

Revisão Sistemática sobre princípios de *design* de aplicações web acessíveis para analfabetos funcionais

Willian Massami Watanabe¹ e Renata Pontin de Mattos Fortes¹

¹ Instituto Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo – São Carlos, SP – Brasil

{watinha, renata}@icmc.usp.br

Abstract. *Web accessibility studies work towards implementing processes and recommendations that lead to the development of interfaces which have their access granted for users regardless of their disabilities. Although many efforts have been done to develop client-side applications in order to provide their interface accessible, few works actually aim the development of the web applications for low literacy individuals. In this context, the present study focus on identifying web design principles which ensure access into web applications by illiterate and functional illiterate users. The principles were extracted from Human-Computer Interface studies reported in literature, through a systematic review process.*

Resumo. *O tema Acessibilidade na web tem por finalidade a implementação de processos e recomendações que conduzam ao desenvolvimento de interfaces que tenham seu acesso garantido por usuários, independentemente das necessidades especiais que possam ser apresentadas por eles. No entanto, poucos estudos têm como foco o desenvolvimento dessas aplicações web para indivíduos com baixo nível de escolaridade (analfabetos e analfabetos funcionais), embora existam trabalhos que desenvolvam esse tema em aplicações locais. Considerando isso, este trabalho tem como objetivo a identificação de princípios que permitam o acesso a aplicações web por usuários analfabetos e analfabetos funcionais. Esses princípios foram extraídos de estudos da área de Interface Humano Computador pelo processo de revisão sistemática.*

1. Introdução

A ampla capacidade de disponibilização de informações a qual a Web possibilita se traduz em múltiplas possibilidades e oportunidades para seus usuários. Essas pessoas são capazes de acessar conteúdo proveniente de todas as partes do planeta, independentemente do lugar em que se encontrem. Como se isto não bastasse, atualmente, os usuários podem inclusive contribuir na disponibilização de conteúdos, por meio de *forums*, *blogs*, *wikis* entre outros.

No entanto, essas possibilidades não são estendidas a todos, sendo necessário mais que o acesso à um computador e a Internet para que se possam realizá-las. Indivíduos sem as dependências de software ou hardware, ou com algum tipo de deficiência física ou cognitiva são privados do acesso à determinados sites e aplicações web, dependendo da estrutura ou forma de disponibilização de conteúdo utilizada.

Considerando as dependências cognitivas mencionadas, no Brasil, ainda persistem problemas associados a eficácia escolar, dentre eles, a evasão, a repetência, assim como a qualidade média da educação ministrada nas escolas brasileiras [IBGE 2008]. O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) relata que, em 2007, 10% dos indivíduos do país com 15 anos de idade ou mais são analfabetos. Quando esse conceito é estendido ao índice de analfabetos funcionais, definido pela UNESCO como o percentual da população com 15 anos de idade ou mais com menos de 4 anos de estudo, o valor de 21,7% da população brasileira é atingido. Esses indivíduos (analfabetos funcionais) possuem dificuldades com atividades que envolvam a leitura e compreensão de textos dependendo do seu tamanho e complexidade, e portanto possuem acesso restrito aos meios de comunicação que demandem tais atividades.

Nesse contexto, aplicações que utilizem interfaces que sejam compostas por uma grande quantidade de informações textuais sem o devido cuidado, com relação a sua complexidade, representam barreiras de acessibilidade a esses indivíduos. Para usuários analfabetos, especificamente, mesmo a utilização de textos com estrutura simplificada e de reduzidas dimensões não garante o seu acesso a informação, sendo necessários outros meios para a transmissão do conteúdo.

É fato que, atualmente, as interfaces fazem amplo uso de recursos textuais para disponibilização de conteúdo. Mesmo para as aplicações e páginas web, cuja principal característica é a universalização dos meios de acesso a informação¹, a utilização desses recursos é considerada.

A WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*), um dos trabalhos mais conhecidos e utilizados no desenvolvimento de aplicações web acessíveis, já apresenta recomendações direcionadas a usuários com dificuldade em leitura. Tem-se a diretriz 14 da WCAG 1.0 [W3C 1999] e a diretriz 3.1 da WCAG 2.0 [W3C 2008b]. No entanto, esses trabalhos, para satisfazer as diretrizes mencionadas, descrevem apenas técnicas destinadas a melhoria da compreensão do conteúdo por usuários em geral. São apresentados diferentes recursos, princípios de desenvolvimento da interface, a serem utilizados como forma de complemento ou substituição do conteúdo textual. No entanto, a apresentação desses recursos e princípios são generalizados e não garantem que a aplicação seja acessível a usuários analfabetos e analfabetos funcionais. Cada alternativa de representação de conteúdo possui diferentes níveis de compreensibilidade [Medhi et al. 2007a] e diferentes requisitos de *design* para garantir que seja compreendida.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é a identificação de princípios de *design* e seus respectivos requisitos de implementação necessários para o desenvolvimento de aplicações web acessíveis, especialmente, a usuários analfabetos e analfabetos funcionais. A pesquisa para identificação desses princípios e metodologias subjacentes foi realizada de acordo com os princípios da revisão sistemática (SLR - *Systematic Literature Review*) [Kitchenham 2004], com base em estudos que realizassem a implementação de interfaces destinadas a usuários com as características descritas.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na próxima seção, é apresentado o contexto de acessibilidade na web para usuários com dificuldades na leitura (Seção 2);

¹Conforme afirmativa de Tim Berners Lee, inventor da Web e diretor da *World Wide Web Consortium* - W3C

a Seção 3 descreve o processo de revisão sistemática (protocolo e condução); as seções seguintes apresentam as metodologias de *design* utilizadas para a elaboração das interfaces (Seção 4) e os princípios de *design* para usuários analfabetos (Seção 5) obtidos dos estudos; por fim, são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros do trabalho (Seção 6).

