

VIRANDO A PÁGINA: um novo conceito de acessibilidade na web para deficientes visuais

Oswaldo de Souza*
Hamilton Rodrigues Tabosa**

RESUMO

Apresenta proposta de arquitetura de informação para a conversão de documentos hipertextos em documentos *hipergeométricos* que preservam as características do original e adicionam uma funcionalidade assistiva otimizada direcionada a deficientes visuais. Apresenta brevemente conceitos de interface, ergonomia, tecnologias assistivas e acessibilidade, além de incluir discussões sobre a qualidade das páginas web de várias Instituições de Ensino Superior à luz dos critérios definidos pelo *World Wide Web Consortium (W3C)* para acessibilidade de documentos na WEB 2.0. A proposta é fundamentada na Teoria dos Conjuntos e na Teoria dos Grafos, e em especial em Multigrafos, o que resulta em um tipo de documento hipergeométrico navegável. Apresentam-se a formulação teórica e a validação da teoria por meio de um estudo de caso. A tecnologia assistiva para acesso à informação proposta oferece uma experiência de navegabilidade que transcende a leitura sequencial hoje imposta aos deficientes visuais por leitores de tela convencionais.

Palavras-chave: Tecnologias assistivas. Arquitetura da Informação. Documento hipergeométrico. Leitura. Deficiência Visual.

* Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará, Brasil. Professor do Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Ceará, Brasil.
E-mail: osvsouza@gmail.com

** Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal da Paraíba, Brasil. Professor do Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Ceará, Brasil.
E-mail: hamilton.rt@ufc.br

I INTRODUÇÃO

A despeito de haver ou não unanimidade quanto ao termo Sociedade da Informação e de sua eficácia em representar a sociedade atual, em detrimento de outros termos tais como “sociedade do conhecimento” ou mesmo “sociedade capitalista”, sobre os quais Kurz (2002) e Duarte (2003) apresentam uma série de argumentos favoráveis e desfavoráveis, havemos de convir que, na sociedade atual, há um maciço aumento da produção e oferta de fontes de informação e de meios de acesso a essas fontes.

Esse aumento na produção e disponibilização de informações provocou a preocupação com a organização e recuperação

do crescente volume de informação produzida para permitir o acesso ao conhecimento a todos, indistintamente, o que não é tarefa fácil, pois diante das transformações sofridas pela sociedade – tecnológicas, econômicas e sociais – tornam-se patentes novas formas de exclusão: a exclusão informacional e a exclusão digital. (MEDEIROS NETO; MIRANDA, 2009).

Dentre esses excluídos, destacamos os deficientes visuais que, para terem acesso à informação, necessitam de equipamentos especiais nem sempre disponíveis nas unidades de informação, como *softwares* especializados, por exemplo.

O acesso à informação, além de ser uma garantia constitucional, é também instrumento de mudança social. Autores como Paula (2007)

e Barreto (2003) afirmam que a sociedade da informação sugere a universalização do conhecimento produzido, não se admitindo que nenhum grupo social da comunidade seja excluído, ou seja, pessoas com deficiências visuais não podem deixar de ter acesso à informação e ao conhecimento. Necessário é, portanto, tornar a informação acessível, dispô-la de forma que todos possam usufruir do mesmo conteúdo, ainda quem em formas diferentes: é a famosa acessibilidade.

A favor dos deficientes visuais existem softwares criados para ler o conteúdo das páginas *web*, que são popularmente são chamados de “leitores de telas”, tais como: Virtual Vision, Monitivox, Jaws e o Dosvox, sendo este último um dos mais difundidos no Brasil, por oferecer recursos como editor de texto, jogos, formatador para Braille, correio eletrônico, etc. Todavia, podemos perceber que, mesmo estes softwares têm desempenho abaixo do desejável, se considerarmos a experiência de acesso que oferecem através da leitura sequencial das páginas. Essa modalidade de leitura sequencial é tão importante para o desempenho da leitura que voltaremos a esta questão mais adiante.

Com relação à acessibilidade, há inclusive força de lei que a estabelece e a caracteriza. Vejamos o Decreto 5.296 de 2004, Art. 8º, inciso I, que descreve a acessibilidade como:

[...] condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida. (BRASIL, 2004).

Assim, acessibilidade é uma forma de garantir a utilização de locais por qualquer pessoa e tornar produtos ou serviços acessíveis para qualquer indivíduo com algum tipo de limitação temporária ou permanente. No caso abordado neste artigo, representa a igualdade de acesso de fato, permitindo que qualquer pessoa, com ou sem deficiência visual, utilize produtos ou serviços de informação.

É, portanto, mais do que gentileza, uma obrigação legal das instituições, que as suas páginas na *web* cumpram padrões de acessibilidade, permitindo a navegação por qualquer usuário,

deficiente ou não. Todavia, apesar de existirem recomendações e normas técnicas relativas à acessibilidade na *web*, elas não possuem qualquer tipo de força coercitiva legal que obrigue os criadores e mantenedores de páginas nesse ambiente a respeitarem convenções, recomendações ou normas relacionadas à acessibilidade. Mesmo instituições federais não respeitam plenamente tais recomendações, como demonstramos no quadro comparativo que é apresentado na seção 3 deste documento.

Na realidade, a despeito da baixa adoção das normas de acessibilidade existentes, conforme veremos adiante, acreditamos que ainda que elas fossem regamente cumpridas, não chegariam a atender plenamente as necessidades de acessibilidade dos deficientes visuais, fazendo-nos refletir sobre o que seria necessário para que pessoas com deficiência visual parcial ou completa tivessem pleno acesso à *web*. Essas inquietações nos levaram a questionar: “[...] É possível desenvolver uma arquitetura da informação capaz de oferecer aos deficientes visuais um acesso aprimorado às páginas *web*, capaz de transcender as limitações de usabilidade presentes nos tradicionais leitores de tela? [...]”.

Tal questionamento motivou a busca por respostas e justificou a realização de uma pesquisa, iniciada em 2008 e ainda em andamento, cujo resultado parcial, porém significativo, é apresentado neste trabalho. O objetivo geral da pesquisa é a inovação científica e tecnológica relativas à melhoria da experiência de leitura dos deficientes visuais. Na pesquisa, empreendeu-se uma ampla revisão das ferramentas e técnicas existentes aplicáveis ao problema, o que permitiu a constatação de que a *leitura sequencial*, discutida na sessão quatro, é sempre o maior problema. A partir dessa constatação, buscaram-se soluções que superassem as limitações impostas pelo problema.

A pesquisa, interdisciplinar, alia conhecimentos advindos da Ciência da Computação (CC) e da Ciência da Informação (CI), baseada na afirmação de González de Gómez (2007) a respeito da interdisciplinaridade da CI e em Saracevic (1996), para quem a CI está inexoravelmente ligada à CC, e, juntas, essas áreas podem oferecer soluções para vários problemas que gravitam os fenômenos informacionais, bem como desenvolver produtos

e serviços de informação de acordo com as necessidades da sociedade atual.

