

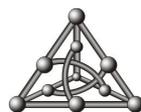
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**UM PROCESSO PARA O DESENVOLVIMENTO DE
APLICAÇÕES WEB ACESSÍVEIS**

LUCINÉIA SOUZA MAIA

Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação

Área: Engenharia de Software



Faculdade de Computação

LUCINÉIA SOUZA MAIA

**UM PROCESSO PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES
WEB ACESSÍVEIS**

Dissertação apresentada como trabalho final para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação no curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Faculdade de Computação, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Débora Maria Barroso Paiva

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Turine

Abril de 2010

Agradecimentos

Primeiramente, minha gratidão é elevada aos céus, agradeço imensamente a Deus, pois sem Ele, com certeza, este mestrado não seria possível.

Agradeço aos meus pais, Hercílio e Ilenira, pelo amor, apoio, carinho, confiança e compreensão durante os momentos de ausência. Aos meus irmãos, Adeilson e Wallace, e minha irmã Patrícia, pela força e pelo companheirismo. A minha linda sobrinha Sabrina, pelos momentos suaves de descontração e pela compreensão, mesmo sendo tão pequenina. A todos familiares, em especial minha avó, cujas orações sempre incluem o sucesso dos meus estudos.

Agradeço as amigas Daniela Barros, Rosimeiry Carvalho e Tuliane Dutra por todo apoio e torcida. Aos professores e colegas do Unileste-MG, em especial ao Prof. Antônio Machado. Ao Prof. José da Silva Oliveira pelo incentivo e aos colegas do Colégio Macedo Soares.

Aos amigos de mestrado Neiva Coelho e Jackson Savitraz pela acolhida e companheirismo, e aos demais colegas pela ajuda em diversos momentos. Aos amigos Jennyfer Camargo, Diego Oliveira, Sra. Valdelícia e Sr. Rubens pela acolhida em Campo Grande, pelo apoio e pelos momentos de descontração.

Agradeço profundamente a Profa. Dra. Débora Maria Barroso Paiva, que além de orientadora, tornou-se grande amiga. Obrigada pelo incentivo e por acreditar no meu trabalho. Ao Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Turine pela oportunidade de ingressar no mestrado e por todas as contribuições no projeto. A todos os professores do curso pela dedicação e pela contribuição profissional. Ao Msc. Hércules Sandim pela valiosa contribuição com o Pantaneiro.

Por fim, agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

“Quando decidimos viver rompendo
barreiras, Deus vai ao nosso lado
dizendo: ‘Pode ir, estou te apoiando’.”

(M. Alexandre Levorato)

Sumário

Agradecimentos.....	iii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	x
Resumo.....	xi
Abstract.....	xii
Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1 Contexto e Motivação	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Organização do Texto.....	3
Capítulo 2 - Referencial Teórico.....	5
2.1 Considerações Iniciais.....	5
2.2 Acessibilidade Web.....	5
2.2.1 Regulamentações de Acessibilidade Web.....	6
2.2.2 Avaliação de Acessibilidade Web.....	10
2.2.3 ATAG (Authoring Tool Accessibility Guidelines).....	13
2.3 ISO/IEC 12207 – Processos do Ciclo de Vida do Software.....	14
2.4 O Pantaneiro.....	16
2.5 Considerações Finais.....	20
Capítulo 3 - MTA: Modelo de Tarefas de Acessibilidade.....	21
3.1 Considerações Iniciais.....	21
3.2 Modelo de Tarefas de Acessibilidade (MTA).....	21
3.2.1 Subprocesso 1 - Elicitação dos Requisitos do Sistema.....	23
3.2.2 Subprocesso 2 - Análise de Requisitos do Sistema.....	25
3.2.3 Subprocesso 3 - Projeto Arquitetural do Sistema.....	27
3.2.4 Subprocesso 4 – Análise de Requisitos do Software.....	29
3.2.5 Subprocesso 5 – Projeto de Software.....	30

3.2.6 Subprocesso 6 – Construção do Software.....	34
3.2.7 Subprocesso 7 – Integração do Software.....	36
3.2.8 Subprocesso 8 – Teste do Software.....	38
3.2.9 Subprocesso 9 – Integração do Sistema.....	39
3.2.10 Subprocesso 10 – Teste do Sistema.....	40
3.3 Trabalhos Relacionados.....	41
3.4 Considerações Finais.....	45
Capítulo 4 - Adaptação do Pantaneiro para a Geração de Aplicações Acessíveis.....	46
4.1 Considerações Iniciais	46
4.2 Adaptação do Pantaneiro para a Geração de Aplicações Acessíveis.....	46
4.3 Trabalhos Relacionados.....	56
4.4 Considerações Finais.....	56
Capítulo 5 - Estudo de Caso.....	58
5.1 Considerações Iniciais.....	58
5.2 Definição do Estudo de Caso.....	59
5.2.1 Objetos do Estudo de Caso.....	59
5.2.2 Objetivos do Estudo de Caso.....	59
5.2.3 Contexto do Estudo de Caso.....	59
5.3 Planejamento do Estudo de Caso.....	60
5.3.1 Seleção do Contexto.....	60
5.3.2 Instrumentação.....	60
5.4 Operação.....	60
5.4.1 Preparação.....	61
5.4.2 Execução.....	63
5.4.3 Validação dos Dados.....	63
5.5 Análise e Interpretação.....	67
5.5.1 Análise e Interpretação do MTA.....	67
5.5.2 Análise e Interpretação do Pantaneiro na Geração de Sites Acessíveis.....	72
5.6 Limitações do Estudo de Caso.....	75
5.7 Conclusões do Estudo de Caso	77

5.8 Considerações Finais.....	78
Capítulo 6 - Conclusões.....	79
6.1 Considerações Iniciais.....	79
6.2 Contribuições do Trabalho.....	79
6.3 Artigos publicados e participações em eventos.....	80
6.4 Trabalhos Futuros.....	81
Referências Bibliográficas.....	82
Anexo A - Tarefas do MTA Aplicadas no Estudo de Caso.....	88

Lista de Figuras

Figura 2.1: Estrutura do WCAG 2.0	9
Figura 2.2: e-MAG – Visão do cidadão e visão técnica (BRASIL, 2005a, p. 8).....	10
Figura 2.3: Estrutura do e-MAG na visão técnica.....	11
Figura 2.4: Arquitetura do Pantaneiro (Sandim, 2009 p. 83).....	17
Figura 2.5: Estrutura hierárquica das categorias de papéis existentes no Pantaneiro (SANDIM, 2009 p. 90).....	17
Figura 2.6: Tela do usuário Gestor no Pantaneiro.....	18
Figura 2.7: Tela do usuário Moderador no Pantaneiro.....	19
Figura 3.1: Tarefas para o subprocesso de elicitação de requisitos de acessibilidade do sistema.....	24
Figura 3.2: Tarefas para o subprocesso de análise requisitos do sistema.....	25
Figura 3.3: Tarefas para o subprocesso de projeto de arquitetura do sistema.....	28
Figura 3.4: Tarefas para o subprocesso de análise de requisitos do software.....	29
Figura 3.5: Tarefas para o subprocesso de projeto de software.....	31
Figura 3.6: Tarefas para o subprocesso de construção do software.....	35
Figura 3.7: Tarefa para o subprocesso de integração do software.....	37
Figura 3.8: Tarefas para o subprocesso de teste do software	38
Figura 3.9: Tarefas para o subprocesso de integração do sistema.....	40
Figura 3.10: Tarefas para o subprocesso de teste do sistema	41
Figura 3.11: Estudo realizado por Freire <i>et al.</i> (FREIRE <i>et al.</i> , 2007).....	44
Figura 4.1: Arquitetura do Pantaneiro com o MTA.....	47
Figura 4.2: Página inicial do site da PREG.....	48
Figura 4.3: Esquema de correção dos erros de acessibilidade.....	49
Figura 4.4: Exemplo de dica de acessibilidade na publicação do componente banner.....	50
Figura 4.5: Gerência Navegacional da Página Inicial da WebApp.....	52
Figura 4.6: Página inicial gerada atendendo aos critérios de acessibilidade.....	53
Figura 5.1: Processo para o desenvolvimento do Estudo de Caso. Adaptado de Wohlin et al. (WOHLIN et al., 2005 p.36).....	58
Figura 5.2: Formulário digital para registro do MTA.....	64

Figura 5.3: Gráfico para visualização do resultado dos dados dos registros do MTA durante o estudo de caso	68
Figura 5.4: Análise das respostas de acordo com os tratamentos.....	69
Figura 5.5: Acumulado de respostas do questionário de qualidade do MTA.....	70
Figura 5.6: Média de erros de acessibilidade de acordo com o uso do MTA.....	70
Figura 5.7: Relação entre a utilização do MTA e o conhecimento em acessibilidade Web	71
Figura 5.8: Relação entre o MTA e o Pantaneiro.....	72
Figura 5.9: Média de erros de acordo com a utilização do Pantaneiro.....	73
Figura 5.10: Relação entre o Pantaneiro e o MTA.....	74
Figura 5.11: Relação entre o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade Web.....	75

Lista de Tabelas

Tabela 3.1: Subprocessos da ISO/IEC 12207 e tarefas de acessibilidade.....	22
Tabela 3.2: Modelo de Processo para Design Inclusivo de Sistemas de Informação na Web (MELO e BARANAUSKAS, 2006).....	42
Tabela 3.3: Avaliação no processo de desenvolvimento proposto por Abou-Zahra (ABOU-ZAHRA, 2008).....	43
Tabela 3.4: Quadro comparativo entre o MTA e trabalhos relacionados.....	44
Tabela 4.1: Erros de acessibilidade retornados na avaliação.....	49
Tabela 4.2: Erros de prováveis acessibilidade retornados da Avaliação.....	49
Tabela 4.3: Erros de acessibilidade em potencial retornados da Avaliação.....	51
Tabela 4.4: <i>Checklist</i> de acessibilidade de acordo com o WCAG 2.0 Nível A.....	54
Tabela 4.5: <i>Checklist</i> do ATAG 2.0 para o Pantaneiro adaptado.....	55
Tabela 5.1: Divisão dos Grupos	61
Tabela 5.2: Recursos distribuídos para os grupos de acordo com o tratamento.....	61
Tabela 5.3: Validação dos dados dos formulários preenchidos.....	65
Tabela 5.4: Validação das respostas do questionário de qualidade do MTA.....	66
Tabela 5.5: Média de erros de acessibilidade por tratamento.....	66

Resumo

A Internet é um importante meio de transmissão de informação, de interação entre pessoas, realização de negócios, educação e serviços governamentais. Porém, problemas de acessibilidade no conteúdo Web têm contribuído para a exclusão de usuários, principalmente aqueles com algum tipo de deficiência. Tal processo de exclusão culmina na problematização sobre Acessibilidade Web, motivando pesquisas por métodos, técnicas e ferramentas específicas para oferecer ao desenvolvedor mecanismos que favoreçam o desenvolvimento de aplicações Web acessíveis. Neste contexto, este trabalho propõe um Modelo de Tarefas de Acessibilidade (MTA) inseridas nos subprocessos do Processo de Desenvolvimento da Norma ISO/IEC 12207 (Padrão para Tecnologia da Informação – Processos do Ciclo de Vida do Software) para auxiliar a análise, projeto, implementação e avaliação de softwares acessíveis. De forma a oferecer uma ferramenta automatizada para auxiliar o desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, a ferramenta de autoria Pantaneiro foi adaptada considerando um conjunto de tarefas do MTA e diretrizes do WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) 2.0 Nível A. Um estudo de caso foi realizado com grupos de desenvolvedores utilizando o MTA e o Pantaneiro acessível com o objetivo de testar, avaliar e validar estes e investigar o quanto eles estão integrados na promoção da acessibilidade e; verificar se as seguintes estratégias: treinamento em acessibilidade Web, utilização do MTA como um modelo para guiar a acessibilidade no processo de desenvolvimento e, utilização do Pantaneiro como uma ferramenta de autoria que oferece suporte ao desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, são eficientes na promoção da acessibilidade Web.

Palavras-chave: Acessibilidade Web, processo de desenvolvimento, ferramenta de autoria.

Abstract

The Internet is an important means of information transmission, of interaction among people, accomplishment business-oriented, education and government services. However, problems related to content accessibility have been a preponderant factor to the exclusion of users, mainly those ones presenting some kind of disability. Such process of exclusion has motivated research for methods, techniques and tools which offer to the Web professional sustentation for development of accessible Web applications. In this context, this work presents an Accessibility Tasks Model (MTA) inserted in ISO/IEC 12207 Development Process (Standard for Information Technology – Process of Software Life Cycle) to assist analyze, design, implement and the evaluation software accessibility . For support to sub process explicit in MTA, the Pantaneiro is presented, (a tool for generation e-gov applications). It has been modified in order to produce Web pages with standard of Web accessibility considering WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) level A. A case study has been elaborated with groups of developers using MTA and accessible Pantaneiro to test, evaluate and validate these and to investigate how much they are integrated to promote the accessibility and, to verify if the following strategies: training in Web accessibility, use of MTA as a model to conduct the accessibility in development process and use of Pantaneiro as an authoring tool which supports of development accessible Web applications, are efficient on promotion of Web accessibility.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto e Motivação

O crescimento da Internet, impulsionado pela popularização dos computadores pessoais, pelos serviços oferecidos na Web e pelas várias formas e locais de acesso, tem impactado no dia-a-dia das pessoas na realização de trabalhos, estudos, negócios e entretenimento. Contudo, esta tecnologia não pode atingir todo seu potencial se projetistas e desenvolvedores não seguirem as regras e recomendações de acessibilidade Web (PÜHRETMAIR e MIESENBERGER, 2005).

A acessibilidade Web permite reunir diferentes necessidades, preferências e situações do usuário (W3C/WAI, 2005), diminuindo barreiras que impedem o acesso das pessoas ao conteúdo Web, além de adequar o *site* às leis e regulamentações de acessibilidade Web e aumentar a sua audiência (PADDISON e ENGLEFIELD, 2003).

Diversas iniciativas foram criadas para sustentar a acessibilidade Web (W3C, 2006). No Brasil, existe o Decreto-Lei 5.296 de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004) que regulamenta leis de acessibilidade e o e-MAG (Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico) (BRASIL, 2005a, 2005b) que apresenta diretrizes para a criação de *sites* com conteúdo acessível. Entretanto, mesmo com iniciativas governamentais e não-governamentais, grandes desafios são encontrados para a promoção da acessibilidade Web, entre eles destacam-se: (1) a conscientização dos clientes; (2) o balanceamento entre acessibilidade e *design* gráfico; (3) a falta de tempo; (4) a necessidade de treinamento e (5) a necessidade de melhores ferramentas (FREIRE *et al.*, 2007; LAZAR *et al.*, 2004). Neste sentido, algumas as estratégias podem contribuir promover a acessibilidade Web tais como: conduzir os projetistas na implantação da acessibilidade no processo de desenvolvimento, conscientizar os desenvolvedores sobre a importância

do tema e oferecer ferramentas que contribuam e estimulem a criação de *sites* acessíveis. Com este intuito, o presente trabalho propõe uma coleção de tarefas de acessibilidade a serem inseridas nos subprocessos do Processo de Desenvolvimento da ISO/IEC 12207 intitulado MTA (**M**odelo de **T**arefas de **A**cessibilidade). De forma a oferecer uma ferramenta automatizada para auxiliar o desenvolvimento de aplicações Web (*Webapp*) acessíveis, o Pantaneiro foi adaptado considerando um conjunto de tarefas do MTA.

O Pantaneiro é um *framework* para a geração de aplicações Web no domínio *e-gov* cujo projeto teve início em 2005 por meio de uma parceria entre o Governo do Estado do Mato Grosso do Sul e o LEDES/UFMS (**L**aboratório de **E**ngenharia de **S**oftware da **U**niversidade **F**ederal de **M**ato **G**rosso do **S**ul). Atualmente existem cinquenta e quatro portais de secretarias e/ou órgãos do governo estadual instanciados pelo Pantaneiro (SANDIM *et al.*, 2006; SANDIM 2009). Contudo, mesmo com o objetivo de gerar aplicações *e-gov*, 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, para que o Pantaneiro ofereça sustentação ao MTA e para que ele cumpra critérios de acessibilidade, definiu-se a conformidade com as recomendações do W3C para conteúdo Web acessível (WCAG - *Web Content Accessibility Guidelines* - 2.0 Nível A), 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 Parte B) como diretriz para nortear as adaptações no Pantaneiro para oferecer suporte à promoção da acessibilidade.

O WCAG 2.0 Nível A foi escolhido 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, ou seja,

são diretrizes que se não forem implementadas, o usuário poderá ser impossibilitado de acessar o conteúdo Web.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é propor o Modelo de Tarefas de Acessibilidade (MTA) baseado nos subprocessos da Norma ISO/IEC 12207 (Padrão para Tecnologia da Informação – Processos do Ciclo de Vida do Software) e adaptar o Pantaneiro para oferecer suporte ao Modelo no desenvolvimento de aplicações Web acessíveis.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Verificar a eficácia do MTA e do Pantaneiro Acessível na promoção da acessibilidade.
- Investigar a integração do MTA com o Pantaneiro Acessível.
- Investigar a relação entre a utilização do MTA, o conhecimento em acessibilidade e a utilização do Pantaneiro Acessível como estratégias para promover a acessibilidade Web.

1.3 Organização do Texto

Esta dissertação de mestrado está organizada da seguinte forma: o Capítulo 1 fez uma breve introdução sobre o trabalho desenvolvido e apresentou os objetivos do mesmo.

No Capítulo 2 é apresentado o referencial teórico necessário para o entendimento da dissertação. Nele é abordado o tema acessibilidade Web, é apresentada a Norma ISO/IEC 12207 necessária na elaboração do MTA e é apresentada a ferramenta de autoria Pantaneiro, adaptada para atender ao MTA e aos critérios de acessibilidade.

No Capítulo 3 é apresentado o MTA e trabalhos relacionados à acessibilidade no processo de desenvolvimento de software.

No Capítulo 4 são apresentadas as adaptações do Pantaneiro para a geração de aplicações acessíveis e trabalhos relacionados a ferramentas de autoria que favorecem o desenvolvimento de aplicações Web acessíveis.

No Capítulo 5 é especificado o estudo de caso realizado com desenvolvedores, detalhando o processo de realização deste, assim como os resultados obtidos.

No Capítulo 6 são apresentadas as conclusões, mostrando as contribuições do trabalho e propostas de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentados os conceitos necessários para o entendimento desta dissertação de mestrado. Nele são abordados assuntos relacionados à acessibilidade Web com intuito de esclarecer definições pertinentes ao trabalho e oferecer uma visão geral relativa ao tema, apresentar as principais regulamentações e formas de avaliação de acessibilidade Web e a recomendação do W3C para ferramentas de autoria. Em seguida, é apresentada a ISO/IEC 12207 utilizada na elaboração do MTA. Por fim, o capítulo apresenta a ferramenta de autoria Pantaneiro, utilizada para oferecer suporte ao MTA.

2.2 Acessibilidade Web

A acessibilidade Web refere-se a práticas para criar *sites* que possam ser utilizados por todos os usuários, especialmente por pessoas com deficiência (PACIELLO, 2000; THATCHER *et al.*, 2006; HARPER e YESILADA, 2008).

De acordo com o W3C (W3C/WAI, 2005), a acessibilidade diz respeito a diminuição ou eliminação de barreiras que impeçam o acesso a algo. Com relação a Web, estas barreiras configuram-se em obstáculos que dificultam a percepção, o entendimento, a navegação e a interação com o conteúdo pelo usuário (HARPER e YESILADA, 2008).

Para cada tipo de necessidade, barreiras específicas de acesso ao conteúdo Web podem ser verificadas em decorrência das dificuldades particulares que cada uma delas

acarreta. Os usuários com deficiência física e/ou motora podem ter dificuldade em usar dispositivos apontadores, usar o teclado (exemplo: pressionar duas teclas ao mesmo tempo) ou programas que requerem uma resposta em período de tempo específico. Deficientes visuais têm problemas com informação mostrada na tela, com o uso de dispositivos apontadores que requerem coordenação dos olhos-mãos (como o *mouse*) e problemas relacionados ao contraste de cores. As pessoas com deficiência auditiva encontram barreiras na detecção de sons ou na distinção informações com barulho de plano de fundo e quando a aplicação exige entrada de voz, pois muitas pessoas com problemas de audição também apresentam dificuldades na fala. Usuários com deficiência cognitiva encontram barreiras quando o *site* exige reconhecimento e retenção de informação, compreensão, envolvimento, identificação, escolha e implementação de soluções (KAVCIC, 2005; HARPER e YESILADA, 2008).

A acessibilidade Web é importante tanto para os deficientes quanto para as pessoas que não têm nenhuma deficiência, porém têm alguma limitação momentânea. Os idosos também são beneficiados com a acessibilidade Web, para eles os problemas de acesso ao conteúdo Web estão relacionados ao *design* de páginas com uma estrutura que eles não conseguem entender ou lhes incentivam distração com animações. É comum que eles tenham dificuldades no manuseio do teclado e *mouse* (HANSON, 2004) e, muitos estudos apontam que a incerteza da exploração devido ao medo do desconhecido e as consequências de ações incorretas são umas das maiores barreiras de acessibilidade Web para eles (KURNIAWAN, 2008).

Além das barreiras citadas, existem outras como: idiomas, hardware e/ou software incompatível, problemas no ambiente onde o usuário está e nível de conhecimento e experiência do usuário.

2.2.1 Regulamentações de Acessibilidade Web

Uma forma de amenizar os obstáculos de acesso ao conteúdo Web é a utilização de recomendações que direcionam a promoção da acessibilidade. Estas recomendações têm como objetivo encorajar projetistas a desenvolverem *sites* conforme especificações, possibilitando a conformidade com tecnologias assistivas para que usuários com deficiência possam interagir com o conteúdo Web (HARPER e YESILADA, 2008).

A principal recomendação de acessibilidade Web existente é o WCAG (WCAG 2.0, 2008a), criado pelo W3C/WAI (*World Wide Web Consortium/Web Accessibility Initiative*). Além desta, diversos países criaram suas próprias leis e regulamentações de acessibilidade Web (USA,1998; DEUTSCHLAND, 2002; ITALIAN, 2004). No Brasil, a legislação de acessibilidade foi regulamentada por meio do Decreto-Lei 5.296 em dezembro de 2004 (BRASIL, 2004). E em janeiro de 2005 foi criado o e-MAG (Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico) (BRASIL, 2005a; 2005b) 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.

2.2.1.1 WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*)

O WCAG é uma recomendação de acessibilidade Web criada pelo W3C/WAI. O W3C tem como premissa promover a universalização da Web, reconhecendo a necessidade de garantir que ela evolua como um espaço de informação e comunicação que pode ser acessado por cada pessoa, sem se importar com sua dificuldade (W3C, 1994). Em 1997 o W3C criou a WAI (*Web Accessibility Initiative*) com objetivo de supervisionar e elevar a consciência da acessibilidade Web e assegurar que a mesma seja considerada no desenvolvimento de padrões de tecnologia Web e ferramentas (SLOAN *et al.*, 2006). Neste sentido, a WAI elaborou em 1999 o WCAG para ser uma referência na promoção da acessibilidade do conteúdo Web. Atualmente o WCAG está na versão 2.0 e propõe quatro princípios (WCAG 2.0, 2008a):

- **Perceptível:** a informação e os componentes de interface com o usuário devem ser apresentáveis de modo que os usuários possam perceber o que está sendo exibido na tela. O conteúdo não pode ser não detectável para todos os sentidos do usuário.
- **Operável:** os componentes de interface com usuário e a navegação devem ser operáveis. A interface não pode requerer uma interação que um usuário não possa executar.
- **Compreensível:** a informação e a operação da interface do usuário devem ser de fácil compreensão.
- **Robusto:** o conteúdo deve ser robusto o suficiente para que ele possa ser interpretado confiavelmente por vários agentes usuários, incluindo tecnologias assistivas.

Para cada um dos princípios acima existem recomendações. Estas fornecem metas básicas de acessibilidade Web que autores devem considerar, por exemplo: **“Recomendação 1.1 Alternativas em Texto:** *Fornecer alternativas em texto para qualquer conteúdo não-textual permitindo assim que o mesmo possa ser alterado para outras formas mais adequadas à necessidade do indivíduo, tais como impressão em caracteres ampliados, Braille, fala, símbolos ou linguagem mais simples.*” (WCAG 2.0, 2008a).

Cada recomendação é expandida em critérios de sucesso que detalham o que deve ser feito para que a aplicação possa ser classificada como acessível, por exemplo: **“Critério de Sucesso 1.1.1 Conteúdo não-textual:** *Todo conteúdo não-textual que é apresentado para o usuário tem um texto alternativo que atende a proposta equivalente*” (WCAG 2.0, 2008a).

Os critérios de sucesso são escritos para determinar objetivamente se o conteúdo o satisfaz, e são classificados em três níveis de acordo com a importância do critério para a acessibilidade Web. O nível A é o nível mínimo, 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 implementadas poderão dificultar o acesso de alguns usuários, neste nível as páginas Web devem satisfazer todos os critérios de sucesso dos níveis A e AA. O nível AAA é o nível máximo observado com diretrizes que facilitarão o acesso ao conteúdo Web, nele as páginas devem atender todos os critérios de sucesso dos níveis A, AA e AAA.

O WCAG 2.0 disponibiliza para cada critério de sucesso um conjunto de técnicas que explicam e exemplificam como implementar a acessibilidade. A Figura 2.1 mostra a estrutura do WCAG 2.0 exemplificando os princípios, recomendações, critérios de sucesso e técnicas suficientes.

2.2.1.2 Regulamentações de Acessibilidade no Brasil

No Brasil a acessibilidade é assegurada por meio do Decreto-Lei 5.296 de 2 de dezembro de 2004 que regulamenta as Leis nº10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas com necessidades especiais, e a nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade. Este Decreto, além de tratar da acessibilidade dos *sites*, faz indicações sobre outros meios de comunicação, transporte e arquitetura, para que todos

os cidadãos brasileiros possam ter direitos iguais de acesso a tudo que for disposto a eles (BRASIL, 2004).