2. Acessibilidade na Web para usuários com dificuldade de leitura

Um dos trabalhos de maior relevância na área de acessibilidade na web é a WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) [Freire et al. 2007]. Esse trabalho define uma série de padrões de desenvolvimento de aplicações web que asseguram o acesso por usuários com deficiências visuais, cognitivas, motoras entre outras [W3C 1999].

Na WCAG 2.0, a nova versão da WCAG, o critério de sucesso relacionado ao nível de leitura de um site (3.1.5), assim como o *checkpoint* 14.1 da WCAG 1.0, reforça a necessidade de elaborar o conteúdo de forma simplificada. Esse critério estabelece que textos que requerem habilidade de leitura dos usuários mais avançada que o ensino secundário inferior (de quinta a oitava série, no Brasil) devem apresentar um conteúdo complementar, ou uma versão que seja destinada a pessoas com esse nível de habilidade (ensino secundário inferior) [W3C 2008b].

Esse critério foi estabelecido para auxiliar a compreensão de textos complexos e estabelecer uma forma objetiva que indique a necessidade de conteúdo adicional [W3C 2008a]. Textos difíceis e complexos podem ser apropriados para determinados públicos-alvo, no entanto, mesmo entre usuários que possuam conhecimento especializado no assunto, existem indivíduos que possuem dificuldade de leitura.

Na WCAG 2.0, também são apresentados os critérios de sucesso 3.1.3, 3.1.4 e 3.1.6 que são destinados a pessoas que possuem dificuldade na decodificação de palavras, e na utilização do contexto como forma de auxílio à compreensão [W3C 2008a]. Esses critérios estabelecem que devem ser disponibilizado mecanismos para definição de palavras utilizadas de forma incomum ou restrita (3.1.3), identificação da forma expandida de abreviações (3.1.4) e identificação da pronúncia de palavras que tenham significado ambíguo, dependendo de sua pronúncia (3.1.6).

Como formas de se atender esses requisitos são propostas as seguintes soluções:

- Disponibilização de uma lista de definições.
- Utilização do elemento *link* com direcionamento a um glossário da página.
- Disponibilização de uma função que realize a busca do termo em um dicionário online.
- Utilização de elementos de marcação específicos, como *dfn* (definição de termos), *abbr* (expansão de abreviaturas) e *ruby* (apresentação de fonética).

É importante destacar que, embora fatores como simplicidade e clareza de conteúdo e mecanismos de identificação de significado de palavras favoreçam o acesso à informações por indivíduos com dificuldade de leitura, usuários classificados como analfabetos dificilmente seriam beneficiados por eles.

Nesse contexto, as duas versões da WCAG também recomendam a disponibilização de ilustrações e apresentações audíveis como forma de auxílio à compreensão dos sites e aplicações web (*checkpoint* 14.2 da WCAG 1.0 [W3C 1999] e técnicas suficientes para satisfação do critério de sucesso 3.1.5 da WCAG 2.0 [W3C 2008a]).

Estudos evidenciam que, de fato, a utilização de figuras, fotos, símbolos e a narração dos conteúdos auxilia a compreensão do conteúdo do site a usuários analfabetos [Joshi et al. 2008] [Medhi et al. 2007b] [Taoufik et al. 2007]. No entanto, para garantir que esses canais de comunicação sejam aceitos pelos usuários, é necessário o desenvolvimento de múltiplas interações com os usuários, com o objetivo de adequar o *design* desses conteúdos aos diferentes contextos (costumes, conhecimentos e experiências) dos usuários.

A elaboração dessas representações sem os devidos cuidados nas fases de *design* da aplicação pode levar a má interpretação de conceitos ou informações, uma vez que usuários analfabetos seriam incapazes de utilizar informações textuais para eliminar possíveis ambigüidades que surjam na interpretação das representações.

3. Revisão Sistemática

A revisão sistemática é um procedimento utilizado para identificar, avaliar e interpretar todos estudos disponíveis relevantes a um determinado problema de pesquisa, tópico ou fenômeno de interesse [Kitchenham 2004]. Esse procedimento é utilizado no intuito de realizar revisões de literatura valendo-se do aspecto sistemático do mesmo, que garante uma pesquisa criteriosa e justa dentre os trabalhos disponíveis.

Muitos estudos têm reportado trabalhos sobre o tema de desenvolvimento de interfaces para usuários analfabetos, semi-analfabetos e analfabetos funcionais (fora do contexto da Web). A extração de princípios de *design* utilizados nesses estudos por meio de uma revisão da literatura se mostra ser uma das formas mais adequadas para se iniciar pesquisas nessa área. Por essa razão, foi realizado o procedimento de revisão sistemática com foco no desenvolvimento de interfaces ou aplicações destinadas a usuários com baixos níveis de alfabetização (analfabetos, semi-analfabetos e analfabetos funcionais), visando a extração dos princípios utilizados.

Durante essa revisão foi possível sumarizar as evidências existentes nesta linha de pesquisa, juntamente com os benefícios e limitações da utilização de determinadas tecnologias. As etapas de Planejamento e Condução, dessa revisão, são descritas nas Seções 3.1 e 3.2, respectivamente. Os Resultados são discutidos na Seção 3.3 (considerações iniciais e quantitativas dos estudos selecionados), e nas Seções 4 e 5.

3.1. Planejamento

A etapa de planejamento consiste do levantamento das necessidades e motivações para a realização da revisão sistemática. Aspectos operacionais relacionados aos requisitos necessários para a condução da revisão também devem ser abordados, como por exemplo: ambientes a serem efetuadas buscas, determinação dos critérios de seleção dos estudos, *string* de busca utilizada entre outros. Como resultado das informações obtidas através desse levantamento deve ser elaborado um documento, o protocolo da revisão. A elaboração de um protocolo da revisão faz-se necessária para reduzir as possibilidades de vies dos pesquisadores [Kitchenham 2004].