O resultado parcial da pesquisa em desenvolvimento refere-se a uma formulação teórica, e validação da teoria em um caso real, na qual é estabelecida uma proposta de arquitetura de informação para a reconstrução de documentos hipertextos em um novo tipo de documento. Uma forte característica do documento resultante da aplicação dessa proposta de arquitetura de informação é o favorecimento de uma abordagem assistiva, no que concerne à minimização do esforço cognitivo requerido na compreensão da estrutura do documento por parte do deficiente visual.

A arquitetura proposta é inspirada na Teoria dos Conjuntos (MEYER, 1969) e na Teoria dos Grafos (ORE, 1990) particularmente no subtipo Grafo denominado Multigrafo. A partir dessa arquitetura uma página *web* é transformada em um documento hipergeométrico, *hiper* porque mantém a característica de ligações entre os textos (*hyperlinks*) comuns nas páginas *web* e geométrico porque a estrutura e o conteúdo de uma página *web* são reescritos em um modelo hierárquico inspirado em abstrações de figuras geométricas simples. Desta forma é mantida a capacidade de navegação entre as páginas, contudo, rompe com o atual modelo planar predominante na *web*.

Detalhes desta transformação e de sua formulação teórica são apresentados adiante, bem como se apresentam resultados da aplicação dessa formulação em um exemplo real.

2 CONCEITOS PRIMORDIAIS

Nas seções 2 e 3 deste artigo são tratadas, com brevidade, questões conceituais e terminológicas referentes a interfaces, critérios de qualidade, ergonomia e tecnologias assistivas, de forma que o leitor familiarizado com o tema pode dispensar a leitura dessas seções e ir direto à apresentação da formulação teórica aqui proposta, a qual é iniciada a partir da seção 4, com a interpretação pseudo-geométrica de documentos *web*.

2.1 Interfaces: Conceitos e Critérios de Qualidade

Quando surgiram os primeiros conceitos de interface, ela era entendida como o *hardware* e o *software* através dos quais um humano e um

computador podiam se comunicar. Hoje, o conceito de interface inclui também aspectos relativos ao processamento perceptual, motor, visomotor e cognitivo do usuário. Johnson (2001, p. 17) afirma que a palavra interface se refere a “softwares que dão forma à interação entre o usuário e o computador. A interface atua como uma espécie de tradutor, mediando entre as duas partes, tornando uma sensível a outra”, porém, Oliveira e Baranauskas (1999) nos alertam para que não entendamos o termo interface sob uma noção simplista de conversação em que uma pessoa diz algo e o computador responde, pois os avanços na área dos estudos linguísticos têm demonstrado que a interação humano-computador vai muito além de um simples diálogo.

Para esses autores, o conceito de interface se assenta em um pano de fundo semiótico, em que diversas entidades comunicam-se entre si, sendo uma ou mais dessas entidades, o homem. Para eles, o termo interação homem-máquina parece não ser o mais adequado, uma vez que o homem não interage com o computador, mas com o que ele veicula: “[...] Podendo assumir milhares de formas, o computador tem a capacidade de representar milhares de entidades. É com estas entidades representadas pelo computador que nos comunicamos e percebemos que estas entidades comunicam-se também entre si [...]”. (OLIVEIRA; BARANAUSKAS, 1999, p. 2).

Prates e Barbosa (2012, p. 2) defendem que interface é o nome dado a “[...] toda a porção de um sistema com a qual um usuário mantém contato ao utilizá-lo, tanto ativa quanto passivamente. [...] Considerando a interação como um processo de comunicação, a interface pode ser vista como o sistema de comunicação utilizado nesse processo [...]”. As autoras mencionam também a definição bastante utilizada de Moran (1981, p. 4): “[...] a parte de um sistema computacional com a qual uma pessoa entra em contato - física, perceptiva ou conceitualmente [...]”, onde a dimensão física diz respeito aos elementos que o usuário pode manipular; a dimensão perceptiva abrange os que são passíveis de percepção por parte dos sujeitos e a dimensão conceitual resulta de processos de interpretação e raciocínio.

2.2 Ergonomia

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) define o termo como:

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonomistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA, 2012).

A referida Associação mostra a ciência ergonômica dividida em três especialidades principais: ergonomia física, ergonomia organizacional e ergonomia cognitiva.

Ergonomia física está relacionada com as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física e tem como tópicos o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde.

À ergonomia organizacional cabe à otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos. Ela se ocupa das comunicações, gerenciamento de recursos de tripulações, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, novos paradigmas do trabalho, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, tele-trabalho e gestão da qualidade.

A Ergonomia cognitiva é descrita no sítio da ABERGO referindo-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Seus assuntos de interesse incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem-computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas.

2.3 Tecnologias Assistivas/Acessibilidade

Com o avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), várias alternativas foram sendo implementadas no

sentido de promover acessibilidade à informação por pessoas com deficiência visual. Algumas dessas tecnologias são: ampliadores de tela, leitores de tela, linhas Braille, impressoras Braille, entre outras. A esse conjunto de recursos, e todos os outros recursos tecnológicos cuja função seja facilitar, adaptar ou adequar uma interface ao homem, dá-se o nome de tecnologia assistiva, entretanto, conforme Bersch (2008), tecnologias assistivas são entendidas como um auxílio que promove a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilita a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento. Ou seja, podemos entender que é qualquer instrumento que facilite a pessoa com deficiência a fazer uma atividade, como por exemplo, uma muleta ou uma bengala, que permitem a pessoa com deficiência motora se locomover, ou uma tecnologia que permita um usuário com deficiência visual navegar pela internet.

Existem diversos tipos de tecnologia assistiva, como mencionam Soares, Melo e Costa (2006), no controle do ambiente, no trabalho e lazer, na locomoção e em diversas atividades do cotidiano, como o estudo e o acesso à comunicação e à informação. Embora as contribuições que são apresentadas neste trabalho tenham aplicações em todas as áreas onde a informação é manipulada e disseminada em meio digital, restringiremos nosso foco neste trabalho, à acessibilidade dos deficientes visuais ao ambiente *web*, e ainda mais particularmente, as informações textuais presentes nas páginas da *web*.

