptadas sem estilização, ou seja, sem chamar qualquer arquivo CSS. A interface resultado desta adaptação é mostrada na Figura 19.

Nos exemplos anteriores, o mesmo website era acessado por usuários com diferentes perfis de interação. Os próximos exemplos apresenta um determinado perfil de interação que é utilizado para adaptar diferentes websites. A Figura 20 mostra as adaptações que foram pospostas ao usuário. Ele escolheu quais adaptações gostaria de aplicar ou não às interfaces.

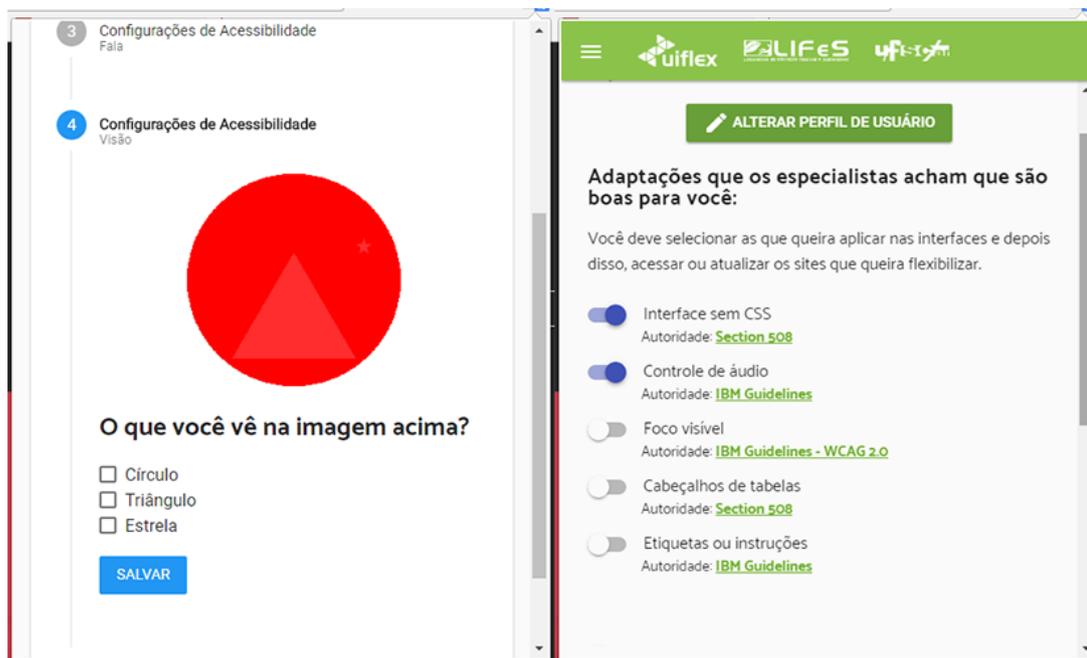
Com isso, as adaptações selecionadas são aplicadas em todos os websites que ele acessar, como pode ser visto nas Figuras 21 (a) e 21(b). Portanto, o usuário gera seu perfil de interação

Figura 17 – Exemplo de adaptação realizada pela ferramenta UIFlex para um usuário daltônico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18 – Perfil de usuário preenchido por pessoa cega e seleção de adaptações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

apenas uma vez e este perfil é utilizado para adaptar todos os websites que o usuário navegar.

3.7 Considerações finais

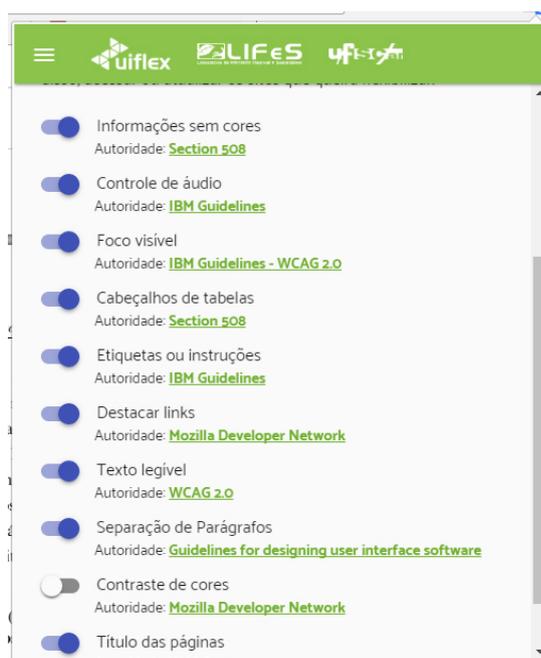
A ferramenta UIFlex apresentada neste capítulo foi proposta com o objetivo de apoiar a flexibilidade dos websites considerando diferentes perfis de usuários, facilitando a adaptação das

Figura 19 – Exemplo de adaptação realizada pela ferramenta UIFlex para um usuário cego.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20 – Exemplo de configuração do perfil de interação.

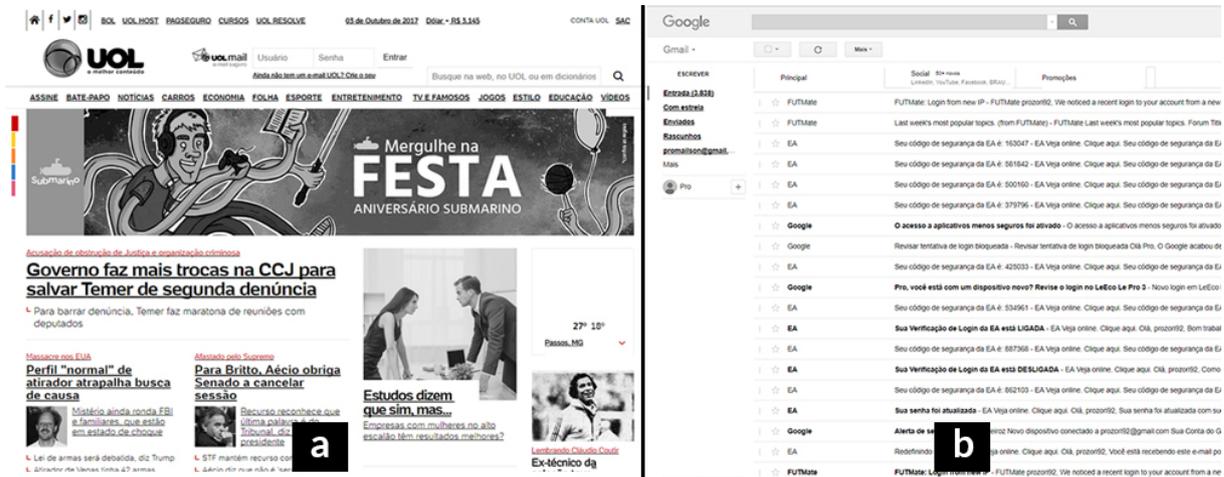


Fonte: Elaborado pelo autor.

interfaces dos websites de acordo com as necessidades dos usuários, considerando conhecimentos que devem ser seguidos no desenvolvimento de sistemas web.

Segundo Firmenich et al. (2015) é essencial que os usuários finais possam selecionar, ativar e desativar as adaptações. Os usuários também devem sentir o controle do uso da adaptação, por isso é necessário orientá-los no processo de meta-design. Assim sendo, esta ferramenta possibilita aos usuários atuarem como co-designers, podendo escolher alterações a serem aplicadas nas interfaces de acordo com suas preferências.

Figura 21 – Exemplo de adaptações realizadas pela ferramenta UIFlex em diferentes websites utilizando o mesmo perfil de interação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi realizado a avaliação da ferramenta proposta em dois momentos distintos, um presencial e outro à distância, com o intuito de verificar a viabilidade da ferramenta proposta e se ela atende à diversidade de usuários. Durante a avaliação os usuários reais deveriam interagir com os websites sem e com a utilização da ferramenta proposta neste trabalho. Os resultados das avaliações são apresentados no Capítulo 4.

Capítulo 4

AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA UIFLEX

4.1 Considerações iniciais

Conforme destacado na Seção 2.3, as interfaces de sistemas web devem ser flexíveis, possibilitando que as mesmas sejam adaptadas de acordo com as preferências ou necessidades dos usuários. Por isto, foram realizadas duas avaliações (presencial e online) para verificar se a ferramenta UIFlex auxilia os usuários a adaptarem os sistemas web e se ela atende à diversidade de usuários.

Na avaliação realizada presencialmente os participantes deveriam navegar em três websites e ao final, responder um questionário impresso. Visando alcançar um maior número de usuários para testar a ferramenta UIFlex foi realizada também avaliações online. Na avaliação online, os usuários participantes também deveriam navegar em três websites e responder um questionário online após a interação com cada website. O questionário online foi disponibilizado através de um sistema desenvolvido neste trabalho. Após coletar os dados e as informações das avaliações foram gerados os resultados.

Este Capítulo apresenta na Seção 4.2 os resultados da avaliação da ferramenta UIFlex aplicada presencialmente com os usuários. Já a Seção 4.3 apresenta os resultados obtidos na avaliação online realizada através de um sistema desenvolvido para a execução da mesma.

4.2 Avaliação presencial

Para verificar a abordagem proposta em relação à satisfação dos usuários com as interfaces, eficiência na interação e adequação do comportamento da aplicação à vontade do usuário, foi realizada uma avaliação presencial com vinte usuários que interagiram em três websites que permitem alterações em sua forma de apresentação com e sem a ferramenta UIFlex.

Para esta avaliação, foram convidados usuários de vários tipos de perfis, incluindo pessoas com praticamente nenhuma experiência com tecnologia e pessoas com alguma dificuldade e/ou deficiência. Antes da realização da avaliação, os participantes responderam um questionário

para coletar as características dos mesmos, tais como gênero, idade e, grau de experiência com tecnologia, tipos de websites que navegam, total de horas que navegam na web por dia e se fazem uso de algum tipo de tecnologia assistiva. Dos vinte participantes, três relataram ser daltônicos.

Além do questionário, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Neste termo estava descrito o objetivo da pesquisa e qual o envolvimento dos participantes na avaliação. A Tabela 2 apresenta algumas características coletadas dos participantes da avaliação presencial.