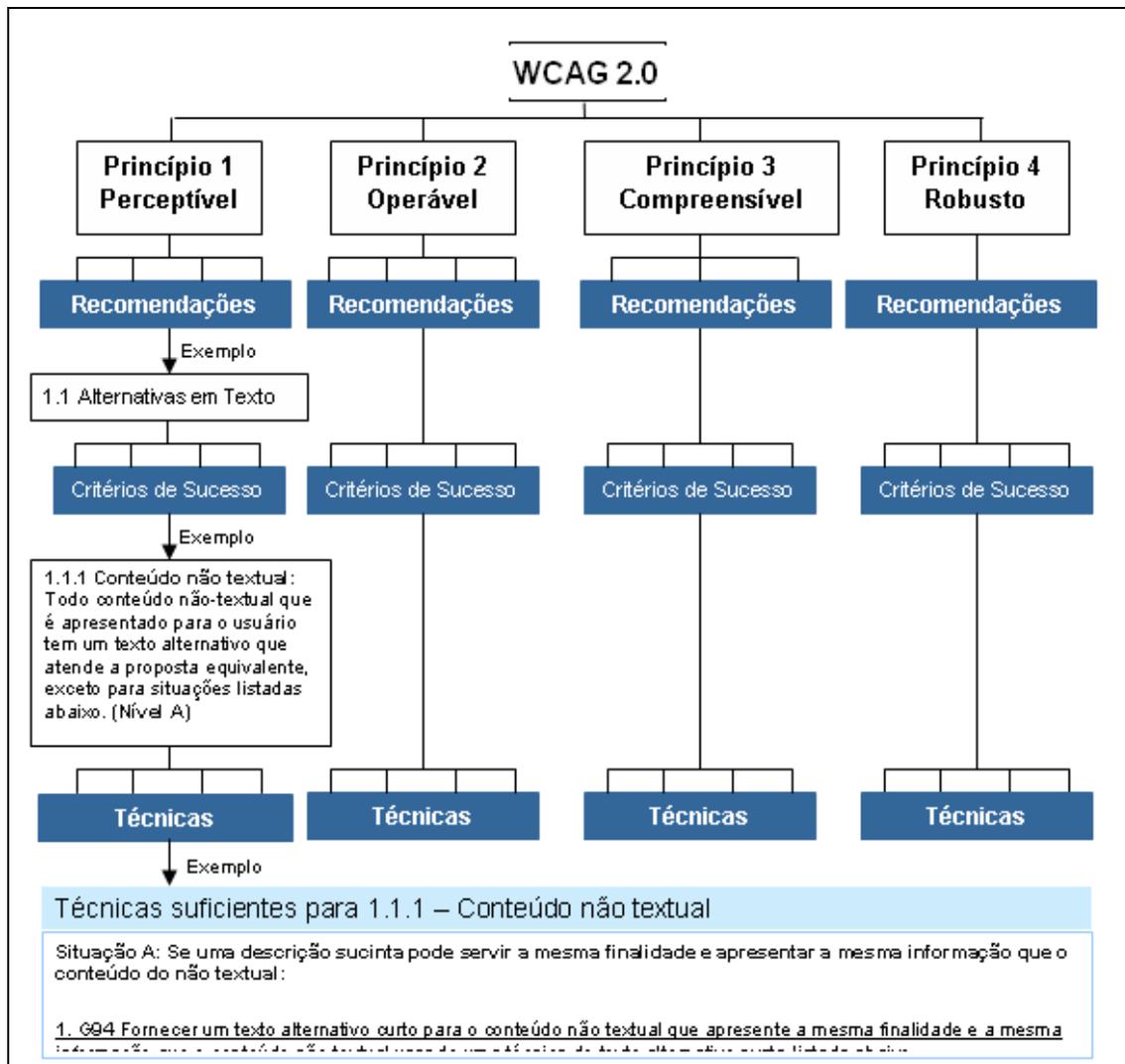


Figura 2.1: Estrutura do WCAG 2.0

Para amparar o Decreto-Lei 5.296, foi criado em janeiro de 2005, o e-MAG com o intuito de auxiliar na padronização da acessibilidade dos *sites* e portais do governo eletrônico e facilitar sua implementação (GOVERNO ELETRÔNICO, 2000). Em maio de 2007, o e-MAG foi institucionalizado no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática (SISP), tornando sua observância obrigatória nos *sites* e portais do governo brasileiro. O e-MAG se fundamenta nas regras do WCAG 1.0 e apresenta em documentos separados como a sua implementação pode ser percebida na visão do cidadão e na visão técnica (Figura 2.2).

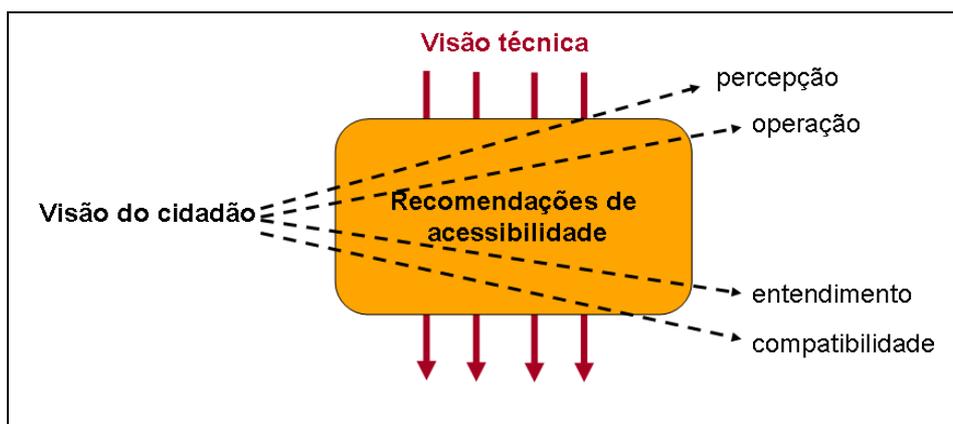


Figura 2.2: e-MAG – Visão do cidadão e visão técnica (BRASIL, 2005a, p. 8)

A visão do cidadão apresenta o e-MAG de forma que toda pessoa possa entender mesmo não tendo conhecimento em desenvolvimento de *sites*. Ela separa os princípios de acessibilidade em áreas parecidas com os princípios do WCAG 2.0 citados na Subseção 2.2.1.1. Já a visão técnica apresenta as recomendações de forma que desenvolvedores Web possam compreender como implementar a acessibilidade. Estas recomendações são agrupadas em diretrizes e cada recomendação é escrita para atender a um nível de prioridade. O nível de Prioridade 1 se refere às exigências básicas que devem ser atendidas inteiramente, caso contrário, os usuários ficarão impossibilitados de acessar o conteúdo Web. O nível 2 são recomendações que garantem o acesso ao conteúdo Web, caso estas não sejam cumpridas, os usuários terão dificuldade para acessar e navegar no *site*. E o nível de Prioridade 3 são implementações para facilitar o acesso ao conteúdo Web (BRASIL, 2005b).

Como mostra a Figura 2.3, ao reunir todas as recomendações de Prioridade 1, pode-se dizer que o *site* está em conformidade com o Nível A de acessibilidade Web do e-MAG. Ao cumprir todas as recomendações de Prioridade 1 e 2, o *site* está em conformidade com o Nível AA e ao cumprir todas as recomendações de Prioridade 1, 2 e 3, o *site* está em conformidade com o Nível AAA de acessibilidade Web.

2.2.2 Avaliação de Acessibilidade Web

A avaliação de acessibilidade Web tem como objetivo verificar o quão bem um *site* pode ser utilizado 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: avaliação com ferramentas automatizadas, julgamento de especialistas em acessibilidade e testes com usuário (ABOU-ZAHRA, 2008).

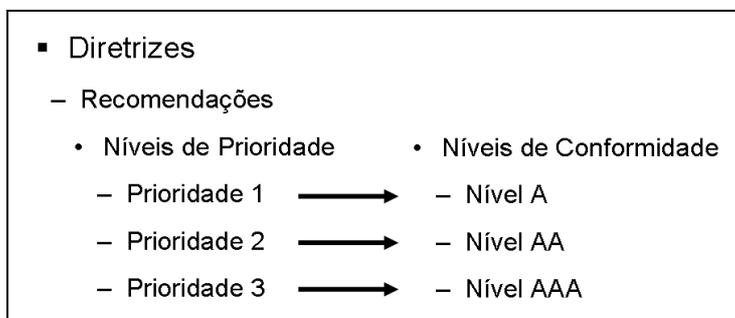


Figura 2.3: Estrutura do e-MAG na visão técnica

As ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade Web 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, 2006b). Existem diversas ferramentas de avaliação de acessibilidade: Total Validator¹, A-checker², Hera³, entre outras. Para avaliar *sites* de acordo com o e-MAG é oferecido o DaSilva⁴ e o ASES, que é sua versão *desktop*.

As ferramentas de avaliação de acessibilidade Web geralmente apresentam os erros e avisos de acordo com os níveis de prioridade, apresentados nas Subseções 2.2.1.1 e 2.2.1.2. Os erros são os problemas claros que podem ser identificados no código, por exemplo: a falta do atributo `alt` para `tags img`. Já os avisos são prováveis erros, tais como: “o texto do *link* pode não transmitir a informação correta”. Este possível erro deve ser verificado manualmente, pois a ferramenta de avaliação não interpreta o conteúdo, por exemplo, para averiguar se os textos e as relações existentes fazem algum sentido para as páginas Web.

Quando a ferramenta de avaliação não reporta nenhum erro ou aviso, esta página poderá então requerer um selo de acessibilidade de acordo com a recomendação e o nível de acessibilidade ao qual ela foi avaliada.

¹ www.totalvalidator.com

² www.atutor.ca/achecker/index.php

³ www.sidar.org/hera/index.php.pt

⁴ www.dasilva.org.br

A avaliação de acessibilidade Web utilizando ferramentas é geralmente rápida, mas não é capaz de identificar todos os aspectos da acessibilidade. Por isto, outros tipos de avaliação são recomendados tais como o julgamento do especialista em acessibilidade Web. Nesta avaliação é importante a visualização do *site* em navegadores gráficos e textuais em diferentes versões, habilitar e desabilitar *Javascript* e *CSS* para verificar o comportamento da página caso o *browser* do usuário não tenha suporte a estes. É importante também navegar pelo conteúdo da página desabilitando as imagens e/ou usando um navegador textual, para verificar se a ausência de imagens interfere na compreensão do documento. É útil o uso de ferramentas de validação de linguagens de marcação, simuladores de leitor de tela e de cores. Além disto, um *checklist* com os critérios de alguma recomendação poderá ser feito para permear esta avaliação realizada pelo especialista em acessibilidade (W3C/WAI, 2006a).

Outra avaliação importante é a avaliação com usuário. Ela possibilita a observação das estratégias de interação construídas pelos diferentes usuários na realização de tarefas típicas, em contextos diversificados e com o uso de tecnologias assistivas (exemplos: leitores de tela, ampliadores de tela), bem como a identificação das dificuldades que enfrentam (MELO *et al.*, 2004). De acordo com Abou-Zahra (Abou-Zahra, 2008), alguns paradigmas de avaliação de acessibilidade com usuário podem ser considerados, são eles:

(1) Medidas de Desempenho: estas medidas podem ser aferidas pelo tempo utilizado pelo usuário para completar uma tarefa; o tempo gasto para navegar no menu do *site*; número de escolhas de *links* incorretos; número de páginas vistas que são incorretas; número de observações de frustração do usuário ao navegar na página, entre outras.

(2) Registro das Ações do Usuário: é realizada através de dados quantitativos capturados de *logs* do usuário na aplicação. Isto permite a aquisição automática de dados de múltiplos usuários.

(3) Questionário: capta a percepção do usuário com relação ao sistema ou a interface. Os questionários podem ser realizados com questões abertas, onde o usuário expressa sua opinião ou questões fechadas, com um conjunto de respostas pré-determinadas.

(4) Observação: observa diretamente o comportamento do usuário. O avaliador pode entender como o *design* de uma interface ajuda ou impede a interação com o usuário e revela problemas para completar tarefas específicas.

(5) Entrevistas: estas podem ser estruturadas, com um conjunto pré-selecionado de questões, ou *in-depth* (a fundo), onde o entrevistador não segue um formulário específico. As entrevistas geralmente ocorrem reforçando a avaliação de observação.

(6) Pensar em voz alta: Durante esta avaliação os usuários são observados usando a interface enquanto verbalizam suas ideias, sentimentos e opiniões sobre sua experiência de interação.

Todas as formas de avaliação de acessibilidade Web apresentadas nesta seção são importantes. O ideal é a utilização de todas elas em conjunto, pois uma complementa a outra.

2.2.3 ATAG (*Authoring Tool Accessibility Guidelines*)

O ATAG foi desenvolvido pelo W3C para o estabelecimento de recomendações para ferramentas de autoria acessíveis. O ATAG 1.0 foi aprovado em fevereiro de 2000. A versão 2.0 está sendo criada para atender o WCAG 2.0 e é dividida em duas partes: A e B.

A parte A do ATAG está relacionada ao desenvolvimento de ferramentas de autoria com interface de usuário acessível. As recomendações e critérios de sucesso na parte A são organizadas seguindo os quatro princípios adaptados do WCAG 2.0, são eles: as ferramentas de autoria devem ser acessíveis por tecnologias assistivas, devem ser perceptíveis, operáveis, e compreensíveis.

A parte B diz respeito ao suporte a produção de conteúdo acessível e é composta por três princípios: produção de conteúdo acessível deve ser possibilitada, autores devem ter suporte na produção de conteúdo acessível e soluções de acessibilidade devem ser promovidas e integradas (ATAG, 2009a). Este trabalho de mestrado abrangerá a parte B das recomendações do ATAG 2.0.

Para cada princípio do ATAG 2.0 são estabelecidas recomendações ou diretrizes. Estas diretrizes permeiam o estabelecimento de critérios de sucesso para desenvolver, verificar e selecionar ferramentas de autoria que conduzem o

desenvolvimento de aplicações Web acessíveis. Os critérios são organizados em três níveis de conformidade assim como o WCAG 2.0, sendo eles: Nível A, AA e AAA.

O ATAG é destinado para ser utilizado em conjunto com o WCAG ou qualquer outra recomendação de conteúdo Web acessível similar ao WCAG. As diretrizes que formam a Parte B do ATAG são (ATAG, 2009a):

1. Apoiar as tecnologias de conteúdo Web que permitam a criação de conteúdo acessível.
2. Assegurar que a ferramenta de autoria preserve as informações de acessibilidade.
3. Garantir que o conteúdo gerado automaticamente seja acessível.
4. Guiar os autores na criação de conteúdo acessível.
5. Ajudar os autores na verificação de problemas de acessibilidade.
6. Ajudar os autores nos reparos dos problemas de acessibilidade.
7. Ajudar os autores no gerenciamento do conteúdo alternativo para conteúdo não-textual.
8. Ajudar os autores com modelos acessíveis e outros conteúdos pré-produzidos.
9. Assegurar que as ações de autoria acessíveis sejam destacadas.
10. Assegurar que as características de suporte a produção de conteúdo acessível das ferramentas de autoria estejam disponíveis.
11. Assegurar que as características de suporte a produção de conteúdo acessível das ferramentas de autoria sejam documentadas.
12. Assegurar que quaisquer práticas de autoria demonstradas na documentação sejam acessíveis.

2.3 ISO/IEC 12207 – Processos do Ciclo de Vida do Software

A Norma ISO/IEC 12207 (IEEE/EIA 12207.0-1996, 1998) oferece um padrão de desenvolvimento de software que contém um conjunto de processos separados em fundamentais, de apoio, organizacionais e de adaptação. Cada um deles é dividido em

atividades ou subprocessos e cada subprocesso subdivide-se em tarefas. A definição clara dos subprocessos e tarefas é importante para direcionar o desenvolvimento de forma que os membros da equipe sejam conduzidos à criação de aplicações que atendam as necessidades de quem as adquire, permitindo o gerenciamento das atividades que envolvem o desenvolvimento de sistemas, visualizando suas fases ou estágios e como estes são integrados no processo de desenvolvimento geral. Contudo, as técnicas específicas usadas para realizar as atividades não são descritas, mas é fornecido um *framework* onde é possível entender e planejar o processo de desenvolvimento (GINIGE,1998).

A ISO/IEC 12207 possui duas emendas. A emenda 1 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), publicada em 2001, estabelece um conjunto de informações de processo de software que pode ser utilizado na definição, avaliação e melhoramento dos processos. Esta emenda estabelece um Modelo de Referência de Processo conforme as exigências de ISO/IEC 15504-2 (ISO/IEC FDIS 15504-2:2002(E)) e fornece definições de processos em um ciclo de vida descrito em termos do propósito de processo e resultados, junto com uma arquitetura que descreve as relações entre os processos visando a avaliação dos mesmos.

O uso da Emenda 1 para avaliação de processos revelou defeitos técnicos em certos processos do Modelo de Referência de Processo da ISO/IEC 12207, assim, a Emenda 2 (ISO/IEC 12207:2002/FDAM 2:2003(E)) foi desenvolvida para solucionar estas deficiências, fornecendo ao usuário do Modelo de Referência de Processo e para o fomentador do modelo de avaliação uma base melhorada para seus trabalhos.

A ISO/IEC 12207 pode ser utilizada integralmente ou não. Entretanto, por mais que ela possa ser empregada parcialmente, algumas atividades dos processos relacionam-se com outros processos. Por exemplo, durante o Processo de Desenvolvimento, alguma tarefa pode requerer a documentação de suas saídas, logo, será necessário utilizar o Processo de Documentação.

Esta dissertação está focada no **Processo de Desenvolvimento** da Norma ISO/IEC 12207. Este Processo contém os seguintes subprocessos: Elicitação de Requisitos, Análise de Requisitos do Sistema, Projeto Arquitetural do Sistema, Análise de Requisitos do Software, Projeto Arquitetural do Software, Construção do Software, Integração do Software, Teste do Software, Integração do Sistema, Teste do Sistema e

Instalação do Software (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001). Cada um dos subprocessos possui tarefas que explicam detalhadamente as ações que deverão ser realizadas.

2.4 O Pantaneiro

O Pantaneiro é um *framework* desenvolvido para facilitar a geração de aplicações Web e portais corporativos em uma plataforma *e-gov*, além de gerenciar e compartilhar o conteúdo dinamicamente (SANDIM, 2009).

O projeto Pantaneiro 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 do Mato Grosso do Sul. Atualmente existem 54 portais de secretarias e/ou órgãos do governo estadual instanciados pelo Pantaneiro (SANDIM, 2009).

A Figura 2.4 mostra a arquitetura geral do Pantaneiro de acordo com Sandim (Sandim, 2009). Esta dissertação está focada no *Wizard-Pantaneiro*, identificado na Figura 2.4. Por convenção, neste texto, quando se referir ao Pantaneiro a referência será válida também para o *Wizard-Pantaneiro*, sem distinção. Neste sentido, o Pantaneiro é composto por três ambientes: de Autoria, de Projeto Navegacional e de Publicação.

Resumidamente, o Ambiente de Autoria tem como objetivo realizar a modelagem da aplicação, a definição dos componentes, a modelagem da interface e as configurações necessárias para a gerência de permissões sobre os componentes e interfaces geradas.

O Ambiente de Projeto Navegacional é onde o gestor da *WebApp* instanciada projeta a navegação entre os componentes criados no Ambiente de Autoria.

Por fim, no Ambiente de Publicação são realizadas as fases de instanciação e publicação das *WebApps*, além da fase de povoamento e publicação das instâncias dos componentes (SANDIM, 2009).

A visualização destes ambientes dependerá da categoria do usuário. Os usuários são definidos no Ambiente de Autoria, por meio da Gerência de Permissões. A Figura

2.5 apresenta a estrutura hierárquica das categorias de usuários. As categorias destacadas representam as categorias de usuários que serão abordadas nesta dissertação.

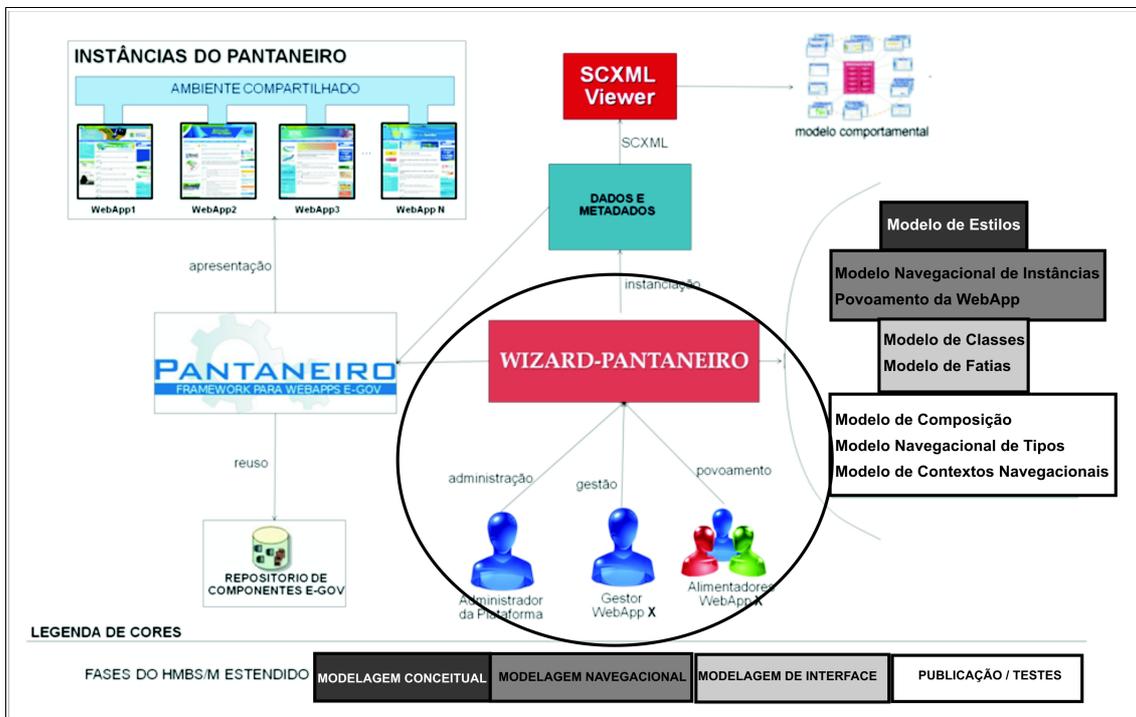


Figura 2.4: Arquitetura do Pantaneiro (Sandim, 2009 p. 83)

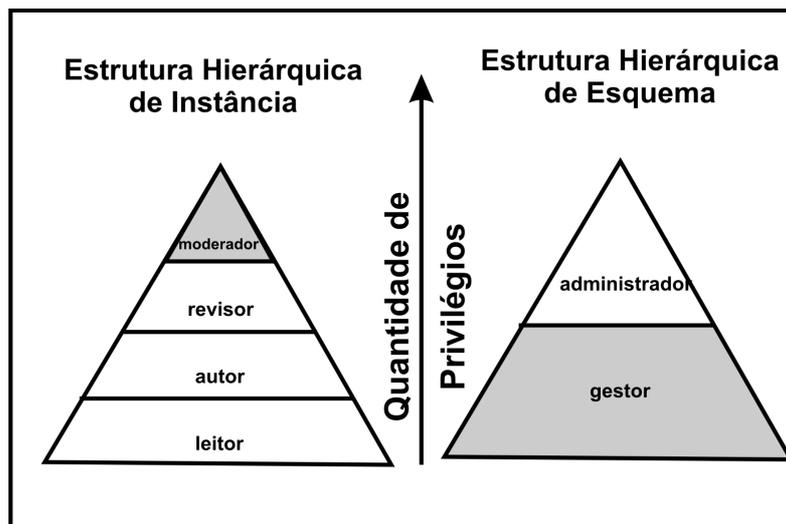


Figura 2.5: Estrutura hierárquica das categorias de papéis existentes no Pantaneiro (SANDIM, 2009 p. 90)

O usuário **Gestor** é responsável por realizar todas as atividades necessárias para manter o funcionamento de uma aplicação específica. A Figura 2.6 mostra os Ambientes gerenciados pelo Gestor de uma aplicação, estes contêm as seguintes funcionalidades:

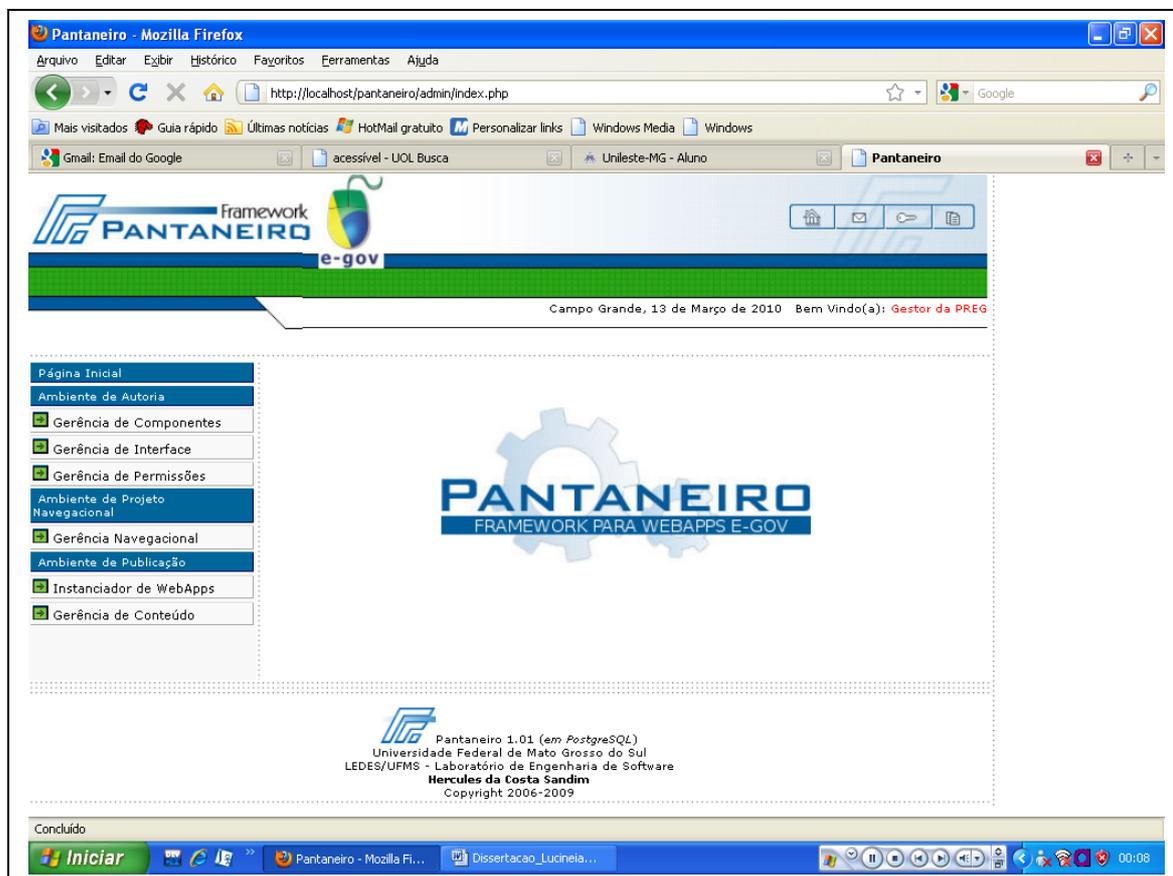


Figura 2.6: Tela do usuário Gestor no Pantaneiro

1. Ambiente de Autoria

- a) **Gerência de Componentes**: define os atributos dos componentes aos quais ele tem permissão, a ordem de apresentação e demais características do componente para o *site* e, são definidos os assuntos para o formulário “Fale Conosco”.
- b) **Gerência de Interface** – define a interface com a qual a aplicação será apresentada, organiza os componentes para visualização da aplicação e escolhe as interfaces da aplicação (SANDIM, 2009).
- c) **Gerência de Permissões** – responsável por criar e atribuir permissões aos grupos de usuários dentro da aplicação (SANDIM, 2009).

2. Ambiente de Projeto Navegacional

- a) **Gerência Navegacional** - responsável pela composição do menu da *WebApp*, que juntamente com a navegação entre os componentes, irá compor o “mapa do site” e os contextos de navegação (SANDIM, 2009).

3. Ambiente de Publicação

- a) **Instanciador de WebApps** – local onde o gestor pode modificar os dados do site informados pelo administrador.
- b) **Gerência de Conteúdo** – gerencia o conteúdo dos componentes aos quais ele tem permissão.

O usuário **Moderador** possui os privilégios do papel "Revisor". Além disso, ele pode publicar, compartilhar e ainda restringir o acesso a algumas instâncias dos componentes pertencentes às aplicações para as quais o grupo tem permissão.

O único Ambiente ao qual o Moderador tem acesso é o **Ambiente de Publicação** (Figura 2.7), neste, o moderador realiza a **Gerência de Conteúdo**, onde os componentes são instanciados com os dados que serão apresentados no *site*, tais como textos, imagens, etc.