Acessibilidade na *web* é permitir que qualquer pessoa, independentemente da tecnologia que utilize, possa navegar sem restrições, podendo interagir com o *site* e obter a informação que busca. Para que isso seja possível, é necessário que os criadores de páginas e sistemas *web*, assim como seus mantenedores, estejam atentos às recomendações de acessibilidade do *World Wide Web Consortium* – W3C. Conforme Melo (2008, p. 54):

Um aspecto importante na adequação da publicação de conteúdos na *web* diz respeito à escolha dos formatos de seus arquivos. Na *web*, o formato padrão para a publicação de conteúdos é o *Hypertext markup Language* – HTML

e, mais recentemente, o eXtensible HyperText Markup Language-XHTML. São formatos que, se utilizados adequadamente, podem ser acessados por diferentes agentes de usuários na web (navegadores gráficos para desktop, navegadores em texto, navegadores em voz, celulares e algumas tecnologias assistivas com leitores de telas, ampliadores de telas e softwares de reconhecimento de voz) em diferentes

configurações de acesso. (MELO, 2008, p. 54, grifo do autor).

O W3C publica e incentiva a construção de documentos *web* alinhados a um conjunto de critérios relevantes para a acessibilidade, os quais podem ser vistos no Quadro 1, apresentado em seguida.

Quadro 1 – Critérios relevantes para a acessibilidade de documentos web segundo a W3C

Item	Descrição	Objetivo	Consequências da ausência
A-Título da página	Identifica o documento que está sendo disponibilizado ao leitor	É o primeiro elemento que informa ao leitor em qual documento ele se encontra	Demora ou esforço extra (pelo contexto) para identificar o documento no qual o leitor se encontra
B-Texto alternativo para imagens	Fornecer informação sobre uma imagem, preferencialmente descrevendo a imagem	Completar a informação impedindo/ minimizando a lacuna de conhecimento causado por não poder ver a imagem	Leitores com deficiência visual não podem ver as imagens, e quando a imagem faz parte da informação sua completa ausência prejudica a informação
C-Cabeçalhos	Identifica uma seção ou uma coluna dentro de um grupo de informações	Permitir que o leitor compreenda a organização da seção e rapidamente localizar o item de interesse	Cada seção ou grupo de informações somente pode ser identificada pelo contexto. Isto obriga o deficiente a “ler” totalmente o texto para saber de que se trata
D-Controle de Contraste	Permite que o leitor controle o nível de contraste do documento exibido	Permitir que o leitor ajuste um nível de contraste adequado a sua visão	Algumas pessoas tem problemas com textos com alto ou baixo contraste, ou então com o brilho das cores. Não poder ajustar tais elementos torna a leitura difícil
E-Lente de aumento	Faz ajustes no tamanho do texto e das imagens, aumentando ou diminuindo o tamanho	Permitir que o leitor defina uma tamanho maior ou menor de letra, conforme sua necessidade visual	Texto pequeno e pessoas com deficiência visual não combinam. Esta simples ferramenta permite um grande aumento no conforto da leitura para usuários com deficiência parcial na visão
F-Atalhos de acesso	Permite que o leitor (sem o uso do mouse) possa passar diretamente por seções do documento	Conceder ao leitor o comando da leitura, tornando-o capaz de avançar, retroceder ou ir a um ponto específico do documento	Obriga o leitor a ler o documento sequencialmente. Isto em muitos casos inviabiliza a leitura do documento, pois documentos da web possuem muitas informações replicadas
G-Mídias alternativas	O mesmo documento em outro formato diferente do original.	Permite ao leitor ter acesso ao mesmo conteúdo utilizando-se de outro meio, tais como: documento sonoro, documento em vídeo, ou em braile para ser impresso.	Limita o leitor ao formato disponibilizado, exigindo uso de várias tecnologias assistivas para poder acessar “plenamente” o conteúdo

Fonte: Compilado pelos autores a partir dos dados disponíveis na página *web* do W3C

3 A QUALIDADE DOS DOCUMENTOS WEB DE UNIVERSIDADES PÚBLICAS

Podemos argumentar que, alinhando-se as páginas *web* ao que preconiza o W3C, a acessibilidade a elas pode ser melhorada, todavia, páginas totalmente alinhadas aos padrões de acessibilidade do W3C continuam construídas para pessoas com capacidade de visão, apenas sofrem uma ligeira complementação na forma de acesso. É preciso romper esse paradigma e garantir acessibilidade para pessoas com redução severa de capacidade visual e também para os totalmente cegos.

No Quadro 2 temos o resultado de uma avaliação, segundo os critérios da W3C, de algumas páginas *web* de importantes instituições públicas federais brasileiras de ensino superior localizadas no Nordeste, a saber: Universidade Federal do Ceará; Universidade Federal de Pernambuco; Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal da Bahia; Universidade Federal de Alagoas; Universidade Federal de Sergipe; Universidade Federal do Piauí e Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Nesse quadro constam os resultados da avaliação efetuada considerando-se apenas a página principal da instituição, nenhuma sub-página foi avaliada. A quantidade de erros e advertências referem-se a não observância dos

critérios A, B e C, e a quantidade de tipos de erros expressa a diversidade de discrepâncias encontradas na construção das páginas.

Na coluna A (da sequência A - G) a instituição obteve um "✓" se foi encontrada pelo menos uma ocorrência correta de observação do critério. Esse processo foi repetido para os critérios B e C. Para os critérios D, E, F e G o "✓" indica que todas as ocorrências estavam alinhadas às regras da W3C, o "-" indica que nenhuma ocorrência estava alinhada as mesmas regras, por fim, o "p" indica que apenas parte das ocorrências estava de acordo com as regras da W3C.

De acordo com os resultados obtidos e expressos na tabela, todas as páginas *web* visitadas e avaliadas apresentaram problemas. Na avaliação, com relação à quantidade de erros, o sítio principal da Universidade Federal do Piauí foi classificado em último e o sítio principal da Universidade Federal da Bahia foi classificado em primeiro.

Devemos, contudo, observar que exceto pelo critério G, todos os demais critérios procuram minimizar a dificuldade de acesso dos não leitores ao conteúdo, em nenhum momento a observância dos demais critérios (A, B, C, D, E e F) contribuem para adequação do conteúdo ao deficiente visual. Trata-se apenas de um pequeno ajuste, que não incomoda ou interfere na leitura daqueles que não são deficientes visuais.

Quadro 2 - Avaliação da aderência de páginas web de universidades públicas de ensino superior

Instituição	Página <i>web</i> avaliada	Quantidade de erros e advertências	Qde. de tipos de erros	Critérios específicos W3c						
				A	B	C	D	E	F	G
Universidade Federal do Ceará	http://www.ufc.br/	24	9	✓	✓	✓	p	✓	✓	-
Universidade Federal de Pernambuco	http://www.ufpe.br/	*	*	✓	-	-	-	-	-	-
Universidade Federal da Paraíba	http://www.ufpb.br/	26	8	✓	✓	-	✓	✓	-	-
Universidade Federal da Bahia	https://www.ufba.br/	1	1	✓	-	✓	✓	✓	✓	-
Universidade Federal de Alagoas	http://www.ufal.edu.br/	34	1	✓	✓	-	-	p	p	-
Universidade Federal de Sergipe	http://www.ufs.br/	*	*	-	✓	-	-	p	-	-
Universidade Federal do Piauí	http://www.ufpi.br/	44	13	✓	✓	✓	-	-	-	-
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	http://www.sistemas.ufrn.br	5	3	✓	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

No Quadro 2 os itens marcados com “*” indicam que não foi possível avaliar a quantidade de erros, bem com os respectivos tipos de erros devido a codificação da página possuir caracteres inválidos na codificação UTF-8. O UTF-8 é uma codificação de caracteres que permite representar qualquer caractere universal. A *Internet Engineering Task Force* (IETF) requer que todos os protocolos utilizados na internet suportem o UTF-8.