O documento do protocolo da revisão gerado no planejamento desta revisão sistemática foi elaborado com as seguintes informações:

Objetivo: obter uma lista dos princípios de *design* e seus respectivos requisitos de implementação utilizados no desenvolvimento de interfaces para indivíduos anal-

fabetos e analfabetos funcionais. Esta pesquisa deve apresentar o que é considerado no desenvolvimento dessas interfaces, para evidenciar um possível conjunto de padrões para sistemas destinados a esse tipo de usuário.

Questão da pesquisa: quais os princípios de *design* e tecnologias utilizadas no desenvolvimento de interfaces para usuários analfabetos e analfabetos funcionais?

Método de busca: buscas realizadas por meio dos sistemas de busca em periódicos disponibilizados na Web.

Palavras-chave: *illiterate users, semi-literate users, functional illiterate users, low literacy users*

Lista de fontes: artigos disponíveis nas bibliotecas digitais disponíveis na Web. Foram utilizadas as seguintes bibliotecas: ACM Portal², IEEE Xplore³, Springer⁴, Journals-Elsevier⁵ e Wiley InterScience⁶

Crerios de inclusão e exclusão: todos os artigos que referenciem funcionalidades que favoreçam a utilização de aplicações por usuários com um baixo nível de alfabetização foram incluídos.

Não foram considerados os estudos que não tratam do temas relacionados a interfaces, que envolvem usuários com deficiências cognitivas (dislexia, alzheimer) ou que tratem do tema de educação e aprendizagem de crianças. Considerando esse último tema de pesquisa (educação e aprendizagem), embora usuários desses sistemas possam se adequar ao tipo de usuários foco deste trabalho, sua motivação e objetivos são diferentes e podem influenciar no *design* das interfaces.

Avaliação de qualidade: a disponibilidade dos artigos para *download*, *abstract* dos estudos disponíveis nos sistemas de busca, necessária a descrição dos métodos ou princípios de design utilizado nas interfaces e compatibilidade com o tópic principal da revisão.

3.2. Condução

Nesta etapa de condução as seguintes atividades foram realizadas: execução da busca, seleção dos artigos considerando os critérios de inclusão e exclusão de estudos, avaliação da qualidade dos estudos, definição do formulário de extração dos dados (critérios de inclusão e exclusão de informações contidas nos estudos) e execução da extração. É nessa etapa que ocorrem as buscas na literatura por trabalhos relacionados ao tema definido e a leitura dos mesmos.

Após a definição de uma *string* de busca padrão, utilizando o campo de palavras-chave com o operador *OR* do protocolo, foram realizadas as buscas nas bibliotecas digitais disponíveis na Web, entre os dias 10 de setembro e 29 de setembro de 2008. Para cada um dos sistemas de busca disponíveis foram necessárias alterações na *string* para adaptação à sintaxe imposta pelo ambiente. A quantidade total de trabalhos/estudos encontrados foi de 347, e em cada um dos sistemas a quantidade é apresentada a seguir:

ACM Portal: 245 artigos encontrados

IEEE Xplore: 75 artigos encontrados

²<http://portal.acm.org>

³<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/guesthome.jsp>

⁴<http://www.springer.com>

⁵http://www.elsevier.com/wps/find/journal_browse.cws_home

⁶<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/home>

Springer: Nenhum artigo encontrado

Elsevier: 10 artigos encontrados

Wiley InterScience: 17 artigos encontrados

No primeiro ciclo de seleção dos artigos, considerando, principalmente, os critérios de avaliação de qualidade dos estudos e efetuando a leitura dos *abstracts* dos estudos, foram selecionados 91 dos 347 artigos, resultados da busca.

No segundo ciclo de seleção, utilizando os critérios de inclusão e exclusão de estudos, foram selecionados 27 dos 91 artigos, anteriormente selecionados. Esses 27 artigos foram lidos e utilizados no processo de extração de dados.

3.3. Resultados

Os artigos selecionados foram classificados de acordo com seus anos de publicação e as bibliotecas digitais em que foram disponibilizados para *download*. Esta classificação pode ser melhor visualizada na Figura 1. Alguns artigos selecionados foram publicados e disponibilizados em portais não utilizados nas buscas iniciais, como por exemplo: SpringerLink⁷ e MIT Press⁸. Esses artigos foram encontrados, por sistemas de busca como a ACM *Digital Library* e IEEEExplore que mapeiam artigos presentes em suas próprias bibliotecas e em bibliotecas de outros agentes publicadores.

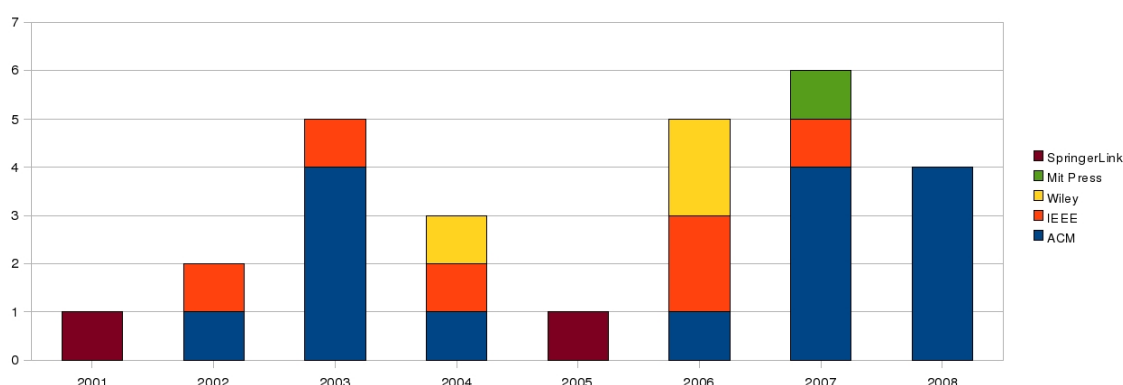


Figura 1. Evolução dos artigos selecionados, classificados pelo portal em que foi encontrado

Dentre os 27 estudos selecionados, mais de 70% foram publicados nos últimos 5 anos, e quase 90% deles foram publicados nos últimos 6 anos. Isso denota que a preocupação no desenvolvimento de interfaces para usuários com restrições de leitura é recente.

