

# Projeto e Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis no Domínio *e-Gov*

**Lucinéia Souza Maia, Hércules da Costa Sandim,  
Marcelo A. Santos Turine, Débora M. Barroso Paiva**

Faculdade de Computação (FACOM)  
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)  
Caixa Postal 549 – 79.070-900 – Campo Grande – MS – Brasil

neiamaia1@gmail.com; {hsandim, turine, debora}@facom.ufms.br

**Abstract.** *The electronic government (e-gov) is one of main strategies to become available online services for citizen to share information, offer transparency in administration public and improve the quality of services rendering. However, these services must fulfill accessibility criteria to allow the access of all citizens. In this context, in view of one of five great challenges defined for the Computation Brazilian Society (SBC) “Participative and universal access of brazilian citizen to the knowledge”, this article presents the Pantaneiro authoring tool for generation of e-gov accessible applications and a case study to verify its effectiveness in promotion of accessibility.*

**Resumo.** *O governo eletrônico (e-gov) é uma das principais estratégias para tornar disponíveis serviços online ao cidadão de forma compartilhar informações, oferecer transparência na gestão pública e melhorar a qualidade de prestação de serviços. Contudo, estes serviços devem cumprir critérios de acessibilidade para permitir o acesso de todos os cidadãos. Neste sentido, tendo em vista um dos cinco grandes desafios definidos pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC) “Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento”, neste artigo é apresentada a ferramenta intitulada Pantaneiro para geração de aplicações e-gov acessíveis e um estudo de caso para verificar sua eficácia na promoção da acessibilidade.*

## 1. Introdução

A Internet motivou o crescimento de uma nova geração de softwares na Web denominados WebApps (*Web based Applications*), tornando-se um dos meios mais efetivos e atrativos de divulgação, comunicação, negociação e disponibilização de bens e serviços [GLOVER *et al.*, 2002]. Neste sentido, diversos segmentos utilizam deste meio e ferramentas de autoria em vários domínios foram implementadas a fim de agrupar componentes comuns e facilitar a criação das WebApps.

Assim, para facilitar a geração de aplicações Web e portais corporativos na plataforma *e-gov* foi criado o Pantaneiro. Seu projeto foi iniciado em 2005 por meio de uma parceria entre o LEDES/UFMS (Laboratório de Engenharia de Software da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) e o Governo do Estado de Mato Grosso

do Sul. Atualmente existem cinquenta e quatro portais de secretarias e/ou órgãos do governo estadual instanciados pelo Pantaneiro [SANDIM *et al.*, 2006; SANDIM 2009].

Contudo, as páginas geradas pelo Pantaneiro apresentavam problemas críticos de acessibilidade, tais como: menu inacessível pelo teclado, ordem de navegação entre os elementos da interface diferente da ordem de apresentação dos mesmos, imagens sem descrição textual e código HTML fora dos padrões estabelecidos pelo W3C (*World Wide Web Consortium*). Além do mais, era necessário fazer com que as páginas geradas pelo Pantaneiro atendessem ao Decreto-lei 5296/2004, que diz respeito à promoção da acessibilidade no Brasil.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estender o Pantaneiro a fim de atender a critérios de acessibilidade Web. Definiu-se a conformidade com as recomendações do W3C para conteúdo Web acessível (WCAG - *Web Content Accessibility Guidelines* - 2.0 Nível A [WCAG 2.0 2008]), como parâmetro para a promoção da acessibilidade no conteúdo das páginas geradas e; a recomendação para ferramentas de autoria (ATAG - *Authoring Tools Accessibility Guidelines* - 2.0 [ATAG 2.0 2009]) como diretriz para nortear as adaptações no Pantaneiro para oferecer suporte à promoção da acessibilidade.

O artigo está organizado da seguinte forma: nas seções 2 e 3 serão apresentados conceitos relativos à fundamentação teórica do trabalho. Na seção 4 será apresentada a arquitetura do Pantaneiro e as principais mudanças para tornar os sites gerados acessíveis e um *checklist* de acessibilidade dos sites gerados e do Pantaneiro. Na seção 5 será mostrado o estudo de caso realizado para garantir a eficácia no processo de desenvolvimento de aplicações Web acessíveis. Os trabalhos relacionados que promovem a acessibilidade Web serão explanados na seção 6, e por fim, na seção 7 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. Governo Eletrônico

Segundo Koh *et al.* [KOH *et al.*, 2005] e Vilella [VILELLA, 2003], *e-gov* pode ser definido como o uso da internet e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para simplificar ou melhorar o método pelo qual cidadãos, funcionários, parceiros e outras organizações de governo interagem e realizam seus negócios. Neste sentido, de acordo com Pinho [PINHO, 2008], dado o avanço da tecnologia, entende-se que o *e-gov* não deve ser visto apenas como meio de disponibilização de serviços *online*, mas também, como uma área de interação e participação entre governo e sociedade. As TICs têm enorme potencial democrático, desde que haja definição política no sentido da participação popular e da transparência.

Para viabilizar o compartilhamento de informações e o estabelecimento de espaços de cooperação, as soluções *e-gov* devem ser abertas, flexíveis, robustas e, sobretudo, abranger o interesse de todos os atores envolvidos no domínio [PACHECO *et al.*, 2007].

Assim, o que parece se caracterizar como um novo desafio é, na realidade, a necessidade de atuação dos governos em um novo cenário, marcado por novas exigências impostas pelos cidadãos e, de forma acentuada, pela própria multiplicidade e velocidade de desenvolvimento das soluções tecnológicas, que acabam, por sua vez,

impondo aos gestores públicos a realização de uma análise ainda mais criteriosa dos objetivos, estratégias e metas dos governos para o uso das inúmeras possíveis soluções tecnológicas.