4 O ACESSO À INFORMAÇÃO EM AMBIENTE WEB POR DEFICIENTES VISUAIS

Consideramos que os critérios da W3C ofertam apenas um pequeno ajuste, e colocamo-nos a vislumbrar algo mais significativo. Como ilustração, e para compreendermos o alcance de um ajuste com maior potencial de impacto positivo, refletimos: “ Como leem os indivíduos sem deficiência visual? “. Para responder a esta questão precisamos percorrer um caminho que inicia com a análise de uma página *web* tal como a que se vê na Figura 1.

Figura 1 – Imagem da página web principal da UFC em 26/06/2013 às 21h48min

The image shows the homepage of the Universidade Federal do Ceará (UFC) website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Acessibilidade', 'Mapa do site', 'Fontes', and 'Ativar contraste'. The main header features the university's logo and name, along with a search bar and social media icons. Below the header is a large banner with the text 'Acesso a tudo, para todos' and 'SECRETARIA DE ACESSIBILIDADE UFC INCLUI'. The main content area is divided into several sections: 'Notícias em Destaque' with three featured articles, 'Na Reitoria' with a calendar and agenda, 'Destaques na UFC' with a list of services, and 'Programa UFCTV' with a video player. At the bottom, there are several quick links for various university services and programs.

Fonte: <http://www.ufc.br>

As setas indicam o sentido do acesso sequencial. Para retornar a um item anterior é necessário recomeçar desde o ponto inicial, ou ir voltando um-a-um na sequência. A sequência de acesso é definida pela ordem em que os elementos aparecem no código-fonte do documento *web*.

Páginas *web* em geral são construídas a partir da codificação obtida a partir da linguagem de marcações *Hyper Text Markup Language - HTML*, internamente, isto é, nos servidores que provêm os documentos, todos os documentos estão armazenados em HTML ou são compostos e convertidos para HTML a partir do instante em que algum usuário solicita acesso a eles. Existem outras linguagens que podem ser utilizadas na construção de documentos *web*, todavia, por simplificação, neste trabalho analisaremos apenas as marcações HTML, e após processar (renderizar) o código-fonte, o navegador gera o documento visual, exibido na tela.

Comparando-se a Figura 1 e a Figura 2 é fácil perceber que o acesso às informações contidas na página *web* no acesso direto oferece enormes possibilidades de combinações de leitura. O leitor tem total liberdade e poder de acesso, o controle da leitura pertence exclusivamente a ele. Esta não é, todavia, a realidade para o deficiente visual. O controle da leitura é parcial. Sua única opção é o acesso sequencial, limitante e enfadonho.

Esta é nossa motivação para a produção de uma arquitetura da informação assistiva para documentos da *web* direcionada para deficientes visuais, que possa oferecer uma experiência aprimorada de acesso à informação, com potencial de minimizar as limitações da leitura sequencial, proporcionando maior ergonomia, qualidade de vida e favorecendo a inserção social e cidadã aos deficientes visuais através do acesso à informação e ao conhecimento.

A percepção de que o deficiente visual acessa as páginas *web* através da audição orientará o restante deste trabalho, pelo que o chamaremos de ouvitor, ademais, usaremos os termos leitor e leitura para nos referirmos ao não-deficiente visual e ao processo de obtenção de informações em documentos através da visão.

4.1 Uma Interpretação Pseudo-geométrica de Documentos *web*

São dois os problemas fundamentais no acesso sequencial a afligir o ouvitor de páginas na *web*:

- O acesso sequencial propriamente dito, e;
- A necessidade de que o ouvitor construa um mapa mental para manter *em memória* as múltiplas frações informacionais em que se desdobra o documento de interesse.

Uma forma de minimizar ambos os problemas simultaneamente ocorre através de uma nova estruturação dos documentos da *web*. Tal estruturação consiste primeiramente na construção de uma interpretação pseudo-geométrica que pode ser obtida a partir do mapeamento das divisões existentes no documento *web*, perceptíveis pela análise do seu código-fonte. A linguagem de marcação HTML permite que a página *web* seja construída de forma estruturada. A disposição dos elementos em uma página é resultante da estruturação aplicada no momento da criação do documento. É importante registrar que existem outras linguagens que podem ser utilizadas na construção de páginas *web*, todavia, por simplificação, neste trabalho ilustramos o processo analisando-se apenas as marcações HTML. A técnica aqui proposta, bem como os resultados obtidos com a aplicação da técnica em casos reais, considera um conjunto muito maior de linguagens.

Tomemos como exemplo o código-fonte que gerou a página *web* utilizado para obtermos a Figura 1. Nesse código-fonte é identificada a seguinte estrutura para o documento *web* a ser gerado:

- Cabeçalho
- Corpo principal
 - Subdivisão 1
 - Subdivisão 1.1
 - Subdivisão 1.2
 - Subdivisão 1.3
 - Subdivisão 2
 - Subdivisão 2.1
 - Subdivisão 2.1.1
 - Subdivisão 2.1.2
 - Subdivisão 2.1.3
 - Subdivisão 3
 - Subdivisão 4
 - Subdivisão 5

Essa estrutura resulta da análise do código-fonte que se vê na Figura 3, o qual evidencia apenas as marcações HTML relativas à criação do *layout* do documento em questão.