A maioria desses estudos segue a linha de pesquisa de *Human Computer Interfaces* (HCI), que destacam interações com os usuários no intuito de analisar as características do ambiente que levam ao *design* da aplicação (21 estudos do total de 27 selecionados). Os demais artigos possuem um enfoque mais tecnológico em sua elaboração, apresentando detalhes do desenvolvimento de tecnologias e arquiteturas destinadas a indivíduos com baixo nível de alfabetização. Embora sejam apresentados princípios de *design* para esses usuários, pouco é discutido a respeito da elaboração e validação desses princípios. Seis trabalhos apresentam essas características.

⁷<http://www.springerlink.com/home/main.mpx>

⁸<http://mitpress.mit.edu/main/home/default.asp>

4. Metodologias de *design*

Para desenvolver interfaces para usuários analfabetos e analfabetos funcionais, faz-se necessária a implementação de diferentes modos de comunicação que substituam ou complementem os conteúdos textuais das interfaces. Estas alternativas de disponibilização de conteúdo devem estar, ainda, vinculadas ao conhecimento de costumes e fatores culturais dos usuários, para garantir que as mesmas sejam compreendidas.

Características como baixo nível educacional e analfabetismo da língua, frequentemente, estão associadas ao analfabetismo computacional. Dessa forma, considerando a ampla diferença cultural entre usuário e desenvolvedor, torna-se difícil a elaboração de um modelo conceitual aceito pelos usuários partindo de abordagens não experimentais no *design* da interface. Esse fato pode ser observado no alto número de estudos que realizam interações com usuários (21 artigos, mais do que 75% dos estudos selecionados), seja durante a fase de implementação ou fase de testes da interface do sistema. É importante destacar que muitos destes estudos, inclusive, utilizam-se de interações com os usuários durante as duas fases (implementação e testes).

A seguir, são descritas as formas de interação com os usuários empregadas nos trabalhos: interações na fase de implementação da aplicação (Seção 4.1) e interações na fase de testes (Seção 4.2).

4.1. Abordagens experimentais de *design*

Dentre os estudos que descrevem interações com os usuários durante a fase de implementação da aplicação (14 estudos dos 21 mencionados), grande parte deles não descreve uma abordagem ou metodologia formal utilizada no *design* das interfaces (8 artigos). Nesses estudos são descritos procedimentos efetuados no intuito de se familiarizar com os conhecimentos dos usuários, como por exemplo: observação do ambiente de trabalho [Blake 2002] [Ghosh et al. 2003] [Parikh et al. 2003], sessões de gravação de atividades relacionadas a aplicação a ser desenvolvida [Boucheix 2004] [Plauche et al. 2006] [Summers et al. 2006], entrevistas [Joshi et al. 2008], questionários [Martins et al. 2003] e apresentação de *mockups* das interfaces para os usuários [Parikh et al. 2003].

As metodologias formais de *design* de interfaces mencionadas nos estudos são apresentadas a seguir:

Design Participativo: o emprego da participação dos próprios usuários nas interações de *design* da aplicação. Em determinados casos, são utilizados modelos de representação (desenhos, gestos) em reuniões com os usuários, para melhor expressar idéias e conceitos a serem considerados no *design* [Allen 2005] [Medhi et al. 2007a].

Design Etnográfico: a etnografia emprega o conceito de imersão social, durante um determinado período, em uma determinada comunidade no intuito de compreender de forma coerente as características da mesma [Hemmings and Crabtree 2002]. Este conceito é utilizado como metodologia de *design*, visando compreender as necessidades dos usuários de acordo com a aplicação a ser desenvolvida [Medhi et al. 2007b].

Wizard-of-Oz: procedimento para execução de testes, em que o usuário é instruído a se comunicar com o computador utilizando linguagem natural, quando na verdade a interação com o computador é intermediada por um operador humano

[Dahlback et al. 1993]. Utilizada para elaborar características específicas de uma interação por voz efetuada pelo sistema no trabalho [Taoufik et al. 2007], durante sua fase de implementação.

Modelo Evolucionário: emprego de um ciclo de desenvolvimento que considera a implementação de protótipos da interface, que não estão completamente desenvolvidas, apresenta-las aos usuários a fim de receber *feedback* e comentários que são utilizados no refinamento do protótipo [Walsh and Meade 2003]. O ciclo é repetido até que uma interface adequada seja elaborada [Taoufik et al. 2007].

Design Contextual: a metodologia guia os desenvolvedores a entender e implementar o *redesign* do trabalho realizado pelos usuários, com base em decisões, tomadas a partir de dados extraídos dos próprios usuários, sobre quais necessidades devem ser focadas, o que o sistema deve fazer e como deveria ser estruturado [Beyer and Holtzblatt 1999]. Esta metodologia foi adotada também por [Prasad et al. 2008].