Tabela 2 – Caracterização dos participantes da avaliação.

Usuário	Sexo	Idade	Experiência com tecnológica	Horas que navega na web por dia
1	F	21	Média	4
2	M	34	Avançada	8
3	M	20	Avançada	15
4	M	34	Avançada	4
5	F	20	Média	5
6	M	27	Média	7
7	F	20	Básica	3
8	F	51	Média	1
9	F	61	Básica	1
10	F	73	Nenhuma	1
11	F	71	Básica	1
12	F	71	Básica	1
13	F	65	Básica	1
14	M	73	Básica	2
15	F	72	Nenhuma	1
16	F	69	Nenhuma	1
17	F	80	Nenhuma	0
18	F	30	Média	4
19	M	20	Avançada	5
20	F	68	Nenhuma	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A pergunta relacionada à utilização de alguma tecnologia assistiva que os auxiliassem no momento da interação com os sistemas web não foi apresentada na tabela pois todos os participantes responderam que não utilizam este tipo de tecnologia.

Em relação ao grau de experiência com tecnologia, os usuários tinham quatro opções de escolha: i) Nenhuma - para usuários que estão iniciando o contato com computadores; ii) Básica - para usuários que conseguem apenas navegar na web; iii) Média - para usuários que navegam na web e utilizam outros programas; e IV) Avançado - usuários que trabalham com computação / informática, desenvolvedores ou designers.

Após responderem os questionários impressos, os participantes tiveram acesso à ferramenta UIFlex. A primeira atividade a ser realizada na ferramenta foi o preenchimento do perfil

de usuário para gerar as adaptações na interface dos websites. De acordo com as informações preenchidas, foi gerado um perfil de interação para o participante e, a partir do perfil gerado, a ferramenta identificou possíveis dificuldades e/ou deficiências e propôs adaptações nos websites.

Por exemplo, ao analisar as informações coletadas após o preenchimento do perfil de um determinado participante, considerando suas respostas, foi identificado que o mesmo apresentava daltonismo. Para este participante foi proposto as seguintes adaptações: Contraste de cores, manter o foco sempre visível, destacar cabeçalhos de tabelas, destacar links e separação dos parágrafos. Caso o participante aceitou as adaptações propostas, todos websites acessados após o aceite teve estas propriedades adaptadas para minimizar sua dificuldade e/ou deficiência. O participante tinha a liberdade de aceitar apenas as propostas de adaptações que achasse conveniente.

Ao analisar as informações coletadas de outro participante a ferramenta identificou que o mesmo apresentava dificuldades em enxergar pequenos elementos da interface. Para este participante foi proposto as seguintes adaptações: destacar cabeçalhos de tabelas, destacar links, tornar todo texto e elementos da interface legíveis, separação de parágrafos e foco sempre visível. Este participante aceitou as adaptações propostas, exceto a adaptação de foco sempre visível.

Visando uma comparação mais justa, os três websites selecionados para a avaliação já possuíam algum recurso de adaptação. Com isso, na interação sem a ferramenta UIFlex, os usuários poderiam fazer uso de recursos, como por exemplo, aumento de fonte ou alto contraste. Utilizando a ferramenta UIFlex e dependendo do perfil de interação gerado, novos recursos de interação poderiam ser incluídos ou facilitados, como por exemplo aumento automático da fonte, alteração de contraste, exibição de legendas por padrão, destaque de links, entre outras.

O website 1 tem como objetivo promover a inclusão de pessoas com deficiência visual na sociedade preparando-as para o mercado de trabalho. Este website possibilita que os usuários alterem o contraste das páginas, aumentem o tamanho das fontes e acessem diretamente o conteúdo. Já o website 2 é voltado para o desenvolvimento de websites funcionais e acessíveis para todos os públicos, visando proporcionar uma navegação fácil e intuitiva. Este website disponibiliza a alteração de contraste, aumento das fontes e atalhos para as principais páginas do website via teclado. Por fim, o website 3 disponibiliza bons textos, conceituais e técnicos, sobre acessibilidade em um só lugar, facilitando a divulgação, o estudo, a pesquisa e o conhecimento sobre o tema. Assim como os outros dois websites, ele também oferece a alteração de contraste, alteração do tamanho da fonte e acessar diretamente os conteúdos.

Com o objetivo de avaliar a ferramenta UIFlex, foi preparado um questionário que foi aplicado após a navegação sem e com a utilização da ferramenta UIFlex em cada website. Este questionário continha três questões relacionadas à interação dos usuários com os websites.

As questões correspondiam às afirmações sobre o comportamento dos sistemas, à satisfação de uso e à eficiência da interação, apresentadas a seguir: (1) Este website se comporta como

eu quero; (2) Eu fiquei satisfeito ao utilizar este website; (3) Considero minha interação eficiente (sem perda de tempo) neste website.

O nível de concordância ou não concordância às afirmações foi obtido por meio da escala de Likert (LIKERT, 1932), de 5 níveis. A Figura 22 mostra os resultados obtidos a partir das respostas dos questionários respondidos pelos participantes, onde o eixo Y corresponde ao total de usuários.

Figura 22 – Gráfico do resultado da avaliação presencial, utilizando a escala Likert.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com as respostas do questionário de avaliação da ferramenta UIFlex, a maioria dos usuários consideraram a interação mais eficiente quando navegaram nos websites utilizando a ferramenta UIFlex, pois não foi necessário realizar alterações nas interfaces, como relatado por um dos participantes: "Não foi necessário personalizar nenhum website, pois os mesmos se adequaram às minhas necessidades". Também é possível observar que o grau de satisfação aumentou quando os participantes acessaram os websites utilizando a ferramenta UIFlex.

Analisando os gráficos do website 1, foi possível observar que mais da metade dos participantes concordaram parcialmente com as afirmações. Após utilizarem a ferramenta UIFlex, os participantes mudaram de opinião e passaram a concordar totalmente com as afirmações. Também foi possível verificar que nenhum dos participantes que classificaram as afirmações

como indiferentes e perceberam melhorias ao interagir com o apoio da ferramenta UIFlex.

Na avaliação da interação com o website 3, a ferramenta UIFlex obteve os melhores resultados. Com relação ao comportamento do website, cerca de 75% concordaram que o website ele se comporta conforme o esperado utilizando a ferramenta. A satisfação de uso obteve a mesma porcentagem de concordância total. Também foi possível notar que a maioria dos participantes consideraram que ao utilizar a ferramenta UIFlex a interação foi mais eficiente.

Além disso, alguns participantes relataram a melhora do comportamento dos websites com as adaptações: "Eu senti melhoras na percepção dos elementos do website, um conforto maior em relação às cores, facilitando a visualização e minha interação", relatou um participante. Outro participante relatou a seguinte melhora: "Destaque importante para os links e cores de acordo com minhas necessidades". Por fim, um terceiro participante relatou a seguinte melhora: "Tamanho das letras ideal, possibilitando uma visualização melhor do website e rapidez na busca de informações."

Porém, alguns participantes relataram que as adaptações devem ser mais perceptíveis para pessoas que apresentem alguma deficiência ou dificuldade de interação. Outros acreditam que após muito tempo de uso, as adaptações possam causar algum tipo de desconforto. A seguir é apresentado um relato de um participante: "Após muito tempo de uso pode causar desconforto exatamente pelo aumento da letra, já que dá a impressão de que a tela está mais próxima do rosto".

No final da avaliação, um dos usuários daltônicos relatou que estava procurando alguma ferramenta que alterasse a cor dos websites que ele navegasse, para facilitar a percepção dos elementos das interfaces, porém ainda não tinha encontrado nenhuma. Ele ressaltou que o desenvolvimento desta ferramenta será de grande ajuda para usuários daltônicos e perguntou se a ferramenta será disponibilizada.

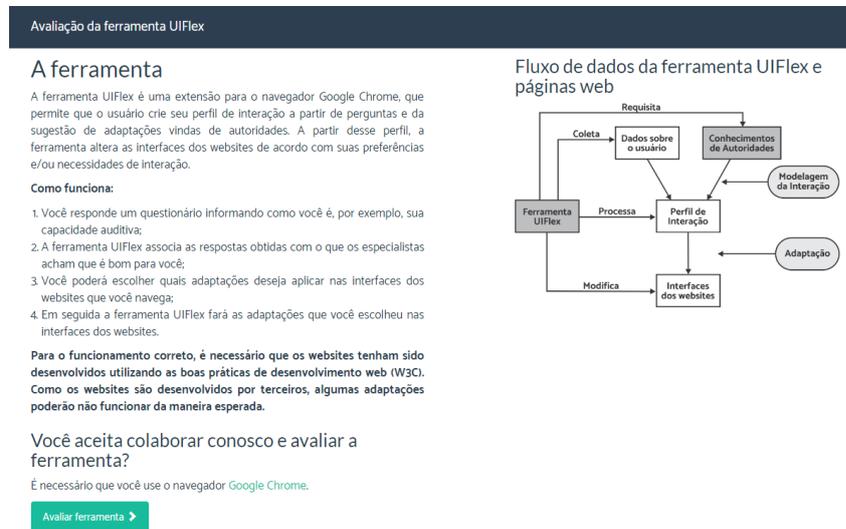
4.3 Avaliação online

Visando alcançar um maior número de usuários para testar a ferramenta UIFlex, foi desenvolvido um sistema web para auxiliar o processo de avaliação da ferramenta proposta. O sistema desenvolvido consiste em um questionário online contendo as mesmas questões e alternativas do questionário impresso aplicado na avaliação presencial, que deverá ser respondidos após os usuários participantes da avaliação online navegarem nos websites sem e com a utilização da ferramenta UIFlex.

A página inicial do sistema (questionário-online) descreve o funcionamento da ferramenta UIFlex. Nesta página é apresentada uma imagem que demonstra o fluxo de dados utilizados pela ferramenta, como pode ser visto na Figura 23. O usuário poderia avaliar a ferramenta se estivesse utilizando o navegador Google Chrome, caso não estivesse, seria mostrado uma

mensagem e um link para ele baixar o respectivo navegador.