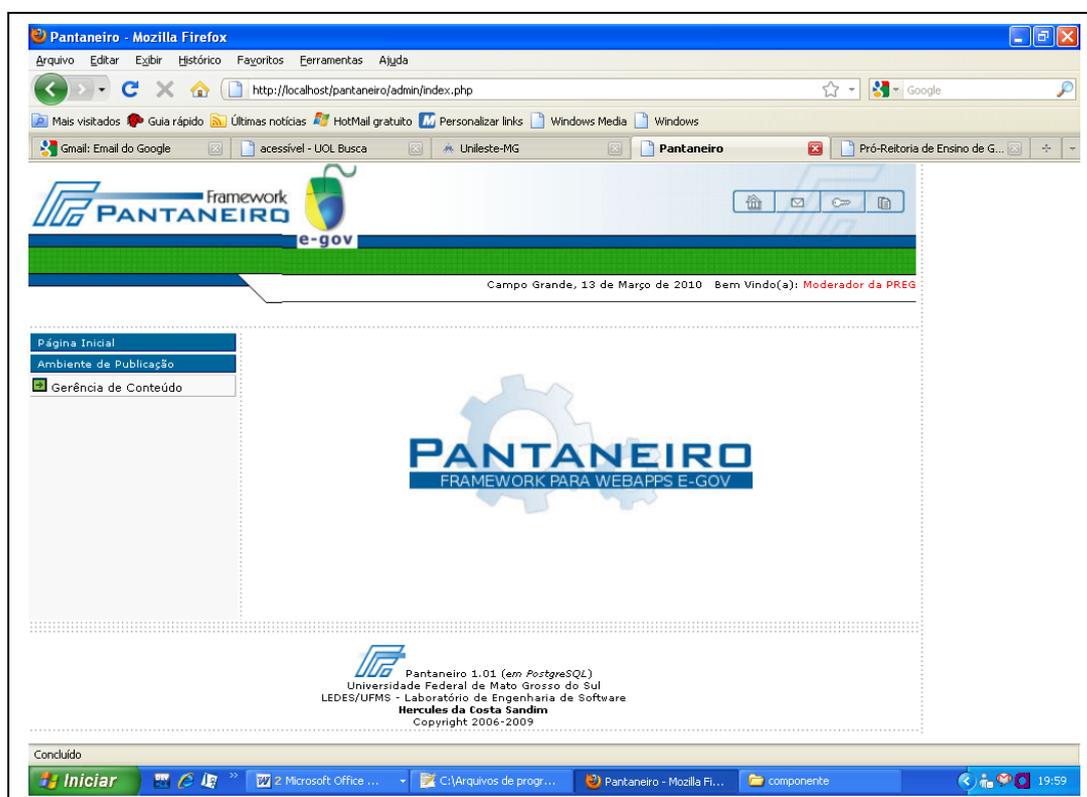


Figura 2.7: Tela do usuário Moderador no Pantaneiro

2.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o referencial teórico necessário para o entendimento desta dissertação. Nele foi explanado sobre acessibilidade Web, foi apresentada a ISO/IEC 12207 e o Pantaneiro. A seguir, no Capítulo 3, será apresentado o MTA para a promoção da acessibilidade no processo de desenvolvimento.

Capítulo 3

MTA: Modelo de Tarefas de Acessibilidade

3.1 Considerações Iniciais

Uma forma de garantir que as aplicações sejam acessíveis é amparar o desenvolvimento das mesmas conforme padrões de acessibilidade Web. De acordo com Melo e Baranauskas (Melo e Baranauskas, 2006) é importante apoiar o desenvolvimento de sistemas de informação acessíveis na Web com uso de métodos e técnicas adequados para explicitá-lo e representá-lo. Neste contexto, neste capítulo é proposto o MTA para apoiar o desenvolvimento de aplicações acessíveis com base na ISO/IEC 12207 e a seguir são apresentados trabalhos referentes ao desenvolvimento de aplicações Web considerando a acessibilidade.

3.2 Modelo de Tarefas de Acessibilidade (MTA)

A introdução da acessibilidade em aplicações totalmente desenvolvidas pode resultar em reprojeto e recodificação significativa, ultrapassando o orçamento do projeto e o escopo (Hoffman *et al.*, 2005). Neste contexto, o MTA foi idealizado com o objetivo de guiar o processo de desenvolvimento desde as fases iniciais para que a aplicação que está sendo desenvolvida seja acessível, de forma a evitar o retrabalho ocasionado pelas correções de acessibilidade realizadas somente na fase de testes, como acontece tradicionalmente. O Modelo sugere tarefas a serem empregadas nos subprocessos do Processo de Desenvolvimento da Norma ISO/IEC 12207. A proposta é adaptar estes

subprocessos de forma a garantir a acessibilidade das aplicações em todas as fases do desenvolvimento.

A Tabela 3.1 mostra os subprocessos do processo de desenvolvimento da ISO/IEC 12207 e as tarefas de acessibilidade que foram incluídas. A seguir a apresentação do MTA.

Tabela 3.1: Subprocessos da ISO/IEC 12207 e tarefas de acessibilidade

Subprocessos do Processo de Desenvolvimento da ISO/IEC 12207	Tarefas de acessibilidade
1. Elicitação dos requisitos do sistema	1.1- Identificar os requisitos de acessibilidade do sistema
2. Análise de requisitos do sistema	2.1 - Especificar os requisitos de acessibilidade do sistema 2.2 - Avaliar os requisitos de acessibilidade do sistema
3. Projeto arquitetural do sistema	3.1 - Alocar os requisitos de acessibilidade aos elementos do sistema 3.2 - Avaliar o projeto arquitetural do sistema com relação aos requisitos de acessibilidade
4. Análise de requisitos do software	4.1 - Estabelecer os requisitos de acessibilidade do software 4.2 - Avaliar os requisitos de acessibilidade do software
5. Projeto de software	5.1 - Projetar as interfaces externas acessíveis 5.2 - Realizar o projeto navegacional acessível 5.3 - Avaliar acessibilidade do projeto de software
6. Construção do Software (código e teste de unidade)	6.1 - Especificar técnicas para implementação da acessibilidade da interface e do código 6.2 - Codificar cada unidade de software de acordo com as técnicas de acessibilidade 6.3 - Planejar teste de acessibilidade para cada unidade de software 6.4 - Executar testes de acessibilidade de cada unidade de software
7. Integração do software	7.1 - Planejar teste de acessibilidade do software integrado
8. Teste do software	8.1 - Conduzir testes de acessibilidade do software 8.2 - Avaliar o resultado do teste de acessibilidade
9. Integração do sistema	9.1 - Realizar testes de acessibilidade no sistema 9.2 - Avaliar os resultados dos testes de acessibilidade do sistema
10. Teste do sistema	10.1 - Certificar a conformidade com os requisitos do sistema.

3.2.1 Subprocesso 1 - Elicitação dos Requisitos do Sistema

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta da elicitação de requisitos do sistema é reunir, processar e mapear as necessidades e requisitos do cliente ao longo da vida do produto e/ou serviço, bem como estabelecer um cronograma que serve como base para definir as necessidades de trabalho.

Segundo Sloan *et al.* (Sloan *et al.*, 2006) a acessibilidade Web para usuários finais é idealmente aceita como um requisito básico para a Web alcançar seu verdadeiro potencial de atingir amplamente sua audiência. Assim como na Web, para os sistemas não baseados neste meio, os requisitos de acessibilidade devem ser considerados e mantidos visando beneficiar aos usuários que necessitam de tecnologias acessíveis também em ambientes *desktop*. Neste sentido, foi definida neste subprocesso a tarefa de acessibilidade: **Identificar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema**, de forma a garantir que este requisito seja considerado nos projetos de aplicações acessíveis, como mostra a Figura 3.1.

Tarefa 1.1 - Identificar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema

Esta tarefa é idealmente considerada durante este estágio inicial de desenvolvimento com o intuito de poupar tempo e esforços no endereçamento destes requisitos posteriormente. Assim, seu objetivo principal é estabelecer os requisitos de acessibilidade do sistema que serão a base e a referência para todo o desenvolvimento da aplicação.

Como ilustra a Figura 3.1, o cliente solicita um sistema acessível e, juntamente com um especialista em acessibilidade, é/são identificado(s) o(s) requisito(s) de acessibilidade para o sistema.

Sloan *et al.* (Sloan *et al.*, 2006) apontam um conjunto de categorias de requisitos de usabilidade frequentemente chamadas de “contexto de uso”, as quais podem ser empregadas nesta tarefa por serem requisitos que se baseiam em conceitos de acessibilidade.

- Características do Usuário: as habilidades e deficiências dos usuários-alvo incluindo habilidades e deficiências perceptiva, cognitiva, motora e linguística.

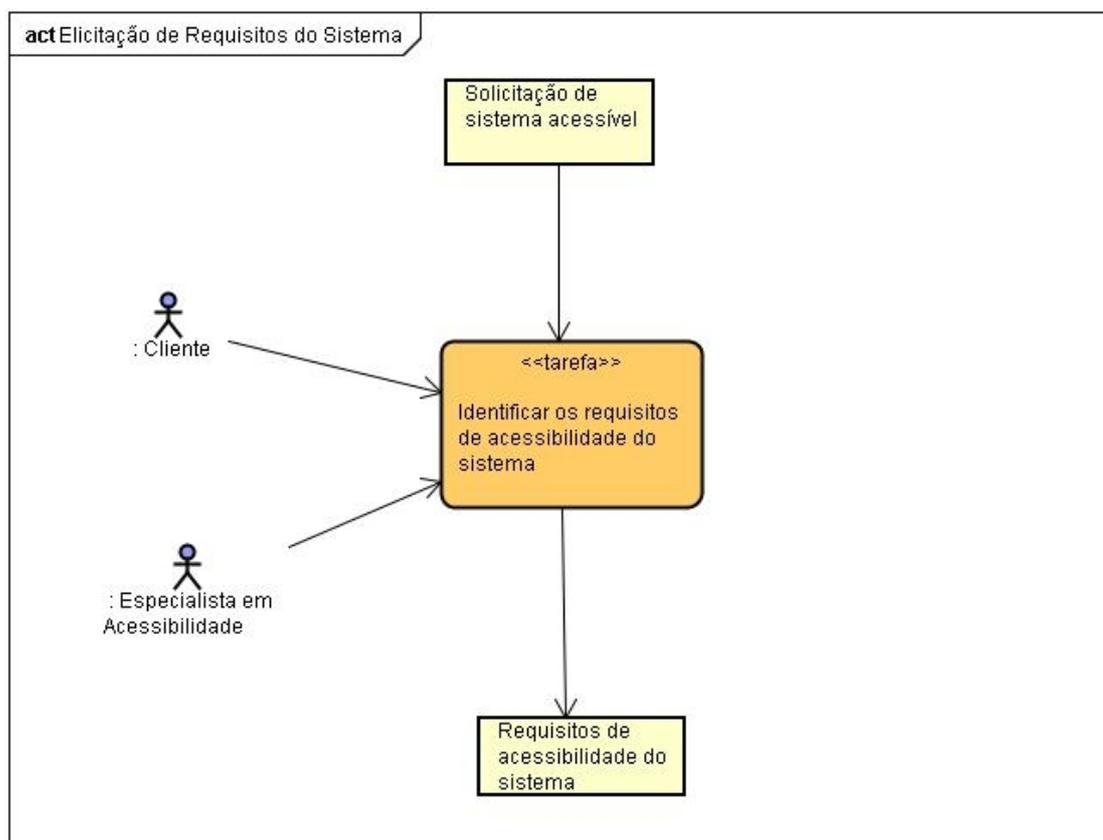


Figura 3.1: Tarefas para o subprocesso de elicitação de requisitos de acessibilidade do sistema

- Requisitos de Domínio: as tarefas que necessitam ser apoiadas por grupos, dinâmicas culturais e sociais, padrões de comunicação, fatores ambientais, entre outros.
- Requisitos Tecnológicos: disponibilidade e compatibilidade de hardware, software, e *plug-ins* e tecnologias assistivas.
- Requisitos de performance: índice de tarefas com realizadas com sucesso, tempo para completar tarefas, índice de satisfação e qualidade das saídas da tarefa.

O requisito de conformidade também pode ser considerado:

- Requisito de conformidade: a aplicação deve atender a determinada regulamentação de acessibilidade. Neste caso, este requisito é tratado de forma bem ampla, sua declaração pode ser feita apenas definindo, por exemplo, o nível de acessibilidade de acordo com alguma recomendação de acessibilidade Web, tais como o WCAG 2.0 (WCAG 2.0, 2008a), WCAG 1.0 (WCAG 1.0, 1999), e-

MAG (Brasil, 2005a, 2005b) ou uma legislação de acessibilidade, como por exemplo a Section 508 (USA,1998).

3.2.2 Subprocesso 2 - Análise de Requisitos do Sistema

A análise de requisitos do sistema transforma os requisitos identificados pelos *stakeholders* dentro de um conjunto de requisitos técnicos do sistema que guiarão o projeto do sistema (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001).

As tarefas de acessibilidade inseridas neste subprocesso podem ser visualizadas na Figura 3.2. São elas: **Especificar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema** e **Avaliar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema**. A seguir, a descrição destas.

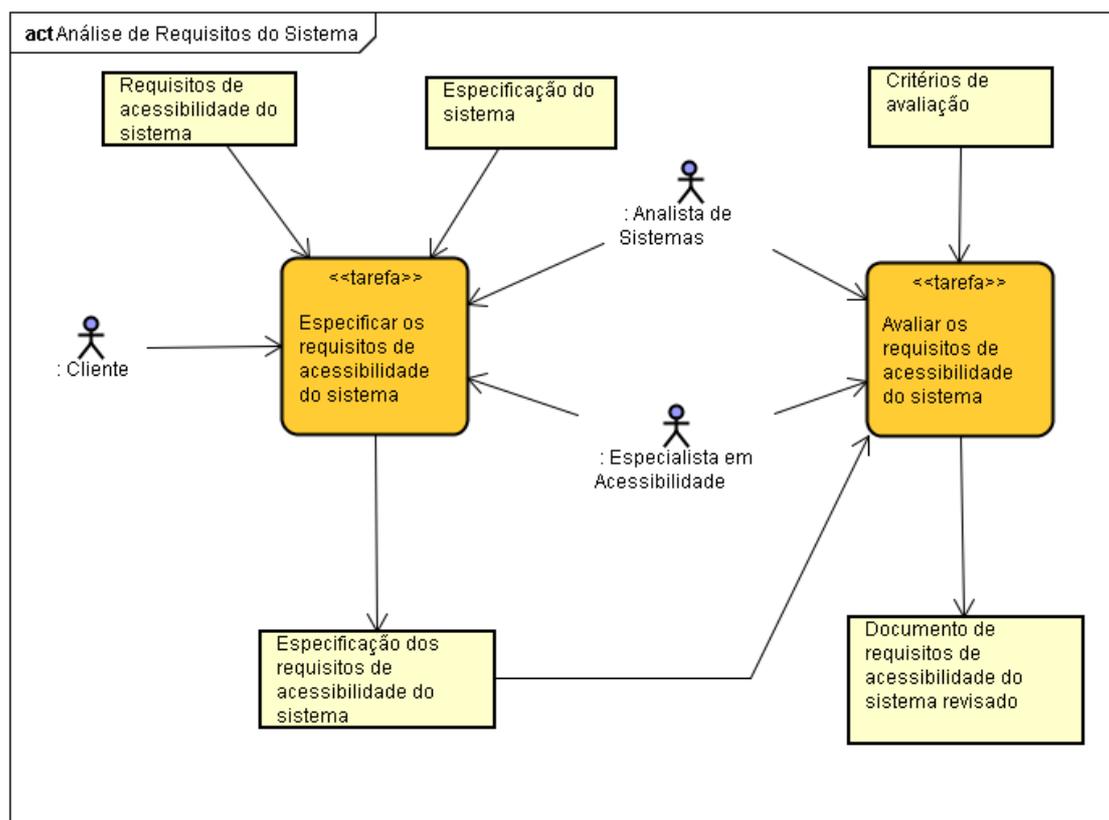


Figura 3.2: Tarefas para o subprocesso de análise requisitos do sistema

Tarefa 2.1 - Especificar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema

De acordo com Sloan *et al.* (Sloan *et al.*, 2006), a definição dos contextos (apresentados na Tarefa 1.1) permite à equipe de desenvolvimento adotar estratégias de acessibilidade

apropriadas e especificar requisitos técnicos que permitirão a criação de soluções mais adequadas, utilizando *guidelines* para instruir o desenvolvimento. Segundo os autores, as categorias do contexto de uso podem ser utilizadas para estabelecer o contexto da aplicação por meio de respostas para as questões tais como:

- Características do usuário: Quem é o público alvo? Quais suposições podem ser feitas sobre o nível de experiência do público alvo?
- Requisitos de domínio: Quais os objetivos da aplicação? Qual a ordem de realização das tarefas esperada para os usuários na utilização da aplicação?
- Requisitos de tecnologia: quais as tecnologias assistivas disponíveis para o público alvo e qual o seu conhecimento sobre estas?
- Alternativas pré-existentes: quais outras formas existem para fornecer acesso a informações ou serviços fornecidos pela aplicação em questão? Quais são os recursos pré-existentes que podem ampliar os acessos à aplicação?
- Qualidade das alternativas: Quais outras formas podem ser criadas para oferecer caminhos alternativos para os mesmos objetivos para os quais a aplicação é planejada para fornecer acesso? Quais são as barreiras de acessibilidade de acesso a estes meios alternativos?

As questões apresentadas acima podem ser realizadas de acordo com os requisitos do sistema identificados na Tarefa 1.1 para guiar a especificação dos requisitos de acessibilidade do sistema, descrevendo-os visando esclarecer os requisitos de acessibilidade, contextualizando-os por meio de detalhes técnicos necessários para o entendimento dos mesmos. Outros detalhamentos podem ser feitos, como por exemplo: Se na Tarefa 1.1 foi identificado o requisito: “*Requisito de Conformidade: a aplicação Web deve estar em conformidade com o WCAG 2.0 Nível AA*”, logo, nesta tarefa, os princípios de acessibilidade do WCAG (Seção 2.3.1) poderão ser especificados de acordo com a aplicação, exemplo: *Os elementos do sistema devem ser: perceptíveis, operáveis, compreensíveis e robustos.*

Tarefa 2.2 Avaliar os Requisitos de Acessibilidade do Sistema

Após a especificação de requisitos de acessibilidade do sistema, é realizada uma avaliação dos mesmos pelo especialista em acessibilidade e pelo analista de sistemas de acordo com os seguintes critérios baseados na ISO/IEC 12207:

- Relevância do requisito de acessibilidade para o sistema.
- Consistência, rastreabilidade e testabilidade do requisito de acessibilidade do sistema.
- Aplicabilidade no projeto arquitetural do sistema.
- Capacidade de ser implementado e mantido no sistema.

A avaliação é registrada no documento de requisitos de acessibilidade do sistema revisado.

3.2.3 Subprocesso 3 - Projeto Arquitetural do Sistema

O objetivo principal da atividade de projeto arquitetural é produzir uma arquitetura de sistema considerando seus requisitos, onde um sistema complexo é decomposto em um conjunto de componentes juntamente com a indicação de responsabilidades de cada componente individual (REZA e GRANT, 2002). A proposta é alocar os requisitos do sistema em elementos do sistema onde eles devem ser implementados e avaliados, contextualizando os requisitos (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001).

A Figura 3.3 mostra as tarefas de acessibilidade deste subprocesso.

Tarefa 3.1 Alocar Requisitos de Acessibilidade aos Elementos do Sistema

O objetivo desta tarefa é distribuir os requisitos de acessibilidade nos elementos do sistema, para isto, o Documento de Requisitos de Acessibilidade do Sistema Revisado (gerado no Subprocesso 2) é utilizado como referência de forma que os requisitos de acessibilidade descritos nele sejam alocados nos itens de software, itens de hardware, operações manuais e outros sistemas, se necessário. Esta tarefa resulta em uma estrutura que descreve a função dos componentes ou elementos do sistema, incluindo a interação de cada um com o outro e suas restrições (HOFFMAN *et al.*, 2005). Exemplo: *Os elementos de interface devem ser operáveis. Estes elementos são: controles de formulário (caixas de texto, caixas de seleção, listas de seleção e botões) e links.*

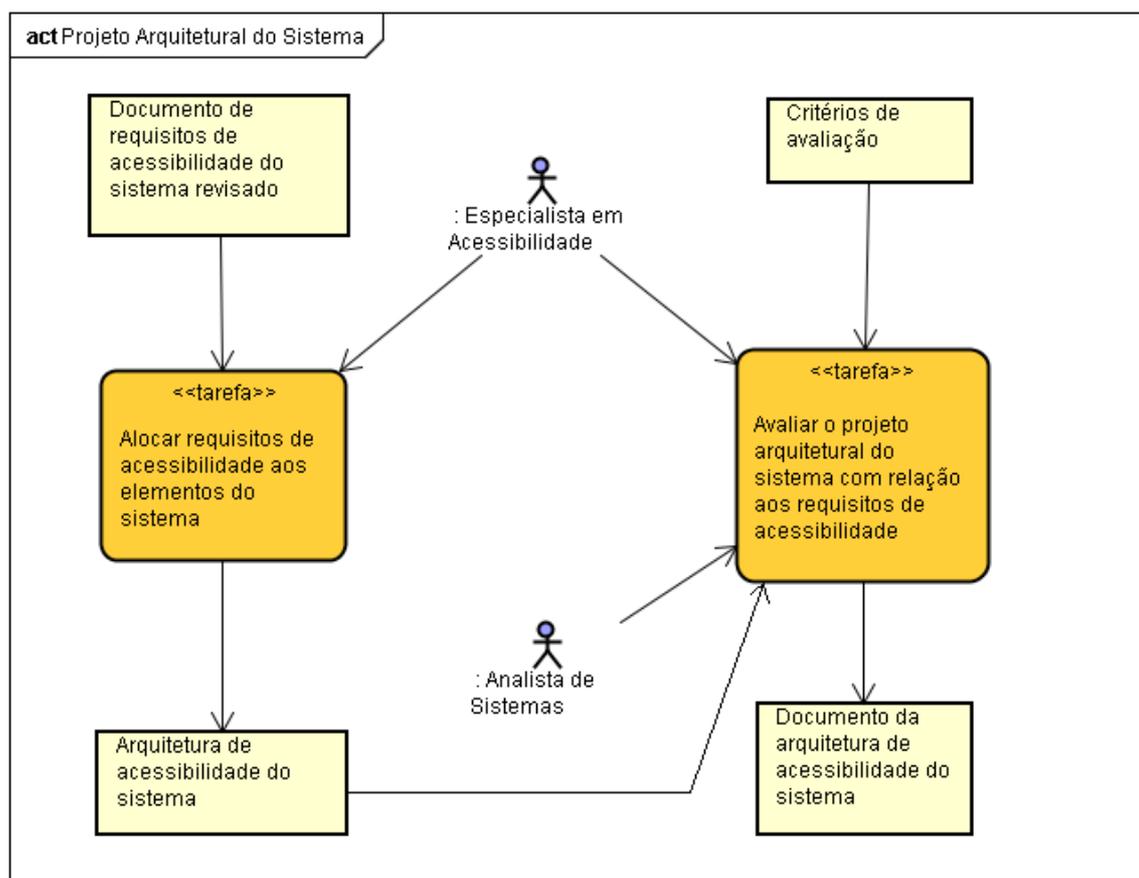


Figura 3.3: Tarefas para o subprocesso de projeto de arquitetura do sistema

Tarefa 3.2 Avaliar o Projeto Arquitetural do Sistema com Relação aos Requisitos de Acessibilidade

Após a Tarefa 3.1 é feita uma avaliação do projeto de arquitetura do sistema com relação aos requisitos de acessibilidade tomando como base o documento gerado naquela tarefa e critérios de avaliação baseados na ISO/IEC 12207, porém, considerando os requisitos de acessibilidade. Estes critérios consistem em:

- Capacidade do requisito de acessibilidade ser implementado no elemento do sistema.
- Consistência e clareza da abordagem do requisito no elemento do sistema.
- Relevância do requisito de acessibilidade com o padrão de acessibilidade utilizado (se aplicável).

Estas verificações são realizadas individualmente em cada elemento do sistema levantado na Tarefa 3.1.

3.2.4 Subprocesso 4 – Análise de Requisitos do Software

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta deste subprocesso é estabelecer os requisitos dos elementos de software do sistema. Para esta dissertação, entendem-se como elementos do software: interface e código.

Neste subprocesso percebeu-se a importância de inserir as seguintes tarefas de acessibilidade: **Estabelecer e Documentar os Requisitos de Acessibilidade do Software** e **Avaliar os Requisitos de Acessibilidade do Software**, como apresentado na Figura 3.4.

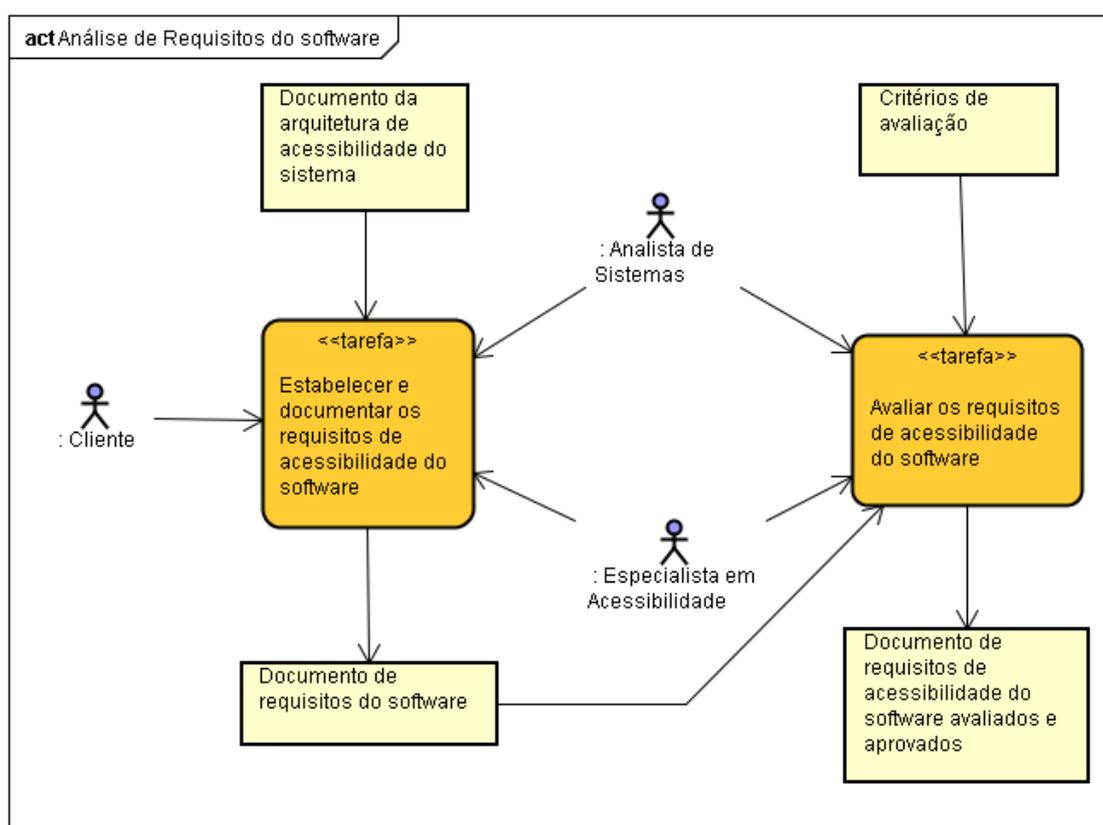


Figura 3.4: Tarefas para o subprocesso de análise de requisitos do software

Tarefa 4.1 Estabelecer os Requisitos de Acessibilidade do Software

O objetivo desta tarefa é abstrair os requisitos do sistema a partir do Documento da Arquitetura de Acessibilidade do Sistema, elaborado no Subprocesso 3, de forma

detalhar a definição dos mesmos em elementos do software, tais como a interface e seus elementos e o código do software.

Um exemplo pode ser feito utilizando as recomendações do WCAG para o estabelecimento dos requisitos de acessibilidade do software. A seguir os requisitos de acessibilidade do software de acordo com o exemplo apresentado na Tarefa 3.1.

- a. *Todas as funcionalidades devem ser acessíveis por teclado.*
- b. *O tempo para ler e utilizar o conteúdo deve ser suficiente.*
- c. *O conteúdo não pode causar apreensão.*
- d. *O usuário deve facilmente navegar e encontrar o conteúdo.*

Tarefa 4.2 Avaliar os Requisitos de Acessibilidade do Software

A avaliação dos requisitos de acessibilidade do software é realizada tomando como base o Documento de Requisitos do Software, elaborado na Tarefa 4.1, e critérios de avaliação baseados na ISO/IEC 12207, assim, para cada requisito são verificados se os seguintes critérios são atendidos:

- Relevância do requisito de acessibilidade para o software.
- Aplicabilidade do requisito de acessibilidade no projeto de software.
- Consistência, clareza e capacidade do requisito de acessibilidade ser entendido.
- Capacidade do requisito de acessibilidade ser implementado.
- Testabilidade do requisito de acessibilidade.
- Capacidade do requisito de acessibilidade ser mantido no software.

Ao finalizar esta avaliação é gerado o Documento de Requisitos de Acessibilidade do Software Avaliados e Aprovados.