4.2. Metodologias de avaliação da interface

A execução de testes nas interfaces finais desenvolvidas foi realizada em 14 trabalhos. A maioria desses trabalhos não define uma abordagem específica ou formal de avaliação da interface. É importante ressaltar que em muitos desses trabalhos, mais de uma forma de avaliação de interfaces foi implementada. As metodologias utilizadas foram:

- Observação da utilização dos usuários para realizar o levantamento de problemas [Akan et al. 2006].
- Apresentação da interface aos usuários instruindo-os a verbalizar seus pensamentos de acordo com suas impressões do sistema (semelhante ao método *Think Aloud*, no entanto isso não é determinado nos estudos) [Parikh et al. 2003]. [Plauché and Prabaker 2006].
- Teste da fixação do conteúdo apresentado na interface (sistemas que tem por finalidade instrução e aprendizagem dos usuários) [Boucheix 2004].
- Avaliação quantitativa evidenciando tempo necessário para conclusão de uma tarefa [Hahn et al. 2004] [Joshi et al. 2008] [Medhi et al. 2007b] [Plauché and Prabaker 2006].
- Avaliação da quantidade de erros nas interações [Joshi et al. 2008] [Plauché and Prabaker 2006] [Taoufik et al. 2007].
- Análise dos níveis de utilização dos recursos da interface [Jibaja-Weiss et al. 2006].
- Teste de reconhecimento das componentes de interface ou representações [Ghosh et al. 2003] [Medhi et al. 2007a] [Shakeel and Best 2002].
- Avaliação qualitativa de acordo com preferências dos usuários [Hahn et al. 2004] [Shakeel and Best 2002].
- Análise da eficácia do sistema de reconhecimento de voz (*ASR - Automatic Speech Recognition*) [Petta and Woloshyn 2001].
- Assistências necessárias para a conclusão de uma determinada tarefa [Taoufik et al. 2007].

Dentre os trabalhos que apresentaram a implementação de metodologias formais na execução dos testes nas interfaces, apenas dois se destacam:

- Becker [Becker 2004] realizou um **Estudo de usabilidade** de sites que disponibilizam informações a respeito de saúde analisando, entre outras características, o nível de complexidade do conteúdo textual dos mesmos;
- Taoufik et al. [Taoufik et al. 2007] executaram o procedimento de inspeção de usabilidade de **avaliação heurística**. A **Avaliação Heurística** é implementada por meio da observação da interface, considerando alguns princípios de usabilidade, na finalidade de se expressar opiniões a respeito dos pontos positivos e negativos da mesma [Nielsen and Molich 1990].

5. Princípios de *Design* para analfabetos e analfabetos funcionais

Os princípios de *design* são características específicas presentes na interface de uma aplicação que garantem um determinado grau de generalização de acordo com a sua finalidade. Nos estudos selecionados, durante o procedimento de revisão sistemática, foram extraídos princípios que têm por finalidade garantir ou melhorar o reconhecimento e compreensão do conteúdo e das funcionalidades das aplicações desenvolvidas para usuários com baixo nível de alfabetização (analfabetos, semi-analfabetos e analfabetos funcionais). Os princípios extraídos foram classificados em 7 grupos, conforme descritos a seguir:

(1.) **TTS (*Text-to-speech*) e ASR (*Automatic Speech Recognition*):** narração do conteúdo da aplicação e reconhecimento de voz para realização de entradas de dados no sistema.

Para esses estudos a voz é compreendida como um meio universal de comunicação entre as comunidades. Recursos como a síntese de texto em voz são utilizados para facilitar a disponibilização dos conteúdos textuais [Shakeel and Best 2002] [Walsh and Meade 2003], no entanto os sistemas de síntese são de uso restrito a determinadas línguas. Alguns idiomas possuem peculiaridades fonéticas entre regiões ou até mesmo falta de desenvolvimento da tecnologia de síntese de texto em voz. Como solução para esses casos são utilizadas gravações dos conteúdos a serem transmitidos [Taoufik et al. 2007], para assegurar maior identificação, pelos usuários, com o sistema.

O recurso de reconhecimento automático de fala também apresenta os mesmos problemas de desenvolvimento dos de síntese (diferenças fonéticas entre determinadas regiões). Nesse contexto, um estudo especificamente [Plauché and Prabaker 2006] aborda a implementação de uma estrutura simplificada nos diálogos para melhorar o índice de acerto do sistema, utilizando apenas palavras simples como entrada [Agarwal et al. 2008] [Boucheix 2004] [Cervantes and Sambasivan 2008] [Fulcher et al. 2003] [Hahn et al. 2004] [Jibaja-Weiss et al. 2006] [Kumar et al. 2007a] [Kumar et al. 2007b] [Martins et al. 2003] [Medhi et al. 2007b] [Medhi et al. 2007a] [Parikh et al. 2003] [Petta and Woloshyn 2001] [Plauche et al. 2006] [Prasad et al. 2008].

(2.) **Simplicidade do conteúdo textual:** disponibilização de textos simples na aplicação.

O não alinhamento dos níveis de complexidade textuais das aplicações com as capacidades de compreensão de leitura dos usuários pode gerar consequências severas de acesso a informação [Becker 2004] [Summers et al. 2006]. No entanto, a utilização de recursos associados a simplificação textual, a qual objetiva

a simplificação da estrutura linguística do texto para melhorar sua compreensão [Aluisio et al. 2008], tem como foco indivíduos com um mínimo de habilidade de leitura, não sendo recomendado para usuários analfabetos e semi-analfabetos.

(3.) Representações gráficas: utilização de figuras ou símbolos, para identificar esquemas de navegação ou até mesmo conteúdo da aplicação.