Figura 23 – Página inicial do sistema de avaliação da ferramenta UIFlex.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o usuário clicar no botão 'Avaliar ferramenta' foi exibido um termo de consentimento livre e esclarecido, onde estava descrito que a participação do usuário na pesquisa era de maneira voluntária e que ele poderia desistir de participar a qualquer momento. Também era informado o que consistia a avaliação e mostrado os dados do pesquisador. Se o usuário concordasse com os termos expostos, iniciava-se a avaliação da ferramenta.

A primeira parte da avaliação consistia no preenchimento de um formulário para identificação do perfil do participante, como mostrado na Figura 24. Os usuários deveriam preencher algumas informações, tais como: sexo, idade, experiência com tecnologia, quantas horas navegam na web aproximadamente por dia, tipos de websites que navegam e se fazem uso de tecnologia assistiva. Vale ressaltar que nenhum destes dados permite a identificação da pessoa.

Após preencher o questionário de identificação, foi mostrado ao usuário como a avaliação estava dividida (Figura 25.a). A avaliação estava dividida em dois blocos: No primeiro bloco (Bloco 1) o usuário deveria utilizar três websites sem apoio da ferramenta UIFlex. Já no segundo bloco (Bloco 2), o usuário deveria utilizar os mesmos três websites do bloco anterior para testar o processo de adaptação utilizando a ferramenta UIFlex. Após o usuário clicar em 'Salvar dados e avançar' foram exibidas as instruções relacionadas às tarefas que deveriam ser realizadas em um determinado bloco, conforme apresentado na Figura 25.b).

Em seguida foram apresentadas as tarefas que o usuário deveria fazer no primeiro website (Figura 26). Vale ressaltar que os websites da avaliação presencial e da avaliação online eram os mesmos.

Após o usuário clicar no botão 'Próximo passo', o sistema de avaliação mostrava o primeiro website para o usuário realizar as tarefas listadas na etapa anterior. Em cada website o

Figura 24 – Página de identificação do perfil do participante.

Fonte: Elaborado pelo autor.

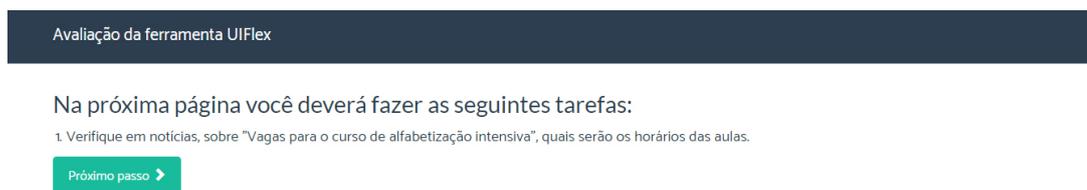
Figura 25 – Páginas de: a) descrição da avaliação e b) descrição do bloco.

Fonte: Elaborado pelo autor.

usuário realizava uma determinada tarefa com o objetivo de utilizar recursos que foram adaptados, por exemplo, procurar informações nas páginas ou encontrar algum elemento na interface.

Para manter o usuário no sistema de avaliação foi utilizado o elemento "iframe" do HTML para incorporar o primeiro website no sistema de avaliação. Além do website, foi exibido no topo do sistema qual a tarefa que o usuário deveria realizar no website atual (Figura 27).

Figura 26 – Página de descrição da atividade a ser realizada no primeiro website.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 27 – Página que contém o primeiro website acessado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a realização das tarefas pré-definidas para o website, o usuário deveria clicar no botão 'Próximo passo'. Clicando neste botão, o sistema mostrava o questionário com as afirmações que deveriam ser respondidas seguindo a escala Likert de 5 níveis. Estas afirmações foram as mesmas da avaliação presencial: (1) Este website se comporta como eu quero; (2) Eu fiquei satisfeito ao utilizar este website; (3) Considero minha interação eficiente (sem perda de tempo) neste website. A Figura 28 apresenta o questionário.

O usuário deveria realizar estes procedimentos em mais dois websites. Após conclusão destes procedimentos o sistema exibia as instruções que deveriam ser realizadas antes de iniciar o Bloco 2 (Figura 29). Como o sistema de avaliação alternava a ordem dos blocos, um usuário navegaria primeiro nos websites sem utilizar a ferramenta UIFlex, posteriormente foi solicitado a instalação da ferramenta e a realização de determinadas tarefas nos mesmos websites. Já o próximo usuário faria o processo contrário, navegando primeiro utilizando a ferramenta UIFlex e posteriormente sem a mesma.

Após realizar as instruções solicitadas para o Bloco 2, o usuário interagia com os mesmos websites do bloco anterior, realizando tarefas similares e respondendo o mesmo questionário.

Figura 28 – Página do questionário sobre o comportamento dos websites, a satisfação de uso e a eficiência da interação.

Avaliação da ferramenta UIFlex

Avaliação do website 1

A partir das tarefas realizadas no website 1, responda o questionário abaixo.

1 - Esse website se comporta como eu quero.

Concordo totalmente Concordo parcialmente Indiferente Não concordo parcialmente Não concordo totalmente

2 - Eu fiquei satisfeito ao utilizar esse website.

Concordo totalmente Concordo parcialmente Indiferente Não concordo parcialmente Não concordo totalmente

3 - Considero minha interação eficiente (sem perda de tempo) nesse website.

Concordo totalmente Concordo parcialmente Indiferente Não concordo parcialmente Não concordo totalmente

Salvar avaliação do website 1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 – Página que mostrava os passos que o usuário deveria fazer no Bloco 2.

Avaliação da ferramenta UIFlex

No bloco 2 você deverá fazer os seguintes passos antes de navegar nos três websites:

1. Utilizando o navegador Google Chrome, baixe a extensão UIFlex através do link <https://chrome.google.com/webstore/detail/uiflex/fhbbagbphnefbikjkbmildendmgeo>. Clique na interrogação para obter instruções.
2. Após concluir a instalação da extensão, acesse a mesma e clique no botão "Preencher perfil de usuário".
Acessar extensão
3. Após responder uma determinada pergunta, clique no seu respectivo botão "Salvar".
4. A partir de suas respostas e dos padrões definidos pelos especialistas, serão propostas adaptações para as interfaces dos websites.
5. Por padrão, todas adaptações propostas serão ativadas, porém você poderá escolher quais adaptações deseja aplicar nas interfaces. Caso discorde de alguma adaptação sugerida, basta desmarca-la.
6. Em seguida, as adaptações serão aplicadas automaticamente nas interfaces dos websites que você navegar dali em diante.
7. Pronto! Agora é hora de testar as adaptações nos websites. Clique no botão "Próximo passo" para continuar.

Próximo passo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalizando a avaliação da ferramenta, o usuário poderia descrever suas opiniões, indicando vantagens e desvantagens ao utilizar a ferramenta UIFlex (Figura 29).

As informações respondidas pelos usuários foram salvas em um servidor e, a partir destas informações, foram gerados os resultados da avaliação online.

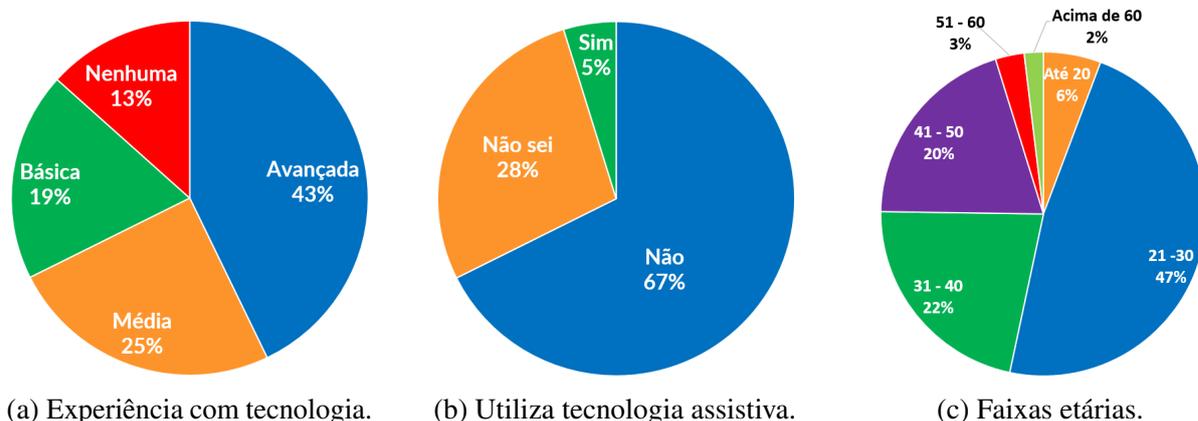
Os usuários que participaram da avaliação online da ferramenta UIFlex foram convidados através de listas de e-mails e redes sociais. Participaram da avaliação online cento e quatro pessoas, apresentando diversidade na amostra. Deste total, 65% do sexo masculino e 35% eram do sexo feminino. Outras informações sobre os participantes como, experiência com tecnologia, utilização de tecnologia assistiva e faixa etária são mostradas nos gráficos da Figura 31.

Conforme mostrado na Figura 31a, quase 75% dos participantes apresentam um bom conhecimento relacionado às tecnologias atuais. Já a Figura 31b exibe a porcentagem da utilização de tecnologia assistivas, sendo que 28% disseram não saber do que se trata e apenas

Figura 30 – Página do formulário de vantagens e desvantagens de se utilizar a ferramenta UIFlex.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 31 – Estatísticas dos perfis dos participantes da avaliação online.



(a) Experiência com tecnologia.

(b) Utiliza tecnologia assistiva.

(c) Faixas etárias.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5% da pessoas utilizam alguma tecnologia assistiva. As tecnologias assistivas descritas foram leitor de tela e NVDA. Com relação às faixas etárias dos participantes, percebe-se que o maior percentual de respostas foi obtida por usuários jovens (Figura 31c).

A Figura 32 apresenta os resultados obtidos nas respostas dos questionários do website 1, onde o eixo Y corresponde ao total de usuários.