### **3. Acessibilidade Web**

A internet é utilizada por um público heterogêneo, em que pessoas com características diversas usufruem de um espaço comum. Neste contexto, aspectos de acessibilidade Web fazem com que o acesso ao conteúdo Web seja realizado idealmente por todas as pessoas independentemente das variáveis que tornam seu acesso diferenciado. Entende-se acessibilidade como o direito de acesso a algo e a eliminação de barreiras que impeçam tal acesso [W3C/WAI 1997]. De acordo com Harper e Yesilada [HARPER E YESILADA, 2008], problemas de acessibilidade Web dificultam a percepção, o entendimento, a navegação e a interação com o conteúdo pelo usuário.

Uma forma de amenizar os obstáculos de acesso ao conteúdo Web é a utilização de recomendações que direcionam a promoção da acessibilidade, encorajando os projetistas a desenvolverem *sites* de acordo com as especificações definidas, possibilitando a conformidade com tecnologias assistivas para que usuários com deficiência possam interagir com o conteúdo Web [HARPER E YESILADA, 2008]. As recomendações fornecem suporte para vários segmentos de desenvolvimento Web tais como: conteúdo Web e ferramentas de autoria para criação de aplicações Web acessíveis. Neste sentido, destacam-se as recomendações criadas pelo W3C/WAI (*World Wide Web Consortium/Web Accessibility Initiative*): WCAG e o ATAG.

O WCAG é a principal recomendação de acessibilidade do conteúdo Web. Ele é alicerçado em quatro princípios: perceptividade, operabilidade, compreensibilidade e robustez. Estes agrupam recomendações que reúnem critérios de sucesso divididos em níveis, sendo o Nível A o nível mínimo de acessibilidade, composto por diretrizes que se não forem implementadas poderão impossibilitar o acesso ao conteúdo Web para alguns usuários; o Nível AA é formado por diretrizes que se não forem realizadas poderão dificultar o acesso de alguns usuários e, por fim, o Nível AAA o nível máximo observado com diretrizes que facilitarão o acesso ao conteúdo Web [WCAG 2.0 2008].

Para oferecer suporte ao desenvolvimento de sites acessíveis conforme recomendações de acessibilidade por meio das ferramentas de autoria, o W3C/WAI elaborou o ATAG. Este é dividido em duas partes: A e B. A parte A está relacionada ao desenvolvimento de ferramentas de autoria com interface de usuário acessível e a parte B diz respeito ao suporte a produção de conteúdo acessível. Este artigo abrangerá a parte B das recomendações do ATAG 2.0., que é composta por três princípios: (1) produção de conteúdo acessível deve ser possível; (2) autores devem ter suporte na produção de conteúdo acessível e; (3) soluções de acessibilidade devem ser promovidas e integradas. Assim como o WCAG, o ATAG 2.0 é composto por recomendações, critérios de sucesso e níveis de prioridade. O ATAG é destinado para ser utilizado em conjunto com o WCAG ou qualquer outra recomendação de conteúdo Web acessível similar [ATAG 2009].

Diversos países têm suas próprias leis e recomendações de acessibilidade Web, baseadas ou não no WCAG. No Brasil foram regulamentadas, em dezembro de 2004, as Leis 10.048 e 10.098, através do Decreto-Lei 5.296 [BRASIL 2004]. E em janeiro de

2005 foi criado o e-MAG (Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico) [e-MAG 2005] para padronizar a acessibilidade dos sites e portais do governo eletrônico. Ele é baseado nos princípios, diretrizes, recomendações e níveis de prioridade do WCAG 1.0.

Entretanto, mesmo com iniciativas governamentais e não-governamentais, grandes desafios são encontrados para a promoção da acessibilidade Web no Brasil, tais como: (1) conscientização dos clientes; (2) balanceamento entre acessibilidade e *design* gráfico; (3) falta de tempo; (4) necessidade de treinamento e (5) necessidade de melhores ferramentas de autoria [FREIRE *et al.*, 2007; LAZAR *et al.*, 2004]. Neste contexto, algumas estratégias discutidas e apresentadas neste trabalho podem colaborar para promover a acessibilidade Web, tais como, oferecer ferramentas que contribuam e estimulem a criação de aplicações Web acessíveis. As ferramentas de autoria são importantes para a acessibilidade Web, pois elas podem auxiliar a geração automática de conteúdo acessível, influenciar as escolhas feitas, guiar e apoiar boas práticas de autoria, educar e encorajar a adoção de hábitos e convenções de autoria acessíveis [TREVIRANUS, 2008].

## 4. Pantaneiro: Gerando Aplicações *e-Gov* Acessíveis

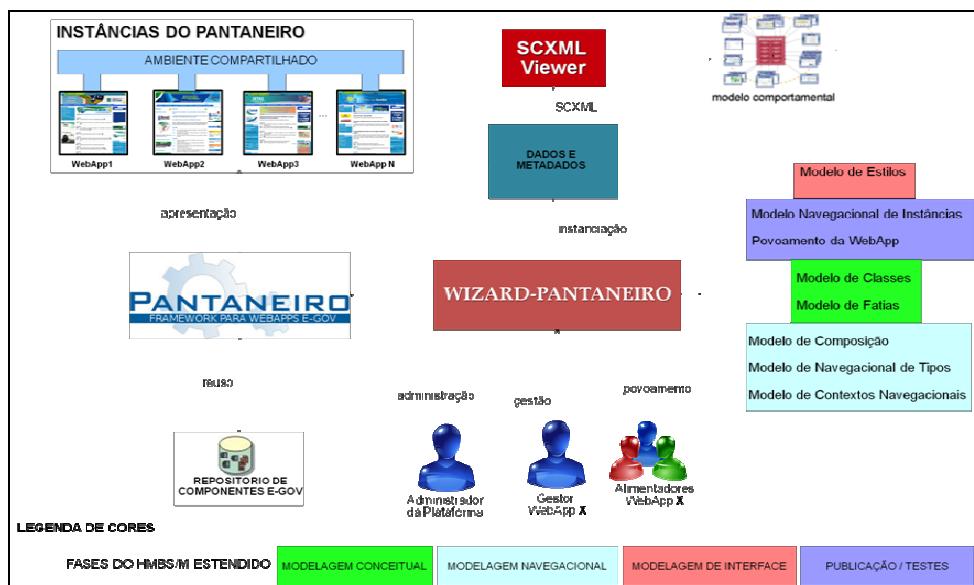
Esta seção apresenta o Pantaneiro, as adaptações realizadas para atender aos critérios de acessibilidade do WCAG 2.0 Nível A, as verificações realizadas após as implementações e o resultado de um estudo de caso utilizando o Pantaneiro acessível com o objetivo de verificar sua eficácia na promoção da acessibilidade Web.