3.2.5 Subprocesso 5 – Projeto de Software

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta deste subprocesso é fornecer um projeto onde os requisitos do software possam ser implementados e verificados.

Para que o projeto atenda aos requisitos de acessibilidade do software, as tarefas apresentadas na Figura 3.5 foram inseridas.

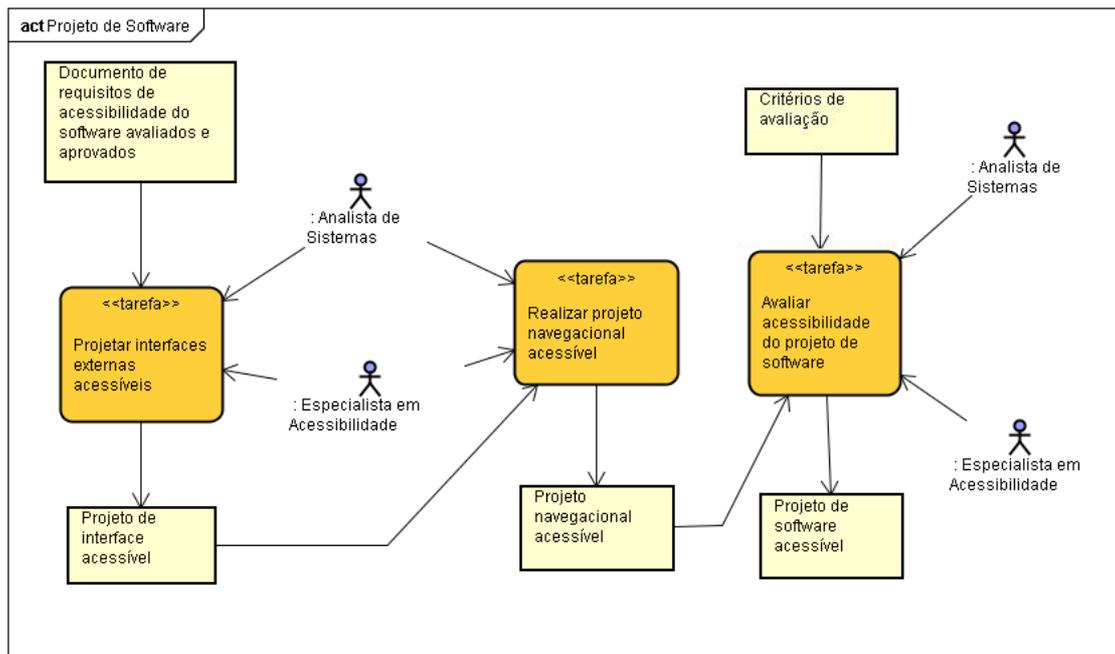


Figura 3.5: Tarefas para o subprocesso de projeto de software

Tarefa 5.1 – Projetar Interfaces Externas Acessíveis

De acordo com Hoffman *et al.* (Hoffman *et al.*, 2005), o software é acessível quando a interface com o usuário é projetada para contemplar as necessidades especiais das pessoas com deficiência, neste sentido, esta tarefa foi cuidadosamente definida de forma que ela atinja o objetivo de projetar interfaces que atendam aos requisitos de acessibilidade do software e do sistema. Ela subdivide-se em três subtarefas: **definir os elementos que irão compor a interface, estabelecer a disposição dos elementos na interface e definir as cores dos elementos.**

Subtarefa 5.1.1 Definir os elementos que irão compor a interface

Hoffman *et al.* (Hoffman *et al.*, 2005) apresentam algumas considerações de acessibilidade em elementos de interface, eles definem uma arquitetura intitulada “múltiplas visões”, onde os elementos são projetados para serem percebidos de várias formas de acordo com as necessidades do usuário. A seguir, um exemplo desta abordagem:

- *Imagens: usuários com visão podem ver as representações gráficas padrão, enquanto para os usuários cegos ou com baixa visão a imagem pode ser alternada para um texto.*

Seguindo o paradigma apresentado acima, esta subtarefa consiste em definir os elementos de interface tais como: textos, imagens, formulários, vídeos, sons, ou seja, tudo o que for necessário para transmitir informação para o usuário e para interagir com ele, considerando que pessoas com diferentes habilidades irão utilizar a interface.

Subtarefa 5.2.1 Estabelecer a disposição dos elementos na interface

O estabelecimento da disposição dos elementos na interface também pode ser realizado considerando as “múltiplas visões” apresentadas por Hoffman *et al.* (Hoffman *et al.*, 2005). Resumidamente, algumas características de acessibilidade relacionadas a esta subtarefa que geralmente podem ser aplicadas para todas as interfaces acessíveis são:

- Posicionamento dos rótulos a esquerda dos campos de formulário.
- Agrupamento dos elementos em comum.
- Organização das entradas de dados em seções, páginas ou grupos.

Os seguintes critérios de sucesso do WCAG também podem ser utilizados como referência nesta subtarefa:

- **Critério de Sucesso 1.3.1 – Informações e Relacionamento:** A informação, estrutura e relacionamento transmitido por meio de apresentação devem ser determinados programaticamente.
- **Critério de Sucesso 1.3.2 – Sequência Significativa:** A sequência correta de leitura dos elementos da interface deve ser determinada programaticamente.
- **Critério de Sucesso 1.3.3 – Características Sensoriais:** As instruções fornecidas para o entendimento e operação do conteúdo não devem confiar somente em características sensoriais dos componentes, tais como forma, tamanho, localização visual, orientação ou som.

Subtarefa 5.2.2 Definir as cores dos elementos

Esta subtarefa consiste em selecionar, escolher e aplicar cores nos elementos de forma que eles possam ser visíveis e perceptíveis para os usuários, incluindo usuários com dificuldade em distinguir cores.

De acordo com Hoffman *et al.* (Hoffman *et al.*, 2005) o tamanho e a cor das fontes podem realçar claramente e concisamente informações importantes para usuários sem problemas de visão, porém este mesmo destaque de informações importantes deve

ser fornecido por meio de um texto extra ou outros meios para o usuário com deficiência visual. Assim, ao realizar esta sub tarefa, esta restrição deverá ser considerada. Ela vai de encontro com o Critério de Sucesso 1.4.1 do WCAG 2.0:

- **Critério de Sucesso 1.4.1 – Uso de Cores:** As cores não devem ser usadas como único meio para transmitir informação, indicar uma ação, mostrar uma resposta ou distinguir um elemento visual.

Tarefa 5.2 – Realizar Projeto Navegacional Acessível

O projeto navegacional tem como objetivo fazer com que os elementos que compõem a interface possam ser localizados, navegados e compreendidos. Esta tarefa pode ser decomposta em duas subtarefas: **definir a ordem de navegação dos objetos** e **definir atalhos de navegação**.

Subtarefa 5.2.1 Definir a ordem de navegação dos objetos

Esta sub tarefa consiste em definir a sequência de navegação dos objetos da interface para que o usuário possa navegar pelos elementos via teclado na mesma ordem que os elementos são apresentados visualmente. A execução desta sub tarefa pode ser assistida pelo WCAG por meio do Critério de Sucesso 2.3.4.

- **Critério de Sucesso 2.4.3 – Ordem do Foco:** Se a página Web pode ser navegada sequencialmente e a sequência de navegação afeta o entendimento ou operação, então os componentes focalizáveis devem receber o foco considerando a ordem dos elementos, preservando o entendimento e a operabilidade dos mesmos (WCAG 2.0, 2008a).

Subtarefa 5.2.2 Definir atalhos de navegação

Esta sub tarefa consiste em permitir que o usuário navegue pela aplicação por meio de atalhos utilizados para facilitar e agilizar o acesso a determinado conteúdo.

De acordo com Hoffman *et al.* (Hoffman *et al.*, 2005), quando a página possui mais de uma seção, links para ir direto para ao conteúdo principal e um menu de navegação deverão ser fornecidos para facilitar.

Além do mais, atalhos via teclado utilizando a tecla “alt” juntamente com a letra que define o atalho poderão ser programaticamente determinados dependendo da necessidade da aplicação.

Tarefa 5.3 – Avaliar a Acessibilidade do Projeto de Software

Após a definição das interfaces do software e a navegabilidade, é feita uma avaliação do projeto de software com relação ao cumprimento dos requisitos de acessibilidade. Esta avaliação é baseada na avaliação do projeto de software da ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001). Assim, os seguintes critérios de avaliação foram elaborados:

- Capacidade de implementação do projeto de software acessível.
- Consistência dos requisitos de acessibilidade e aplicabilidade no projeto de software.
- Conveniência do projeto com o padrão de acessibilidade estabelecido.
- Capacidade de manutenção da acessibilidade no projeto ao longo do seu ciclo de vida.

3.2.6 Subprocesso 6 – Construção do Software

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta da construção do software é produzir unidades de software executáveis que apropriadamente refletem o projeto do software.

A Figura 6.3 apresenta as tarefas de acessibilidade utilizadas para este subprocesso de construir o software.

Tarefa 6.1 Especificar Técnicas para Implementação da Acessibilidade da Interface e do Código

Tendo como entrada o projeto de software acessível gerado no Subprocesso 5, esta tarefa tem como objetivo explicitar técnicas de programação que direcionam a implementação da interface e a construção do código a ser desenvolvido, quando necessário.

Técnicas específicas para atender aos requisitos de acessibilidade do sistema deverão ser pesquisadas tais como o documento de referência do WCAG que apresenta técnicas suficientes para a promoção de acessibilidade (WCAG 2.0, 2008b).

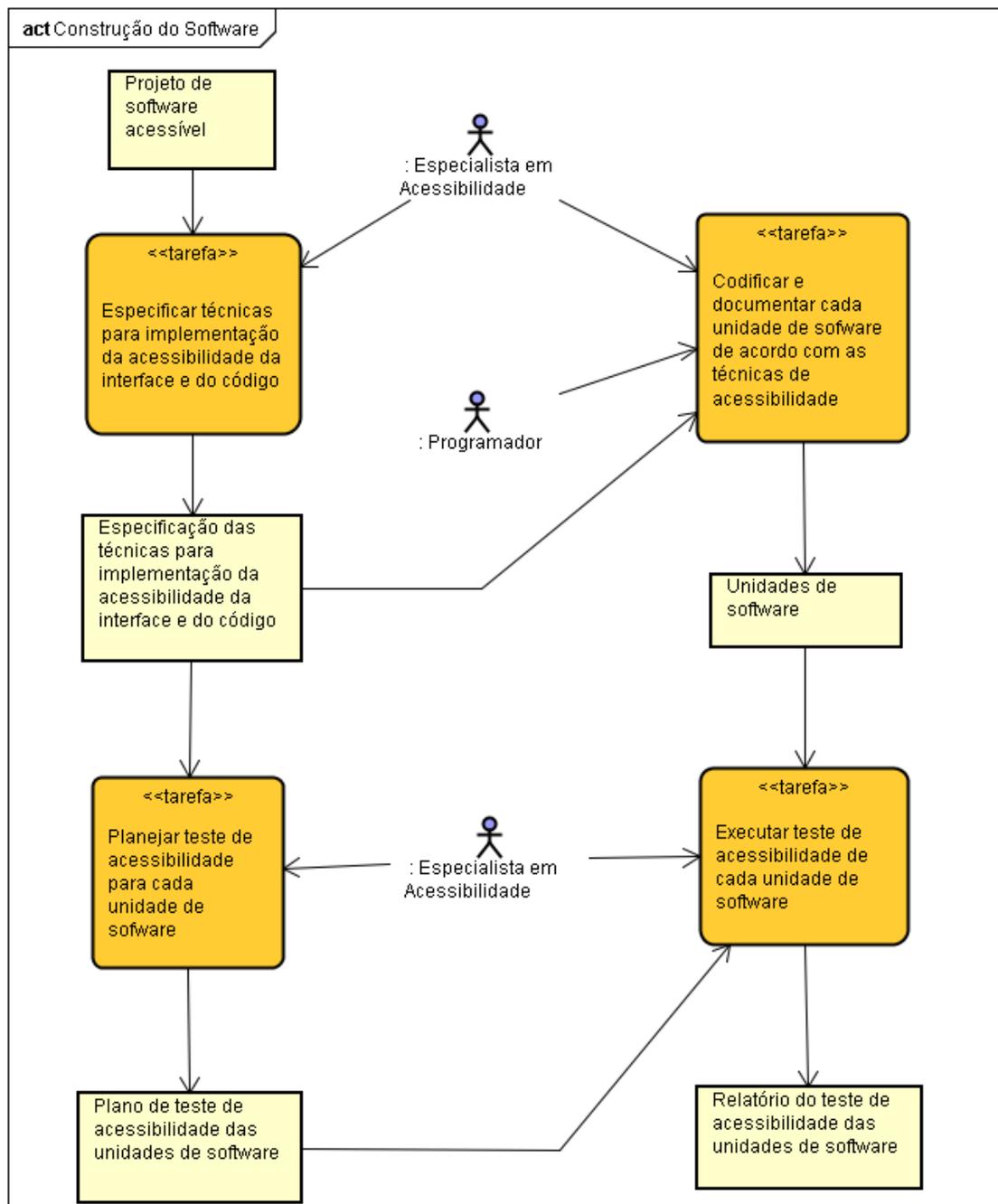


Figura 3.6: Tarefas para o subprocesso de construção do software

Tarefa 6.2 Codificar cada Unidade de Software de Acordo com Técnicas de Acessibilidade.

Após especificadas as técnicas de acessibilidade na Tarefa 6.1, é realizada a tarefa de codificar e documentar cada unidade de software de acordo com as técnicas de acessibilidade. Esta tarefa tem como objetivo executar o desenvolvimento do software

com a cautela necessária para que a unidade de software gerada atenda aos requisitos de acessibilidade.

Tarefa 6.3 Planejar Teste de Acessibilidade para Cada Unidade de Software

O objetivo desta tarefa é preparar os testes de acessibilidade para as unidades de software, identificando o que deverá ser testado, como o teste de acessibilidade deve ser executado, quais dados devem ser utilizados para os testes e quais os resultados esperados. Estes testes deverão ir de encontro aos requisitos do software identificados no Subprocesso 4.

No documento de técnicas suficientes do WCAG 2.0 (WCAG 2.0, 2008b), testes específicos para cada técnica e critério de acessibilidade são sugeridos, explicitando procedimentos de teste e resultados esperados. Assim, em alguns casos, este documento poderá servir como referência.

Tarefa 6.4 Executar Teste de Acessibilidade de Cada Unidade de Software

Depois de especificados os procedimentos de teste de acessibilidade, os mesmos são executados em cada unidade de software para os requisitos identificados e especificados. As respectivas correções são efetuadas. Estes testes poderão ser realizados manualmente por meio do julgamento com especialista e com ferramentas de avaliação (Subseção 2.2.2).

Esta tarefa resulta no Relatório de Teste de Acessibilidade das Unidades de Software.

3.2.7 Subprocesso 7 – Integração do Software

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta da integração do software é combinar as unidades de software, produzindo itens de software integrados, consistentes com o projeto de software, que demonstrem quais requisitos funcionais e não-funcionais do software são satisfeitos em sua completude.

Neste subprocesso é inserida uma tarefa para auxiliar o cumprimento dos requisitos de acessibilidade estabelecidos no início do processo de desenvolvimento, como mostra a Figura 3.7.

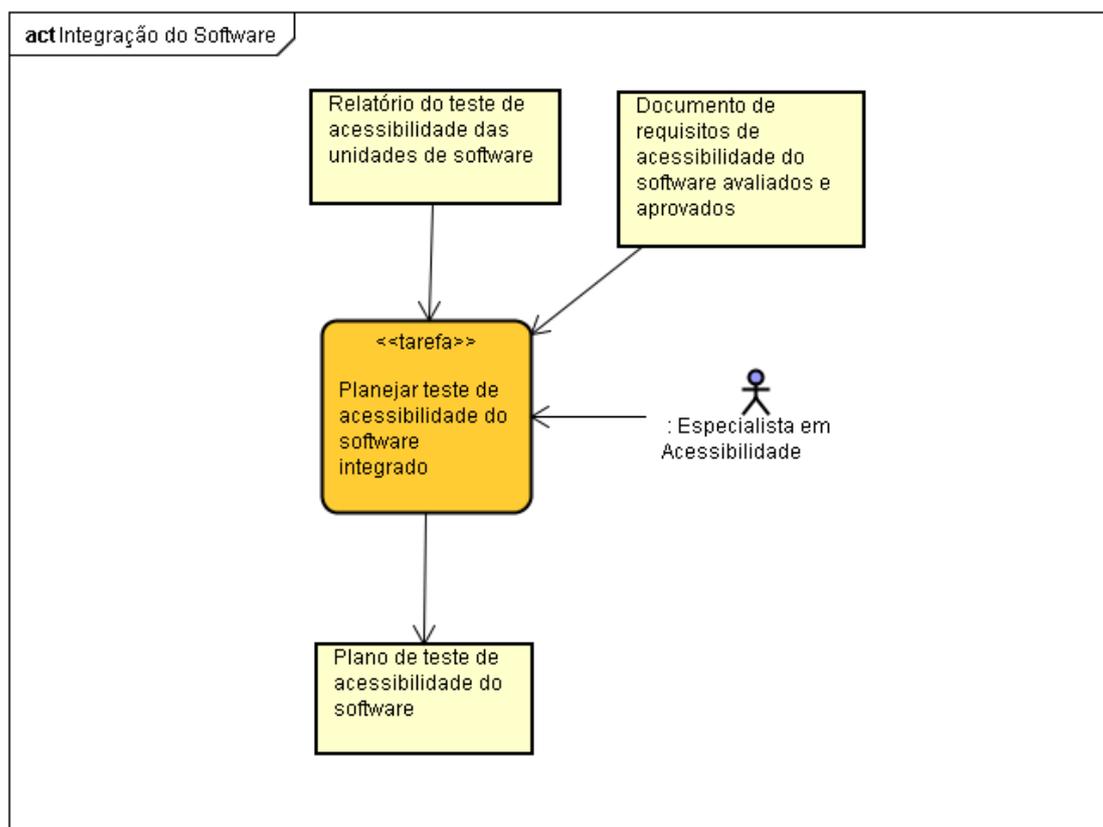


Figura 3.7: Tarefa para o subprocesso de integração do software

Tarefa 7.1 - Planejar o Teste de Acessibilidade do Software Integrado

O planejamento do teste de acessibilidade do software integrado tem como objetivo definir os procedimentos, dados de teste de acessibilidade do software integrado e os resultados esperados de forma a garantir que as unidades de software acopladas continuem atendendo os requisitos de acessibilidade até então implementados.

Esta tarefa tem como entrada o relatório de teste de acessibilidade das unidades de software, gerado no Subprocesso 6, e o documento de requisitos de acessibilidade do software avaliados e aprovados, elaborado no Subprocesso 4. Ao findar, o documento contendo o plano de teste de acessibilidade do software é gerado contendo toda a especificação do teste de acessibilidade do software integrado de acordo com os requisitos do software.

3.2.8 Subprocesso 8 – Teste do Software

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta do teste de software é confirmar se o produto de software integrado reúne seus requisitos definidos.

Para auxiliar o desenvolvimento de sistemas acessíveis, além das tarefas específicas para o subprocesso relacionadas na ISO/IEC 12207, foram inseridas outras duas tarefas, como mostra a Figura 3.8.

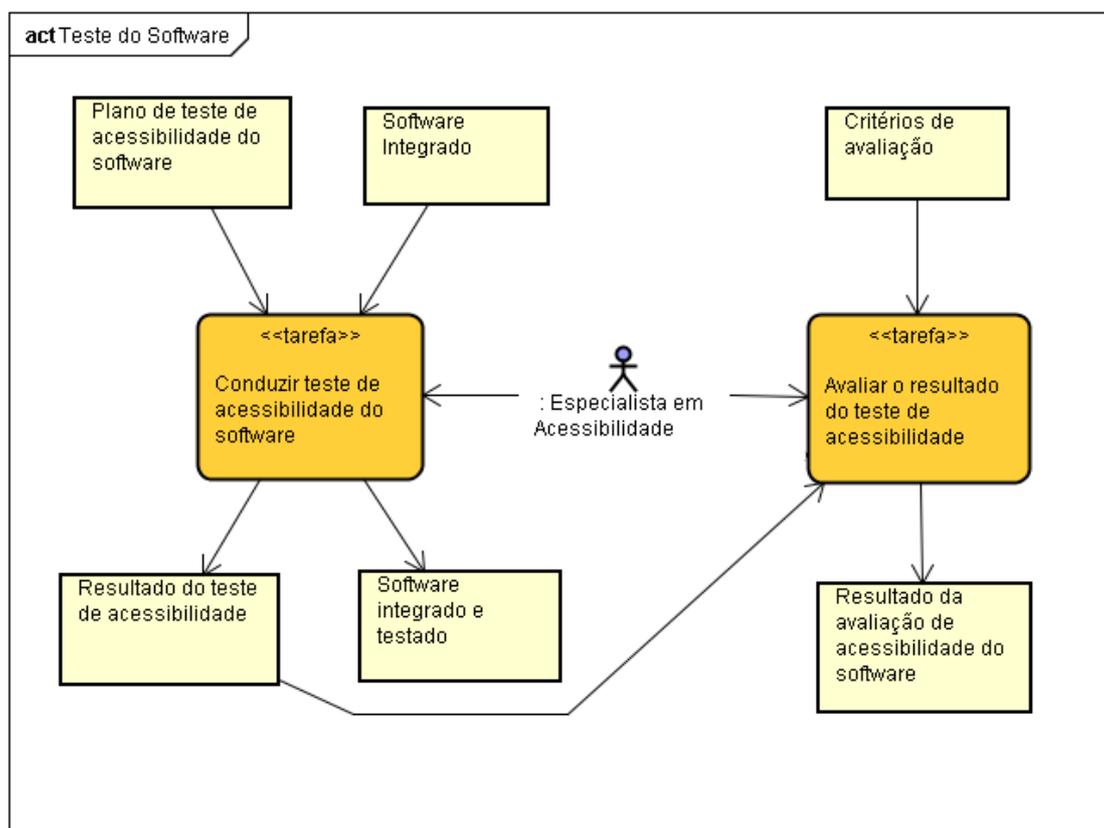


Figura 3.8: Tarefas para o subprocesso de teste do software

Tarefa 8.1 Conduzir Testes de Acessibilidade do Software

A tarefa de conduzir teste de acessibilidade do software tem como base o plano de teste desenvolvido no Subprocesso 7 e tem como objetivo executar e documentar os testes e avaliações afim de verificar a conformidade do software com os requisitos de acessibilidade, identificar os problemas de acessibilidade e os reparos necessários. Estes reparos devem ser realizados.

Tarefa 8.2 Avaliar o Resultado do Teste de Acessibilidade

Após a conclusão dos testes, é feita uma avaliação dos seus resultados, tendo como base os resultados do teste de acessibilidade e os seguintes critérios de avaliação baseados nos critérios de avaliação da ISO/IEC 12207:

- Cobertura do teste de acessibilidade, tanto dos requisitos estabelecidos, quanto do software.
- Conformidade dos resultados do teste com os resultados esperados.

Esta avaliação tem como objetivo verificar se os testes e avaliações realizadas são pertinentes, se não têm falhas e se os mesmos cobrem os requisitos estabelecidos. A avaliação e os resultados são documentados. Caso sejam verificados aspectos que podem não contribuir para o cumprimento dos requisitos, providências devem ser tomadas no sentido de solucioná-los.

3.2.9 Subprocesso 9 – Integração do Sistema

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta deste subprocesso é integrar os elementos do sistema (incluindo itens de software, itens de hardware, operações manuais e outros sistemas, se necessário) para produzir um sistema completo que irá satisfazer o projeto do sistema e as expectativas expressadas pelo cliente nos requisitos do sistema.

Para auxiliar no cumprimento dos requisitos de acessibilidade do sistema, duas tarefas devem ser realizadas durante a integração do sistema, como mostra a Figura 3.9.

Tarefa 9.1 - Realizar Testes de Acessibilidade no Sistema

A tarefa de realizar testes de acessibilidade do sistema consiste em testar se todos os elementos do sistema funcionam corretamente quando em conjunto. Esta avaliação pode ser realizada com ferramentas automatizadas de avaliação (quando cabível e disponível), com especialistas em acessibilidade e com usuários (Seção 2.4), onde pontos de verificação de acordo com os requisitos do sistema são estabelecidos de forma a nortear os testes para que eles realmente sejam focados nos seus requisitos.

Tarefa 9.2 - Avaliar os Resultados dos Testes de Acessibilidade do sistema

Após a realização dos testes, estes devem ser avaliados, verificando os critérios abaixo, de acordo com os critérios de avaliação da ISO/IEC 12207 para este subprocesso.

- Cobertura dos testes de acessibilidade.
- Conformidade dos resultados do teste com os resultados esperados.

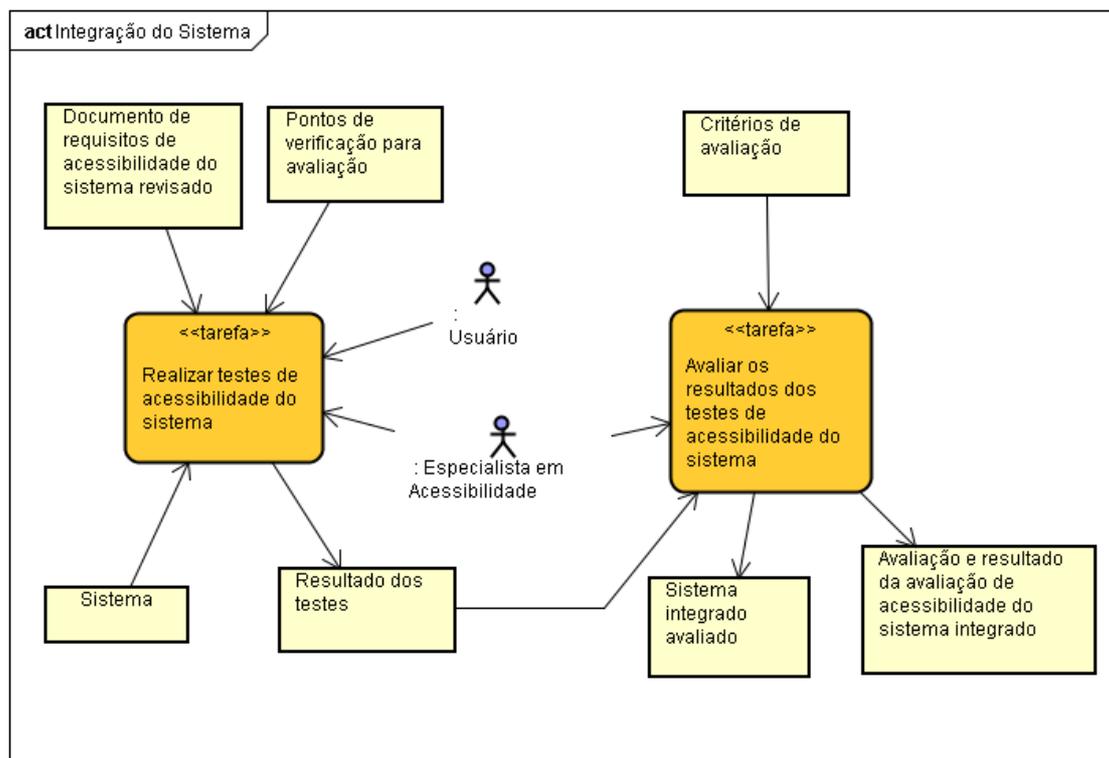


Figura 3.9: Tarefas para o subprocesso de integração do sistema

3.2.10 Subprocesso 10 – Teste do Sistema

De acordo com a ISO/IEC 12207 (ISO/IEC 12207:1995/FDAM, 2001), a proposta do teste de sistema é assegurar que a implementação de cada requisito do sistema seja testada quanto a conformidade e que o sistema esteja pronto para entrega.

Para contemplar o desenvolvimento de aplicações acessíveis, foi acrescida a este subprocesso a tarefa de certificar a conformidade com o requisito levantado pelo cliente no início do processo de desenvolvimento, como mostra a Figura 3.10.