No website 1, os resultados da avaliação relata que houve uma melhora no comportamento do website. Porém alguns usuários acharam que utilizando a ferramenta UIFlex o website não se comportou conforme o desejado. Como a ferramenta tem o objetivo de melhorar a interação, estes usuários talvez esperassem mais opções de personalização para o website ao utilizar a ferramenta. Já o grau de satisfação foi maior quando o usuário navegou utilizando a ferramenta UIFlex, comparando com a navegação sem a ferramenta. Neste website, a UIFlex obteve os melhores resultados no quesito eficiência. Ao analisar o gráfico é possível verificar que dezenove usuários, ao navegar sem a ferramenta, consideraram a interação eficiente. Já utilizando a ferramenta, este

Figura 32 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 1, utilizando a escala Likert.



Fonte: Elaborado pelo autor.

número aumentou para trinta usuários.

Na Figura 32 são exibidos os resultados coletados nas respostas dos questionários do website 2, sendo que o eixo Y corresponde ao total de usuários.

Figura 33 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 2, utilizando a escala Likert.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No website 2, os resultados indicam que ao navegar utilizando a ferramenta UIFlex o website se comportou mais próximo do que os usuários esperavam do mesmo. Já relacionado à satisfação de uso, os resultados mostram que os usuários ficaram um pouco mais satisfeitos ao interagir com o website sem a ferramenta. Com relação à interação sem perda de tempo, houve uma melhora ao interagir utilizando a ferramenta.

A Figura 34 apresenta os resultados obtidos nas respostas dos questionários do website 3, onde o eixo Y corresponde ao total de usuários.

Figura 34 – Gráfico do resultado da avaliação online do website 3, utilizando a escala Likert.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os gráficos do website 3, percebe-se uma pequena melhora relacionada tanto à satisfação de quanto ao comportamento do website. Assim como nos outros websites, o aspecto que obteve os melhores resultados foi a eficiência, sendo que os usuários consideraram que não houve perda de tempo ao navegar no website. Dezenove usuários concordaram totalmente que tiveram uma interação eficiente sem utilizar a ferramenta, porém ao instalar a UIFlex, este número subiu para trinta e três usuários.

De maneira geral, os resultados indicam que a ferramenta UIFlex traz benefícios durante a interação dos usuários com os websites, principalmente relacionados à eficiência graças a adaptação realizada nos websites pela ferramenta UIFlex, sem a necessidade de configurar cada website individualmente. Além disso, como relatado por alguns usuários, a ferramenta disponibiliza nos websites opções de acessibilidade que todos sites deveriam ter, conforme recomendações do W3C.

Dos cento e quatro usuários participantes da avaliação, seis indicaram apresentar algum grau de daltonismo. Estes seis usuários relataram que a ferramenta os ajudou de alguma forma ao interagir com os websites. A seguir são apresentados depoimentos de usuários daltônicos que participaram da avaliação: "Sou daltônico e poucos sites disponibilizam alto contraste. Em cada site que o alto contraste é disponibilizado é necessário configurá-lo e em cada site esta configuração fica em uma determinada posição na tela, e isto acaba gerando demora ao navegar. Com a ferramenta UIFlex deixei marcado o alto contraste e todos sites que naveguei já estão em alto contraste."; "A luz do monitor às vezes faz doer um pouco os olhos. Com a ferramenta UIFlex ficou tudo cinza e senti que aliviou a tensão nos olhos."; "Uma nova opção para quem tem daltonismo."

Outros usuários relataram melhorias na acessibilidade, como encontrar mais itens em menos tempo, gerando mais produtividade. Alguns relatos dos usuários são apresentados: "Interessante a ferramenta, melhora o *layout*, dando ênfase nos elementos, como links, títulos, etc. Grande ajuda para pessoas que necessitam de uma melhor acessibilidade aos sites."; "A ferramenta tem algumas coisas a melhorar, mas já é uma iniciativa legal. Poucas empresas se preocupam com a acessibilidade. Não se vê sites que não sejam do governo com as opções oferecidas pela ferramenta."

Alguns usuários indicaram que a ferramenta UIFlex será mais útil para quem apresenta algum tipo de deficiências, conforme depoimentos a seguir: "Adapta muito bem a acessibilidade para os portadores de necessidades especiais."; "Notei pouca diferença no uso da ferramenta, talvez devido ao fato de ter meus problemas de visão corrigidos 100% com o auxílio de um óculos. Isto não causou mudanças significativas na interface (pelo menos não foram percebidas por mim). A única coisa que percebi foi a falta de legenda na figura sem o uso da ferramenta."

4.4 Considerações finais

As avaliações realizadas e apresentadas neste capítulo teve como objetivo verificar a viabilidade da ferramenta UIFlex para flexibilizar as interfaces dos websites e se ela atende à diversidade de usuários. Para tanto, foi definidas duas formas de avaliação, uma presencial e outra online, onde os usuários deveriam navegar em websites sem e com a ferramenta UIFlex e responder questionários relacionados a interação com tais websites.

Para a avaliação do uso das funcionalidades da ferramenta UIFlex, foi utilizado questionários que deveriam ser respondidos seguindo a escala Likert. De maneira geral, em ambos os cenários, os resultados dos questionários indicaram uma melhora no comportamento, na satisfação de uso e na velocidade em navegar nos websites.

Vários usuários relataram que a ferramenta é uma ótima iniciativa para melhorar a acessibilidade dos websites, pois os próprios usuários conseguem adaptar os websites de acordo com suas preferências até em websites que não disponibilizam tais funcionalidades. Contudo, como alguns usuários indicaram que notaram poucas diferenças, é necessário fazer melhorias para que a ferramenta proporcione benefícios para estes usuários.

O Capítulo 5 apresenta a síntese das contribuições, as limitações encontradas e discorre sobre sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 5

CONCLUSÃO

5.1 Análise crítica

A principal contribuição deste trabalho consiste em empoderar os usuários, por meio das regras de design presentes na literatura, para que eles consigam flexibilizar as interfaces de diferentes websites, baseados em conhecimentos de autoridades. Para isso foi desenvolvida a ferramenta UIFlex, que: a) atende a diversidade de usuários por considerar suas necessidades e preferências de interação; b) coleta os perfis de usuários, consulta as regras de design extraídas dos conhecimentos de autoridades e gera o perfil de interação; e c) flexibiliza as interfaces dos websites que os usuários navegam de acordo com o perfil de interação.

A ferramenta auxilia tanto os usuários quanto os desenvolvedores, pois eles não precisam desenvolver funcionalidades de acessibilidade. Para que a ferramenta consiga flexibilizar os websites corretamente, designers e desenvolvedores precisam seguir os padrões web definidos pelo W3C. Nos testes realizados a ferramenta conseguiu adaptar a maioria dos websites testados, porém ela depende da forma como os websites são desenvolvidos. Por isso, caso um website não tiver sido desenvolvido seguindo as diretrizes de acessibilidade do W3C, ao flexibiliza-lo algumas adaptações podem não funcionar corretamente.

Vale ressaltar, que a UIFlex também consegue adaptar as interfaces de usuários de aplicações dinâmicas que são montadas no lado do cliente, como React, Angular, VueJS, entre outras.

Além de desenvolver a ferramenta UIFlex, foi realizada a avaliação da mesma para verificar sua viabilidade. Os resultados obtidos na avaliação com usuários reais demonstraram a viabilidade da ferramenta UIFlex e que ela atende à diversidade de usuários.

5.2 Limitações do trabalho

Uma limitação encontrada está relacionada à dificuldade de encontrar pessoas com deficiência e/ou dificuldades de interação para testar a abordagem proposta.

Durante a avaliação da ferramenta, não foi feito um estudo de quão precisas foram as sugestões de alterações, por isso, pretende-se futuramente analisar as adaptações que são propostas aos usuários e o nível de precisão das mesmas.

Também é possível que tenha ocorrido uma ou mais ameaças relativas à validade do experimento. Uma das possíveis ameaças é o efeito de expectativa do sujeito, muito conhecido na medicina como efeito placebo. Este efeito diz que se você der um remédio inócuo (por exemplo uma pílula feita de farinha) para um paciente, ele vai dizer que seus sintomas melhoraram (WAINER, 2007). Portanto, como foi explicado para os participantes da avaliação que a ferramenta tem como objetivo melhorar a interação dos usuários com os websites, mesmo não tendo percebido nenhum benefício os participantes podem ter indicado melhorias ao utilizar a ferramenta.

Ainda segundo Wainer (2007), em experimentos computacionais, o efeito Hawthorne pode ser relevante e precisa ser levado em consideração, pois usuários que sabem que estão sendo estudados ou observados podem melhorar sua produtividade e melhorar seu aprendizado ou desempenho. Como as tarefas não eram complexas e os websites eram desconhecidos para alguns usuários, eles podem ter um desempenho diferente na segunda navegação.

Uma limitação da ferramenta desenvolvida refere-se da disponibilidade da mesma. Por se tratar de uma extensão de navegador, a princípio ela está disponível apenas para o navegador Google Chrome, por isso, para fazer uso da ferramenta, obrigatoriamente os usuários tem que utilizar esse navegador.

Por fim, como os websites acessados pelos usuários são desenvolvidos por terceiros, não é possível garantir se eles foram feitos seguindo as boas práticas de desenvolvimento web. Por isso, não é possível garantir que as adaptações previstas na ferramenta UIFlex funcionem da maneira correta em todos os websites.

5.3 Trabalhos futuros

Durante o projeto e estudos realizados, foram extraídas quinze regras de design, voltadas para web, da literatura e do conhecimentos de autoridades. Porém design de interface de usuário é algo muito amplo, sendo que várias regras ainda podem ser extraídas.

Em um primeiro momento, a maioria das adaptações propostas pela ferramenta UIFlex estão voltadas para acessibilidade e usabilidade, mas futuramente poderão ser consideradas também adaptações relacionadas ao estado emocional dos usuários.

Futuramente também será investigado como lidar com as alterações que de um determinado contexto e não de todo, por exemplo, algumas vezes pode ser que o usuário não queira que as adaptações sejam aplicadas em todos websites, e sim em apenas alguns. Por exemplo, talvez o usuário queira que as legendas dos vídeos sejam ativadas automaticamente apenas em redes

sociais e não em websites de notícias.