### 4.1. Visão Geral e Arquitetura

O desenvolvimento do Pantaneiro foi baseado em técnicas de reuso e fornece suporte ao método orientado a objetos HMBS/M (*Hypermedia Model Based on Statecharts/Method*) estendido, que tem como principal característica o uso do formalismo *Statecharts* para modelar o comportamento de uma aplicação Web (*WebApp*) [TURINE, 1998].

Durante o processo de modelagem da aplicação, o *framework* incentiva o desenvolvimento incremental e iterativo, sendo que, em cada fase, modelos são construídos ou enriquecidos. Para simular o comportamento navegacional dos portais, o *Wizard*-Pantaneiro possui um módulo que gera a especificação em *Statecharts* da aplicação em XML (padrão SCXML/W3C) para ser visualizada no simulador de *Statecharts*, denominado SCXML *Viewer* – Pantaneiro.

O *framework* Pantaneiro pode ser definido como sendo o esqueleto de uma *WebApp* no domínio *e-gov* ou no contexto de organizações corporativas. As plataformas *e-gov* podem ser instanciadas por meio do *Wizard*-Pantaneiro, que consiste em uma ferramenta integrada a um repositório de componentes que funciona como um *wizard* (facilitador) para instanciar as aplicações. Neste sentido, como mostra a Figura 1, o *Wizard*-Pantaneiro, composto pelos ambientes de Autoria, de Projeto Navegacional e de Publicação fornecendo suporte às quatro fases do método subjacente: modelagem conceitual, modelagem navegacional, modelagem da interface e publicação/teste.



**Figura 1 – Arquitetura Geral do Pantaneiro [SANDIM, 2009, p. 83]**

Neste artigo destaca-se a estrutura do *Wizard*-Pantaneiro. Por convenção, neste texto, quando referir-se ao Pantaneiro, a referência será válida também para o *Wizard*-Pantaneiro sem distinção.

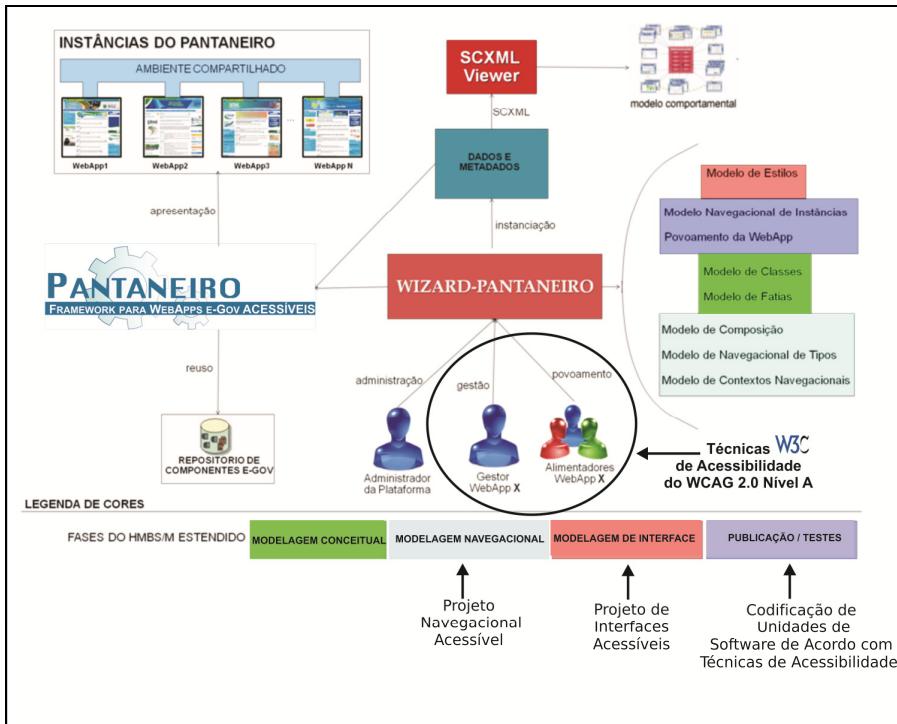
Para oferecer suporte ao desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, o Pantaneiro foi adaptado de tal forma que as páginas geradas por ele estejam em conformidade com o WCAG 2.0 Nível A. Esta recomendação foi escolhida por ser a versão mais atualizada das recomendações de acessibilidade Web e por ser referência para quaisquer outras recomendações de acessibilidade Web. As implementações realizadas visam contemplar seu Nível A por ser este o Nível onde se encontram diretrizes que são básicas e que, como mencionado na Seção 3, são diretrizes que se não forem implementadas, o usuário poderá ser impossibilitado de acessar o conteúdo Web.

A Figura 2 mostra a arquitetura do *framework* Pantaneiro juntamente com as considerações de acessibilidade Web. As implementações de acessibilidade foram realizadas para contemplar a acessibilidade navegacional, das interfaces e do código-fonte das páginas geradas adaptando a Modelagem Navegacional, a Modelagem de Interface e Publicação/Teste. Técnicas de acessibilidade foram implementadas nos ambientes gerenciados pelo usuário Gestor e Moderador da *WebApp* (Aplicação Web) que será instanciada no *Wizard*-Pantaneiro.