Tarefa 10.1 Certificar a Conformidade com os Requisitos do Sistema

A certificação realizada nesta tarefa dependerá do requisito de acessibilidade do sistema. Se o requisito for a conformidade com alguma regulamentação e existir um selo que certifique a mesma junto a algum órgão regulamentador, este poderá ser requerido e fixado no sistema. Para os outros requisitos de acessibilidade, uma pesquisa sobre certificações deverá ser realizada a fim de formalizar a conformidade com os mesmos.

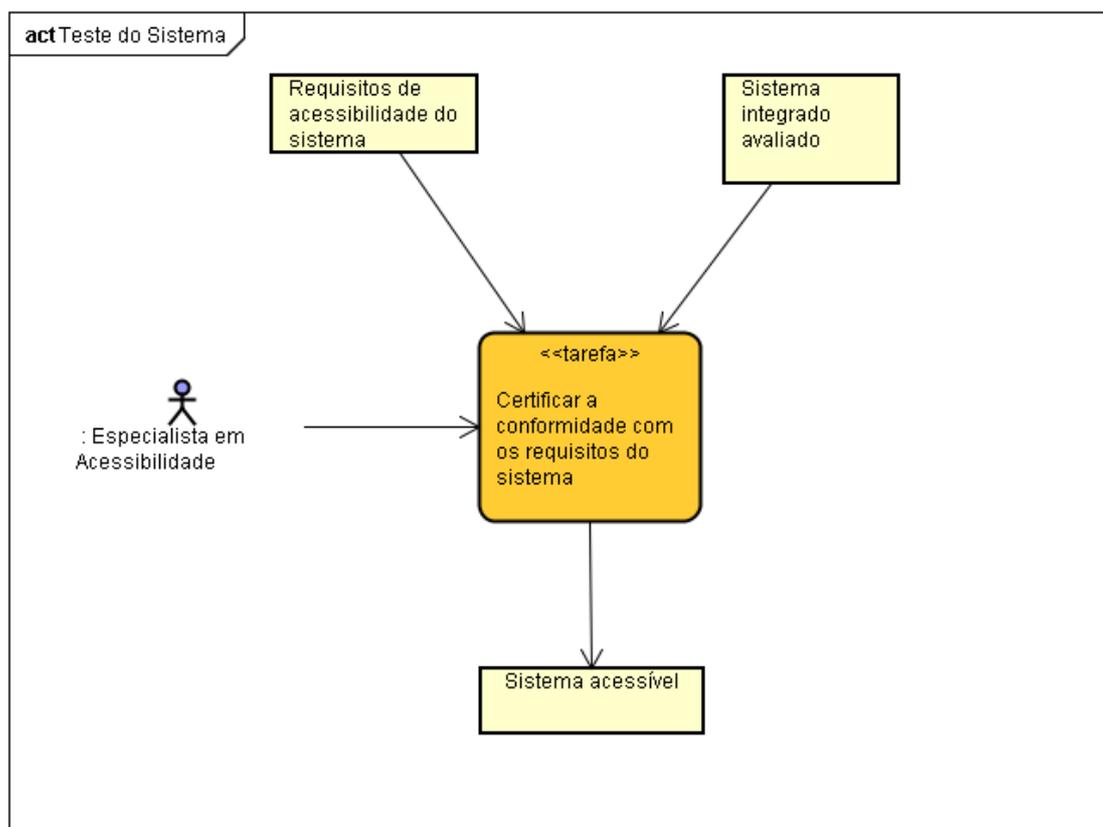


Figura 3.10: Tarefas para o subprocesso de teste do sistema

3.3 Trabalhos Relacionados

Algumas abordagens foram encontradas no sentido de considerar a acessibilidade no processo de desenvolvimento. Neste contexto, Melo e Baranauskas (Melo e Baranauskas, 2006) propõem um Modelo de Processo para *Design* Inclusivo de Sistemas de Informação na Web. O Modelo pressupõe a participação do usuário em espaços colaborativos de *design*, na concepção, proposição e avaliação de sistemas e suas interfaces. Ele é representado por disciplinas, conforme sugerido em OMG (OMG, 2005), e cada disciplina é composta por atividades, onde considerações de acessibilidade são inseridas. A Tabela 3.2 mostra algumas disciplinas do Modelo e as respectivas ações de acessibilidade pertinentes a elas.

Tabela 3.2: Modelo de Processo para *Design* Inclusivo de Sistemas de Informação na Web (MELO e BARANAUSKAS, 2006)

Disciplina	Considerações de acessibilidade
Clarificação do Problema	Sugere que os artefatos produzidos nesta disciplina devem ser acessíveis.
Requisitos do Sistema de Informação	Apresenta as recomendações e os objetivos de usabilidade e acessibilidade.
<i>Design</i> de Interface do Usuário	Explicita formatos adequados e adaptações necessárias para a publicação da interface acessível.
Avaliação de Interface de Usuário	Sugere as seguintes avaliações: <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação Preliminar de Acessibilidade do W3C. • Avaliação participativa inclusiva da interface. • Avaliação de conformidade com o W3C dependendo do objetivo levantado na fase de requisitos.

Esta abordagem de *design* inclusivo é relevante para o contexto do desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, porém, a acessibilidade não é o principal objetivo a ser alcançado neste modelo.

A abordagem que mais se aproxima desta dissertação foi proposta por Abou-Zahra (Abou-Zahra, 2008), onde avaliações de acessibilidade Web são sugeridas nos estágios do Processo de Desenvolvimento da ISO/IEC 12207, esclarecendo a importância da acessibilidade nestes. A Tabela 3.3 relaciona as fases de desenvolvimento e as considerações de acessibilidade.

Outro estudo referente a acessibilidade no processo de desenvolvimento baseado na ISO/IEC 12207 foi realizado por Freire *et al.* (Freire *et al.* 2007). Os autores fizeram um levantamento de técnicas de acessibilidade em publicações da literatura, constatando as concentrações de estudos em cada atividade do processo de desenvolvimento. Conforme apresentado na Figura 3.11, a maioria das publicações sobre acessibilidade Web trata de teste de acessibilidade (31 publicações encontradas, totalizando 39%), seguido por projeto de interface (14 publicações encontradas, totalizando 18%). Nas fases de integração e instalação do software não foram encontradas publicações específicas sobre acessibilidade Web. Algumas publicações sugeridas neste trabalho foram utilizadas na definição do MTA.

Tabela 3.3: Avaliação no processo de desenvolvimento proposto por Abou-Zahra (ABOU-ZAHRA, 2008)

Fase do Processo	Considerações de Acessibilidade Web
Fase de Requisitos	É sugerido o WCAG e o aprendizado sobre como as pessoas com deficiência utilizam a Internet. Isto serve como um ponto de partida para o estabelecimento de requisitos de conteúdo Web.
Fase de Projeto	Durante este estágio é ressaltada a importância de referenciar padrões e recomendações de acessibilidade Web para projetar conteúdo Web fácil de ser utilizado por pessoas com deficiência. E mais uma vez, é afirmado a importância de conhecer como as pessoas com deficiência interagem com a Web.
Fase de Implementação	Segundo o autor, nesta fase é importante que a criação de textos, recursos de vídeo e/ou som que compõem o conteúdo Web sejam acessíveis. As avaliações de acessibilidade são realizadas em conteúdo real, em uma parte individual do conteúdo Web ou em uma composição maior de partes do <i>site</i> .
Fase de Operação	De acordo com o autor, se o conteúdo Web foi desenvolvido considerando a acessibilidade e reúne certos padrões de acessibilidade, então as avaliações que são realizadas durante a fase de operação são entendidas para manter o nível de qualidade ou possivelmente identificar otimizações adicionais que podem ser feitas para melhorias de qualidade futuras. Contudo, muitos <i>sites</i> são desenvolvidos considerando muito pouco ou nada de acessibilidade, por isso diferentes tipos de avaliações devem ser combinados nesta fase.

A Tabela 3.4 apresenta um quadro comparativo entre o MTA e os trabalhos relacionados citados acima.

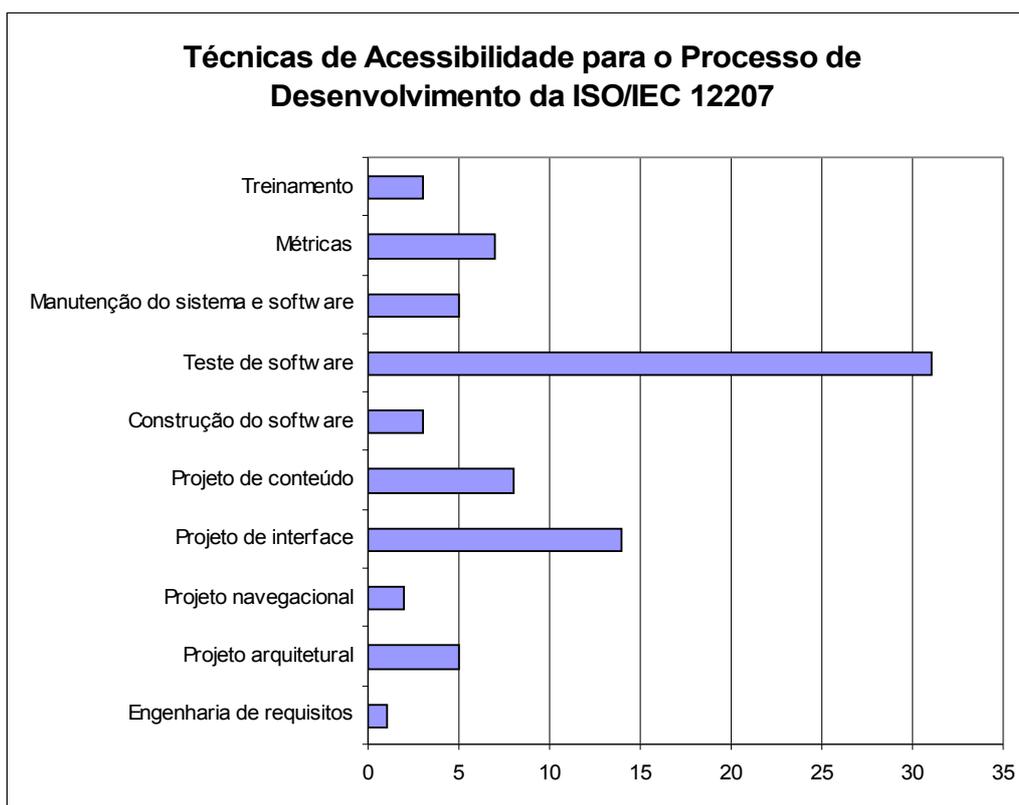


Figura 3.11: Estudo realizado por Freire *et al.* (FREIRE *et al.*, 2007)

Tabela 3.4: Quadro comparativo entre o MTA e trabalhos relacionados

	MTA- Modelo de Tarefas de Acessibilidade	Trabalhos Relacionados		
		Modelo de Processo para <i>Design</i> Inclusivo (MELO e BARANAUSKAS, 2006)	Avaliação de Acessibilidade no Processo de Desenvolvimento (ABOU- ZAHRA, 2008)	Levantamento de Técnicas de Acessibilidade (FREIRE <i>et al.</i> , 2007)
Modelo de Desenvolvimento	Sim	Sim	Não	Não
Baseado na ISO/IEC 12207	Sim	Não	Sim	Sim
Aplicável ao WCAG	Sim	Sim	Sim	Não (basea-se em publicações diversas de acessibilidade)
Apoio ferramental	Sim	Não	Não	Não

3.4 Considerações Finais

Este capítulo apresentou o MTA, definido para oferecer suporte de acessibilidade no processo de desenvolvimento por meio de tarefas de acessibilidade. O MTA é baseado em recomendações de acessibilidade Web e publicações referentes a acessibilidade em atividades de desenvolvimento de software.

Além dos assuntos apresentados acima, o presente capítulo expôs trabalhos relacionados ao desenvolvimento de aplicações acessíveis e apresentou um quadro comparativo entre eles. A seguir, no Capítulo 4, será abordada a adaptação do Pantaneiro para a geração de aplicações Web acessíveis.

Capítulo 4

Adaptação do Pantaneiro para a Geração de Aplicações Acessíveis

4.1 Considerações Iniciais

As ferramentas de autoria são softwares ou coleção de componentes de software que permitem aos autores criar ou modificar conteúdo Web. Elas incluem sistemas de gerenciamento de conteúdo, agregadores de conteúdo, ferramentas de gerenciamento de *sites*, editores WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), editores de texto, ferramentas de conversão, *blogs*, *wikis*, geradores de aplicação, etc. (ATAG 2.0, 2008). De acordo com Treviranus (Treviranus, 2008), as ferramentas de autoria podem gerar 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. Neste contexto, este capítulo apresenta a adaptação da ferramenta de autoria Pantaneiro, apresentada na Seção 2.4, deste de forma a contemplar a automatização das seguintes tarefas do MTA apresentadas no Capítulo 3: Tarefa 5.1 – Projetar Interfaces Externas Acessíveis; Tarefa 5.2 - Realizar Projeto Navegacional Acessível e; Tarefa 6.2 – Codificar cada Unidade de Software de Acordo com Técnicas de Acessibilidade.

4.2 Adaptação do Pantaneiro para a Geração de Aplicações Acessíveis

Para oferecer suporte ao MTA e gerar aplicações Web acessíveis, o Pantaneiro foi adaptado. A Figura 4.1 mostra a arquitetura do Pantaneiro juntamente com o MTA. Como pode ser observado, o Pantaneiro contempla as tarefas: 5.1 – Projetar Interfaces

Externas Acessíveis, na Modelagem de Interface; 5.2 - Realizar Projeto Navegacional Acessível, na Modelagem Navegacional e; 6.2 – Codificar cada Unidade de Software de Acordo com Técnicas de Acessibilidade, na Publicação e Teste. Para isto, técnicas de acessibilidade do WCAG 2.0 Nível A foram implementadas nos ambientes gerenciados pelos usuários Gestor e Moderador da *WebApp*. Como abordado na Subseção 2.2.1.1, o Nível A do WCAG 2.0 é o nível mínimo de acessibilidade, composto por diretrizes que se não forem implementadas poderão impossibilitar o acesso ao conteúdo Web para alguns usuários. Neste sentido e devido ao tempo para concretização do projeto, somente este Nível foi implementado.

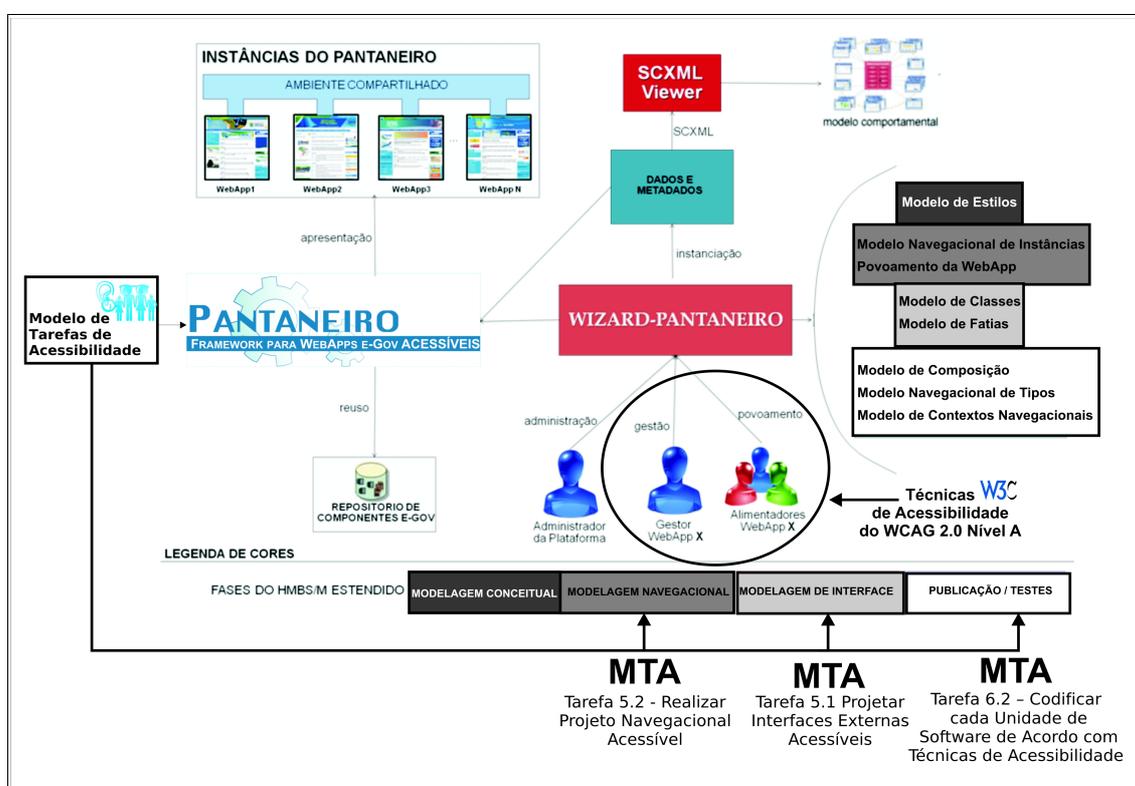


Figura 4.1: Arquitetura do Pantaneiro com o MTA

Inicialmente, para verificar o quanto as páginas geradas pelo Pantaneiro eram acessíveis, foi realizada uma avaliação considerando um dos produtos gerados pela própria ferramenta: o *site* da **Pró-Reitoria de Ensino e Graduação (PREG)**⁵. O *site* foi avaliado utilizando as ferramentas de avaliação a-Checker⁶ e TotalValidator⁷ e

⁵<http://pantaneiro.ledes.net/sites/preg>

⁶ www.atutor.ca/achecker/index.php

⁷ www.totalvalidator.com

subsequentemente foi realizada avaliação com um especialista em acessibilidade para verificar quais pontos do *site*, não detectados pelas ferramentas, precisavam ser melhorados para que ele atendesse a critérios de acessibilidade.

A primeira avaliação foi realizada utilizando a ferramenta a-checker na página inicial do *site* da PREG (Figura 4.2), esta retornou vinte e um erros conhecidos, onze erros prováveis e noventa e seis em potencial, de acordo com o WCAG 2.0 Nível A.



Figura 4.2: Página inicial do *site* da PREG

Os erros conhecidos, apresentados na Tabela 4.1, tiveram que ser rastreados nos diversos arquivos utilizados para gerar as páginas visualizadas pelo usuário final, desta forma, as correções realizadas nestes foram propagadas em todas as páginas geradas pelo Pantaneiro. A Figura 4.3 mostra este esquema de correção dos erros de acessibilidade.

Tabela 4.1: Erros de acessibilidade retornados da avaliação

Erros de Acessibilidade Web – WCAG 2.0 Nível A	
Erro	Ocorrência
1. Linguagem do Documento não identificada	1
2. Documento tem código de linguagem inválido	1
3. O atributo id não é único	1
4. Form faltando fieldset e legend para agrupar múltiplos radio buttons	1
5. Texto do label vazio	3
6. Elemento input, tipo “radio” não tem um texto no label	3
7. Elemento input, tipo “radio”, faltando um label associado.	3
8. Âncora não contém texto	4
9. Elemento img sem o atributo alt	4
Total de erros:	21

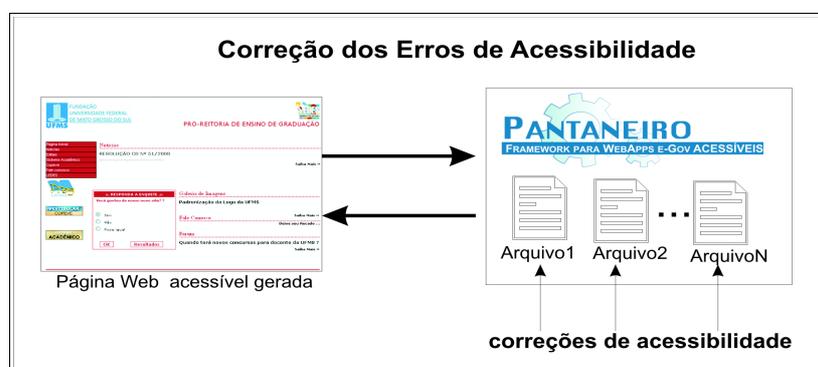


Figura 4.3: Esquema de correção dos erros de acessibilidade

Os erros prováveis, mostrados na Tabela 4.2, são erros ocasionados durante a instanciação dos dados dos componentes que irão compor o *site* pelo usuário da categoria Moderador do Pantaneiro (explicado na Seção 2.4). Para auxiliar na resolução destes erros foram inseridas dicas e lembretes de acessibilidade nos campos onde o texto digitado pelo Moderador será exibido na aplicação gerada. A Figura 4.4 mostra um exemplo destas dicas de acessibilidade para o formulário de inserção de *Banners*.

Tabela 4.2: Erros de prováveis acessibilidade retornados da Avaliação

Erros Prováveis de Acessibilidade Web – WCAG 2.0 Nível A	
Erro	Ocorrência
1. Texto do <i>link</i> pode não ser significativo	11
Total de erros:	11

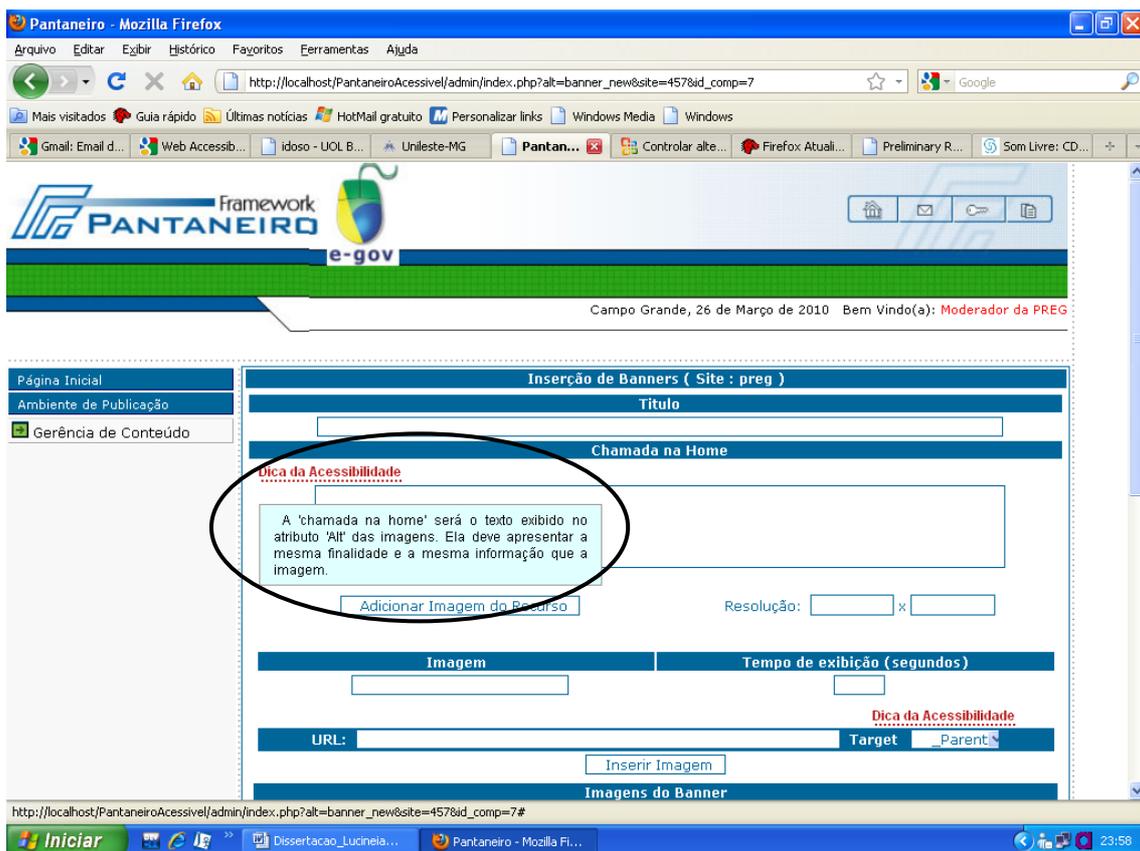


Figura 4.4: Exemplo de dica de acessibilidade na publicação do componente banner

Os erros em potencial detectados na avaliação configuram-se em problemas de acessibilidade que devem ser verificados manualmente de tal forma que, se algum dos erros realmente existir no *site* avaliado este deverá ser corrigido, caso contrário, é necessário confirmar que o erro descrito não está presente no *site* avaliado. A Tabela 4.3 apresenta todos os erros em potencial reportados, destes, apenas os erros 24 e 25 realmente existiam no *site* da PREG.

O erro 24 “O elemento label do elemento input tipo radio não está posicionado perto do controle” foi pertinente e solucionado anteriormente por fazer parte dos erros conhecidos, apresentados na Tabela 4.1. A seguir, descrição da resolução do erro 25 “Pode estar faltando no documento um *link* ‘saltar para o conteúdo’”.

Para resolver este erro e outros relacionados a navegação que não foram detectados pela ferramenta de avaliação, a Gerência Navegacional apresentada na Seção

2.4 foi incrementada. Até o momento, a função da Gerência Navegacional era configurar a ordem de navegação do menu e configurar os contextos de navegação.

Tabela 4.3: Erros de acessibilidade em potencial retornados da Avaliação

Erros de Acessibilidade em Potencial retornados da Avaliação	
Erros	Ocorrência
1. Título pode não descrever o documento	1
2. <i>Unicode right-to-left marks</i> ou <i>left-to-right</i> podem ser preciso	1
3. Grupos de <i>links</i> com propostas relacionadas não são marcados	1
4. Texto pode estar sendo utilizado como referência somente pela forma, tamanho ou posição relativa.	1
5. Listas visuais podem não estar apropriadamente marcadas	1
6. Informação tabular pode estar faltando na marcação da tabela	1
7. <i>Script</i> pode estar usando somente cor	6
8. <i>Script</i> pode fazer o conteúdo piscar na tela	6
9. Tabela de <i>layout</i> pode não linearizar	18
10. Texto de âncora pode não identificar o destino do <i>link</i>	11
11. Mensagens de erro de submissão do formulário podem não ser identificadas para campos requeridos que ficaram vazios	1
12. Todos os campos obrigatórios do formulário podem não estar identificados como obrigatórios	1
13. Elemento <i>input</i> possivelmente está usando somente cor	5
14. Elemento <i>label</i> pode não descrever seu controle associado	5
15. Elemento <i>input</i> do tipo <i>radio</i> e <i>label</i> podem não descrever a proposta ou função do controle	3
16. Texto do atributo <i>alt</i> pode não estar vazio e a imagem pode ser decorativa	4
17. A imagem (GIF) pode piscar	3
18. A imagem pode conter texto que pode não estar no texto do atributo <i>alt</i>	4
19. A imagem pode conter texto com contraste ruim	4
20. O elemento <i>img</i> pode requerer uma descrição longa	4
21. A imagem pode estar usando somente cor para transmitir informação	4
22. O atributo <i>dir</i> pode ser requerido para identificar alterações na direção do texto	1
23. <i>Script</i> de interface de usuário pode não ser acessível	6
24. Elemento <i>label</i> do elemento <i>input</i> tipo <i>radio</i> pode não estar posicionado perto do controle	3
25. Pode estar faltando no documento um <i>link</i> “saltar para o conteúdo”	1
Total de erros:	96

A Figura 4.5 mostra a janela de Gerência Navegacional da Página Inicial de uma *WebApp*. Como pode ser observado, nela são realizadas duas funções: (1) estabelecer o

destino do *link* “Ir para”, que faz com que todas as páginas da *WebApp* tenham automaticamente este *link*, cabendo ao usuário Gestor escolher qual será o componente destino para ele, além disto, todas as páginas também têm o *link* “Ir para o Menu; (2) estabelecer a ordem de navegação dos componentes, onde o usuário Gestor determina a ordem de navegação pelo teclado de forma que esta seja a mesma ordem de apresentação dos componentes na interface.

Outra alteração realizada na Gerência Navegacional foi o menu, este era inacessível pelo teclado devido ao código em *javascript* utilizado na sua geração. Assim, para tornar o menu acessível, ele passou a ser gerado por uma lista em HTML e configurado visualmente por meio de CSS.