Figura 3 – Marcação HTML utilizada para gerar a estrutura do documento web relativo ao documento *web* correspondente a Figura 1

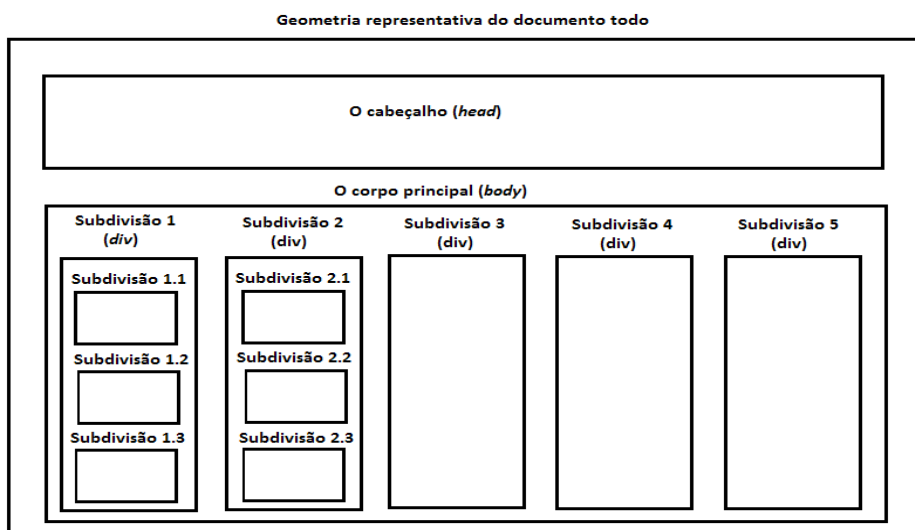
```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="pt-br" lang="pt-br" slick-uniqueid="3">
  <head>...</head>
  <body id="inicio">
    <div id="gov">
      <a class="oculto">Barra do Governo Federal</a>
      <div class="linha"></div>
      <!-- .linha -->
      <div class="azul"></div>
      <!-- .azul -->
      <div class="container">...</div>
      <!-- .container -->
    </div>
    <!-- .gov -->
    <div id="top">
      <div class="container">
        <div class="sixteen columns acessibilidade">...</div>
        <!-- #acessibilidade -->
        <div class="eight columns brasao">...</div>
        <!-- .brasao -->
        <div class="eight columns info">...</div>
        <!-- .info -->
      </div>
      <!-- .container -->
    </div>
    <!-- .top -->
    <div id="main">...</div>
    <!-- .main -->
    <div id="footer">...</div>
    <!-- .footer -->
    <div id="creditos">...</div>
    <!-- .creditos -->
  </body>
</html>
```

Fonte: Dados da pesquisa.

O primeiro passo no sentido de construirmos uma interpretação pseudo-geométrica de documentos da *web* consiste em separar as marcações HTML relativas à criação do *layout* do documento, tal qual o que se vê na Figura 3.

O segundo passo consiste em gerar uma figura geométrica imaginária para cada divisão criada no documento. Um exemplo da aplicação desse passo é ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Ilustração da interpretação pseudo-geométrica de documentos da *web*, particularizado na marcação HTML da Figura 3



Fonte: Dados da pesquisa.

O propósito e a contribuição dessa interpretação consistem em obter e evidenciar a estrutura do documento como um metadado relevante para que se compreendam quais *espaços* estão presentes nele. O termo *espaço* aqui sugerido revela o conceito de uma dimensão, com limites fortemente definidos, nos quais o ouvidor poderá interagir.

Desejamos, em nossa proposta, disponibilizar os elementos informacionais, obtidos e preservados no metadado de interpretação pseudo-geométrica e, ao transmitir essa informação ao ouvidor, conceder-lhe a possibilidade de compreender como o documento encontra-se definido e em quantos espaços ele pode interagir.

4.2 A Interpretação Pseudo-geométrica de Documentos web Vista Como um Multigrafo Orientado

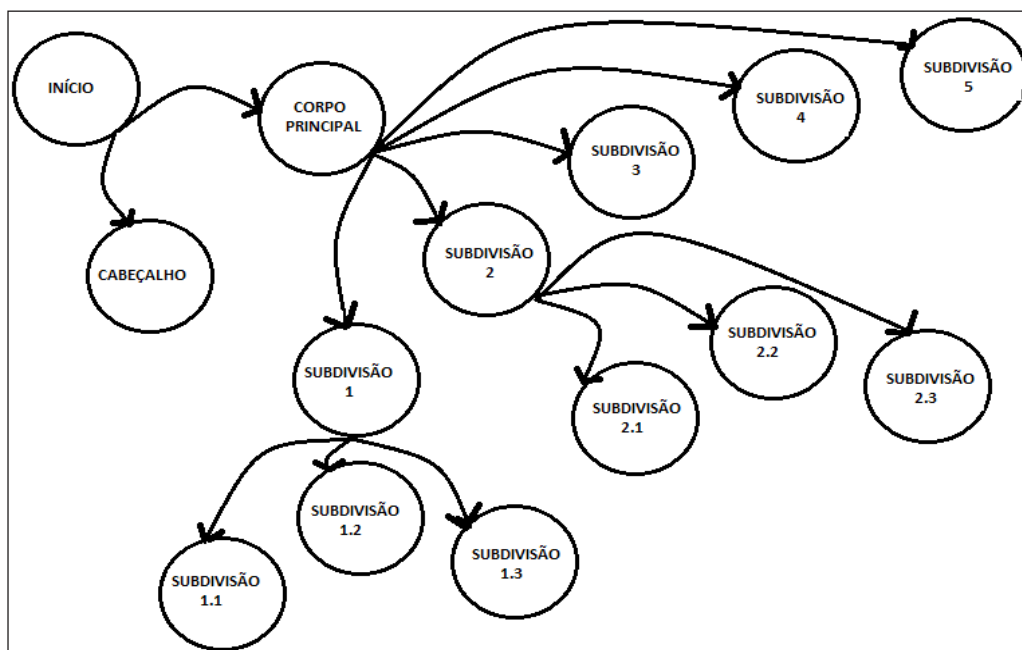
A aquisição do metadado que preserva a estruturação e a disposição do documento em um espaço limitado permite também a inferência

de informação de *navegação*. O conceito de navegação aqui evocado remete a uma forma residual, tênue, de acesso direto aos dados. Sabendo-se como o documento é estruturado, podemos repassar ao ouvidor essa informação, que embora não se compare ao acesso direto que um vidente tem ao documento, permite-lhe graus de liberdade de navegação na página *web*. Isso minimiza o primeiro problema fundamental no acesso sequencial a afligir o ouvidor: libertar-se do acesso sequencial!

Todavia, para facilitar ainda mais a compreensão do espaço dimensional da estrutura da página e, permitir uma navegação mais direta, compreendemos ser relevante enriquecer ainda mais o valor semântico do metadado relativo à interpretação pseudo-geométrica, conferindo a ela um carácter organizacional robusto. Encontramos o formalismo necessário ao suporte desta ideia na Teoria dos Grafos. (ORE, 1990).

A Figura 5, apresentada a seguir, ilustra um exemplo de multigrafo orientado, considerando-se o metadado de interpretação pseudo-geométrica relativa à Figura 4.

Figura 5 – Ilustração de um multigrafo orientado gerado a partir da navegação no documento *web* considerando-se o metadado de interpretação pseudo-geométrica para a Figura 4



Fonte: Dados da pesquisa.

Um grafo consiste em $G (V, A)$, no qual V é um conjunto não vazio de elementos denominados *vértices* e A é um conjunto de pares não-ordenados dos elementos de A denominados de *arestas*. Grafos cujas arestas possuem direção são chamados de grafos orientados, e quando possuem mais de uma aresta ligando o mesmo vértice são denominados multigrafos, que é o tipo particular de grafo no qual estamos interessados neste trabalho.