O usuário **Gestor** é responsável por realizar todas as atividades necessárias para manter o funcionamento de uma aplicação específica. Ele atua sobre os seguintes ambientes: (1) Ambiente de Autoria, onde gerencia os componentes que compõem o site e as interfaces e permissões para os grupos de usuários dentro da *WebApp*; (2) Ambiente de Projeto Navegacional, onde é realizada a gerência navegacional e; (3) Ambiente de Publicação, onde é possível instanciar as *WebApps* e gerenciar o conteúdo de alguns componentes.

O usuário **Moderador** é responsável por publicar, compartilhar e restringir o acesso às instâncias dos componentes pertencentes às aplicações para as quais o grupo

tem permissão. Ele atua sobre o Ambiente de Publicação, onde realiza a gerência de conteúdo. Neste local os componentes são alimentados com os dados que serão apresentados no *site*, tais como textos, imagens, entre outros.



**Figura 2 – Arquitetura do Pantaneiro adaptado para gerar WebApps acessíveis**

Para detectar os problemas de acessibilidade em comum das páginas geradas pelo Pantaneiro, foram realizadas avaliações de acessibilidade em vários *sites* desenvolvidos neste. As avaliações utilizaram ferramentas de avaliação que permitem avaliar o site de acordo com o WCAG 2.0: a-Checker<sup>1</sup> e Total Validator<sup>2</sup>. Após estas primeiras avaliações, escolheu-se um dos *sites* gerados pelo Pantaneiro para servir como base para verificar se as implementações realizadas repercutiam nas páginas geradas, neste sentido optou-se pelo *site* de teste da PREG<sup>3</sup> (Pró-Reitoria de Ensino e Graduação). As implementações de acessibilidade do Pantaneiro foram divididas em três fases:

- 1. Erros de código-fonte:** A primeira fase de implementações de acessibilidade teve foco nas correções dos erros do código-fonte das páginas geradas pelo Pantaneiro. Estes erros eram herdados dos diversos arquivos utilizados pelo Pantaneiro para gerar as páginas Web para o usuário final. Este esquema de correção de acessibilidade pode ser visualizado na Figura 3.

<sup>1</sup> [www.atutor.ca/achecker/index.php](http://www.atutor.ca/achecker/index.php)

<sup>2</sup> [www.totalvalidator.com](http://www.totalvalidator.com)

<sup>3</sup> <http://pantaneiro.ledes.net/sites/preg>

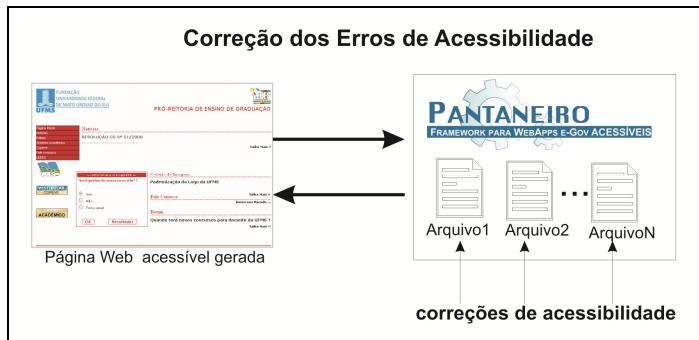


Figura 3: Esquema de correção dos erros de acessibilidade

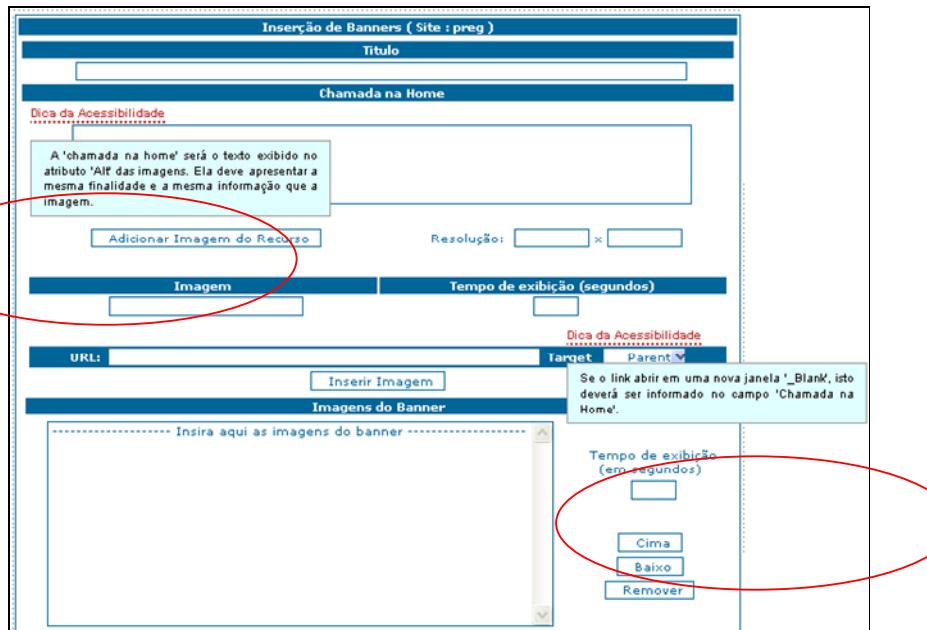
2. **Erros do Moderador:** A segunda fase de implementações de acessibilidade foi constituída pelas correções dos erros de acessibilidade encontrados nas páginas geradas que eram ocasionados durante a alimentação dos dados que compõem a *WebApp* pelo usuário da categoria *Moderador* do Pantaneiro. Para auxiliar na resolução destes erros foram inseridas dicas ou lembretes de acessibilidade Web nos diversos formulários onde o Moderador instancia os componentes que compõem a página gerada. A Figura 4 mostra um exemplo destas dicas de acessibilidade para o formulário de inserção de *Banners*.
3. **Erros da Ambiente Navegacional:** Um dos problemas mais crítico de acessibilidade encontrado no Pantaneiro era referente à navegação, por isto, a terceira fase de implementações de acessibilidade tratou exclusivamente do Ambiente Navegacional. Entre as correções realizadas nesta fase, destacam-se (1) a inserção de *links* “Ir Para o Conteúdo Principal” e “Ir Para o Menu”; (2) a opção estabelecer a ordem de navegação entre os elementos da interface e (3) a alteração do menu, que era gerado utilizando um código *javascript* totalmente inacessível via teclado, por um menu criado a partir de lista em *HTML*.