Como até o momento apenas usuários foram ouvidos, deverão ser realizados estudos relacionados a mudança de comportamento das aplicações na visão dos desenvolvedores, para descobrir como eles podem estender o meta-design.

Também pretende-se desenvolver extensões ou plugins para atender os usuários que utilizam outros navegadores, além do Google Chrome.

5.4 Considerações finais

Com os estudos realizados e com a avaliação feita pelos usuários, foi possível compreender que deve-se empoderar os usuários para que eles consigam adaptar as interfaces de acordo com suas preferências e/ou necessidades. Estas adaptações beneficiam os usuários tanto na acessibilidade quanto na satisfação de uso dos sistemas web. No entanto, para tornar os usuários co-designers dos sistemas, é necessário disponibilizar ferramentas que os ajudem no momento de flexibilizar os sistemas.

Até então, os conhecimentos das autoridades citadas anteriormente vinham sendo utilizados apenas por designers e desenvolvedores. Na solução de meta-design proposta neste trabalho, tais conhecimentos passam a ser diretamente usados pelos próprios usuários. Diante disso, a ferramenta UIFlex tem uma base de regras composta por conhecimentos que as autoridades julgam ser bons para cada tipo de usuário. Assim, a ferramenta ajuda os usuários no momento de configurar as suas preferências e/ou necessidades relacionadas ao comportamento dos sistemas, propondo adaptações de acordo com seu perfil, e posteriormente aplica-se tais adaptações nos websites acessados pelos usuários.

Sistemas flexíveis tendem a se tornar complexos e, portanto, muitas vezes seu desenvolvimento se torna caro (GULLÀ et al., 2015). Porém, além da flexibilidade de interfaces web ser uma tendência, ela tornou-se também uma necessidade, para atender a diversidade de usuários. A solução UIFlex além de empoderar os usuários, permitindo que eles realizem alterações que só eram possíveis por designers ou por desenvolvedores, também facilita o trabalho dos desenvolvedores. Ao utilizar a ferramenta UIFlex, designers e desenvolvedores não precisarão criar algumas soluções de acessibilidade, pois estas serão geradas de acordo com o perfil de interação gerado por cada usuário.

Por considerar o conjunto de características e preferências único de cada usuário, espera-se que este trabalho contribua com o 4º Grande Desafio de Pesquisa da Sociedade Brasileira de Computação, que diz ser necessário estender os sistemas computacionais para todos os cidadãos, respeitando suas diversidades e diferenças (BARANAUSKAS; SOUZA, 2006).

REFERÊNCIAS

ALENCAR, T. S. de; NERIS, V. P. de A. Towards design guidelines for software applications that collect user data for ubicomp. In: *Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. Porto Alegre, Brazil: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. (IHC '14), p. 246–254. ISBN 978-85-7669-291-1. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2738055.2738095>>. Citado 4 vezes nas páginas 17, 39, 40 e 41.

BARANAUSKAS, M. C. C.; SOUZA, C. S. d. S. Desafio n 4: Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento. *Computação Brasil*, ano VII, n. 27, 2006. Citado na página 70.

BENYON, D.; INNOCENT, P.; MURRAY, D.; National Physical Laboratory (Great Britain); Division of Information Technology and Computing. *System adaptivity and the modelling of stereotypes*. [S.l.]: National Physical Laboratory, Division of Information Technology and Computing, 1987. OCLC: 18074395. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.

BENYON, D.; MURRAY, D. Applying user modeling to human-computer interaction design. *Artificial Intelligence Review*, v. 7, n. 3, p. 199–225, 1993. ISSN 1573-7462. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00849555>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.

BRUSILOVSKY, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, v. 6, n. 2, p. 87–129, 1996. ISSN 1573-1391. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00143964>>. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.

BRUSILOVSKY, P. Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, v. 11, n. 1, p. 87–110, 2001. ISSN 0924-1868, 1573-1391. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1011143116306>>. Citado na página 27.

BULTERMAN, D.; RUTLEDGE, L.; HARDMAN, L.; OSSENBRUGGEN, J. Supporting adaptive and adaptable hypermedia presentation semantics. *The 8th IFIP 2.6 Working Conference on Database Semantics (DS-8): Semantic Issues in Multimedia Systems*, 1999. Citado na página 23.

CHROME, G. *Chrome.storage*. 2017. Disponível em: <<https://developer.chrome.com/extensions/storage>>. Acessado em: 18 de julho de 2017. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 50.

FIRMENICH, D.; FIRMENICH, S.; ROSSI, G.; WINCKLER, M.; DISTANTE, D. User interface adaptation using web augmentation techniques: Towards a negotiated approach. In: *15th International Conference, ICWE 2015*. Springer International Publishing, 2015. p. 147–164. ISBN 978-3-319-19890-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19890-3_11>. Citado 3 vezes nas páginas 35, 37 e 53.

FISCHER, G. Meta-design: Beyond user-centered and participatory design. In: *Proceedings of HCI International 2003*. Mahwah, NJ, Crete, Greece: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. Vol.

4, p. 88–92. Disponível em: <<http://l3d.cs.colorado.edu/~gerhard/papers/hci2003-meta-design.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 23.

FISCHER, G. Meta-design and cultures of participation: Transformative frameworks for the design of communication. In: *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Design of Communication*. New York, NY, USA: ACM, 2012. (SIGDOC '12), p. 137–138. ISBN 978-1-4503-1497-8. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2379057.2379083>>. Citado 3 vezes nas páginas 19, 20 e 22.

FISCHER, G.; GIACCARDI, E. Meta-design: A framework for the future of end-user development. In: *End User Development*. Springer Netherlands, 2006. p. 427–457. ISBN 978-1-4020-5386-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/1-4020-5386-X_19>. Citado 4 vezes nas páginas 19, 20, 21 e 22.

FISCHER, G.; GIACCARDI, E.; YE, Y.; SUTCLIFFE, A. G.; MEHANDJIEV, N. Meta-design: A manifesto for end-user development. *Communications of the ACM*, New York, NY, USA, v. 47, n. 9, p. 33–37, set. 2004. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1015864.1015884>>. Citado 3 vezes nas páginas 16, 20 e 21.

FISCHER, G.; SCHARFF, E. Meta-design: Design for designers. In: *Proceedings of the 3rd Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*. New York, NY, USA: ACM, 2000. (DIS '00), p. 396–405. ISBN 1-58113-219-0. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/347642.347798>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.

FORTUNA, F. J.; BONACIN, R.; BARANAUSKAS, M. C. C. A framework based on ajax and semiotics to build flexible user interfaces. In: *Enterprise Information Systems: 12th International Conference, ICEIS 2010*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 526–540. ISBN 978-3-642-19802-1. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19802-1_36>. Citado 5 vezes nas páginas 16, 32, 33, 34 e 35.

GULLÀ, F.; CECCACCI, S.; GERMANI, M.; CAVALIERI, L. Design adaptable and adaptive user interfaces: A method to manage the information. In: *Ambient Assisted Living: Italian Forum 2014*. Springer International Publishing, 2015, (Biosystems & Biorobotics, 11). p. 47–58. ISBN 978-3-319-18374-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-18374-9_5>. Citado 4 vezes nas páginas 23, 24, 25 e 70.

IEEE. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries : 610*. [S.l.]: Institute of Electrical & Electronic, 1991. ISBN 978-1-55937-079-0. Citado na página 23.

JUNGSMANN, M.; PARADIES, T. Adaptive hypertext in complex knowledge domains. In: *Proceedings of the Flexible Hypertext Workshop (Hypertext'97)*. [S.l.: s.n.], 1997. Citado na página 25.

KOCH, N.; WIRSING, M. The munich reference model for adaptive hypermedia applications. In: *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems: Second International Conference, AH 2002 Málaga, Spain*. Springer Berlin Heidelberg, 2002. p. 213–222. ISBN 978-3-540-47952-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/3-540-47952-X_23>. Citado 4 vezes nas páginas 23, 26, 27 e 28.

KOCH, N. P. d. *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems: Reference Model, Modeling Techniques and Development Process*. [S.l.]: Uni-Druck, 2001. ISBN 978-3-87821-318-5. Citado 3 vezes nas páginas 25, 26 e 28.

LIKERT, R. *A Technique for the Measurement of Attitudes*. [S.l.]: Archives of Psychology, 1932. Citado na página 58.

MANCA, M.; PATERNÒ, F.; SANTORO, C.; SPANO, L. D. Generation of multi-device adaptive MultiModal web applications. In: *Mobile Web Information Systems: 10th International Conference, MobiWIS 2013, Paphos, Cyprus*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 218–232. ISBN 978-3-642-40276-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40276-0_17>. Citado na página 44.

MIÑÓN, R.; ARRUE, M.; ABASCAL, J. Conceptual model for automatic generation of context-sensitive user-tailored interfaces. In: *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction*. ACM, 2014. (Interacción '14), p. 42:1–42:4. ISBN 978-1-4503-2880-7. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2662253.2662295>>. Citado na página 29.

MIÑÓN, R.; PATERNÒ, F.; ARRUE, M.; ABASCAL, J. Integrating adaptation rules for people with special needs in model-based ui development process. *Universal Access in the Information Society*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, v. 15, n. 1, p. 153–168, mar. 2016. ISSN 1615-5289. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-015-0406-3>>. Citado 3 vezes nas páginas 30, 31 e 32.

NARDI, B. A.; ZARMER, C. L. Beyond models and metaphors: Visual formalisms in user interface design. v. 4, n. 1, p. 5–33, 1993. ISSN 1045-926X. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/184010/?reload=true>>. Citado na página 20.

NERIS, V. P. D. A.; FORTUNA, F.; BONACIN, R.; BARANAUSKAS, M. C. C. Addressing diversity in web systems with norms and a tailoring-based approach. In: *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2011, ICWI 2011*. [s.n.], 2011. p. 19–28. ISBN 9789898533012. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84945528961&partnerID=40&md5=5b7fb6956e7b3ff0d419eb6c70d6eb3c>>. Citado na página 43.