Apesar do Grafo ser uma representação matemática abstrata é possível representá-los utilizando-se uma simbologia gráfica, como o exemplo que se vê na Figura 5. Observe que os círculos de onde partem as arestas podem ser denominados por letras, números ou rótulos.

Em nossa proposta, o conjunto de círculos do multigrafo é um conjunto de espaços e cada um desses círculos representa um espaço em particular, o qual, como mencionado anteriormente, revela o conceito de uma dimensão, com limites fortemente definidos. O ouvitor terá acesso inicialmente a esse multigrafo e através dele poderá compreender a navegabilidade do documento *web* requisitado. A combinação do multigrafo com o metadado de interpretação pseudo-geométrica resulta em um novo metadado, complexo e de alto valor semântico, o qual é à base da arquitetura de informação para a construção de uma página hipergeométrica navegável a partir da página *web* original. Assim, quando ocorrer o primeiro contato do ouvitor com o documento *web* traduzido para a nova arquitetura, torna-se possível repassar ao ele informações de alto valor semântico, tais como:

- O documento possui dois espaços de interação
- O primeiro espaço de interação não tem subespaços de interação

- O segundo espaço de interação possui 5 subespaços de interação

Essas informações podem ser repassadas ao ouvitor através da sintetização de voz pelo computador. Em adição a essas informações, o ouvitor poderá solicitar os demais metadados inerentes ao documento *web*, por exemplo: Qual o título principal do documento? Qual o título do primeiro subespaço de interação? Quais são as ligações de hipertexto presentes no primeiro espaço de interação? A partir dessa mudança na relação de controle do ouvitor em relação ao conteúdo e a navegação no documento *web*, minimizamos o segundo problema fundamental no acesso sequencial, a que os ouvitores estão presos até o momento: a necessidade de se construir um mapa mental para manter em memória as múltiplas frações informacionais em que se desdobra o documento de interesse. Observe-se que todas as demais informações tais como Títulos da página, links, imagens e os textos em geral contidos na página original são totalmente preservados e são fornecidos ao ouvitor na medida em que ele as solicita.

5 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA EM UM CASO REAL

No sentido de avaliar a viabilidade técnica da proposta e a sua consistência teórica, foi concebido um projeto de engenharia de software no qual foi desenvolvido um aplicativo para navegação *web* baseado nas propostas aqui apresentadas. No Quadro 3 são apresentados elementos técnicos quanto ao desenvolvimento desse aplicativo, bem como suas principais características.

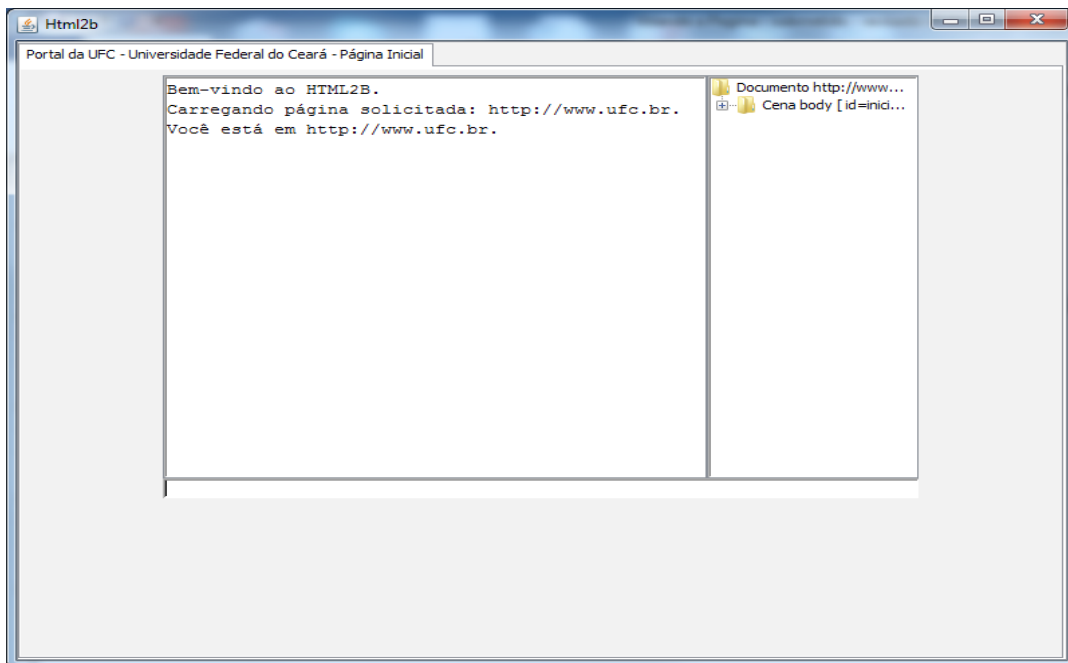
Quadro 3 – Descrição técnica do aplicativo de navegação *web* para documentos hipergeométricos

CARACTERÍSTICAS		STATUS DA CARACTERÍSTICA NA VERSÃO ATUAL				
		SUPORTA	SUPORTA PARCIALMENTE	PREVISTA FUTURO	EM DESENVOLVIMENTO	
Níveis de interação de comandos	Comandos via teclado	✓				
	Teclas de atalho	✓				
	Controle pelo mouse				✓	
	Comandos via voz			✓		
Níveis de feedback	Sintetiza voz	✓				
	Confirmação sonora	✓				
	Reconhece eventos especiais			✓		
Assistividade avançada	Informa a estrutura do documento	✓				
	Navegação em 4 direções	✓				
	Mantém o usuário informado a cada ação		✓			
	Ir direto para opção desejada	✓				
	Procurar opção mediante palavra	✓				
	Localiza palavra	✓				
	Localiza menu	✓				
	Localiza emails				✓	
	Localiza telefones				✓	
	Atalho personalizado			✓		
	Descreve imagens		✓			
	Memoriza ações			✓		
	Opções de arquivo	Salvar	✓			
		Recuperar	✓			
Imprimir				✓		

Fonte: Dados da pesquisa.