#### 4.2. Critérios do WCAG e ATAG atendidos

As implementações de acessibilidade realizadas no Pantaneiro considerando o *site* de teste da PREG foram importantes, sobretudo, por permitir o contato inicial com o Pantaneiro e a geração de *sites*. Portanto, outras verificações manuais eram necessárias para certificar se o Pantaneiro realmente oferecia suporte ao desenvolvimento de aplicações Web acessíveis. Neste sentido, foram realizados dois *checklists* de acessibilidade.

O primeiro *checklist* de acessibilidade foi baseado no WCAG 2.0 Nível A, tomando o *site* da PREG como referência para verificar se o conteúdo e o código-fonte gerado cobriam os critérios de acessibilidade.

A Tabela 1 mostra o resultado deste *checklist* onde os critérios de sucesso WCAG 2.0 Nível A são reunidos resumidamente para cada uma das onze recomendações e, paralelamente, a coluna contendo o resultado desta verificação nas páginas geradas pelo Pantaneiro após as adaptações de acessibilidade.



**Figura 4: Exemplo de dica de acessibilidade na publicação do componente banner**

**Tabela 1: Checklist de acessibilidade de acordo com o WCAG 2.0 Nível A**

Verificação de acessibilidade	Página Gerada
Para todo conteúdo não-textual (controles de formulário, imagens (gráficos, imagens decorativas, captcha, etc.), vídeos, sons, etc) deverão ser apresentados textos alternativos, sendo que estes textos alternativos não se limitam a atributos <code>alt</code> e <code>title</code> .	Atende
Os vídeos e áudios têm tratamento que diferem dos demais conteúdos não-textuais.	Não se aplica*
A relação das informações mostradas na tela deve ser obedecida, além disto, a informação deverá ter uma sequência de navegação significante e a mesma deve ser apresentada não contando apenas com uma forma de visualização.	Atende
O uso de cores deverá ser observado de forma que o conteúdo possa ser distinguido e o áudio deverá ser programado de forma que possa ser controlado.	Atende
Todas as operações no site devem ser acessíveis por meio do teclado, para isto, atributos específicos dos elementos de formulário e <code>links</code> devem ser determinados.	Atende parcialmente**
Caso a aplicação gerada tenha operações que precisam ser feitas em determinado período de tempo ou o conteúdo atualize automaticamente, a temporização do mesmo deverá ser ajustada. E o usuário pode pausar, parar ou ocultar o conteúdo.	Não se aplica***
Caso a aplicação tenha imagem ou animação que apareça de forma intermitente, esta intermitência deverá ser apenas de 3 flashes.	Atende
Com relação à naveabilidade, as páginas deverão ter blocos que evitam o tráfego, as páginas devem ser intituladas, o foco dos objetos deverá manter a ordem de navegação e os <code>links</code> devem ter seus respectivos propósitos em contexto.	Atende

\* As páginas geradas pelo Pantaneiro não possuem conteúdo audiovisual, assim, não foram realizadas no Pantaneiro adaptações para este tipo de conteúdo.

\*\* No que se refere às teclas de atalho, os próprios navegadores oferecem este suporte, por isto, estas não foram determinadas.

\*\*\* As páginas geradas pelo Pantaneiro não contém conteúdo que atualizam automaticamente, caso isto seja implementado, esta verificação deverá ser atendida.

Verificação de acessibilidade	Página Gerada
A linguagem das páginas deve ser clara	Atende
Qualquer componente ao receber o foco não deve iniciar o conteúdo automaticamente. Caso ocorra mudança de conteúdo, o usuário deverá ser avisado.	Atende
A aplicação deverá ajudar na identificação de erros, os controles dos formulários devem ter rótulos e instruções.	Atende
As <i>tags</i> dos elementos devem ser completas, os elementos são alinhados de acordo com suas especificações, elementos não devem conter atributos duplicados, e os <i>ids</i> devem ser únicos.	Atende

O segundo *checklist* realizado baseou-se no ATAG 2.0 Parte B – Nível A. Este *checklist* buscou verificar se o Pantaneiro após as adaptações de acessibilidade oferece suporte ao desenvolvimento de aplicações Web acessíveis. A Tabela 2 mostra resumidamente este *checklist*.

**Tabela 2: Checklist do ATAG 2.0 para o Pantaneiro adaptado**

Diretriz	Pantaneiro
Apoiar as tecnologias de conteúdo Web que permitem a criação de conteúdo acessível.	Atende
Garantir que a ferramenta de autoria mantenha informações sobre acessibilidade	Atende
Garantir que o conteúdo gerado automaticamente seja acessível	Atende
Fornecer lembrete aos autores para criar conteúdo acessível	Atende
Ajudar os autores na checagem de problemas de acessibilidade	Atende parcialmente
Ajudar os autores a reparar problemas de acessibilidade	Atende parcialmente
Ajudar os autores a gerenciar, editar e reutilizar alternativas equivalentes para objetos não-textuais	Não se aplica
Ajudar os autores com modelos acessíveis e outros conteúdos pré-produzidos.	Atende parcialmente
Assegurar que as ações de autoria acessíveis sejam destacadas	Não se aplica
Garantir que os recursos de apoio da ferramenta de autoria de produção de conteúdo acessível estejam disponíveis	Atende parcialmente
Garantir que os recursos da ferramenta de autoria de apoio à produção de conteúdos acessíveis sejam documentados	Não se aplica

## 5. Estudo de Caso

Foi realizado um estudo de caso com o objetivo de avaliar o Pantaneiro, considerando-se a proposta de Wohlin *et al* [24] para experimentação. Nas próximas subseções são apresentados o planejamento, a execução e os resultados do estudo de caso.