Representações gráficas agregam componentes que envolvem animações, vídeos, fotos, ícones, entre outros. Medhi et al. descreve em seu trabalho que essas representações possuem níveis de entendimento diferenciado de acordo com o domínio que se deseja representar e contexto cultural dos usuários [Medhi et al. 2007a]. A necessidade de adequação ao contexto cultural no desenvolvimento dessas representações pode ser evidenciada em vários outros trabalhos [Blake 2002] [Jibaja-Weiss et al. 2006] [Medhi et al. 2007b]. Dentre esses trabalhos também são utilizados cores como forma de indexação de informações [Joshi et al. 2008] e indicação de conteúdo [Parikh et al. 2003], tutoriais de vídeo [Akan et al. 2006] [Taoufik et al. 2007], tabelas para estruturação dos dados [Ghosh et al. 2003] [Parikh et al. 2003] (recurso altamente associado a cultura dos usuários do sistema), entre outros [Boucheix 2004] [Hahn et al. 2004] [Martins et al. 2003] [Plauche et al. 2006] [Prasad et al. 2008] [Shakeel and Best 2002] [Boucheix 2004] [Joshi et al. 2008] [Martins et al. 2003].

(4.) Dados numéricos: utilização de números para identificação de conceitos e esquemas de navegação.

Estudos evidenciam que, embora os usuários sejam analfabetos, eles sejam capazes de identificar números [Taoufik et al. 2007] e para determinadas culturas (Microfinanças na Índia) é observada a familiaridade com operações matemáticas relativamente complexas [Ghosh et al. 2003] [Parikh et al. 2003]. Para esses últimos estudos foi observado que utilização de representações de unidade como o cifrão (\$), símbolo de porcentagem (%) são informações representativas no reconhecimento de funcionalidades atribuídas a determinados campos de entrada na interface.

(5.) Help: disponibilização de *Help* em todas as interações do sistema.

A possibilidade de auxílio oferecida pelos sistemas é ainda mais crítica, quando considerando usuários analfabetos computacionais. Para eles a atividade exploratória do sistema é pouco utilizada, pelo não conhecimento das funções básicas oferecidas pelo dispositivo. Medhi et al., para incentivar ainda mais o uso da ajuda do sistema, implementam uma metáfora de uma pessoa ajudando diretamente durante as interações, por meio de uma foto de uma mulher disponibilizada em todas as interfaces. Ao evento *mouse-over* da foto, frases de ajuda são narradas descrevendo o propósito da tela e as funcionalidades dos ícones [Medhi et al. 2007b]. Já Taoufik et al. descrevem que com a disponibilização de auxílio de caráter proativo (disparado de acordo com o tempo de inatividade do sistema), narrando as funcionalidades do sistema conforme são realizadas as interações de navegação na interface, obtém-se resultados mais satisfatórios no uso do sistema [Jibaja-Weiss et al. 2006] [Prasad et al. 2008] [Taoufik et al. 2007].

(6.) Alternativas ao uso de computadores: utilização de alternativas de hardware que utilizam modelos conceituais e metáforas de interação de melhor reconhecimento pelo usuário.

Os recursos de interação disponibilizados pelos computadores podem ser inacessíveis aos usuários por questões financeiras [Kumar et al. 2007a] ou operacionais (dificuldade de utilização) [Kumar et al. 2007b]. Para tanto são utilizadas alternativas de dispositivos como: *touchscreens* [Hahn et al. 2004] [Taoufik et al. 2007], celulares e telefones [Joshi et al. 2008] [Kumar et al. 2007b] [Kumar et al. 2007a] [Agarwal et al. 2008] ou sistemas de uso específico para a aplicação [Akan et al. 2006] [Jones et al. 2007] [Plauché and Prabaker 2006] [Plauche et al. 2006] [Shakeel and Best 2002] [Cervantes and Sambasivan 2008].

(7.) **Guided linearity:** linearização da estrutura navegacional durante as interações com os usuários.

A diminuição do número de tarefas a serem efetuadas por tela é denotado como um facilitador de compreensão da interface [Parikh et al. 2003] [Summers et al. 2006].

É importante ressaltar que a maioria dos estudos utilizam mais de um princípio no seu desenvolvimento. A implementação de mais de um princípio produz resultados diferenciados, permitindo, inclusive, uma melhora no nível de entendimento das componentes, conforme pode ser observado nos testes executados por Medhi et al. [Medhi et al. 2007a].

Alguns desses princípios estão fortemente vinculados a características culturais da população foco do estudo, de forma que para garantir o entendimento desses recursos na interface é necessário um amplo contato com os usuários durante as fases de desenvolvimento, conforme já denotado na seção 4. Esse requisito de desenvolvimento implica num alto grau de especialização da interface, o que resulta em restrições de acessibilidade a outras comunidades. Dessa forma, a utilização desses princípios deve ser efetuada seguindo padrões de **design contextual**, **etnográfico** ou **participativo** e ainda vir acompanhados de outros princípios para não limitar o acesso a um determinado grupo de usuários. Os princípios que mais claramente denotam essa característica são: **Representações gráficas** e **Dados numéricos**. É importante observar, que algumas representações desses princípios são menos afetadas por essa característica como por exemplo: utilização de cores para denotar informações [Joshi et al. 2008] [Parikh et al. 2003] e símbolos de unidades de medida [Ghosh et al. 2003] [Parikh et al. 2003]. Provavelmente, devido a universalidade do significado a elas empregado.