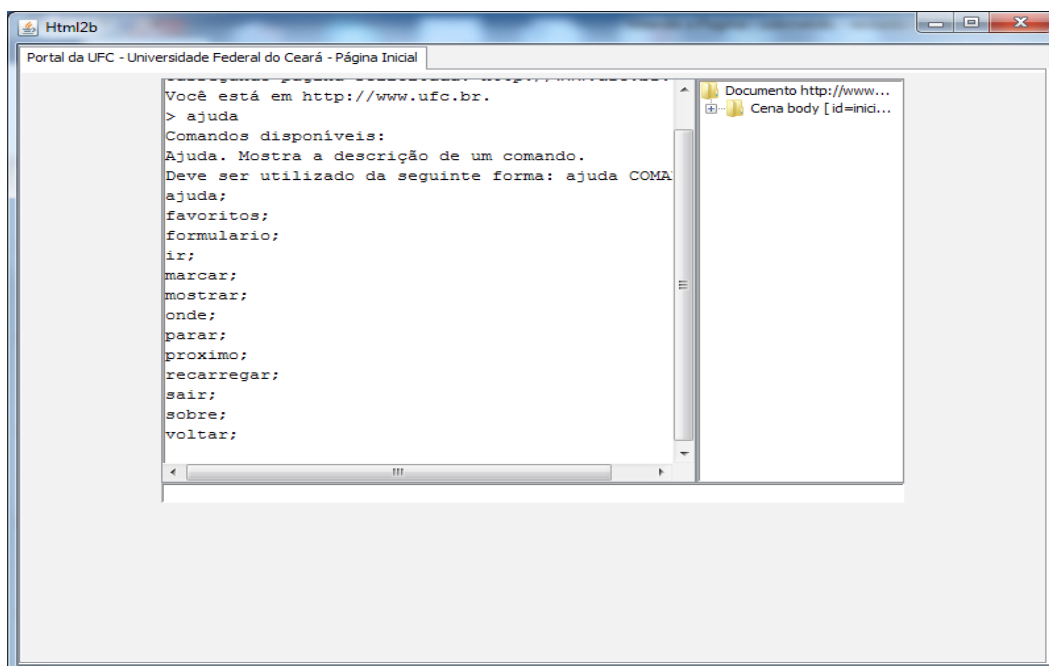
O aplicativo foi desenvolvido utilizando-se como plataforma de desenvolvimento o Eclipse e a linguagem Java para o desenvolvimento do código. As Figuras 6, 7, 8 e 9 ilustram quatro momentos distintos durante o uso do aplicativo.

Figura 6 – Apresentação inicial da aplicação



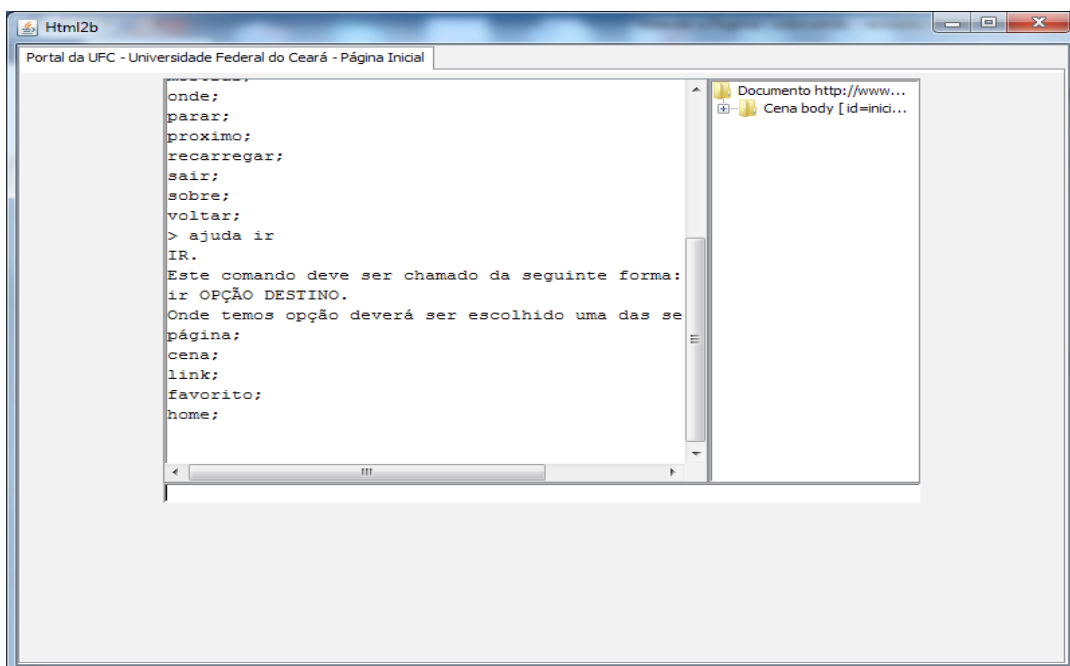
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 7 – Solicitação de ajuda no aplicativo



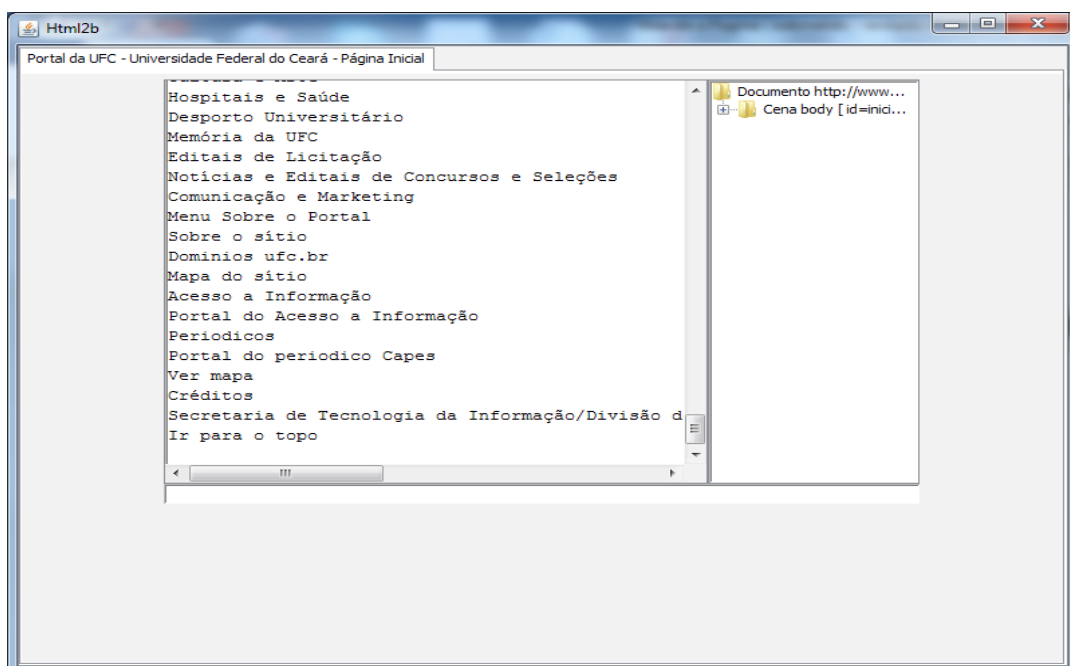
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 8 – Solicitação de *ajuda* para o comando *ir*



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9 – Resultado da solicitação do comando *mostrar links*



Fonte: Dados da pesquisa.