### 5.1. Definição e planejamento do estudo de caso

Os objetivos do estudo de caso foram: (1) avaliar se a implementação realizada no Pantaneiro contribui para a geração de aplicações Web acessíveis e (2) observar o quanto o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade devem estar integrados para que aplicações Web acessíveis sejam desenvolvidas.

O estudo de caso foi realizado com trinta e dois participantes durante o I WES (Workshop de Engenharia de Software) na FACOM - UFMS (FAculdade de COMputação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). Todos os participantes eram alunos da UFMS dos cursos de Ciência da Computação, Análise de Sistemas e Mestrado em Ciência da Computação.

### 5.2. Seleção do contexto

Os trinta e dois participantes do estudo de caso foram distribuídos aleatoriamente em dezesseis grupos (cada grupo composto por dois participantes), dentro de quatro tratamentos, de acordo com as duas variáveis: (1) conhecimento em acessibilidade Web e (2) utilização do Pantaneiro após os incrementos de acessibilidade. A Tabela 3 mostra esta distribuição.

**Tabela 3: Seleção do contexto**

Tratamento	Grupo	Variáveis	
		Utilizou o Pantaneiro	Conhecia acessibilidade
1	A	SIM	SIM
	B		
	C		
	D		
2	A	SIM	NÃO
	B		
	C		
	D		
3	A	NÃO	SIM
	B		
	C		
	D		
4	A	NÃO	NÃO
	B		
	C		
	D		

### 5.3. Instrumentação

Para a execução do estudo de caso os participantes receberam diversos recursos de acordo com o grupo e o tratamento aos quais pertenciam. Neste sentido, a ferramenta Pantaneiro e o manual do usuário foram fornecidos somente aos grupos pertencentes aos tratamentos 1 e 2.

O estudo de caso foi dividido em três módulos: (1) treinamento em acessibilidade web; (2) treinamento sobre o Pantaneiro e (3) prática de desenvolvimento. Considerando as variáveis do estudo de caso apresentado na Tabela 3, o módulo (1) teve a participação dos participantes dos tratamentos 1 e 3 e, o módulo (2) teve a participação dos tratamentos 1 e 2.

### 5.4. Execução

Na execução do estudo de caso, todos os participantes foram encaminhados para o laboratório de Computação da FACOM/UFMS onde receberam os recursos necessários de acordo com o grupo que participavam. Todos desenvolveram o *site* do PET – Programa de Educação Tutorial do curso de Ciência da Computação da UFMS. O *site* continha quatro páginas cuidadosamente selecionadas, de forma que as interfaces tivessem elementos críticos para a acessibilidade, tais como imagens e formulários, além dos textos. Os participantes que não utilizaram o Pantaneiro desenvolveram o *site* utilizando editores HTML tais como Notepad++, Bluefish, Emacs e Eclipse.

## 5.5. Validação dos dados das avaliações de acessibilidade dos sites

A validação dos dados de acessibilidade dos *sites* foi realizada a partir de avaliações de acessibilidade considerando o WCAG 2.0 Nível A, tomado como base por ser a principal recomendação de acessibilidade Web e por reunir critérios básicos de acessibilidade. Todas as páginas que compõem todos os *sites* desenvolvidos pelos oito grupos foram avaliadas com a ferramenta de avaliação de acessibilidade Web TotalValidator<sup>4</sup>. A Tabela 4 mostra a média de erros e o desvio padrão por tratamento.

**Tabela 4: Erros de acessibilidade por tratamento**

Tratamento	Utilizou o Pantaneiro	Conhecia Acessibilidade	Média de Erros	Desvio Padrão
Tratamento 1	Sim	Sim	12,25	13,79
Tratamento 2	Sim	Não	7,00	7,07
Tratamento 3	Não	Sim	23,50	10,85
Tratamento 4	Não	Não	27,25	11,53

## 5.6. Análise e Interpretação dos dados

Tomando como base os dados apresentados na Tabela 4 é possível calcular a média de erros dos *sites* desenvolvidos com e sem o Pantaneiro. Os *sites* desenvolvidos sem o Pantaneiro tiveram uma média de erros de acessibilidade maior (25,38 erros) do que os desenvolvidos utilizando o Pantaneiro (9,63 erros).

Com relação à eficácia do uso Pantaneiro por desenvolvedores com conhecimento prévio em acessibilidade Web, como pode ser verificado na Figura 5, o resultado das avaliações dos *sites* desenvolvidos por participantes que conheciam acessibilidade e utilizaram o Pantaneiro foi maior (12,25 erros) do que os erros de acessibilidade dos *sites* desenvolvidos utilizando o Pantaneiro por desenvolvedores que não conheciam acessibilidade (7 erros). Porém, relacionando estes dados com os *sites* desenvolvidos por pessoas que conheciam acessibilidade e não utilizaram o Pantaneiro verifica-se uma média de 23,5 erros, ou seja, mesmo que os desenvolvedores tenham conhecimento em acessibilidade, os *sites* desenvolvidos utilizando o Pantaneiro apresentam menos erros do que os sites desenvolvidos sem o Pantaneiro.

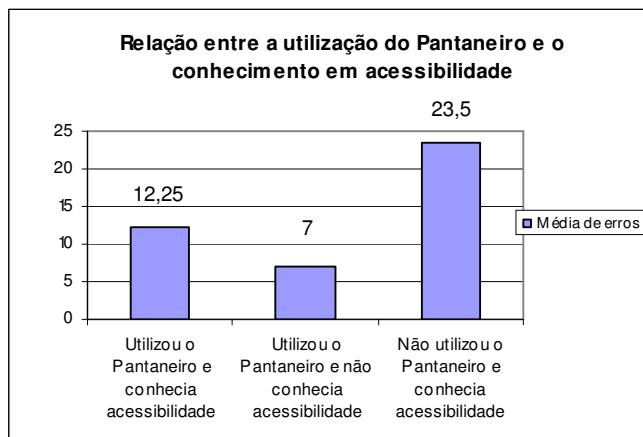
## 5.7. Limitações do Estudo de Caso

Durante a avaliação, análise e interpretação dos dados, algumas limitações foram percebidas. Elas devem ser consideradas, pois podem configurar em tendências nos resultados do estudo de caso. Neste sentido, as limitações observadas foram:

- Pouco tempo para o desenvolvimento do site.** O módulo que consistiu no desenvolvimento dos *sites* teve duração de duas horas. Durante este, foi possível perceber que, para pesquisas por técnicas de acessibilidade mais apuradas e para a realização de avaliações e correções de acessibilidade, o tempo não foi suficiente para alguns grupos;

---

<sup>4</sup><http://www.totalvalidator.com/>



**Figura 5: Relação entre o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade Web**

- **Insuficiência de treinamento em Acessibilidade Web.** O módulo de treinamento em acessibilidade teve duração de trinta minutos. Por mais que os participantes receberam o material explicativo sobre o tema com antecedência, percebeu-se que o tempo para realização da palestra foi curto para exemplificar com mais detalhes técnicas de acessibilidade. Em situações reais é necessário fornecer treinamento mais completo, seguido por exemplos práticos de teste e de avaliação de acessibilidade e técnicas.
- **Insuficiência do aprendizado sobre o Pantaneiro.** Todos os participantes receberam treinamento sobre o Pantaneiro, porém eles alegaram que a ferramenta tem muitas funcionalidades e seria necessário mais tempo para aprender utilizá-la.
- **Erros de acessibilidade do Pantaneiro:** Os critérios de acessibilidade foram criteriosamente reunidos no Pantaneiro. Para isto avaliações e testes de conformidade foram realizados de forma a atestar a eficácia do Pantaneiro na promoção da acessibilidade Web. Contudo, durante a validação dos dados foi possível observar alguns aspectos no Pantaneiro, não percebidos anteriormente, que não contemplam acessibilidade, o principal deles está relacionado ao componente “Página HTML”. Este componente é instanciado em um editor de textos embutido no Pantaneiro, que desapercebidamente, não recebeu cuidados de acessibilidade. Ainda durante a geração das páginas dos *sites* desenvolvidos utilizando o Pantaneiro no estudo de caso, algumas funcionalidades não funcionaram a contento, tais como: os recursos de imagens não foram corretamente gerados nas páginas, os *links* de salto não tiveram a formatação padronizada programaticamente no Pantaneiro e os componentes nas interfaces não ficaram localizados onde os desenvolvedores determinaram.
- **Falta realização de avaliação com deficientes:** outra limitação encontrada foi não ter realizado avaliações com usuários deficientes. Esta avaliação é importante para captar as estratégias de utilização do *site* por usuários deficientes em situações reais.

## 5.8. Conclusões do estudo de caso

No que se refere ao suporte do Pantaneiro para a criação de aplicações Web acessíveis, pode-se concluir que o mesmo contribui para a promoção da acessibilidade, pois os *sites*

desenvolvidos utilizando-o tiveram menos erros de acessibilidade do que os desenvolvidos sem o suporte dele. O Pantaneiro é eficiente mesmo sendo utilizado por pessoas sem conhecimento em acessibilidade.

## 6. Trabalhos relacionados

O tema acessibilidade tem sido tratado em diferentes pesquisas em diversas áreas de conhecimento, tais como, arquitetura, ergonomia e engenharia. Em termos de computação, a acessibilidade Web tem sido pesquisada em diversas áreas, considerando-se sua abrangência e disponibilidade.

Um dos principais esforços em termos de acessibilidade Web concentra-se na realização de avaliações. A avaliação de acessibilidade Web tem como objetivo verificar o quanto bem a Web pode ser utilizada por pessoas com deficiência. Esta avaliação poderá ser realizada em uma página Web, em uma coleção de páginas Web, em alguma situação específica, em partes do *site* ou em todo ele. Dependendo da natureza dos requisitos de acessibilidade, diferentes técnicas de inspeções e testes de acessibilidade Web podem ser combinados, tais como: ferramentas automatizadas, julgamento de especialistas em acessibilidade e testes com usuário [HARPER E YESILADA, 2008].

As ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade determinam a conformidade do *site* à recomendação a que ele foi submetido e ajudam os revisores nos ajustes necessários quando o mesmo não está de acordo com tal recomendação [W3C/WAI, 2006]. Existem diversas ferramentas de avaliação de acessibilidade: Total Validator<sup>5</sup>, A-checker<sup>6</sup>, Hera<sup>7</sup>, entre outras. Para avaliar sites de acordo com o e-MAG existe o DaSilva<sup>8</sup> e o ASEs, que é sua versão *desktop*.

Um trabalho que se aproxima desta proposta foi apresentado por Gonçalves e Pimenta [2005]. Os autores contemplam a abordagem de ferramentas de autoria que geram conteúdos acessíveis. Neste trabalho, eles relacionam critérios de usabilidade e acessibilidade embutidos em um ambiente de autoria de ensino a distância. Assim como no Pantaneiro, eles inseriram regras de acessibilidade para guiar o desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, porém, eles se basearam no WCAG 1.0. Neste trabalho, a autoria assistida dos elementos de *design* é realizada através da seleção de opções previamente tratadas, da obrigatoriedade de preenchimento de informações, sugestão de padrões, configurações *default* ou automáticas e/ou modelos pré-definidos.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Promover estratégias para o desenvolvimento de aplicações acessíveis é uma das metas para os governos nas diferentes esferas (federal, estadual e municipal), pois o acesso de todos os cidadãos ao conteúdo das aplicações *e-gov* deve ser igualitário. Assim, o Pantaneiro configura-se em uma importante vantagem na promoção da acessibilidade de portais governamentais. A sua utilização em relação a outras ferramentas de desenvolvimento traz várias vantagens de acessibilidade, pois os sites desenvolvidos com o Pantaneiro possuem menos barreiras de acesso.