PALAZZO, L. A. M. *Modelos Proativos para Hiperídia Adaptativa*. Tese (thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Citado na página 24.

PASSARDIERE, B. de L.; DUFRESNE, A. Adaptive navigational tools for educational hypermedia. In: *Computer Assisted Learning: 4th International Conference, ICCAL '92 Wolfville, Nova Scotia, Canada, June 17–20, 1992 Proceedings*. Springer Berlin Heidelberg, 1992. p. 555–567. ISBN 978-3-540-47221-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/3-540-55578-1_99>. Citado na página 24.

PATERNO, F.; MANCINI, C. *Designing Web User Interfaces Adaptable to Different Types of Use*. 1999. Disponível em: <<http://www.archimuse.com/mw99/papers/paterno/paterno.html>>. Acesso em: 23 de setembro de 2017. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 27.

VEER, G. C. V. D. Individual differences and the user interface. *Ergonomics*, Taylor Francis, v. 32, n. 11, p. 1431–1449, 1989. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00140138908966916>>. Citado na página 16.

W3C. *W3C Standards*. 2009. Disponível em: <<https://www.w3.org/standards/>>. Acesso em: 27 de setembro de 2017. Citado na página 16.

WAINER, J. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência da computação. In: *JAI 2007 - Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. [s.n.], 2007. v. 1, p. 221–262. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/famat/viali/mestrado/mqp/material/textos/Pesquisa.pdf>>. Citado na página 69.

WOOD, J. Towards an ethics of flow: Design as an anticipatory system. *International Journal of Computing Anticipatory Systems, Liège, Belgium, Centre for Hyperincursive Anticipation in Ordered Systems*, p. 87–102, 2000. Citado na página 22.