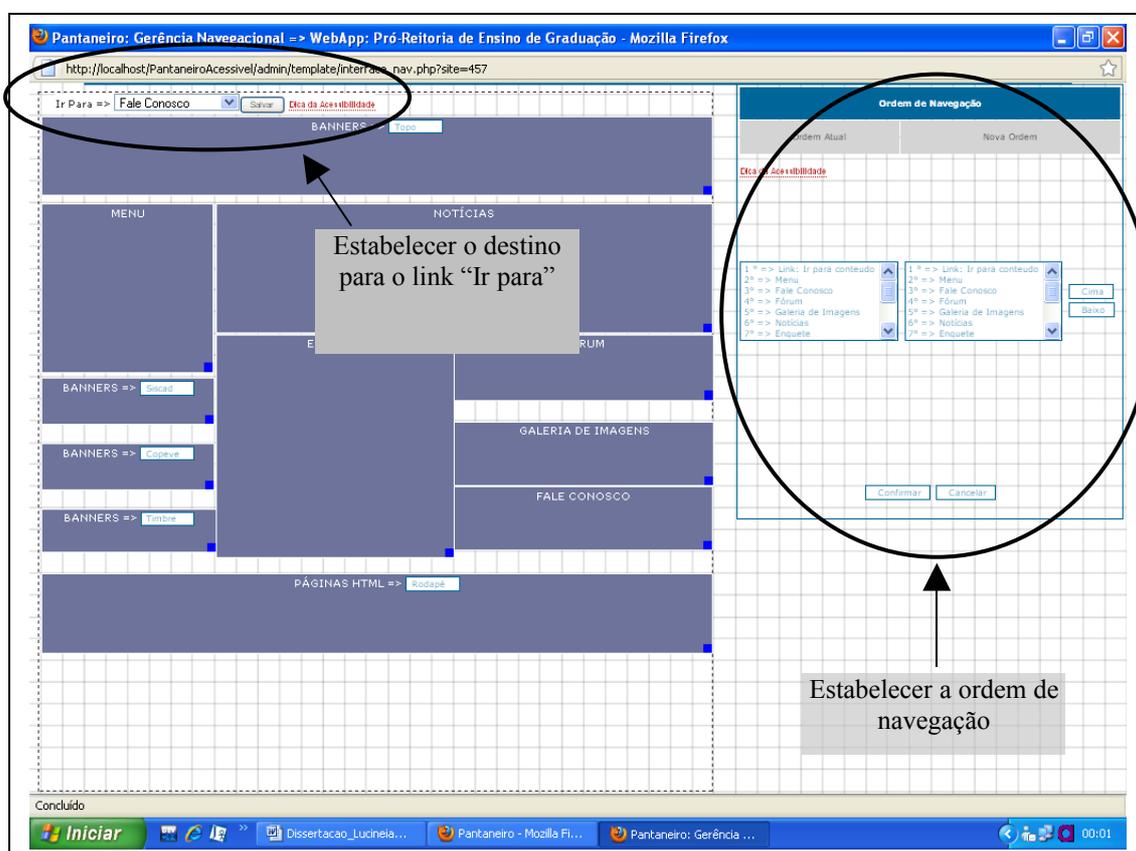


Figura 4.5: Gerência Navegacional da Página Inicial da *WebApp*

A Figura 4.6 apresenta a página inicial do *site* da PREG ao finalizar as correções dos erros encontrados na primeira avaliação. Após esta, uma outra avaliação de acessibilidade com ferramenta automatizada foi realizada utilizando o TotalValidator⁸,

⁸ <http://www.totalvalidator.com>

afim de detectar aspectos não observados na avaliação com o a-Checker. Contudo, não foram retornados erros de acessibilidade nesta segunda avaliação.

A análise inicial realizada no Pantaneiro considerando o *site* da PREG foi importante, sobretudo, por permitir o contato inicial com o Pantaneiro e a geração de *sites*. Neste sentido, o *site* da PREG foi cuidadosamente escolhido considerando que vários problemas de acessibilidade fossem detectados e sugerissem correções no Pantaneiro. No entanto, sabe-se que outro tipo de avaliação que cobrisse todos os critérios do WCAG 2.0 Nível A era necessária, portanto, optou-se pelo julgamento do especialista em acessibilidade Web. O julgamento do especialista consistiu em verificações manuais nas páginas geradas baseadas no WCAG 2.0 e verificações no Pantaneiro baseadas no ATAG 2.0 Nível A.

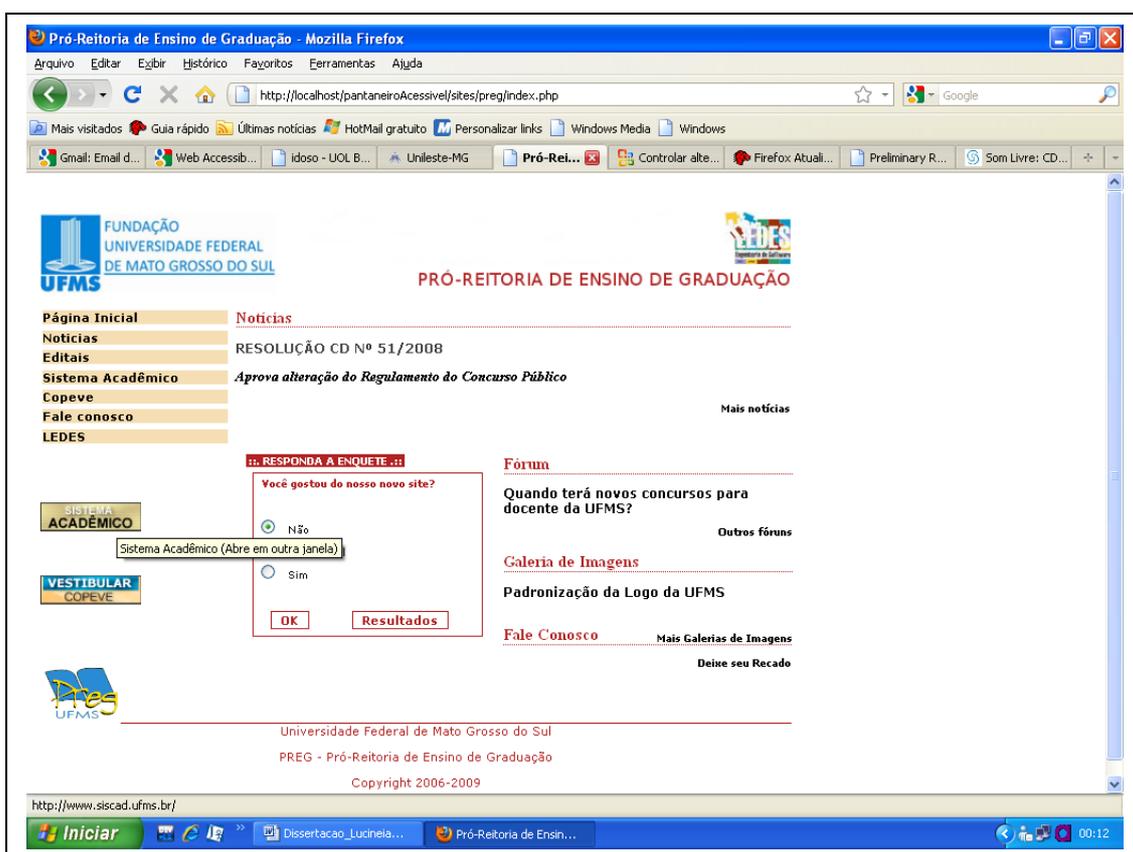


Figura 4.6: Página inicial gerada atendendo aos critérios de acessibilidade

Durante o julgamento do especialista foram percebidos outros pontos a serem melhorados no Pantaneiro, neste sentido, algumas restrições de acessibilidade foram embutidas na estrutura dos componentes, de forma que os atributos indispensáveis para

promover a acessibilidade dos elementos em HTML fossem obrigatoriamente preenchidos. A Tabela 4.4 mostra o *checklist* baseado no WCAG 2.0 Nível A, nela são apresentadas as verificações de acessibilidade, que reúnem resumidamente os critérios de sucesso WCAG 2.0 Nível A para cada uma das onze recomendações, e paralelamente uma coluna com o resultado desta verificação nas páginas geradas pelo Pantaneiro após as adaptações de acessibilidade.

Tabela 4.4: 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, estes textos alternativos não se limitam a inserção de 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 significativa e a mesma deve ser apresentada contando com várias formas de visualização.	Atende
O uso de cores deve ser observado de forma que o conteúdo possa ser distinguido e o áudio deve ser programado de forma que possa ser controlado.	Atende parcialmente*
Todas as operações no <i>site</i> devem ser acessíveis por meio do teclado, para isto, atributos específicos dos elementos de formulário e <i>links</i> 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 navegabilidade, 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 <i>links</i> devem ter seus respectivos propósitos em contexto.	Atende
A linguagem das páginas deve ser clara.	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 as teclas de atalho, os próprios navegadores oferecem este suporte, por isto, estas não foram determinadas.

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

Continuação da Tabela 4.4: Checklist de acessibilidade de acordo com o WCAG 2.0 Nível A

Verificação de acessibilidade	Página Gerada
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

Finalizadas as correções no Pantaneiro para que ele atendesse os critérios de acessibilidade do WCAG 2.0 Nível A e, findadas as avaliações das páginas geradas por ele para verificar o cumprimento destes critérios, foi realizada a avaliação para verificar a conformidade do Pantaneiro com as adaptações de acessibilidade com relação ao ATAG 2.0 Nível A Parte B, apresentado na Seção 2.5. Esta avaliação é importante pois suas verificações são diretamente ligadas à ferramenta de autoria para o desenvolvimento de aplicações Web acessíveis, assim, ela complementa e conclui todo o processo de adaptação do Pantaneiro exposto nesta seção.

A Tabela 4.5 apresenta resumidamente esta avaliação de acordo com o *checklist* sugerido pelo W3C/WAI (ATAG 2.0, 2009b) para ferramentas autoria. Neste *checklist* é verificado se o Pantaneiro com as adaptações de acessibilidade atende aos critérios de sucesso, se atende parcialmente ou se não se aplica.

Tabela 4.5: 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

Continuação da Tabela 4.5: *Checklist* do ATAG 2.0 para o Pantaneiro adaptado

Diretriz	Pantaneiro
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

4.3 Trabalhos Relacionados

Gonçalves e Pimenta (Gonçalves e Pimenta, 2005) apresentam um artigo que contempla 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. A autoria assistida dos elementos de *design* é realizada por meio da seleção de opções previamente tratadas, da obrigatoriedade de preenchimento de informações, sugestão de padrões, configurações *default* ou automáticas e/ou modelos pré-definidos.

4.4 Considerações Finais

Esse capítulo mostrou as adaptações no Pantaneiro para que ele contemple a produção de conteúdo acessível. As correções de acessibilidade foram baseadas, inicialmente, nos erros de acessibilidade encontrados por ferramentas de avaliação automatizada. Tais correções foram efetuadas no código-fonte responsável pela geração das páginas Web e nas interfaces dos usuários Gestor e Moderador do Pantaneiro. Após as correções foram realizadas outras avaliações tais como julgamento por especialista e *checklist* do ATAG.

Por fim, o capítulo apresentou um trabalho relacionado à ferramentas de autoria acessíveis.

O Capítulo 5 apresentará a descrição e estrutura do estudo de caso realizado neste projeto de mestrado assim como os resultados do mesmo.

Capítulo 5

Estudo de Caso

5.1 Considerações Iniciais

Este capítulo descreve o estudo de caso realizado para avaliar: **(1)** o MTA sob as seguintes perspectivas: clareza das Tarefas, qualidade do Modelo e eficácia na promoção da acessibilidade Web; **(2)** o Pantaneiro na promoção da acessibilidade Web e **(3)** como os três fatores (utilização do MTA, utilização do Pantaneiro e conhecimento em acessibilidade Web) podem ser relacionados na promoção da acessibilidade Web. De acordo com Wohlin *et al.* (Wohlin *et al.*, 2005), um estudo de caso pode ser aplicado como uma estratégia de pesquisa comparativa, comparando os resultados de um método ou uma forma de manipulação, com resultados utilizando outra abordagem.

Este capítulo está organizado de acordo com a proposta de Processo de Experimentação (WOHLIN *et al.*, 2005), porém adaptado para o estudo de caso, representado na Figura 5.1.

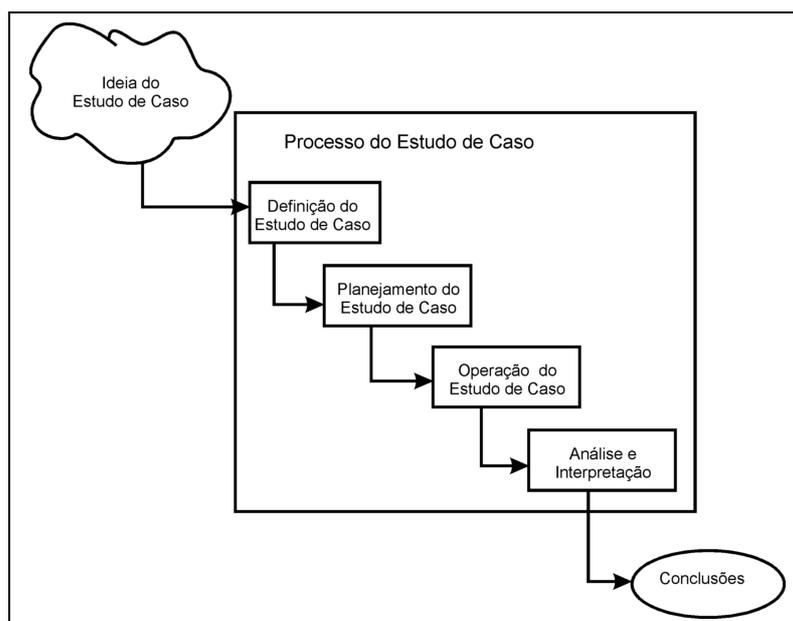


Figura 5.1: Processo para o desenvolvimento do Estudo de Caso. Adaptado de Wohlin *et al.* (WOHLIN *et al.*, 2005 p.36).

5.2 Definição do Estudo de Caso

Para este estudo de caso, a definição consistiu em especificar os objetos de estudo, o objetivo do estudo de caso e o contexto ao qual ele foi realizado, de acordo com a proposta de Wohlin *et al.* (Wohlin *et al.*, 2005).

5.2.1 Objetos do Estudo de Caso

O escopo deste estudo de caso abrange dois objetos:

- (1) **Avaliação do MTA:** Modelo de Tarefas de Acessibilidade, elaborado com o objetivo de conduzir desenvolvedores Web na criação de *sites* acessíveis, apresentado na Seção 3.3.
- (2) **Pantaneiro adaptado para a geração de páginas Web acessíveis:** Ferramenta de autoria para geração de páginas Web adaptada às diretrizes de acessibilidade do WCAG 2.0 Nível A, que implementa as seguintes tarefas do MTA: 5.1 – Projetar Interfaces Externas Acessíveis; 5.2 - Realizar Projeto Navegacional Acessível; 6.2 – Codificar cada Unidade de Software de Acordo com Técnicas de Acessibilidade.

5.2.2 Objetivos do Estudo de Caso

Os objetivos deste estudo de caso são:

- (1) Avaliar a eficácia, facilidade de uso e qualidade do MTA como um modelo de desenvolvimento que contribui para a criação de aplicações Web acessíveis;
- (2) Avaliar se a implementação realizada no Pantaneiro contribui para a geração de aplicações Web acessíveis e;
- (3) Observar o quanto o MTA, o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade devem estar integrados para que aplicações Web acessíveis sejam desenvolvidas e verificar se um destes elementos é dispensável.

5.2.3 Contexto do Estudo de Caso

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, sendo 16 alunos do curso de Ciência da Computação (13 alunos

do 3º ano e 3 alunos do 2º ano), 14 alunos do curso de Análise de Sistemas (10 alunos do 3º ano, 2 alunos do 4º ano e 2 alunos do 2º ano) e 2 alunos do 2º ano do Mestrado em Ciência da Computação. Entre 32 os participantes, 15 tinham em média 1 ano de experiência, 27 tinham conhecimento em HTML, 8 tinham conhecimento prévio em acessibilidade Web e apenas 1 participante tinha experiência de utilização de um modelo de processo.

5.3 Planejamento do Estudo de Caso

O planejamento do estudo de caso busca documentar os procedimentos a serem usados pelo avaliador para executar as medições (ISO/IEC 14598-5, 1996). De acordo com Wohlin *et al.* (Wohlin *et al.*, 2005), o planejamento determina “como” o estudo de caso será conduzido.

5.3.1 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 oito tratamentos, de acordo com as três variáveis: **(1)** utilização do MTA; **(2)** conhecimento em acessibilidade Web e **(3)** utilização do Pantaneiro após os incrementos de acessibilidade. A Tabela 5.1 mostra esta distribuição.

5.3.2 Instrumentação

Para a execução do estudo de caso os participantes receberam diversos recursos. A Tabela 5.2 mostra a distribuição dos recursos para os grupos de acordo com o tratamento, apresentada na Tabela 5.1.

5.4 Operação

A operação consiste em três passos: preparação, execução e validação dos dados. É nesta fase que o estudo de caso definido e planejado é executado (WOHLIN, *et al.*, 2005).

Tabela 5.1: Divisão dos Grupos

Tratamento	Grupo	Variáveis		
		Utilização do MTA	Conhecimento em Acessibilidade	Utilização do Pantaneiro
1	A	SIM	SIM	SIM
	B			
2	A	SIM	SIM	NÃO
	B			
3	A	SIM	NÃO	SIM
	B			
4	A	SIM	NÃO	NÃO
	B			
5	A	NÃO	SIM	SIM
	B			
6	A	NÃO	SIM	NÃO
	B			
7	A	NÃO	NÃO	SIM
	B			
8	A	NÃO	NÃO	NÃO
	B			

Tabela 5.2: Recursos distribuídos para os grupos de acordo com o tratamento

Recurso	Tratamentos
1 - Material explicativo sobre o Pantaneiro	1, 3, 5, 7
2 - O Pantaneiro em funcionamento	1, 3, 5, 7
3 - Material explicativo sobre o Modelo	1, 2, 3, 4
4 - Formulário digital para registro das Tarefas do MTA	1, 2, 3, 4
5- Formulário digital de avaliação de qualidade do MTA	1, 2, 3, 4
6 - Editores HTML	2, 4, 6, 8
7 - Material explicativo sobre acessibilidade Web, entregue dias antes do experimento.	1, 2, 5, 6
8 - Material impresso com a especificação do <i>site</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
9 -Textos digitalizados e imagens necessárias para o desenvolvimento do <i>site</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

5.4.1 Preparação

5.4.1.1 Estudo de Caso Piloto

Para atestar a cobertura e usabilidade do MTA, testar o Pantaneiro com as implementações de acessibilidade Web na instanciação de uma aplicação Web e

identificar possíveis problemas do processo de avaliação do estudo de caso foi realizado um estudo de caso piloto.

No estudo de caso piloto foi desenvolvido o *site* do PET (Programa de Educação Tutorial) do curso de Ciência da Computação da UFMS, utilizando o MTA tendo em vista o WCAG 2.0 Nível A (Anexo A), com o apoio do Pantaneiro para a realização de algumas tarefas.

O Pantaneiro foi testado nas categorias de usuário Gestor e Moderador. Neste sentido, foi elaborado o material explicativo sobre as atividades a serem desenvolvidas por estes usuários durante o estudo de caso e foram selecionadas as páginas Web relevantes.

Com relação ao MTA, durante o desenvolvimento do estudo de caso piloto, foram detectadas tarefas que eram redundantes ou que precisavam de melhorias na explicação textual, assim, o MTA foi aperfeiçoado e simplificado para que seu uso não fosse dispendioso para o desenvolvedor e para que ele pudesse ser utilizado com facilidade. Foram confeccionados o material explicativo e os formulários digitais.

5.4.1.2 Comprometimento dos participantes

O estudo de caso aconteceu em forma de um minicurso intitulado: “Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis”. O minicurso teve o patrocínio do projeto PET-Ciência da Computação-UFMS, com um auxílio de R\$50,00 (cinquenta reais) para cada participante.

5.4.1.3 Treinamentos oferecidos aos participantes

Como mencionado, o estudo de caso foi realizado em forma de um minicurso, sendo este dividido em quatro módulos: **Módulo 1:** Acessibilidade Web, **Módulo 2:** Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis; **Módulo 3:** Pantaneiro: Gerador de Aplicações *e-gov* e **Módulo 4:** Prática de Desenvolvimento.

O Módulo 1, teve restrições para que os participantes do estudo de caso o assistissem. Os grupos ligados aos tratamentos que não tinham conhecimento em acessibilidade (tratamentos 3, 4, 7 e 8, apresentados na Tabela 5.1) não participaram desta fase, de forma que os resultados das análises entre os desenvolvedores que conhecem acessibilidade e os que não conhecem fosse realizada. Os demais participantes (tratamentos 1, 2, 5 e 6) assistiram a palestra ministrada sobre

acessibilidade Web e receberam material sobre o assunto antes da palestra para que fossem se inteirando sobre o tema. Na palestra foram abordados a definição, regulamentações e avaliação de acessibilidade Web e exemplos de *sites* acessíveis.

Os grupos que participaram do Módulo 2 fazem parte dos tratamentos 1, 2, 3 e 4 mostrados na Tabela 5.1. Durante este módulo foi apresentado o MTA e exemplificada, sucintamente, a sua utilização.

O Módulo 3 teve a participação de todos os grupos, na ocasião, o desenvolvedor do Pantaneiro mostrou as principais funcionalidades da ferramenta e as características de um *framework*.

5.4.2 Execução

A execução do estudo de caso aconteceu durante a realização do Módulo 4 – Prática de Desenvolvimento, do minicurso. Na ocasião, todos os participantes foram encaminhados para o laboratório de Computação da FACOM/UFMS onde receberam os recursos necessários, como mostrou a Tabela 5.2 e realizaram o desenvolvimento de um *site* de acordo com as especificações e com o tratamento ao qual o grupo pertencia.

Todos os participantes desenvolveram o *site* do PET, este 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.

Os participantes que utilizaram o MTA receberam um formulário digital com as tarefas de acessibilidade e o preencheram de forma que o desenvolvimento da aplicação fosse realizado e registrado de acordo com as tarefas do Modelo. Estes grupos, também completaram um outro formulário com questões referentes à percepção e uso do MTA.

5.4.3 Validação dos Dados

Esta seção apresenta a validação dos dados extraídos durante a execução do estudo de caso.

5.4.3.1 Validação dos registros do MTA

Como mencionado na Seção 5.4.2, os participantes que utilizaram o MTA receberam um formulário digital para o registro das tarefas durante o desenvolvimento do *site*.

Esse registro consistiu em preencher os campos de texto com as decisões tomadas sobre uma tarefa específica. A Figura 5.2 mostra o exemplo da Tarefa 1.1 no formulário digital do MTA.

Modelo de Tarefas de Acessibilidade

*Obrigatório

Tarefas

subprocesso 1. Elicitação dos Requisitos

A proposta deste subprocesso é reunir, processar e mapear as necessidades e requisitos do cliente ao longo da vida do produto e/ou serviço, bem como estabelecer um cronograma que serve como base para definir as necessidades de trabalho.

Tarefa 1.1 Identificar os requisitos de acessibilidade do sistema *

Exemplos: • Conformidade com alguma regulamentação de acessibilidade Web • Compatibilidade com algumas tecnologias assistivas. • Compatibilidade com softwares e hardwares de diferentes versões e diferentes fabricantes • Grupos de usuários com determinadas características tais como: nível de conhecimento, tipo de deficiência (física, motora, visual, cognitiva, auditiva e de fala).

Concluído

Figura 5.2: Formulário digital para registro do MTA

Na validação dos dados do estudo de caso, os registros das decisões tomadas preenchidos pelos participantes foram tratados como respostas das tarefas. Neste contexto, a validação dos dados do MTA consistiu em analisar cada registro de tarefa dos grupos considerando se as respostas eram coerentes com o seu propósito, tanto em termos de Engenharia de Software, quanto em termos de considerações de acessibilidade Web.

A Tabela 5.3 mostra os resultados da validação de dados dos formulários digitais do MTA ao findar a execução do estudo de caso pelos grupos que compunham os tratamentos 1, 2, 3 e 4 (apresentadas na Tabela 5.1). Sendo “S” as respostas que atenderam a proposta do MTA, “S/N” respostas que atenderam em parte, “N” respostas que não atenderam, “PANT” tarefas com suporte do Pantaneiro e “-” respostas deixadas em branco.

Tabela 5.3: Validação de dados dos formulários preenchidos

Tratamento	Grupo	Tarefas																			
		1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	8.1	8.2	9.1	9.2	10.1
1	A	S	S/N	S/N	S/N	-	N	S/N	PANT	PANT	N	S/N PANT	PANT	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	S/N	S/N	S	S/N	S/N	N	S/N	PANT	PANT	S	S/N PANT	PANT	S/N	N	-	-	-	-	-	-
2	A	S	N	S	S/N	N	N	S/N	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	S	S	S/N	S/N	N	N	S/N	-	-	N	S/N	S/N	N	N	N	S/N	S/N	N	N	-
3	A	S	S/N	S/N	S	S	S	S	PANT	PANT	N	N PANT	N	S/N	S	S/N	S	S	S	S/N	-
	B	S/N	N	N	N	N	S/N	N	PANT	PANT	N	S/N PANT	PANT	S	S	S	S	S	S/N	S	-
4	A	S/N	S	S/N	S/N	S	S/N	-	-	S	N	-	-	S	S	N	N	N	N	N	-
	B	S/N	S/N	S	S	S	S	S	-	-	-	S	-	S/N	S/N	N	S	S	-	-	-

5.4.3.2 Validação dos registros da avaliação de qualidade do MTA

Como mencionado na Seção 5.4.2, os participantes que utilizaram o MTA também receberam um formulário com questões referentes ao seu uso. Esse formulário tinha o objetivo de captar a visão do desenvolvedor com relação a qualidade do Modelo. Nele foram feitas onze perguntas aos avaliadores baseadas no Nível 2 – Processo Gerenciado da ISO/IEC 15504-5 (ISO/IEC CD 15504-5.5, 2004). Estas perguntas permitiam respostas: sim, não e parcialmente. A Tabela 5.4 apresenta o acumulado de respostas das questões realizadas durante o estudo de caso pelos oito grupos que utilizaram o MTA.

5.4.3.3 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 dezesseis grupos foram avaliadas com a ferramenta de avaliação de acessibilidade Web TotalValidator⁹.

A Tabela 5.5 mostra a média de erros por tratamento referente aos dois grupos que compõem a cada tratamento, como mostrou a Tabela 5.1.

⁹ <http://www.totalvalidator.com/>

Tabela 5.4: Validação das respostas do questionário de qualidade do MTA

Questões	Respostas		
	Sim	Não	Parcialmente
O Processo de Desenvolvimento alcança o objetivo definido?	4	0	4
Os objetivos para executar o Processo são bem definidos?	7	1	0
A execução do processo é planejada e monitorada?	5	1	2
A execução do processo é ajustada para cumprir planejamentos?	0	3	5
As responsabilidades para a execução do processo são definidas e comunicadas?	5	0	3
Os recursos e informações necessários para a execução do processo são identificados, disponíveis, alocados e usados?	7	0	1
As interfaces entre as partes envolvidas são gerenciadas para assegurar a comunicação clara e efetiva das responsabilidades?	7	0	1
Os requisitos para os produtos de software são definidos?	6	0	2
Os requisitos para a documentação e controle dos produtos do processo são definidos?	1	4	3
Os resultados de cada tarefa são apropriadamente identificados, controlados e documentados?	0	3	5
Os resultados de cada tarefa são revisados para reunir seus requisitos?	3	2	3

Tabela 5.5: Média de erros de acessibilidade por tratamento

Tratamento	Média de erros	Desvio Padrão
Tratamento 1	3	2,83
Tratamento 2	21,5	4,95
Tratamento 3	2	0
Tratamento 4	37	4,24
Tratamento 5	21,5	14,85
Tratamento 6	25,5	17,68
Tratamento 7	12	7,07
Tratamento 8	17,5	0,71

5.5 Análise e Interpretação

5.5.1 Análise e Interpretação do MTA

Durante o estudo de caso, oito grupos de desenvolvedores utilizaram o MTA para guiá-los no desenvolvimento de seus *sites*. Como mostrou a Tabela 5.1 esses grupos faziam parte dos tratamentos 1, 2, 3 e 4, sendo que alguns não conheciam acessibilidade Web e outros não tinham o suporte do Pantaneiro. Neste sentido, esta seção apresenta a análise e interpretação do MTA sob três perspectivas: **(1)** entendimento dos participantes com relação ao Modelo; **(2)** eficácia do MTA na promoção da acessibilidade Web e; **(3)** avaliação de qualidade do MTA.