É interessante lembrar que o usuário cego ou com baixa visão não interage com o aplicativo utilizando a visão. Todas as telas são vocalizadas por um sintetizador de voz. Na Figura 6 apresenta-se a tela inicial do aplicativo; na Figura 7 apresenta-se o que é exibido e vocalizado no momento em que o usuário faz uma solicitação de ajuda, quando é fornecida a lista de comandos disponíveis no contexto em que ele se encontra (o que dependerá do tipo de conteúdo disposto na página web acessada); a Figura 8 ilustra o que o aplicativo exibe/vocaliza quando o usuário solicita explicações sobre o comando "ir"; e a Figura 9 ilustra o que o aplicativo mostra/vocaliza no momento em que o usuário pergunta quais são as opções de navegação disponíveis no espaço em que ele se encontra.

6 CONCLUSÃO

A Sociedade atual, tão rica em informação, da geral à especializada nas diversas áreas do conhecimento, e em produtos e serviços de informação destinados a atender variados públicos, também abunda em problemas relativos à qualidade da informação existente e disponível, e esses problemas estendem-se à recuperação da informação, notadamente para o deficiente visual. Neste trabalho, perpassamos a dificuldade de acesso à informação na *web* por parte das pessoas com baixa visão ou cegas, que apenas dispunham de *softwares* leitores de tela que o fazem de ma-

neira sequencial, enfadonha, demandando uma quase sobre-humana capacidade cognitiva, ao exigir a memorização de etapas, caminhos e decisões tomadas durante a navegação.

O esforço empreendido, cujos resultados são apresentando aqui, tem como fonte motivadora a preocupação com os fenômenos informacionais de acesso e uso da informação, com o seu potencial de transformação social, com a identificação das necessidades de informação de usuários e com o atendimento a essas necessidades. Tais resultados, delineados neste trabalho, fruto de uma ação interdisciplinar, de forma alguma encerram a necessidade de estudos e pesquisas sobre tecnologias assistivas voltadas para o aprimoramento do acesso dos deficientes visuais à informação na web.

A proposta que se apresenta neste trabalho proporciona mais conforto ergonômico e usabilidade, favorece um maior e melhor acesso à informação e ao conhecimento por parte desses indivíduos, muitas vezes não acolhidos ou até mesmo excluídos dos sistemas educacionais em nosso país, o que acarreta a possibilidade de um impacto social considerável, levando-os a um salto em qualidade de vida e de cidadania.

Muito ainda está por ser feito, todavia, o percurso seminal apresentado neste trabalho abre caminho para que mais pesquisas, novas soluções e novos olhares sejam lançados a esta problemática, que é real, premente e avassaladora para aqueles que nela se encontram inseridos.

TURNING THE PAGE:

a new concept in web accessibility for visually impaired

ABSTRACT

This paper presents a new architecture of information for the conversion of hypertext documents on hypergeometric documents that preserves the characteristics of the original, and adds an optimized assistive functionality aimed at visually impaired. Briefly introduces the concepts of interface, ergonomics, accessibility and assistive technologies, and includes discussions about the quality of web pages of various higher education Institutions in the light of the criteria set by the World Wide Web Consortium (W3C) Accessibility of documents in the Web 2.0. The proposal is based on set theory and graph theory, and in particular in multigraph, which results in a type of hypergeometric navigable document. It presents a theoretical formulation and validation of the theory on a case study. The assistive technology for information access proposed provides an assistive navigation experience that transcends the sequential navigation reading today imposed to the visually impaired by conventional screen readers.

Keywords:

Assistive Technology. Information architecture. Hypergeometric document. Reading. Visual impairment.

Artigo recebido em 05/07/2013 e aceito para publicação em 13/10/2013

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA.

O que é ergonomia. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 1 mar. 2012.

BARRETO, A. A. O tempo e o espaço da sociedade da informação no Brasil. *Inf. Inf.*, Londrina, v. 8, n. 1, jan./jun., 2003.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva.** Porto Alegre: CEDI, 2008.

Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/Introducao%20TA%20Rita%20Bersch.pdf>>. Acesso: 3 maio. 2011.

BRASIL. Decreto nº 5.296 de, 2 de dezembro de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Disponível em: <http://www.proreh.ufu.br/sites/proreh.ufu.br/files/Decreto-5296_02Dez_2004.pdf>. Acesso em: 3 maio. 2011.

CHARTIER, R. **Práticas da leitura.** [S.l.]: Estação Liberdade, 1996.

DUARTE, N. **Sociedade do conhecimento ou sociedade das ilusões?** Campinas: Autores Associados, 2003.

GONZÁLEZ DE GÓMEZ, M. N. Metodologia de pesquisa no campo da Ciência da Informação. **DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação**, v. 1, n. 6, dez. 2000. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/dez00/Art_03.htm>. Acesso em: 15 mar. 2013.

JOHNSON, Steven. **Cultura da interface:** como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

KURZ, R. A ignorância da sociedade do conhecimento. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 13 jan. 2002. Encarte MAIS, p. 14-15.

MEDEIROS NETO, B.; MIRANDA, A. Aferindo a inclusão informacional de usuários de telecentros e laboratórios de escolas públicas em programas de inclusão digital brasileiros. *Inf. & Soc.:Est.*, João Pessoa, v.19, n.3, p. 109-122, set./dez. 2009

MELO, A. M. Acessibilidade na web. In: PUPO, D. T.; MELO, A. M.; PÉREZ FERRÉS, S.

Acessibilidade: discurso e prática no cotidiano das bibliotecas. Campinas: UNICAMP, 2006. p. 33-38.

_____. ; COSTA, J. B.; SOARES, S. C. M. Tecnologias assistivas. In: PUPO, D. T.; MELO, A. M.; PÉREZ FERRÉS, S. (Org.) **Acessibilidade:** discurso e prática no cotidiano das bibliotecas. Campinas: UNICAMP, 2006. p. 62-70.

MEYER, P. **Probabilidade aplicações à estatística.** Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico, 1969. p. 4-8.

MORAN, T. The Command Language Grammars: a representation for the user interface of interactive computer systems. **International Journal of Man-Machine Studies**, Washington, v. 15, p. 3-50, 1981.

OLIVEIRA, O. L.; BARANAUSKAS, M.

C. Interface entendida como um espaço de comunicação. In: WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 2., 1999, Campinas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/art7.pdf>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

ORE, O. **Graphs and their uses.** 2. ed. Washington: The Mathematical Association of America, 1998.

PAULA, S. N. **Acessibilidade à informação em bibliotecas universitárias e a formação do bibliotecário.** Campinas: PUC, 2009.

PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. **Avaliação de interfaces de usuário:** conceitos e métodos. Disponível em: <http://homepages.dcc.ufmg.br/~rprates/ge_vis/cap6_vfinal.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2012.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. *Perspec. Ci. Inf.*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996.

TANENBAUM, A. **Organização estruturada de computadores.** 4. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, 2001.