Apêndice A

REGRAS DE DESIGN

```
1  [
2    {
3      "id":"rule5",
4      "name":"Informações sem cores",
5      "description":"As páginas Web devem ser concebidas de modo a
        que todas as informações transmitidas com cores também
        estejam disponíveis sem cor, por exemplo, a partir do
        contexto ou da marcação.",
6      "source":"Section 508",
7      "link_source":"https://www.section508.gov/content/learn/
        standards/quick-reference-guide#1194.22",
8      "priority":"0",
9      "category":"web",
10     "event":"",
11     "context":{
12       "environment":{
13         "predicate":"",
14         "object":""
15       },
16       "device":{
17         "predicate":"",
18         "object":""
19       },
20       "logic_operator":"",
21       "user":{
22         "predicate":"AbilityToDifferentiateColors",
23         "object":"no"
24       },
25       "social":{
26         "predicate":"",
```

```
27         "object":""
28     }
29 },
30 "actions":{
31     "action":"update",
32     "type":"<css, js>",
33     "element":"all",
34     "value":"no_color"
35 }
36 },
37 {
38     "id":"rule6",
39     "name":"Interface sem CSS",
40     "description":"Os documentos devem ser organizados de modo
41         que possam ser lidos sem exigir uma folha de estilo
42         associada.",
43     "source":"Section 508",
44     "link_source":"https://www.section508.gov/content/learn/
45         standards/quick-reference-guide#1194.22",
46     "priority":"0",
47     "category":"web",
48     "event":"",
49     "context":{
50         "environment":{
51             "predicate":"",
52             "object":""
53         },
54         "device":{
55             "predicate":"",
56             "object":""
57         },
58         "logic_operator":"",
59         "user":{
60             "predicate":"AbilityToSee",
61             "object":"no"
62         },
63         "social":{
64             "predicate":"",
65             "object":""
66         }
67     },
68     "actions":{
```

```
66         "action":"remove",
67         "type":"file",
68         "element":"css",
69         "value":""
70     }
71 },
72 {
73     "id":"rule7",
74     "name":"Controle de áudio",
75     "description":"Se qualquer áudio é reproduzido
76         automaticamente por mais de 3 segundos, um mecanismo
77         está disponível para pausar ou parar o áudio, ou um
78         mecanismo está disponível para controlar o volume de á
79         udio independentemente do nível geral do volume do
80         sistema.",
81     "source":"IBM Guidelines",
82     "link_source":"http://www-03.ibm.com/able/guidelines/ci162/
83         accessibility_checklist_web.html",
84     "priority":"0",
85     "category":"web",
86     "event":"audio",
87     "context":{
88         "environment":{
89             "predicate":"",
90             "object":""
91         },
92         "device":{
93             "predicate":"",
94             "object":""
95         },
96         "logic_operator":"",
97         "user":{
98             "predicate":"",
99             "object":""
100         },
101         "social":{
102             "predicate":"",
103             "object":""
104         }
105     },
106     "actions":{
107         "action":"update",
```

```
102     "type": "js",
103     "element": "audio",
104     "value": "pause"
105   }
106 },
107 {
108   "id": "rule8",
109   "name": "Foco visível",
110   "description": "Qualquer interface de usuário operável de
111     teclado tem um modo de operação onde o indicador de foco
112     do teclado é visível. ",
113   "source": "IBM Guidelines - WCAG 2.0",
114   "link_source": "http://www-03.ibm.com/able/guidelines/ci162/
115     accessibility_checklist_web.html",
116   "priority": "0",
117   "category": "web",
118   "event": "",
119   "context": {
120     "environment": {
121       "predicate": "",
122       "object": ""
123     },
124     "device": {
125       "predicate": "",
126       "object": ""
127     },
128     "logic_operator": "",
129     "user": {
130       "predicate": "AbilityToDifferentiateColors",
131       "object": "no"
132     },
133     "social": {
134       "predicate": "",
135       "object": ""
136     }
137   },
138   "actions": {
139     "action": "update",
140     "type": "css",
141     "element": ":focus",
142     "value": "color: red"
143   }
144 }
```

```
141     },
142     {
143         "id": "rule9",
144         "name": "Cabeçalhos de tabelas",
145         "description": "Os cabeçalhos de linhas e colunas devem ser
            identificados para tabelas de dados.",
146         "source": "Section 508",
147         "link_source": "https://www.section508.gov/content/learn/
            standards/quick-reference-guide#1194.22",
148         "priority": "0",
149         "category": "web",
150         "event": "table",
151         "context": {
152             "environment": {
153                 "predicate": "",
154                 "object": ""
155             },
156             "device": {
157                 "predicate": "",
158                 "object": ""
159             },
160             "logic_operator": "",
161             "user": {
162                 "predicate": "",
163                 "object": ""
164             },
165             "social": {
166                 "predicate": "",
167                 "object": ""
168             }
169         },
170         "actions": {
171             "action": "update",
172             "type": "css",
173             "element": "table",
174             "value": "th[scope="
175         }
176     },
177     {
178         "id": "rule10",
179         "name": "Etiquetas ou instruções",
```

```
180     "description": "Rótulos ou instruções são fornecidos quando o
        conteúdo requer a entrada do usuário. ",
181     "source": "IBM Guidelines",
182     "link_source": "http://www-03.ibm.com/able/guidelines/ci162/
        accessibility_checklist_web.html",
183     "priority": "0",
184     "category": "web",
185     "event": "<input, textarea>",
186     "context": {
187         "environment": {
188             "predicate": "",
189             "object": ""
190         },
191         "device": {
192             "predicate": "",
193             "object": ""
194         },
195         "logic_operator": "",
196         "user": {
197             "predicate": "AbilityToSee",
198             "object": "low"
199         },
200         "social": {
201             "predicate": "",
202             "object": ""
203         }
204     },
205     "actions": {
206         "action": "include",
207         "type": "js",
208         "element": "forms",
209         "value": ""
210     }
211 },
212 {
213     "id": "rule11",
214     "name": "Destacar links",
215     "description": "Voc  pode ser criativo com estilos de link,
        contanto que voc  continue dando feedback aos usuários
        quando eles interagem com os links. ",
216     "source": "Mozilla Developer Network",
```

```
217     "link_source": "https://developer.mozilla.org/en-US/docs/
        Learn/Accessibility/CSS_and_JavaScript",
218     "priority": "0",
219     "category": "web",
220     "event": "",
221     "context": {
222         "environment": {
223             "predicate": "",
224             "object": ""
225         },
226         "device": {
227             "predicate": "",
228             "object": ""
229         },
230         "logic_operator": "",
231         "user": {
232             "predicate": "",
233             "object": ""
234         },
235         "social": {
236             "predicate": "",
237             "object": ""
238         }
239     },
240     "actions": {
241         "action": "update",
242         "type": "css",
243         "element": "a",
244         "value": "a { color: #ff0000; } a:hover, a:visited,
            a:focus { color: #a60000; text-decoration: none;
            } a:active { color: #000000; background-color: #
            a60000; }"
245     }
246 },
247 {
248     "id": "rule12",
249     "name": "Alternativas em texto",
250     "description": "Sempre que o usuário tiver problemas
        auditivos e a aplicação fornecer vídeos, as legendas
        dos mesmos devem ser ativadas automaticamente.",
251     "source": "WCAG 2.0",
```

```
252     "link_source": "https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/  
        text-equiv.html",  
253     "priority": "0",  
254     "category": "web",  
255     "event": "video",  
256     "context": {  
257         "environment": {  
258             "predicate": "",  
259             "object": ""  
260         },  
261         "device": {  
262             "predicate": "",  
263             "object": ""  
264         },  
265         "logic_operator": "",  
266         "user": {  
267             "predicate": "AbilityToHear",  
268             "object": "no"  
269         },  
270         "social": {  
271             "predicate": "",  
272             "object": ""  
273         }  
274     },  
275     "actions": {  
276         "action": "update",  
277         "type": "js",  
278         "element": "legend",  
279         "value": "auto"  
280     }  
281 },  
282 {  
283     "id": "rule13",  
284     "name": "Texto legível",  
285     "description": "Tornar o conteúdo do texto legível e  
        compreensível.",  
286     "source": "WCAG 2.0",  
287     "link_source": "https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br"  
        ,  
288     "priority": "0",  
289     "category": "web",  
290     "event": "",
```

```
291     "context":{
292         "environment":{
293             "predicate":"",
294             "object":""
295         },
296         "device":{
297             "predicate":"",
298             "object":""
299         },
300         "logic_operator":"",
301         "user":{
302             "predicate":"AbilityToSee",
303             "object":"low"
304         },
305         "social":{
306             "predicate":"",
307             "object":""
308         }
309     },
310     "actions":{
311         "action":"update",
312         "type":"css",
313         "element":"text",
314         "value":"+4"
315     }
316 },
317 {
318     "id":"rule14",
319     "name":"Texto legível",
320     "description":"Tornar o conteúdo do texto legível e
321         compreensível.",
322     "source":"WCAG 2.0",
323     "link_source":"https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br"
324     ,
325     "priority":"0",
326     "category":"web",
327     "event":"",
328     "context":{
329         "environment":{
330             "predicate":"",
331             "object":""
332         },
```

```
331     "device":{
332         "predicate":"",
333         "object":""
334     },
335     "logic_operator":"",
336     "user":{
337         "predicate":"AbilityToSee",
338         "object":"medium"
339     },
340     "social":{
341         "predicate":"",
342         "object":""
343     }
344 },
345 "actions":{
346     "action":"include",
347     "type":"js",
348     "element":"text",
349     "value":"+2"
350 }
351 },
352 {
353     "id":"rule17",
354     "name":"Explicação de processos",
355     "description":"Para promover a compreensão como um
356         determinante da confiança, a aplicação deve informar o
357         usuário sobre como ela atua para atingir um determinado
358         objetivo.",
359     "source":"Knote, R.; Baraki, H.; Sllner, M.; Geihs, K.
360         & Leimeister, J. M. (2016)",
361     "link_source":"https://www.alexandria.unisg.ch/250422/1/
362         JML_609.pdf",
363     "priority":"0",
364     "category":"ubiquitous",
365     "event":"class: about",
366     "context":{
367         "environment":{
368             "predicate":"",
369             "object":""
370         },
371         "device":{
372             "predicate":"",
```

```
368         "object":""
369     },
370     "logic_operator":"OR",
371     "user":{
372         "predicate":"ReadingSkills",
373         "object":"no"
374     },
375     "social":{
376         "predicate":"",
377         "object":""
378     }
379 },
380 "actions":{
381     "action":"update",
382     "type":"css",
383     "element":".about",
384     "value":"simplified_text"
385 }
386 },
387 {
388     "id":"rule18",
389     "name":"Explicação de processos",
390     "description":"Para promover a compreensão como um
391         determinante da confiança, a aplicação deve informar o
392         usuário sobre como ela atua para atingir um determinado
393         objetivo.",
394     "source":"Knote, R.; Baraki, H.; Sllner, M.; Geihs, K.
395         & Leimeister, J. M. (2016)",
396     "link_source":"https://www.alexandria.unisg.ch/250422/1/
397         JML_609.pdf",
398     "priority":"0",
399     "category":"ubiquitous",
400     "event":"class: about",
401     "context":{
402         "environment":{
403             "predicate":"",
404             "object":""
405         },
406         "device":{
407             "predicate":"",
408             "object":""
409         },
410     }
```

```
405     "logic_operator":"OR",
406     "user":{
407         "predicate":"ReadingSkills",
408         "object":"yes"
409     },
410     "social":{
411         "predicate":"",
412         "object":""
413     }
414 },
415 "actions":{
416     "action":"include",
417     "type":"css",
418     "element":".about",
419     "value":"complete_text"
420 }
421 },
422 {
423     "id":"rule19",
424     "name":"Nível de automação das funções",
425     "description":"O sistema deve fornecer oportunidades para o
        usuário intervir e controlar, dependendo do seu nível
        de automação.",
426     "source":"",
427     "link_source":"https://www.alexandria.unisg.ch/250422/1/
        JML_609.pdf",
428     "priority":"0",
429     "category":"ubiquitous",
430     "event":"task_control",
431     "context":{
432         "environment":{
433             "predicate":"",
434             "object":""
435         },
436         "device":{
437             "predicate":"",
438             "object":""
439         },
440     "logic_operator":"",
441     "user":{
442         "predicate":"",
443         "object":""
```

```
444     },
445     "social":{
446         "predicate":"LevelAutomation",
447         "object":"low"
448     }
449 },
450 "actions":{
451     "action":null,
452     "type":"code",
453     "element":"<task_control>",
454     "value":"manual"
455 }
456 },
457 {
458     "id":"rule20",
459     "name":"Nível de automação das funções",
460     "description":"O sistema deve fornecer oportunidades para o
        usuário intervir e controlar, dependendo do seu nível
        de automação.",
461     "source":"",
462     "link_source":"https://www.alexandria.unisg.ch/250422/1/
        JML_609.pdf",
463     "priority":"0",
464     "category":"ubiquitous",
465     "event":"task_control",
466     "context":{
467         "environment":{
468             "predicate":"",
469             "object":""
470         },
471         "device":{
472             "predicate":"",
473             "object":""
474         },
475         "logic_operator":"",
476         "user":{
477             "predicate":"",
478             "object":""
479         },
480         "social":{
481             "predicate":"LevelAutomation",
482             "object":"medium"
```

```
483     }
484   },
485   "actions":{
486     "action":"update",
487     "type":"code",
488     "element":"<task_control>",
489     "value":"intermediate"
490   }
491 },
492 {
493   "id":"rule21",
494   "name":"Nível de automação das funções",
495   "description":"O sistema deve fornecer oportunidades para o
      usuário intervir e controlar, dependendo do seu nível
      de automação.",
496   "source":"",
497   "link_source":"https://www.alexandria.unisg.ch/250422/1/
      JML_609.pdf",
498   "priority":"0",
499   "category":"ubiquitous",
500   "event":"task_control",
501   "context":{
502     "environment":{
503       "predicate":"",
504       "object":""
505     },
506     "device":{
507       "predicate":"",
508       "object":""
509     },
510     "logic_operator":"",
511     "user":{
512       "predicate":"",
513       "object":""
514     },
515     "social":{
516       "predicate":"LevelAutomation",
517       "object":"high"
518     }
519   },
520   "actions":{
521     "action":null,