5.5.1.1 Análise e interpretação do entendimento dos participantes sobre o MTA

Nesta análise e interpretação buscou-se identificar os aspectos favoráveis relacionados ao entendimento dos desenvolvedores participantes do estudo de caso com relação às tarefas do Modelo, para certificar se as Tarefas foram escritas claramente para atender aos seus propósitos. Neste sentido, o gráfico apresentado na Figura 5.3, extraído da Tabela 5.3, busca explicitar: **(1)** as tarefas melhores compreendidas, cujas respostas foram respondidas favoravelmente; **(2)** as tarefas menos compreendidas, formadas por tarefas cujas respostas não foram respondidas adequadamente em relação à proposta do Modelo; **(3)** as tarefas que obtiveram respostas foram medianas e **(4)** as tarefas que ficaram sem resposta dos participantes.

Como pode ser observado na Figura 5.3, a tarefa melhor compreendida pelos desenvolvedores durante o estudo de caso foi a Tarefa **1.1 Identificar os requisitos de acessibilidade do sistema**. Em contrapartida, as tarefas menos compreendidas foram: **4.1 Estabelecer e documentar os requisitos de acessibilidade do software** e; **5.3 Avaliar a acessibilidade do projeto de software**.

Nos registros do MTA realizados pelos participantes, algumas respostas foram medianas à proposta do Modelo. Neste sentido, destacam-se as tarefas: **3.1 Alocar requisitos de acessibilidade aos elementos do sistema**; **4.2 Avaliar os requisitos do software** e; **6.1 Especificar técnicas para implementação da acessibilidade da interface e do código**.

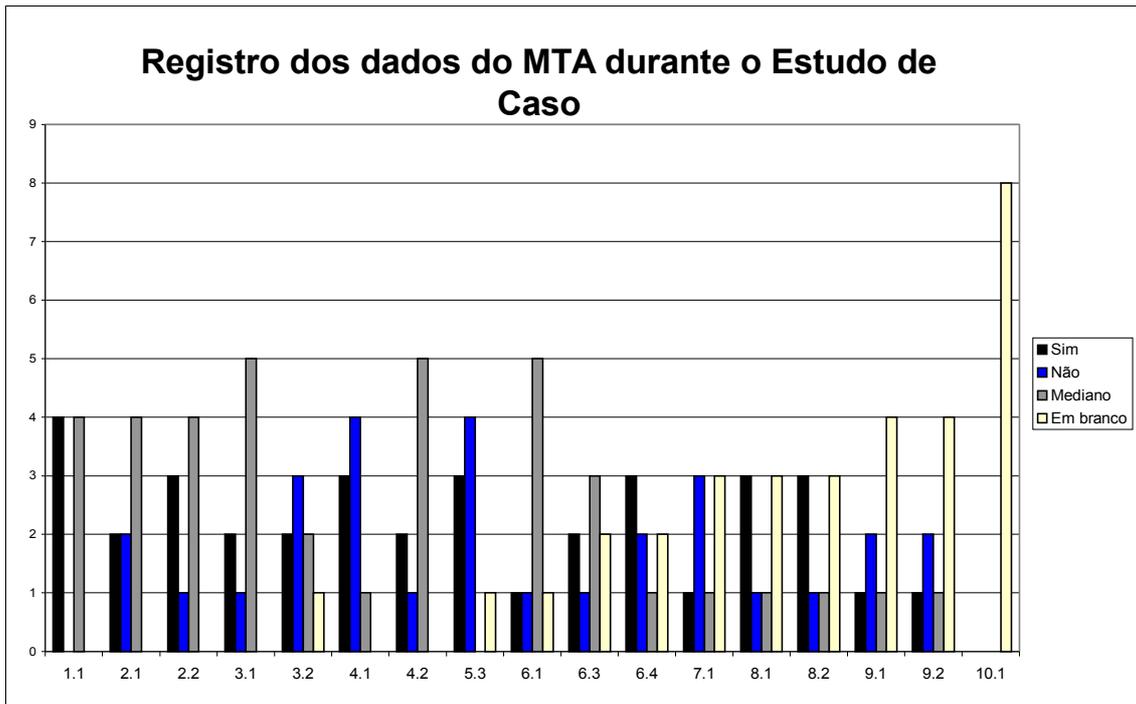


Figura 5.3: Gráfico para visualização do resultado dos dados dos registros MTA durante o estudo de caso

Por fim, verifica-se que a Tarefa **10.1 Certificar a conformidade com os requisitos do sistema**, foi a tarefa que não obteve resposta dos participantes do estudo de caso. Esta teve 100% de registros em branco.

5.5.1.1.1 Análise e interpretação da relação entre entendimento do MTA tendo em vista o conhecimento em acessibilidade e o uso do Pantaneiro

Ainda analisando o entendimento dos participantes com relação ao MTA, buscou-se identificar a relação existente entre a compreensão do Modelo, o conhecimento em acessibilidade Web e o uso do Pantaneiro. Neste sentido, os grupos foram avaliados de acordo com o tratamento ao qual eles pertencem, como mostra a Figura 5.4.

Como pode ser observado, os grupos que pertenciam ao tratamento 3 (Utilizaram o MTA, não tinham conhecimento em acessibilidade e utilizaram o Pantaneiro), foram os grupos que compreenderam melhor o MTA. Em contrapartida, os grupos que menos entenderam o Modelo faziam parte do tratamento 2 (Utilizaram o MTA, tinham conhecimento em acessibilidade Web e não utilizaram o Pantaneiro).

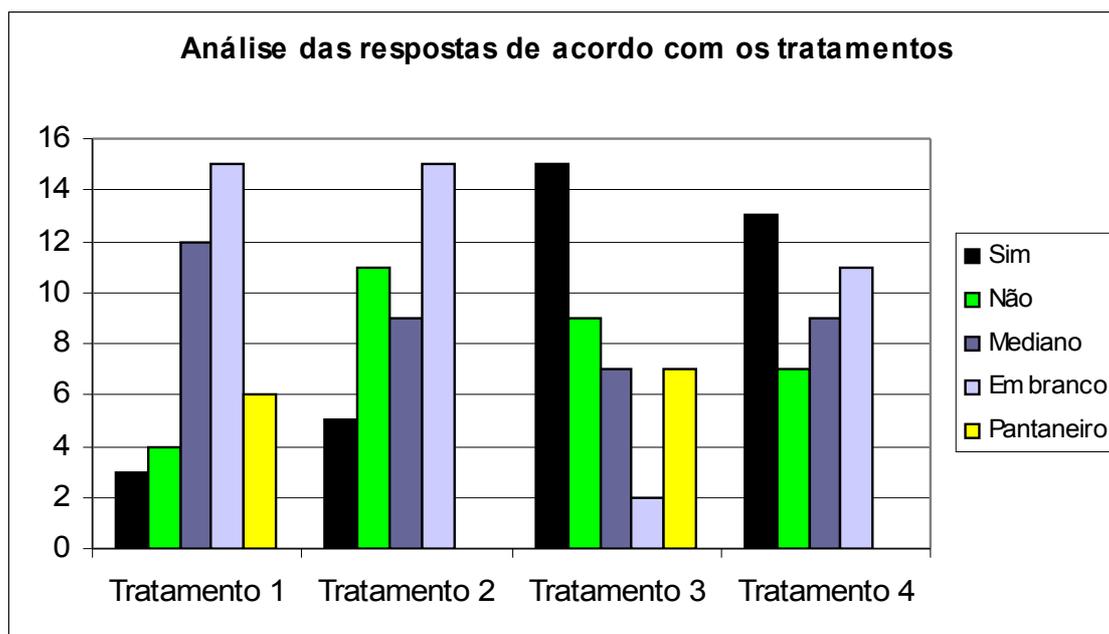


Figura 5.4: Análise das respostas de acordo com os tratamentos

5.5.1.2 Análise e interpretação sobre a avaliação de qualidade do MTA

A análise e interpretação sobre a avaliação de qualidade do MTA foi realizada a partir do acumulado das respostas do questionário de qualidade do MTA (Anexo B), preenchido pelos participantes do estudo de caso que utilizaram o Modelo, conforme apresentado na Tabela 5.4.

Como pode ser observado na Figura 5.5, quarenta e cinco (representam 51%) das respostas de todos os grupos foram positivas com relação a percepção dos participantes sobre a qualidade do Modelo, seguida por vinte e nove respostas tomadas como o Modelo atende parcialmente aos critérios de qualidade aos quais foram sujeitos a avaliação, representando 33% das respostas; e catorze respostas marcadas como o Modelo não atende ao critério de qualidade ao qual ele foi submetido a avaliação, segundo a percepção dos participantes, representando 16% das respostas.

5.5.1.3 Análise e interpretação sobre a eficácia do MTA

A análise da eficácia do MTA foi realizada a partir dos dados das avaliações de acessibilidade dos *sites* desenvolvidos no estudo de caso, apresentados na Tabela 5.5.

A Figura 5.6 mostra a relação entre os erros de acessibilidade Web e a utilização do MTA. Como pode ser observado, a média de erros dos *sites* desenvolvidos utilizando

o Modelo foi de 15 erros, enquanto os *sites* desenvolvidos sem a utilização do MTA tiveram uma média de 19 erros. Apesar da pouca diferença, observou-se que o uso do Modelo foi uma forma de trazer a acessibilidade para o processo de desenvolvimento e contribuiu para a promoção da acessibilidade do *site*.

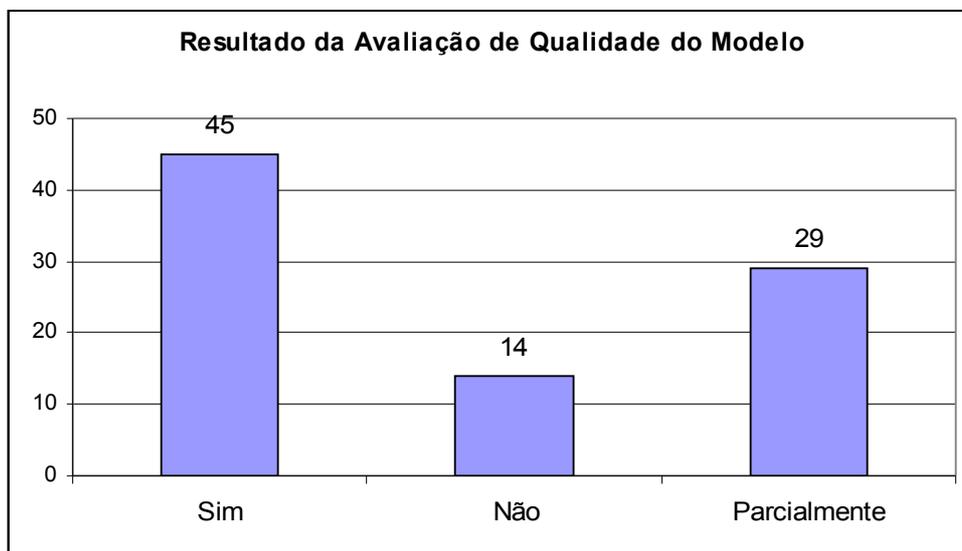


Figura 5.5: Acumulado de respostas do questionário de qualidade do MTA

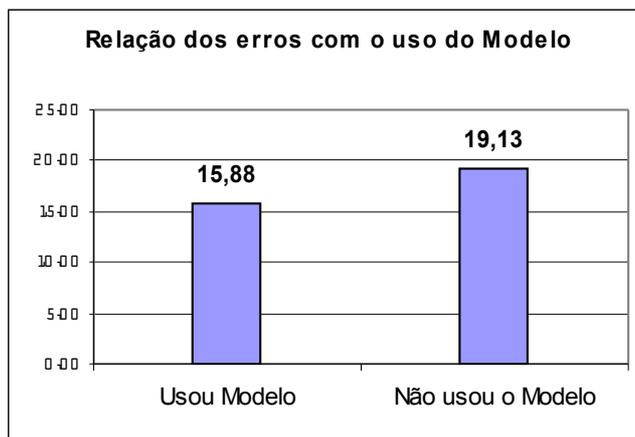


Figura 5.6: Média de erros de acessibilidade de acordo com o uso do MTA

5.5.1.3.1 Análise e interpretação da eficácia do MTA relacionando-o com o conhecimento sobre acessibilidade Web

Essa análise buscou verificar se a eficácia do MTA na promoção da acessibilidade Web, aferida na análise 5.5.1.3, está relacionada ao conhecimento dos desenvolvedores sobre acessibilidade Web.

A Figura 5.7 representa os dados obtidos a partir da avaliação de acessibilidade dos *sites*, mostrados na Tabela 5.5 sob a perspectiva dos dois fatores: utilização do MTA e conhecimento em acessibilidade Web. Observando esta figura é possível verificar aspectos positivos da utilização do Modelo e o conhecimento em acessibilidade, pois o melhor resultado observado foi obtido pelos grupos que utilizaram o MTA e tinham conhecimento em acessibilidade Web (média de 12,25 erros). O resultado menos satisfatório nesta análise foi observado nos *sites* desenvolvidos sem a utilização do Modelo, mesmo os participantes tendo conhecimento em acessibilidade Web (média de 23,5 erros).

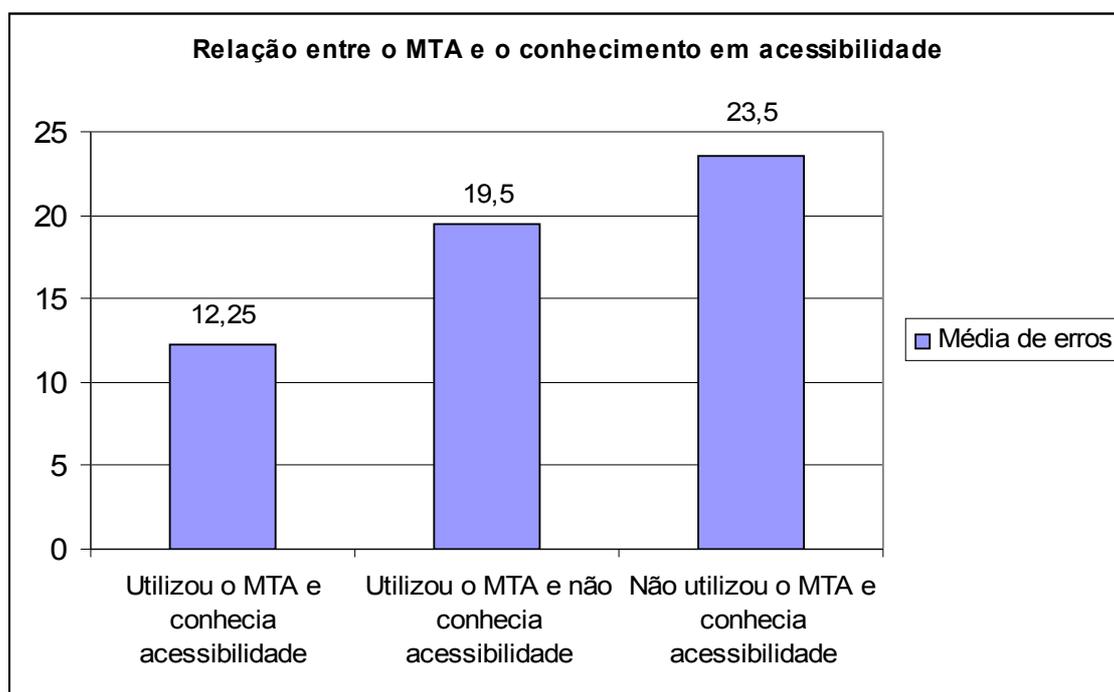


Figura 5.7: Relação entre a utilização do MTA e o conhecimento em acessibilidade Web

5.5.1.3.2 Análise e interpretação da eficácia do MTA relacionando-o com o uso do Pantaneiro

Esta análise buscou verificar se a eficácia do MTA na promoção da acessibilidade Web está relacionada à utilização do Pantaneiro com as implementações de acessibilidade.

Como pode ser verificado na Figura 5.8, os *sites* desenvolvidos por participantes que utilizaram o MTA juntamente com o Pantaneiro obtiveram média de erros menor (2,5 erros), enquanto os *sites* desenvolvidos utilizando o MTA e não fazendo uso o Pantaneiro tiveram média de erros maior (29,25).

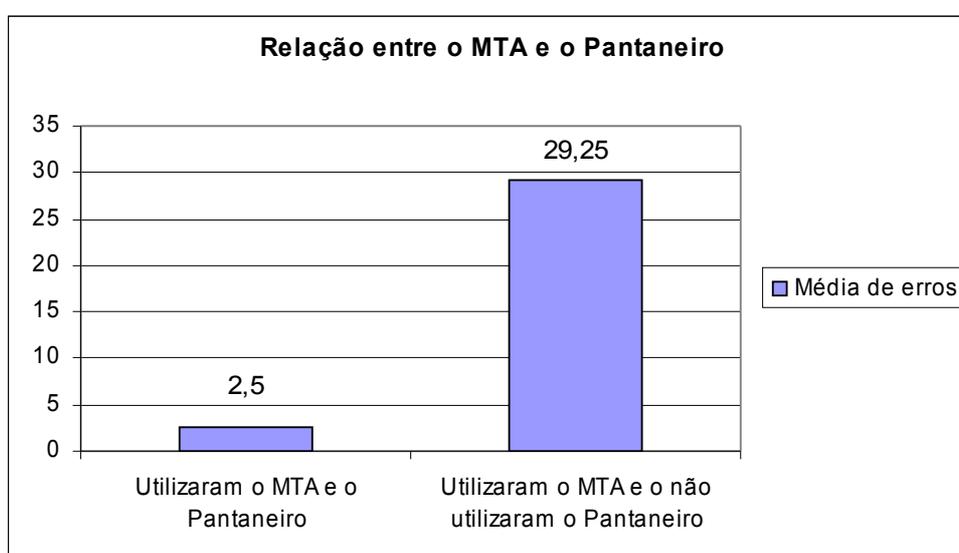


Figura 5.8: Relação entre o MTA e o Pantaneiro

5.5.2 Análise e Interpretação do Pantaneiro na Geração de *Sites* Acessíveis

Esta seção apresenta a análise e interpretação dos dados obtidos a partir da avaliação de acessibilidade dos *sites* (mostrados na Tabela 5.5) para verificar a eficácia do Pantaneiro na promoção da acessibilidade sob três aspectos: **(1)** análise comparativa dos resultados das avaliações de acessibilidade dos *sites* que utilizaram o Pantaneiro e aqueles que não utilizaram; **(2)** relação entre a utilização do Pantaneiro e o MTA; **(3)** relação entre o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade Web.

5.5.2.1 Análise dos resultados das avaliações de acessibilidade dos sites desenvolvidos utilizando o Pantaneiro e não utilizando o Pantaneiro

Tomando como base os dados apresentados na Tabela 5.5 é possível calcular a média de erros dos sites desenvolvidos com e sem o Pantaneiro. Como pode ser observado na Figura 5.9, 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).

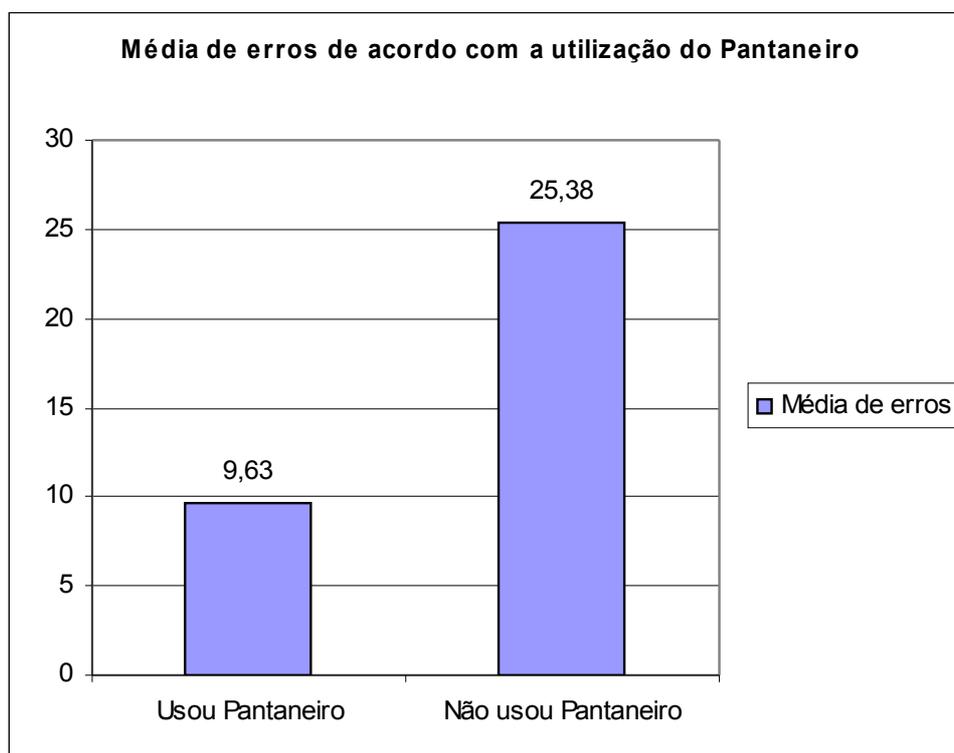


Figura 5.9: Média de erros de acordo com a utilização do Pantaneiro

5.5.2.2 Análise dos resultados das avaliações de acessibilidade dos sites relacionando a utilização do Pantaneiro e o MTA

A Figura 5.10 mostra que os sites desenvolvidos no estudo de caso por meio do Pantaneiro e com o apoio do MTA tiveram menos erros de acessibilidade Web (média de 2,5 erros), enquanto os sites desenvolvidos utilizando o Pantaneiro porém sem utilizar o MTA tiveram média de erros de acessibilidade maior (16,75 erros).

5.5.2.3 Análise dos resultados das avaliações de acessibilidade dos sites relacionando a utilização do Pantaneiro e o conhecimento em Acessibilidade

Outra relação aferida neste estudo de caso busca verificar a eficácia do uso Pantaneiro por desenvolvedores com conhecimento prévio em acessibilidade Web.

Como pode ser verificado na Figura 5.11, o resultado das avaliações dos sites desenvolvidos por participantes que conheciam acessibilidade e utilizaram o Pantaneiro foi insatisfatório. Buscou-se então relacionar este dado com os sites desenvolvidos por pessoas que conheciam acessibilidade e não utilizaram o Pantaneiro, assim, como pode ser verificado, os sites desenvolvidos utilizando o Pantaneiro tiveram uma média de erros de acessibilidade menor (12,25 erros), enquanto os que não utilizaram o Pantaneiro, mesmo tendo conhecimento em acessibilidade tiveram média de 23,5 erros.

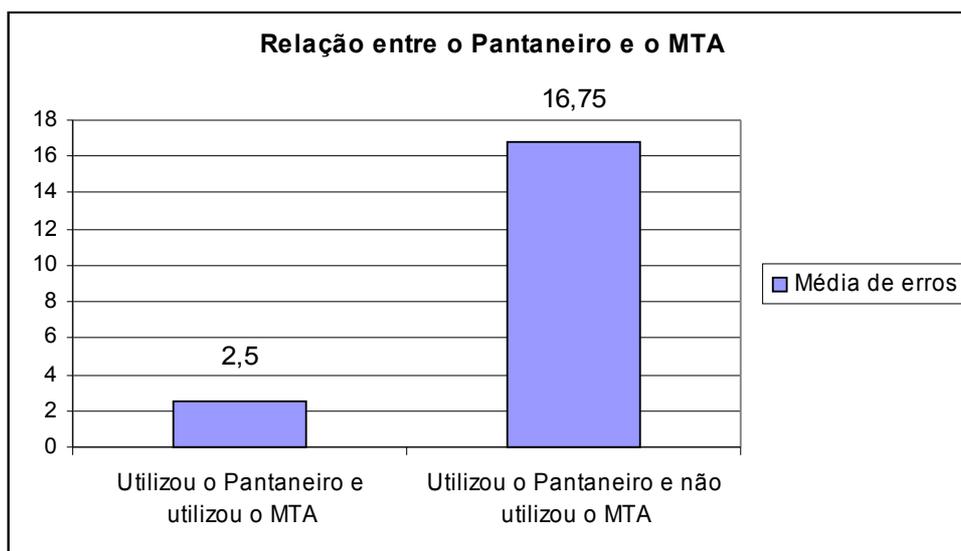


Figura 5.10: Relação entre o Pantaneiro e o MTA

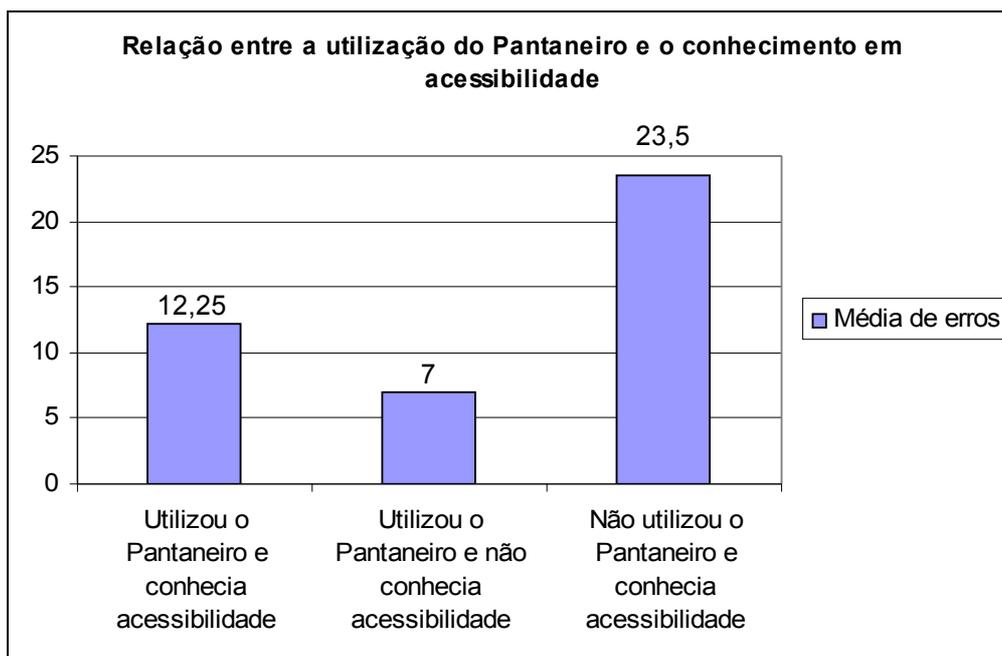


Figura 5.11: Relação entre o Pantaneiro e o conhecimento em acessibilidade Web

5.6 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 enumeradas, a seguir:

1. **Pouco conhecimento dos participantes em desenvolvimento de software.**
Neste aspecto observou-se:
 - a) a falta de conhecimento dos estudantes em termos de teste e avaliação de software;
 - b) dificuldade dos participantes em discernir o que era relacionado a sistema e o que era relacionado a software;
2. **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.

3. **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. Neste contexto, observou-se que uma das limitações do estudo de caso foi a insuficiência de treinamento. Em situações reais é necessário fornecer treinamento mais completo, seguido por exemplos práticos de teste e de avaliação de acessibilidade e técnicas.
4. **Insuficiência do aprendizado sobre o Pantaneiro.** Como mencionado na Subseção 5.4.1.2 todos os participantes receberam treinamento sobre o Pantaneiro, porém eles alegaram que a ferramenta tem muitas funcionalidades, assim, seria necessário mais tempo para aprender utiliza-la.
5. **Erros de acessibilidade do Pantaneiro.** Como exposto na Seção 4.3, 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. O estudo de caso piloto, apresentado na Subseção 5.4.1.1, também objetivou testar o desenvolvimento de um *site* no Pantaneiro, que na ocasião gerou páginas que reuniram satisfatoriamente os critérios de acessibilidade e todas as funcionalidades do Pantaneiro foram eficientes. 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 desapercibidamente, não recebeu cuidados de acessibilidade. Ainda durante a geração das páginas dos *sites* desenvolvidos utilizando o Pantaneiro, 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.
6. **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.