---

<sup>5</sup> [www.totalvalidator.com](http://www.totalvalidator.com)

<sup>6</sup> [www.atutor.ca/achecker/index.php](http://www.atutor.ca/achecker/index.php)

<sup>7</sup> [www.sidar.org/hera/index.php.pt](http://www.sidar.org/hera/index.php.pt)

<sup>8</sup> [www.dasilva.org.br](http://www.dasilva.org.br)

Outra conclusão refere-se à utilização do Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade Web, este último, afetou muito pouco o resultados das avaliações de acessibilidade Web dos sites gerados pelo Pantaneiro, o que pode configurar em uma diminuição dos custos com treinamento em acessibilidade, já que a ferramenta oferece suporte adequado.

A meta de implementações de acessibilidade era cumprir cem por cento dos problemas de acessibilidade de acordo com o WCAG 2.0 Nível A, assim, foi realizada uma implementação criteriosa buscando alcançar tal objetivo. Entretanto, mesmo com resultados vantajosos de acessibilidade em sites desenvolvidos com o Pantaneiro em relação a outras ferramentas, alguns problemas de acessibilidade infelizmente foram detectados somente no momento da avaliação dos sites do estudo de caso. Neste sentido, como trabalhos futuros, pretende-se implementar o editor de textos embutido no Pantaneiro que instancia os textos das páginas internas, pois estas foram as principais fontes de erros de acessibilidade no estudo de caso. Pretende-se, desenvolver estratégias para a utilização de conteúdo audiovisual, para a verificação de contraste entre as cores utilizadas na página Web e para o conteúdo atualizado dinamicamente.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNDECT, CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro, e à equipe do LEDES/FACOM/UFMS, que direta ou indiretamente está contribuindo para a realização desse trabalho.

## 7. Referências

- ATAG 2.0 (2009). “Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) Overview”. <http://www.w3.org/WAI/intro/atag.php>, Março.
- Brasil (2004) “Decreto-lei 5296, de 2 de dezembro de 2004”, Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, Publicado no D.O.U, nº 232, 03 de dezembro de 2004.
- Brito, L.S.F. (2003) “WEBSCHARTS: Uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações Web baseada no HMBS/M”. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- e-MAG (2005) “Recomendações de Acessibilidade para a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet”, Doc. de Ref., Versão 2.0., 13 p.
- Freire, A. P., Goularte, R., Fortes, R. P. M. (2007) “Techniques for Developing More Accessible Web Applications: a Survey Towards a Process Classification”, 25<sup>th</sup> Annual ACM International Conference on Design of Communication (SIGDOC’07), October 22-24, El Paso, Texas, USA, p.162-169.
- Glover, E.; Tsoutsouliklis, K.; Lawrence, S.; Pennock, D.; Flake G. *Using Web structure for classifying and describing Web pages*. Proceedings of WWW2002, International Conference on the World Wide Web. 2002.
- Gonçalves, L. L., Pimenta, M. S. (2005) “EditWeb: Ferramenta para Autoria de Páginas Web com Acessibilidade em Ambientes de *E-Learning*”. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. XXXII SEMISH. São Leopoldo-RS.

- Grant, G.; Chau, D. (2005) "Developing a generic framework for e-government. *Journal of Global Information Management*", v. 13, n. 1, p. 1-30.
- Harper, S., Yesilada, Y (Eds). *Web Accessibility – A Foundation for Research*. Springer-Verlag London Limited, 2008. 364p.
- Koh, C.E.; Ryan, S.; Prybutok, V.R. (2005) "Creating value through managing knowledge in an e-government to constituency (G2C) environment". *The Journal of Computer Information Systems*, v.45, n.4, p.32-41.
- Lazar, J., Sponaugle-Dudley, A., Greenidge, K. (2004) "Improving Web Accessibility: A Study Of Webmaster Perceptions. *Computers In Human Behavior*". Vol. 20, Issue 2. *The Compass Of Human-Computer Interaction Elsevier*. P. 269-288
- Pacheco, R.C.S.; Kern, V.M.; Steil, A.V. (2007) "Aplicações de arquitetura conceitual em plataformas e-GOV: da gestão da informação pública à construção da sociedade do conhecimento". *Ponto de Acesso*, Salvador, v.1, n.1, p. 71-87, jun.
- Pinho, J.A.G. (2008) "Investigando portais de governo eletrônico de estados no Brasil: muita tecnologia, pouca democracia". *Revista de Administração Pública – RAP*. ISSN 0034 – 7612. FGV – Rio de Janeiro – RJ. 42 (3):471-93, MAI/JUN.
- Sandim, H.C. (2009) "Pantaneiro: Framework de Aplicações Web Para Plataformas E-Gov". Dissertação de Mestrado. Departamento de Computação e Estatística – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – DCT/UFMS. 145p.
- Sandim, H. C.; Turine, M. A. S. ; Vieira, C. C. A.; Pantaneiro: Um gerador de aplicações web no contexto e-gov. In: XXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campo Grande. XXXIII Seminário Integrado de Software e Hardware, 2006.
- Turine, M. A. S.; *HMBS - Um modelo Baseado em Statecharts para a Especificação Formal de Hiperdocumentos*. São Carlos-SP, 1998. Tese de Doutorado, Instituto de Física de São Carlos (IFSC).
- Treviranus, J. (2008) "Authoring Tools" In: *Web Accessibility – A Foundation for Research*. Springer-Verlag London Limited. 364p.
- Vilella, R. M. (2003) "Conteúdo, usabilidade e funcionalidade: três dimensões para a avaliação de portais estaduais de governo eletrônico na web". Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- W3C/WAI (1997) "Introduction to Web Accessibility", <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>, Março.
- WCAG 2.0 (2008) "Introduction to Understanding WCAG 2.0", <http://www.w3.org/TR/2008/WD-UNDERSTANDING-WCAG20-20080430/intro.html>, Abril.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. O., Regnell, B., Wesslén, A. (2000) "Experimentation in Software Engineering – An Introduction". Kluwer Academic Publishers Boston/Dordrecht/London. 204p.