```

```
522         "type":"code",
523         "element":"<task_control>",
524         "value":"auto"
525     }
526 },
527 {
528     "id":"rule22",
529     "name":"Habilitar e desabilitar funções",
530     "description":"Permitir que o usuário concorde ou discorde
531                 de certas funcionalidades",
532     "source":"",
533     "link_source":"http://www.uni-kassel.de/upress/online/
534                 OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
535     "priority":"0",
536     "category":"ubiquitous",
537     "event":"<function>",
538     "context":{
539         "environment":{
540             "predicate":"",
541             "object":""
542         },
543         "device":{
544             "predicate":"",
545             "object":""
546         },
547         "logic_operator":"",
548         "user":{
549             "predicate":"",
550             "object":""
551         },
552         "social":{
553             "predicate":"<personalContextData>",
554             "object":"collection/inference: no"
555         }
556     },
557     "actions":{
558         "action":"include",
559         "type":"code",
560         "element":"<function>",
561         "value":"disabled"
562     }
563 },
```

```
562     {
563         "id":"rule23",
564         "name":"Habilitar e desabilitar funções",
565         "description":"Permitir que o usuário concorde ou discorde
                    de certas funcionalidades",
566         "source":"",
567         "link_source":"http://www.uni-kassel.de/upress/online/
                    OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
568         "priority":"0",
569         "category":"ubiquitous",
570         "event":"<function>",
571         "context":{
572             "environment":{
573                 "predicate":"",
574                 "object":""
575             },
576             "device":{
577                 "predicate":"",
578                 "object":""
579             },
580             "logic_operator":"",
581             "user":{
582                 "predicate":"",
583                 "object":""
584             },
585             "social":{
586                 "predicate":"<personalContextData>",
587                 "object":"collection/inference: yes"
588             }
589         },
590         "actions":{
591             "action":"update",
592             "type":"code",
593             "element":"<function>",
594             "value":"enable"
595         }
596     },
597     {
598         "id":"rule24",
599         "name":"Habilitar e desabilitar funções",
600         "description":"Permitir que o usuário concorde ou discorde
                    de certas funcionalidades.",
```

```
601     "source": "",
602     "link_source": "https://www.uni-kassel.de/eecs/fileadmin/
        datas/fbl6/Fachgebiete/VS/Documents/Publications/
        barakiGeihsEtAl_ICSE-SEIS-2015.pdf",
603     "priority": "0",
604     "category": "ubiquitous",
605     "event": "<dataCollection>",
606     "context": {
607         "environment": {
608             "predicate": "",
609             "object": ""
610         },
611         "device": {
612             "predicate": "",
613             "object": ""
614         },
615         "logic_operator": "",
616         "user": {
617             "predicate": "",
618             "object": ""
619         },
620         "social": {
621             "predicate": "<function>",
622             "object": "disabled"
623         }
624     },
625     "actions": {
626         "action": "update",
627         "type": "code",
628         "element": "<dataCollection>",
629         "value": "no"
630     }
631 },
632 {
633     "id": "rule25",
634     "name": "Habilitar e desabilitar funções",
635     "description": "Permitir que o usuário concorde ou discorde
        de certas funcionalidades",
636     "source": "",
637     "link_source": "http://www.uni-kassel.de/upress/online/
        OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
638     "priority": "0",
```

```
639     "category": "ubiquitous",
640     "event": "<function>",
641     "context": {
642         "environment": {
643             "predicate": "",
644             "object": ""
645         },
646         "device": {
647             "predicate": "",
648             "object": ""
649         },
650         "logic_operator": "",
651         "user": {
652             "predicate": "",
653             "object": ""
654         },
655         "social": {
656             "predicate": "<personalContextData>",
657             "object": "collection/inference: no"
658         }
659     },
660     "actions": {
661         "action": "include",
662         "type": "html",
663         "element": "PrivacyConsentForm",
664         "value": "enable"
665     }
666 },
667 {
668     "id": "rule26",
669     "name": "Habilitar e desabilitar funções",
670     "description": "Permitir que o usuário concorde ou discorde
        de certas funcionalidades",
671     "source": "",
672     "link_source": "http://www.uni-kassel.de/upress/online/
        OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
673     "priority": "0",
674     "category": "ubiquitous",
675     "event": "<dataCollection>",
676     "context": {
677         "environment": {
678             "predicate": "",
```

```
679         "object":""
680     },
681     "device":{
682         "predicate":"",
683         "object":""
684     },
685     "logic_operator":"",
686     "user":{
687         "predicate":"",
688         "object":""
689     },
690     "social":{
691         "predicate":"<function>",
692         "object":"disabled"
693     }
694 },
695 "actions":{
696     "action":null,
697     "type":"code",
698     "element":"<dataCollection>",
699     "value":"yes"
700 }
701 },
702 {
703     "id":"rule27",
704     "name":"Habilitar e desabilitar funções",
705     "description":"Permitir que o usuário concorde ou discorde
706         de certas funcionalidades",
707     "source":"",
708     "link_source":"https://www.uni-kassel.de/eecs/fileadmin/
709         datas/fb16/Fachgebiete/Vs/Documents/Publications/
710         barakiGeihsEtAl_ICSE-SEIS-2015.pdf",
711     "priority":"0",
712     "category":"ubiquitous",
713     "event":"<dataCollection>",
714     "context":{
715         "environment":{
716             "predicate":"",
717             "object":""
718         },
719         "device":{
720             "predicate":"",
```

```
718         "object":""
719     },
720     "logic_operator":"","
721     "user":{
722         "predicate":"","
723         "object":""
724     },
725     "social":{
726         "predicate":"<function>",
727         "object":"disabled"
728     }
729 },
730 "actions":{
731     "action":null,
732     "type":"html",
733     "element":"PrivacyConsentForm",
734     "value":"enable"
735 }
736 },
737 {
738     "id":"rule28",
739     "name":"Confiança e transparncia",
740     "description":"Permitir que o usuário visualize os sensores
741         que o rodeiam e que são usados pelo sistema.",
742     "source":"","
743     "link_source":"http://www.uni-kassel.de/upress/online/
744         OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
745     "priority":"0",
746     "category":"ubiquitous",
747     "event":"<sensors>",
748     "context":{
749         "environment":{
750             "predicate":"transparency",
751             "object":"low"
752         },
753         "device":{
754             "predicate":"","
755             "object":""
756         },
757         "logic_operator":"","
758         "user":{
759             "predicate":"","
```

```
758         "object":""
759     },
760     "social":{
761         "predicate":"",
762         "object":""
763     }
764 },
765 "actions":{
766     "action":"include",
767     "type":"html",
768     "element":"<view>",
769     "value":"<sensors: location> <sensors: description>"
770 }
771 },
772 {
773     "id":"rule29",
774     "name":"Confiança e Ttransparncia",
775     "description":"Permitir que o usuário visualize os sensores
776         que o rodeiam e que são usados pelo sistema.",
777     "source":"",
778     "link_source":"https://www.uni-kassel.de/eecs/fileadmin/
779         datas/fb16/Fachgebiete/VS/Documents/Publications/
780         barakiGeihsEtAl_ICSE-SEIS-2015.pdf",
781     "priority":"0",
782     "category":"ubiquitous",
783     "event":"<sensors>",
784     "context":{
785         "environment":{
786             "predicate":"transparency",
787             "object":"medium"
788         },
789         "device":{
790             "predicate":"",
791             "object":""
792         },
793         "logic_operator":"",
794         "user":{
795             "predicate":"",
796             "object":""
797         },
798         "social":{
799             "predicate":"",
```

```
797         "object":""
798     }
799 },
800 "actions":{
801     "action":"include",
802     "type":"html",
803     "element":"<view>",
804     "value":"<sensors: location>"
805 }
806 },
807 {
808     "id":"rule30",
809     "name":"Controle de adaptações",
810     "description":"Os usuários podem sentir uma perda de
811         controle se o comportamento de um aplicativo não é
812         compreensível ou se o comportamento perturba a interação
813         atual com o aplicativo. O padrão ajuda a criar uma
814         adaptação aut noma compreensível e evita a sensação.",
815     "source":"",
816     "link_source":"http://www.uni-kassel.de/upress/online/
817         OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
818     "priority":"0",
819     "category":"ubiquitous",
820     "event":"<interface_adaptations>",
821     "context":{
822         "environment":{
823             "predicate":"",
824             "object":""
825         },
826         "device":{
827             "predicate":"UserIsInteracting",
828             "object":"yes"
829         },
830         "logic_operator":"",
831         "user":{
832             "predicate":"",
833             "object":""
834         },
835         "social":{
836             "predicate":"",
837             "object":""
838         }
839     }
840 }
```

```
834     },
835     "actions":{
836         "action":null,
837         "type":"html",
838         "element":"<notification>",
839         "value":"accept, decline or delay"
840     }
841 },
842 {
843     "id":"rule31",
844     "name":"Controle de adaptações",
845     "description":"Os usuários podem sentir uma perda de
846         controle se o comportamento de um aplicativo não é
847         compreensível ou se o comportamento perturba a interação
848         atual com o aplicativo. O padrão ajuda a criar uma
849         adaptação aut noma compreensível.",
850     "source":"",
851     "link_source":"http://www.uni-kassel.de/upress/online/
852         OpenAccess/978-3-86219-557-2.OpenAccess.pdf",
853     "priority":"0",
854     "category":"ubiquitous",
855     "event":"<interface_adaptations>",
856     "context":{
857         "environment":{
858             "predicate":"",
859             "object":""
860         },
861         "device":{
862             "predicate":"UserIsInteracting",
863             "object":"no"
864         },
865         "logic_operator":"",
866         "user":{
867             "predicate":"",
868             "object":""
869         },
870         "social":{
871             "predicate":"",
872             "object":""
873         }
874     }
875 },
876     "actions":{
```

```
871         "action":null,
872         "type":"html, css, code",
873         "element":"<interface_adaptations>",
874         "value":"<adaptations>"
875     }
876 },
877 {
878     "id":"rule33",
879     "name":"Separação de Parágrafos",
880     "description":"Certifique-se de que os parágrafos exibidos
881         do texto estejam separados por pelo menos uma linha em
882         branco.",
883     "source":"Guidelines for designing user interface software",
884     "link_source":"http://www.dfki.de/~jameson/hcida/papers/
885         smith-mosier.pdf",
886     "priority":"0",
887     "category":"web",
888     "event":"",
889     "context":{
890         "environment":{
891             "predicate":"",
892             "object":""
893         },
894         "device":{
895             "predicate":"",
896             "object":""
897         },
898         "logic_operator":"",
899         "user":{
900             "predicate":"",
901             "object":""
902         },
903         "social":{
904             "predicate":"",
905             "object":""
906         }
907     },
908     "actions":{
909         "action":"include",
910         "type":"css",
911         "element":"p",
912         "value":"line-height: 200%"
913     }
914 }
```

```
910     }
911   },
912   {
913     "id":"rule34",
914     "name":"Páginas de texto somente",
915     "description":"Uma página alternativa somente de texto deve
          ser usada se a conformidade com a lista de verificação
          da Web não puder ser alcançada de outra maneira. As pá
          ginas alternativas somente de texto são usadas como ú
          ltimo recurso.",
916     "source":"IBM Guidelines",
917     "link_source":"http://www-03.ibm.com/able/guidelines/web/
          webtext.html",
918     "priority":"0",
919     "category":"web",
920     "event":"",
921     "context":{
922       "environment":{
923         "predicate":"",
924         "object":""
925       },
926       "device":{
927         "predicate":"",
928         "object":""
929       },
930       "logic_operator":"",
931       "user":{
932         "predicate":"AbilityToSee",
933         "object":"no"
934       },
935       "social":{
936         "predicate":"",
937         "object":""
938       }
939     },
940     "actions":{
941       "action":null,
942       "type":"js",
943       "element":"all",
944       "value":"only_text"
945     }
946   },
```

```
947     {
948         "id":"rule35",
949         "name":"Contraste de cores ",
950         "description":"Ao escolher um esquema de cores para o seu
           site, certifique-se de que a cor do texto (primeiro
           plano) contrasta bem com a cor de fundo. Seu design pode
           parecer legal, mas não é bom se as pessoas com
           deficiências visuais como daltonismo não podem ler.",
951         "source":"Mozilla Developer Network",
952         "link_source":"https://developer.mozilla.org/en-US/docs/
           Learn/Accessibility/CSS_and_JavaScript",
953         "priority":"0",
954         "category":"web",
955         "event":"",
956         "context":{
957             "environment":{
958                 "predicate":"",
959                 "object":""
960             },
961             "device":{
962                 "predicate":"",
963                 "object":""
964             },
965             "logic_operator":"",
966             "user":{
967                 "predicate":"AbilityToDifferentiateColors",
968                 "object":"no"
969             },
970             "social":{
971                 "predicate":"",
972                 "object":""
973             }
974         },
975         "actions":{
976             "action":"include",
977             "type":"css",
978             "element":"body",
979             "value":"background:#efefef;"
980         }
981     },
982     {
983         "id":"rule36",
```

```
984     "name":"Título das páginas",
985     "description":"As páginas da Web têm títulos que descrevem
          tópico ou propósito.",
986     "source":"WCAG 2.0",
987     "link_source":"https://www.w3.org/TR/WCAG20/#
          navigation-mechanisms-title",
988     "priority":"0",
989     "category":"web",
990     "event":"",
991     "context":{
992         "environment":{
993             "predicate":"",
994             "object":""
995         },
996         "device":{
997             "predicate":"",
998             "object":""
999         },
1000     "logic_operator":"",
1001     "user":{
1002         "predicate":"",
1003         "object":""
1004     },
1005     "social":{
1006         "predicate":"",
1007         "object":""
1008     }
1009 },
1010     "actions":{
1011         "action":null,
1012         "type":"js",
1013         "element":"title",
1014         "value":"auto"
1015     }
1016 }
1017 ]
```