5.7 Conclusões do Estudo de Caso

Diversas verificações foram realizadas no estudo de caso. Primeiramente, buscou-se observar o entendimento dos participantes sobre o MTA. Neste sentido, como pôde ser observado na Subseção 5.5.1.1, tendo em vista as limitações dos participantes do estudo de caso, apresentadas na Seção 5.6, não houveram discrepâncias se comparadas as respostas que atenderam a proposta do modelo, as que não atenderam e as que foram medianas. Houve um número muito alto de respostas em branco, principalmente das últimas tarefas, porém este número não afetou negativamente no resultado do entendimento do Modelo. Sob esta perspectiva, conclui-se que o MTA foi compreendido pelos participantes do estudo de caso que o utilizaram, inclusive por aqueles que não tinham conhecimento em acessibilidade Web. De acordo com os participantes do estudo de caso, o Modelo atende aos atributos de qualidade aos quais foi submetido a avaliação.

Com relação a eficácia do MTA na promoção da acessibilidade, verificou-se que os erros de acessibilidade do *sites* desenvolvidos utilizando o MTA foram menores que os erros dos *sites* desenvolvidos sem a utilização do MTA. Portanto, a utilização do MTA no processo de desenvolvimento contribui para a promoção da acessibilidade. Assim, as aplicações usando o Modelo foram melhores. Os participantes que conheciam acessibilidade, porém não utilizaram o MTA, tiveram uma média de erros alta em relação aos participantes que conheciam acessibilidade e utilizaram o MTA. De fato, a utilização do MTA guia as considerações de acessibilidade nas fases do desenvolvimento, favorecendo criação de *sites* acessíveis.

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 quando utilizado juntamente com o MTA e, mesmo sendo utilizado por pessoas sem conhecimento em acessibilidade, o Pantaneiro contribui para a promoção da acessibilidade. Esta

conclusão pois este é um grupo que representa a grande maioria dos desenvolvedores em situações reais. No que diz respeito ao uso do Pantaneiro para oferecer suporte ao MTA, constatou-se que os melhores resultados das avaliações de acessibilidade foram extraídos dos *sites* desenvolvidos utilizando o Modelo com suporte do Pantaneiro. Neste contexto, o Pantaneiro prestou o apoio esperado ao Modelo.

Logo, conclui-se que, dos três fatores: utilização do MTA, conhecimento em acessibilidade Web e utilização do Pantaneiro, apenas a utilização do MTA e a utilização do Pantaneiro estão interligados. Ou seja, se o desenvolvedor utilizar o MTA e o Pantaneiro acessível, mesmo sem conhecimento em acessibilidade, ele poderá criar um *site* com um bom nível de acessibilidade.

5.8 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a definição, planejamento, operação, análise e interpretação e conclusões do estudo de caso para avaliação do MTA, avaliação do Pantaneiro e para verificar a relação existente entre os três fatores: utilização do MTA, conhecimento em acessibilidade e utilização do Pantaneiro, na promoção da acessibilidade, apontando resultados importantes para o direcionamento do desenvolvimento de aplicações Web acessíveis.

O próximo capítulo apresentará as contribuições e trabalhos futuros.

Capítulo 6

Conclusões

6.1 Considerações Iniciais

Este capítulo apresenta as conclusões gerais desta dissertação de mestrado e aponta as contribuições para a promoção da acessibilidade Web, auxiliando o norteamento de estratégias para promover acessibilidade de *sites*.

6.2 Contribuições do Trabalho

O trabalho foi importante para indicar estratégias para a promoção da acessibilidade Web no desenvolvimento de *sites*.

O trabalho sugeriu a utilização de um Modelo de Tarefas de Acessibilidade (MTA) elaborado para direcionar a criação de softwares acessíveis em todas as fases do processo de desenvolvimento. Tal Modelo foi aplicado em projetos de *sites* e como resultado, verificou-se que o Modelo é eficaz na promoção da acessibilidade e pode ser utilizado por desenvolvedores que não tem conhecimento em acessibilidade Web, o que caracteriza o cenário atual das empresas de software.

Além do mais, as adaptações de acessibilidade realizadas no Pantaneiro contribuíram para a geração de páginas acessíveis e para apontar formas de promover a acessibilidade nas ferramentas de autoria para que estas gerem aplicações Web acessíveis. Neste contexto, verificou-se que, as ferramentas de autoria são importantes para conduzir os desenvolvedores na criação de páginas Web que atendem a critérios de

acessibilidade uma vez que eles rotineiramente utilizam ferramentas de autoria para criar e gerenciar o conteúdo dos *sites*.

6.3 Artigos publicados e participações em eventos

Este trabalho teve sua importância reconhecida por meio da publicação de artigos e da participação em eventos como:

- Artigo aceito no SEMISH 2010 intitulado “Projeto e Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis no Domínio e-Gov” (Maia *et al.*, 2010) a ser realizado em Belo Horizonte – MG
- V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) com o minicurso: “Implantação de Acessibilidade em Organizações de Software” (Paiva *et al.*, 2009), realizado em Brasília – DF.
- VII Workshop de Teses e Dissertações de Qualidade de Software – WTDQS. VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS, realizado em Ouro Preto – MG, apresentando o artigo intitulado: “Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis”(Maia *et al.*, 2009).
- Semana de Ciências Exatas no Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, na cidade de Coronel Fabriciano – MG, com a palestra “Acessibilidade Web”.
- Seminário Técnico do Colégio Universitário Padre de Man, também na cidade de Coronel Fabriciano – MG, com a palestra “Acessibilidade Web”.
- I Workshop de Engenharia de Software (WES) da FACOM/UFMS com o minicurso: “Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis”, realizado em Campo Grande – MS.
- I Encontro de Software Livre da Dataprev, através de palestra intitulada “Acessibilidade Web em Software Livre”, também realizado em Campo Grande – MS.

Neste contexto, este trabalho também permitiu para a promoção da acessibilidade Web por meio da conscientização sobre o tema para profissionais da área de desenvolvimento de software.

6.4 Trabalhos Futuros

Várias potencialidades de trabalhos futuros foram identificadas neste projeto. Os principais deles se relacionam ao Pantaneiro, tais como:

- Implementação dos critérios de acessibilidade do WCAG Nível AA e AAA no Pantaneiro;
- Implementação dos critérios de acessibilidade do e-MAG para que os *sites* desenvolvidos estejam de acordo com a regulamentação brasileira de acessibilidade;
- Implementação do editor de textos embutido no Pantaneiro para a instanciação dos componentes “Página HTML” acessíveis;
- Desenvolvimento de algoritmos para a comparação de contraste de cores na instanciação das interfaces;
- O acoplamento de ferramentas de avaliação de acessibilidade no Pantaneiro;
- O apoio do Pantaneiro em todas as tarefas do MTA.

Sugere-se também uma investigação mais apurada sobre os treinamentos em acessibilidade Web, para verificar as estratégias para que estes tenham eficácia na promoção da acessibilidade.

E, por fim, indica-se a inserção do MTA em outros processos da ISO/IEC 12207 e sugere-se o estudo de sua aplicação em projetos de grande porte, baseados ou não na Web.

Referências Bibliográficas

- ABOU-ZAHRA, S. Web Aecessibility Evaluation, In: Web Accessibility – A Foundation for Research, S. Harper and Y. Yesilada (editors), Springer-Verlag London Limited, p. 79-106, 2008.
- ATAG 2.0. Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0 - W3C Working Draft 29 October 2009a. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/ATAG20/>. (Acesso em outubro/2009)
- ATAG 2.0. Appendix E. Checklist (for Authoring Tool Accessibility Guidelines 2.0), W3C Working Draft, 2009b. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/ATAG20/checklist.html>. (Acesso em dezembro/2009).
- BRASIL. Decreto-lei 5296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis n°s 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade. Publicado no D.O.U, nº 232, 03 de dezembro de 2004.
- BRASIL. Recomendações de Acessibilidade para a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet. e-MAG, Acessibilidade de Governo Eletrônico. **Modelo de Acessibilidade**. Departamento de Governo Eletrônico, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Doc. de Ref., versão 2.0. 2005a. 13 p.
- BRASIL. Recomendações de Acessibilidade para a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet. e-MAG, Acessibilidade de Governo Eletrônico. **Cartilha Técnica**. Departamento de Governo Eletrônico, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Doc. de Ref., versão 2.0. 2005b. 45 p.
- DEUTSCHLAND. Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV): Einfach für Alle, 27. April 2002.
- FREIRE, A. P., GOULARTE, R., FORTES, R. P. M. Techniques for Developing More Accessible Web Applications: a Survey Towards a Process Classification. 25th

- annual ACM international conference on Design of communication (SIGDOC'07) October 22-24. El Paso, Texas, USA. 2007, p. 162-169.
- GINIGE, A. Web Engineering: Methodologies for Developing Large and Maintainable Web Based Information Systems. Sch. of Comput. & Technol., Univ. of Western Sydney, Campbeltown, NSW, Australia. IEEE, 1998.
- GONÇALVES, L. L., PIMENTA, M. S. 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. 2005, p. 1817-1831
- GOVERNO ELETRÔNICO. e-MAG - Governo Eletrônico. 2000. Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG>. (Acesso em maio/2008)
- HANSON, V. L. The User Experience: Designs and Adaptations. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 63. Proceedings of the 2004 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A). New York City, New York, NY, USA. ACM, 2004. p. 1-11.
- HARPER, S., YESILADA, Y. Web Accessibility and Guidelines. In: Web Accessibility – A Foundation for Research, S. Harper and Y. Yesilada (editors), Springer-Verlag London Limited, 2008, p. 61-78.
- HOFFMAN, D., GRIVEL, E., BATTLE, L. Designing software architectures to facilitate accessible Web applications. IBM Systems Journal. Vol 44, nº 3, 2005, p. 457 – 483.
- IEEE/EIA 12207.0-1996. Industry Implementation of International Standard ISO/IEC 12207: 1995. (ISO/IEC 12207) Standard for Information Technology – Software life cycle processes. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, New York, NY, USA, 1998.
- ISO/IEC 12207:1995/FDAM. Information technology - Software life cycle processes. Amendment 1. Technical Committee ISO/IEC/TC JTC1, Information technology, Subcommittee SC SC7, Software and systems engineering. Canadá, 2001.
- ISO/IEC 12207:2002/FDAM 2:2003(E). Information technology - Software life cycle processes. Amendment 2. Technical Committee ISO/IEC/TC JTC1, Information

- Technology, Subcommittee SC SC7, Systems and Software Engineering. Canadá, 2002.
- ISO/IEC 14598-5, International Standard. Information Technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators; 1996.
- ISO/IEC FDIS 15504-2:2002(E). Information Technology - Process Assessment - Part 2: Performing an Assessment. Joint Technical Committee ISO/IEC JTC1, Information Technology, Subcommittee SC7, Software and Systems Engineering. Canadá, 2002.
- ISO/IEC CD 15504-5.5. Information Technology — Process Assessment — Part 5: An exemplar Process Assessment Model, ISO/IEC 2004.
- ITALIAN. Law n. 4, January 17, 2004. Provisions to support the access to information technologies for the disabled. Published on the Official Gazette of the Italian Republic n. 13.
- KAVCIC, A. Software Accessibility: Recommendations and Guidelines. Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005. The International Conference on. Vol. 2. Belgrade, Serbia and Montenegro. IEEE, 2005. p.1024 -1027.
- KURNIAWAN, A. H. Ageing, In: Web Accessibility – A Foundation for Research, S. Harper and Y. Yesilada (editors), Springer-Verlag London Limited, p. 47-60, 2008.
- LAZAR, J., SPONAUGLE-DUDLEY, A., GREENIDGE, K., Improving Web accessibility: a study of Webmaster perceptions. Computers in Human Behavior. Vol. 20, Issue 2. The Compass of Human-Computer Interaction Elsevier, 2004. p. 269-288
- MAIA, L.S., SANDIM, H.C., TURINE, M. A. S., PAIVA, D. M. B. Projeto e Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis no Domínio e-Gov. Artigo a ser apresentado no Seminário Integrado de Software e Hardware 2010 (SEMISH 2010), no XXX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2010). Belo Horizonte – MG, 2010.
- MAIA, L. S., TURINE, M. A. S., PAIVA, D. M.B. Desenvolvimento de Aplicações Web Acessíveis. VII Workshop de Teses e Dissertações de Qualidade de Software – WTDQS. VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS. Ouro Preto - MG, 2009 p. 19-24

- MELO, A. M., BARANAUSKAS, M. C. C., BONILHA, F.F.G. Avaliação de Acessibilidade na Web com a Participação do Usuário - um Estudo de Caso. VI Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais - Mediando e Transformando o Cotidiano. Curitiba, outubro de 2004. UFPR, CEIHC—SBC. p. 165-168
- MELO, A. M., BARANAUSKAS, M.C.C. Design para a Inclusão: Desafios e Proposta. IHC 2006 – VII Simpósio Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Novembro, 2006, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. ACM. 2006. p.11 – 20.
- OMG. Software Process Engineering Metamodel, Version 1.1. Object Management Group, 2005. <http://www.omg.org/technology/documents/formal/spem.htm>
- PACIELLO, M. G. Web accessibility for people with disabilities. CMP Books. Kansas-USA, 2000. 392 p.
- PADDISON, C., ENGLEFIELD, P. Applying Heuristics to Perform a Rigorous Accessibility Inspection in a Commercial Context. ACM Conference on Universal Usability, Proceedings of the 2003 conference on Universal usability 2003, Vancouver, British Columbia, Canada. ACM, 2003. p. 126-133
- PAIVA, D.M.B, MAIA, L. S., FORTES, R.P.M., TURINE, M. A.S, FREIRE, A. P. Implantação de Acessibilidade em Organizações de Software. In: V SBSI - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2009, Brasília. SBSI 2009 - V Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, 2009. p. xii-341.
- PÜHRETMAIR, F., MIESENBERGER, K. Making sense of accessibility in IT Design - usable accessibility vs. accessible usability. 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05), Copenhagen, Denmark. IEEE, 2005. p. 861-865
- REZA, H., GRANT, E. A Formal Approach to Software Architecture of Agent-Base Systems. Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'04). IEEE, 2002. p. 591
- SANDIM, H.C. Framework Pantaneiro, Versão 1.0, Sistema Gerenciamento de Conteúdo e Gerador de Aplicações Web, Manual do Usuário v1.0, 2005. 27p.

- SANDIM, H.C. Pantaneiro: Framework de Aplicações Web Para Plataformas E-Gov. Junho de 2009. Dissertação de Mestrado. Departamento de Computação e Estatística – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – DCT/UFMS. 145p.
- SLOAN, D., HEATH, A., HAMILTON, F., KELLY, B., PETRIE, H., PHIPPS, L. Contextual Web Accessibility – Maximizing the benefit of Accessibility Guidelines. ACM International Conference Proceeding Series; Proceedings of the 2006 international cross-disciplinary workshop on Web accessibility (W4A): Building the mobile web: rediscovering accessibility? Vol. 134, 2006, 121-131p.
- THATCHER, J., BURKS, M. R., HEILMANN, C., HENRY, S. L., KIRKPATRICK, A., LAUKE, P. H., LAWSON, B., REGAN, B., RUTTER, R., URBAN, M., WADDEL, C.D. Web accessibility: web standards and regulatory compliance. Springer-Verlag New York - USA, 2006. 648p.
- TREVIRANUS, J. Authoring Tools. In: Web Accessibility – A Foundation for Research. S. Harper and Y. Yesilada (editors), Springer-Verlag London Limited, 2008, p. 127-138.
- USA. Section 508 of the Rehabilitation Act (29 U.S.C. 794d), of August 7, 1998. Amended by the Workforce Investment Act of 1998 (P.L. 105-220).
- W3C. World Wide Web Consortium. 1994. Disponível em: <http://www.w3.org> (Acesso em Janeiro/2008)
- W3C. Policies Relating to Web Accessibility. 2006. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/Policy/> (Acesso em Novembro/2008)
- W3C/WAI. Introduction to Web Accessibility. 2005. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php> (Acesso em Janeiro/2008)
- W3C/WAI. Preliminary Review of Web Sites for Accessibility. 2006a. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/eval/preliminary.html> (Acesso em Março/2010)
- W3C/WAI. Selecting Web Accessibility Evaluation Tools. 2006b. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/eval/selectingtools.html> (Acesso em Novembro 2009).
- WCAG 1.0. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0. 1999. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG10/> (Acesso em Março 2010).

WCAG 2.0. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.2008a. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/> (Acesso em Janeiro 2009).

WCAG 2.0. Techniques for WCAG 2.0. 2008b. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/2008/NOTE-WCAG20-TECHS-20081211/> (Acesso em Janeiro 2009).

WOHLIN, C., RUNESON, P., HÖST, M., OHLSSON, M. O., REGNELL, B., WESSLÉN, A. Experimentation in Software Engineering – An Introduction. Kluwer Academic Publishers Boston/Dordrecht/London. 2000, 204p.

Anexo A

Tarefas do MTA Aplicadas no Estudo de Caso

Este anexo mostra o MTA adaptado ao WCAG 2.0 Nível A, realizado durante o estudo de caso piloto.

Subprocesso 1 - Elicitação dos requisitos do sistema

Tarefa 1.1 Identificar os requisitos de acessibilidade do sistema

Requisito não-funcional de CONFORMIDADE

As páginas que compõem do *site* devem estar em conformidade com o WCAG 2.0 Nível A.

Subprocesso 2 - Análise de requisitos do sistema

Tarefa 2.1 Especificar os requisitos de acessibilidade do sistema

Os elementos do sistema devem ser: (a) Perceptíveis; (b) Operáveis; (c) Compreensíveis e; (d) Robustos

Tarefa 2.2 – Avaliar os requisitos de acessibilidade do sistema

Requisito	O requisito é relevante para o sistema?	O requisito é consistente, rastreável e testável?	O requisito é aplicável no projeto arquitetural do sistema?	O requisito pode ser implementado e mantido no sistema?
Perceptível	Sim	Sim	Sim	Sim
Operável	Sim	Sim	Sim	Sim
Compreensível	Sim	Sim	Sim	Sim
Robusto	Sim	Sim	Sim	Sim

Subprocesso 3 - Projeto Arquitetural do Sistema

Tarefa 3.1 Alocar requisitos de acessibilidade aos elementos do sistema

a)	Os elementos de interface devem ser operáveis. Entende-se como elementos de interface: elementos de formulário (caixas de texto, caixas de seleção, listas de seleção e botões) e links.
b)	A interface deve ser compreensível: Esse requisito deve ser atendido nos textos da interface e no comportamento dos elementos.
c)	Os elementos de interface devem ser perceptíveis: os elementos de interface que podem alocar este requisito são todo o conteúdo não disponível em forma de texto e a forma como o conteúdo (textual e não textual) é disponibilizada na interface.
d)	O código deve ser robusto: O código diz respeito à linguagem de marcação, folhas de estilo e <i>scripting</i> .

Tarefa 3.2 Avaliar o projeto arquitetural do sistema com relação aos requisitos de acessibilidade

Requisito/Elemento	O requisito pode ser implementado no elemento do sistema?	O requisito é consistente e claro?	O requisito é relevante com relação ao padrão de acessibilidade?
Perceptível/Elementos de Interface	Sim	Sim	Sim
Operável/Elementos da Interface	Sim	Sim	Sim
Compreensível/Interface	Sim	Sim	Sim
Robusto/código	Sim	Sim	Sim

Subprocesso 4 – Análise de requisitos do software

Tarefa 4.1 Estabelecer e documentar os requisitos de acessibilidade do software

1) A interface deve ser perceptível :
<ul style="list-style-type: none"> a) Todo conteúdo não textual deve ter uma alternativa em texto b) Todo conteúdo deve ser adaptável e estar disponível para as tecnologias assistivas c) Todos os elementos devem ser fáceis de ver
2) Os elementos de interface devem ser operáveis :
<ul style="list-style-type: none"> a) Todas as funcionalidades devem ser acessíveis por teclado b) O tempo para ler e utilizar o conteúdo deve ser suficiente c) O conteúdo não pode causar apreensão d) O usuário deve facilmente navegar e encontrar o conteúdo

3) A interface deve ser compreensível : a) O texto deve ser legível e compreensível b) O conteúdo deve aparecer e operar de forma previsível c) Deve ser fornecida ajuda ao usuário para evitar e corrigir erros
4) O código deve ser robusto : a) A aplicação deve ser compatível com tecnologias atuais e futuras.

Tarefa 4.2 Avaliar os requisitos de acessibilidade do software

Requisito	O requisito é relevante para o software?	O requisito pode ser implementado?	O requisito pode ser testado?	O requisito pode ser mantido?
Todo conteúdo não textual deve ter uma alternativa em texto	Sim	Sim	Sim	Sim
Todo conteúdo de áudio e vídeo pré-gravados devem ter legendas ou alternativas de texto e/ou áudio	Sim	Sim	Sim	Sim
Todo conteúdo deve ser adaptável e estar disponível para as tecnologias assistivas	Sim	Sim	Sim	Sim
Todos os elementos devem ser fáceis de ver e/ou ouvir	Sim	Sim	Sim	Sim
Todas as funcionalidades devem ser acessíveis por teclado	Sim	Sim	Sim	Sim
O tempo para ler e utilizar o conteúdo deve ser suficiente	Sim	Sim	Sim	Sim
O conteúdo não pode causar apreensão	Sim	Sim	Sim	Sim
O usuário deve facilmente navegar e encontrar o conteúdo	Sim	Sim	Sim	Sim
O texto deve ser legível e compreensível	Sim	Sim	Sim	Sim

O conteúdo deve aparecer e operar de forma previsível	Sim	Sim	Sim	Sim
Deve ser fornecido ajuda ao usuário para evitar e corrigir erros	Sim	Sim	Sim	Sim
A aplicação deve ser compatível com tecnologias atuais e futuras	Sim	Sim	Sim	Sim

Subprocesso 5 – Projeto de Software

Tarefa 5.1 Projetar interfaces externas acessíveis

<p>Definir os elementos que irão compor a interface</p> <p>Estes elementos foram definidos a partir da especificação da estrutura do <i>site</i> do PET enviados pelo cliente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que é o PET • PET Ciência da Computação UFMS • Membros • Projetos em Andamento <ul style="list-style-type: none"> • Projetos de Ensino • Projetos de Pesquisa • Projetos de Extensão • Projetos Concluídos <ul style="list-style-type: none"> • Projetos de Ensino • Projetos de Pesquisa • Projetos de Extensão • Download • Links • Contato
<p>Observações:</p> <p>(1) Todos estes elementos que compõem a estrutura do <i>site</i> do PET foram criados utilizando o Pantaneiro.</p> <p>(2) Os componentes necessários foram elaborados pelo usuário Gestor.</p> <p>(3) Foram necessários os seguintes componentes, criados no Ambiente de Autoria – Gerência de Componentes: Banner, Fale Conosco, Galeria de Imagens, Páginas HTML, Recursos e Notícias.</p> <p>(4) Após criar os componentes, foi necessário criar o MENU.</p> <p>(5) Antes do início da próxima subtarefa (Estabelecer a disposição dos elementos na interface), aconteceu a alimentação dos componentes por meio do usuário Moderador do Pantaneiro. Esta alimentação dos dados requer tarefas do Subprocesso 6 – Construção do Software.</p>

<p>Estabelecer a disposição dos elementos na interface</p> <p>Essa tarefa foi realizada para as interfaces interna e externa com a ajuda do framework Pantaneiro, por meio do usuário Gestor, no Ambiente de Autoria, Gerência de Interface.</p>
<p>Definir as cores dos elementos.</p> <p>O Pantaneiro tem um ambiente para configurar estilos da página inicial, onde foram definidos quais elementos html precisam de formatação especial.</p>

Tarefa 5.2 Realizar Projeto Navegacional

<p>Com o auxílio do Pantaneiro, usuário Gestor, foi realizada a Gerência Navegacional, que definiu a ordem de navegação e o componente para salto do tipo “ir para conteúdo”.</p>

Tarefa 5.3 Avaliar a acessibilidade do Projeto de software

Crítérios	Situação
Capacidade de implementação do projeto de software acessível	Sim
Consistência dos requisitos e aplicabilidade no projeto de software	Sim
Conveniência do projeto com o padrão de acessibilidade estabelecido	Sim
Capacidade da manutenção da acessibilidade no projeto ao longo do seu ciclo de vida	Sim

Subprocesso 6 – Construção do Software

Tarefa 6.1 Especificar técnicas para implementação da acessibilidade da interface e do código

<p>Para o desenvolvimento desta tarefa, foi necessário utilizar o documento do WCAG 2.0 Como Reunir o WCAG 2.0. A seguinte técnica teve que ser consultadas para que o <i>site</i> do PET reúna os requisitos do WCAG 2.0 Nível A:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. G115: Utilizar elementos semânticos para marcar a estrutura. (Esta técnica foi consultada para verificar como deve ser feito para descrever abreviações no texto, já que o texto contém siglas como PET, UFMS, LEDES e DCT). 3. G11: Criando conteúdo que pisca por menos de 5 segundos. (Esta técnica foi consultada para o <i>banner</i> com fotos do curso de informática que são atualizadas automaticamente.)

Tarefa 6.2 Codificar e documentar cada unidade de software de acordo com as técnicas de acessibilidade

Como o Pantaneiro tem um ambiente de autoria para a criação das páginas Web, não foi necessário a criação de código, pois o mesmo é gerado automaticamente. Somente o ajuste para a técnica descrita no item 6.1 foi feito no código.

Tarefa 6.3 Planejar teste de acessibilidade para cada unidade de software

Nesta tarefa foram especificadas as páginas que deverão ser avaliadas com ferramentas automatizadas de avaliação de acessibilidade de acordo com o WCAG 2.0 Nível A

As páginas selecionadas foram: Página Inicial, Galeria de Imagens, Contatos, *Links* e Downloads.

A avaliação de acessibilidade das páginas foi executada com a ferramenta Total Validator¹⁰, que não retornou nenhum erro de acordo com o WCAG 2.0 Nível A para nenhuma das unidades de software selecionadas acima como dados para teste. Nenhuma correção foi necessária, nem efetuada.

Subprocesso 7 – Integração do Software

Tarefa 7.1 Planejar teste de acessibilidade do software

Neste subprocesso foi definido o teste com tecnologias assistivas, tais como o JAWS e NVDA e teste em browsers de fabricantes diferentes e versões diferentes, utilizando o Total Validator.

As páginas a serem avaliadas são: página inicial, contatos, *links*, *downloads* e galeria de imagens.

Subprocesso 8 – Teste do Software

Tarefa 8.1 Conduzir teste de acessibilidade do software

Utilizando as especificações acima para o teste de acessibilidade do software, o mesmo foi avaliado, obtendo o seguinte resultado: Todos os testes apontaram que o *site* obedece aos critérios de acessibilidade do WCAG 2.0 Nível A.

Tarefa 8.2 Avaliar o resultado do teste de acessibilidade

¹⁰ <http://www.totalvalidator.com/validator/ValidatorForm>

Cr�terios de avalia�o	Situa�o
Cobertura do teste de acessibilidade, tanto dos requisitos estabelecidos, quanto do software.	Sim
Conformidade dos resultados do teste com os resultados esperados	Sim

Subprocesso 9 – Integra o do Sistema

Tarefa 9.1 - Realizar Testes de Acessibilidade no Sistema

Foram realizados testes do tipo julgamento do especialista, para verificar algum ponto que possa ser aperfeiçoado, utilizando um *checklist* baseado no WCAG 2.0 Nível A, como na Tabela 4.4.

Tarefa 9.2 - Avaliar os Resultados dos Testes de Acessibilidade do sistema

Cr�terio	Situa�o
Cobertura dos testes de acessibilidade.	Sim
Conformidade dos resultados do teste com os resultados esperados	Sim

Subprocesso 10 – Teste do Sistema

Tarefa 10.1 Certificar a Conformidade com os Requisitos do Sistema

O *site* foi certificado pela ferramenta de avalia o TotalValidator de acordo com o WCAG 2.0 Nível A.