Por outro lado, poucos estudos revelam cuidados na elaboração das interações de voz com os usuários, de forma que pouco tempo é gasto na etapa de desenvolvimento na elaboração das mesmas. Taoufik et al. utilizam o método *Wizard-of-oz* para elaboração das frases a serem escutadas pelos usuários, no entanto seu enfoque é na compreensão do texto lido, não em aspectos de usabilidade da interação multimodal (voz e interface visual)[Taoufik et al. 2007]. Esse aspecto de usabilidade em interações multimodais é tratado no trabalho de Walsh e Meade, em que é considerada um controle sobre os modos em que estão sendo efetuadas as interações com a interface, para evitar uma possível sobrecarga sensorial do usuário [Walsh and Meade 2003]. Com relação à preocupação nas interações apenas em interfaces de voz, uma possível simplificação dos diálogos com o sistema é abordada, no trabalho de Plauche e Prabaker [Plauché and Prabaker 2006], conforme previamente descrito nesta seção. É importante destacar, ainda para este princípio, que sua utilização é altamente dependente no desenvolvimento de tecnologias

de sintetização de texto e reconhecimento de voz compatíveis com a língua compreendida pela população para a qual a aplicação é destinada.

Os princípios de **Simplicidade do conteúdo textual**, *Guided linearity* e utilização de *Help* já são reconhecidos entre campos de estudo relacionados a acessibilidade na web [Sevilla et al. 2007] [W3C 1999] [W3C 2008b] e usabilidade das aplicações em geral (décima heurística de Nielsen [Nielsen 1994]).

A utilização de alguns desses princípios no contexto da web ainda é restrita, devido a limitações tecnológicas impostas pela plataforma (**TTS (Text-to-speech) e ASR (Automatic Speech Recognition)**). Kumar et al. já destacaram a importância do tema de interfaces para usuários analfabetos na web, por meio da implementação de uma nova arquitetura, baseada em sites de Voz, para superar essa limitação [Kumar et al. 2007b] [Kumar et al. 2007a]. A síntese de texto em voz pode ser realizada por meio da utilização de tecnologias como Aplets, mas o reconhecimento ainda é muito restrito. Tecnologias de desenvolvimento de aplicações multimodais, como o XHTML+Voice [Axelsson et al. 2004], já abordam esse problema, mas sua utilização é limitada a determinados navegadores, e essa tecnologia especificamente (XHTML+Voice) é disponível apenas para a língua inglesa.

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O objetivo da revisão sistemática foi a extração de princípios de *design* e tecnológicos destinados a usuários analfabetos e analfabetos funcionais, que foram utilizados na literatura até o momento.

A maior parte dos estudos encontrados por meio do procedimento de revisão sistemática mostra a utilização de técnicas de *design* centrado em usuários para realizar a implementação desses princípios. Isso se deve ao fato de que a elaboração de meios alternativos às mídias textuais, que de fato sejam reconhecidos e compreendidos por esses usuários, requer vínculo com as características sociais e culturais desses indivíduos.

Também pôde ser observado que determinados princípios de *design* utilizados requerem maior empenho em sua fase de elaboração que outros, conforme foi observado pelos princípios de **Representações gráficas e Dados numéricos**. Enquanto outros, embora aparentemente menos custosos ao nível de desenvolvimento, ainda devem ser melhor abordados e possuem limitantes tecnológicos a serem implementados (**TTS e ASR**).

Como trabalhos futuros pretende-se implementar uma ferramenta de auxílio a leitura de textos disponíveis na Web, como uma tecnologia assistiva, utilizando os princípios de *design* identificados neste trabalho.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo) e da Microsoft Research (MSR) - processo: 2007/54565-8.

Referências

Agarwal, S., Chakraborty, D., Challa, S., Kambhatla, N., Kumar, A., Mukherjea, S., Nanavati, A. A., and Rajput, N. (2008). Pyr.meat.it: permeating it towards the base of the pyramid. volume 42, pages 108–109, New York, NY, USA. ACM.

- Akan, K., Farrell, S., Zerull, L., Mahone, I., and Guerlain, S. (2006). escreening: Developing an electronic screening tool for rural primary care. *Systems and Information Engineering Design Symposium, 2006 IEEE*, pages 212–215.
- Allen, J. (2005). Designing desirability in an augmentative and alternative communication device. *Univers. Access Inf. Soc.*, 4(2):135–145.
- Aluisio, S. M., Specia, L., Pardo, T. A., Maziero, E. G., and Fortes, R. P. (2008). Towards brazilian portuguese automatic text simplification systems. In *DocEng '08: Proceeding of the eighth ACM symposium on Document engineering*, pages 240–248, New York, NY, USA. ACM.
- Axelsson, J., Cross, C., Ferrans, J., McCobb, G., Raman, T. V., and Wilson, L. (2004). Xhtml+voice profile 1.2. Technical report.
- Becker, S. A. (2004). A study of web usability for older adults seeking online health resources. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 11(4):387–406.
- Beyer, H. and Holtzblatt, K. (1999). Contextual design. *interactions*, 6(1):32–42.
- Blake, E. H. (2002). Extended abstract a field computer for animal trackers. *CHI '02: CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 532–533.
- Boucheix, J.-M. (2004). Multimedia simulation and comprehension aid for complex technical documents: A course for crane drivers. *ICALT '04: Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 898–899.
- Cervantes, R. and Sambasivan, N. (2008). Voicelist: user-driven telephone-based audio content. *MobileHCI '08: Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, pages 499–500.
- Dahlback, N., Jonsson, A., and Ahrenberg, L. (1993). Wizard of oz studies: why and how. In *IUI '93: Proceedings of the 1st international conference on Intelligent user interfaces*, pages 193–200, New York, NY, USA. ACM.
- Freire, A. P., Goularte, R., and de Mattos Fortes, R. P. (2007). Techniques for developing more accessible web applications: a survey towards a process classification. In *SIGDOC '07: Proceedings of the 25th annual ACM international conference on Design of communication*, pages 162–169, New York, NY, USA. ACM.
- Fulcher, J., Gluck, R., Worthy, M., Draisma, K., and Vialle, W. (2003). A neural network, speech-based approach to literacy. *ISICT '03: Proceedings of the 1st international symposium on Information and communication technologies*, pages 40–45.
- Ghosh, K., Parikh, T. S., and Chavan, A. L. (2003). Design considerations for a financial management system for rural, semi-literate users. *CHI '03: CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 824–825.
- Hahn, E. A., Cella, D., Dobrez, D., Shiomoto, G., Marcus, E., Taylor, S. G., Vohra, M., Chang, C.-H., Wright, B. D., Linacre, J. M., Weiss, B. D., Valenzuela, V., Chiang, H.-L., and Webster, K. (2004). The talking touchscreen: A new approach to outcomes assessment in low literacy. *Psycho-Oncology*, Volume 13, Issue 2:86–95.
- Hemmings, T. and Crabtree, A. (2002). Ethnography for design? International Workshop on "Interpretive" Approaches to Information Systems and Computing Research.

- IBGE (2008). Síntese dos indicadores sociais - uma análise das condições de vida da população brasileira. disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsoais2008/indic_sociais2008.pdf.
- Jibaja-Weiss, M. L., Volk, R. J., Friedman, L. C., Granchi, T. S., Neff, N. E., Spann, S. J., Robinson, E. K., Aoki, N., and Beck, J. R. (2006). Preliminary testing of a just-in-time, user-defined values clarification exercise to aid lower literate women in making informed breast cancer treatment decisions. *Health Expectations*, Volume 9, Issue 3:218–231.
- Jones, M., Harwood, W., Buchanan, G., and Lalmas, M. (2007). Storybank: an indian village community digital library. *JCDL '07: Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pages 257–258.
- Joshi, A., Welankar, N., BL, N., Kanitkar, K., and Sheikh, R. (2008). Rangoli: a visual phonebook for low-literate users. *MobileHCI '08: Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, pages 217–223.
- Kelly, B., Sloan, D., Phipps, L., Petrie, H., and Hamilton, F. (2005). Forcing standardization or accommodating diversity?: a framework for applying the wcag in the real world. In *W4A '05: Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A)*, pages 46–54, New York, NY, USA. ACM.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Technical report, Keele University and NICTA.
- Kumar, A., Rajput, N., Chakraborty, D., Agarwal, S. K., and Nanavati, A. A. (2007a). Voiserv: Creation and delivery of converged services through voice for emerging economies. *World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks, 2007. WoWMoM 2007. IEEE International Symposium on a*, pages 1–8.
- Kumar, A., Rajput, N., Chakraborty, D., Agarwal, S. K., and Nanavati, A. A. (2007b). Wwtw: the world wide telecom web. *NSDR '07: Proceedings of the 2007 workshop on Networked systems for developing regions*, pages 1–6.
- Martins, I. H., de Carvalho, L. A. V., Ferreira, L., do Socorro Martins Calháu, M., and Benício, M. L. T. (2003). Man-computer interaction aspects in systems for the young people and non-alphabetized adults. *CLIHIC '03: Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*, pages 235–238.
- Medhi, I., Prasad, A., and Toyama, K. (2007a). Optimal audio-visual representations for illiterate users of computers. *WWW '07: Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web*, pages 873–882.
- Medhi, I., Sagar, A., and Toyama, K. (2007b). Text-free user interfaces for illiterate and semiliterate users. *Inf. Technol. Int. Dev.*, 4(1):37–50.
- Nielsen, J. (1994). Ten usability heuristics. disponível em: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html.

- Nielsen, J. and Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In *CHI '90: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 249–256, New York, NY, USA. ACM.
- Parikh, T., Ghosh, K., and Chavan, A. (2003). Design studies for a financial management system for micro-credit groups in rural india. *CUU '03: Proceedings of the 2003 conference on Universal usability*, pages 15–22.
- Petta, T. D. and Woloshyn, V. E. (2001). Voice recognition for on-line literacy: Continuous voice recognition technology in adult literacy training. *Education and Information Technologies*, 6(4):225–240.
- Plauche, M., Nallasamy, U., Pal, J., Wooters, C., and Ramachandran, D. (2006). Speech recognition for illiterate access to information and technology. *Information and Communication Technologies and Development, 2006. ICTD '06. International Conference on*, pages 83–92.
- Plauché, M. and Prabaker, M. (2006). Tamil market: a spoken dialog system for rural india. *CHI '06: CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1619–1624.
- Prasad, A., Medhi, I., Toyama, K., and Balakrishnan, R. (2008). Exploring the feasibility of video mail for illiterate users. *AVI '08: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pages 103–110.
- Sevilla, J., Herrera, G., Martinez, B., and Alcantud, F. (2007). Web accessibility for individuals with cognitive deficits: A comparative study between an existing commercial web and its cognitively accessible equivalent. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 14(3):12.
- Shakeel, H. and Best, M. (2002). Community knowledge sharing: an internet application to support communications across literacy levels. *Technology and Society, 2002. (ISTAS'02). 2002 International Symposium on*, pages 37–44.
- Summers, K., Langford, J., Wu, J., Abela, C., and Souza, R. (2006). Designing web-based forms for users with lower literacy skills. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, Volume 43, Issue 1:174.
- Taoufik, I., Kabaili, H., and Kettani, D. (2007). Designing an e-government portal accessible to illiterate citizens. *ICEGOV '07: Proceedings of the 1st international conference on Theory and practice of electronic governance*, pages 327–336.
- W3C (1999). Web content accessibility guidelines 1.0. W3C Recommendation. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>.
- W3C (2008a). A guide to understanding and implementing web content accessibility guidelines 2.0. W3C Working Group Note. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/Overview.html>.
- W3C (2008b). Web content accessibility guidelines (wcag) 2.0. W3C Recommendation. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>.
- Walsh, P. and Meade, J. (2003). Speech enabled e-learning for adult literacy tutoring. *Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings. The 3rd IEEE International Conference on*, pages 17–21.