

## **Uma Abordagem para Utilizar Ponto de Função para Mensurar a Aderência de um Sistema ao Guia de Acessibilidade para Conteúdos Web**

**Autoria:** Michele de Vasconcelos Leitão, Denis Silva da Silveira, Eliane Maria Loiola, Simone Bacellar Leal Ferreira

### **Resumo**

O avanço dos estudos sobre o controle de qualidade de produtos de *software*, associado com o custo e o esforço de desenvolvimento, incentivou a criação de técnicas e métricas de *software* de apoio à gestão de recursos, qualidade de *software* e estimativas. Entre elas, a Análise de Pontos de Função (APF) tem sido a mais utilizada e referenciada em termos de contagem de requisitos funcionais. No entanto, a adoção desta métrica não permite a contagem do recurso de acessibilidade, agora obrigatória, uma vez que não atende a esse requisito. Este trabalho apresenta uma proposta para medir a acessibilidade em sistemas *Web* e incorporá-la a métrica APF, com base na quantificação do Guia de Acessibilidade para Conteúdos Web (WCAG 2.0) considerando sua aplicabilidade, a complexidade de implementação e níveis de conformidade.

### **1. Introdução**

Com o avanço da Tecnologia da Informação (TI), em especial da Internet, as pessoas e as organizações necessitam cada vez mais de sistemas capazes de fornecer informações com qualidade (Ferreira & Nunes, 2008) e à medida que o processo de desenvolvimento de Sistemas de Informação (SI) amadurece, a medição passa a desempenhar um papel cada vez mais importante no entendimento e controle das práticas e produtos relacionados a este desenvolvimento (Kitchenham, Pfleeger, & Fenton, 1995).

Na visão de Florac e Carleton (1999), a medição é um processo de amostragem que diz algo sobre um determinado contexto, permitindo prever o futuro em termos do passado por intermédio do estabelecimento de princípios ou leis. A medição, seja ela de qualquer tipo, contribui para melhor entendimento dos processos que fazem parte de um projeto, ajuda a estabelecer pontos importantes no projeto, contribui na análise do status do projeto de acordo com o que foi planejado e permite avaliar até que ponto o processo que está sendo executado encontra-se de acordo com os padrões especificados.

Segundo Hetzel (1993), qualquer medida utilizada para comparar processos ou projetos de sistemas, estimar ou prever entregáveis é uma métrica. Para o IEEE (1990), métricas são medidas quantitativas do grau de um sistema, componente ou processo. Já para Fernandes (1995), toda medida na engenharia de software é denominada métrica, ou seja, um método para determinar quantitativamente a extensão dos atributos de um projeto, processo e produto.

Estudos acerca da gerência de qualidade de produtos de software associada ao custo e esforço de desenvolvimento auxiliaram na criação de técnicas e métricas para dar suporte ao gerenciamento de recursos, estimativas e qualidade de *software* (Abreu, Mota, & Araújo, 2010). Através de métricas de *software* é possível avaliar a eficácia dos métodos de programação e a

confiabilidade de um sistema; pode-se também determinar o esforço ou tempo para realização de uma tarefa ou o tamanho do produto, por exemplo. Além disso, as métricas de software podem ser facilmente calculadas, entendidas e testadas e independem do observador que as aplica (Abreu, Mota, & Araújo, 2010).

Segundo Rezende (2005), muitos gerentes de projetos tendem a se preocupar com o aspecto de imprecisão das estimativas de tempo e custo para desenvolvimento dos sistemas computacionais: a experiência tem mostrado que custos podem ser ultrapassados em ordens de grandeza, e cronogramas podem ser desrespeitados por prazos de meses ou anos. Entretanto, de acordo com Maffeo (1992) e Rezende (2005), não existe uma métrica universalmente aceita que possibilite avaliações quantitativas dos diferentes produtos gerados durante o processo de desenvolvimento de um sistema.

Outra preocupação dos gerentes de projeto é com a qualidade da interface com os usuários dos SIs, que tem se tornado bastante relevante, já que ela constitui o meio pelo qual os usuários se comunicam com os aplicativos para executarem suas tarefas (Ferreira & Nunes, 2008). Entretanto, obter interfaces que satisfaçam muitos usuários não é simples, tendo em vista a diversidade das pessoas e suas distintas necessidades; elas devem poder ser acessadas por qualquer pessoa, independente de suas capacidades físico-motoras, perceptivas, culturais e sociais (Nicholl, 2001). Cabe aos desenvolvedores de *software* o papel de projetar interfaces acessíveis, incluindo no escopo de seus projetos os requisitos de acessibilidade necessários para tal fim (Henry & Arch, 2010; Bach, 2009; Petrie, Hamilton, King, & Pavan, 2006; Lang, 2003).

Um problema comum com os requisitos não funcionais, como acessibilidade, segundo Sommerville (2003), é que eles são, muitas vezes, de difícil verificação: eles podem refletir, por exemplo, a facilidade de uso, a habilidade do sistema se recuperar de uma falha ou a rapidez de resposta ao usuário, aspectos de complicada medição.

As metodologias utilizadas para avaliar a acessibilidade do conteúdo da *Web*, de acordo com Johari e Kaur (2012), são com base no uso de ferramentas automatizadas (Abascal, Arrue, Fajardo, Garay, & Tomas, 2004; Benavídez, Fuertes, Gutiérrez, & Martínez, 2006; Rowan, Gregor, Sloan, & Booth, 2000; Kasday, 2000) ou métricas de uso, especialmente concebidas para avaliar acessibilidade (Lilburne & Khan, 2004; Calero, Ruiz, & Piattini, 2004; Freire, Fortes, Turine & Paiva, 2008; Parmanto & Zeng, 2005; Vigo, Lomuscio, Arrue, Abascal, & Brajnik, 2007). Entretanto, embora forneçam escalabilidade, falham em validar com completude a conformidade de conteúdo *Web* com respeito às diretrizes e em para capturar o cenário atual do usuário acessando o conteúdo *Web* (Hori & Kato, 2008), respectivamente.

Existem poucas referências acerca das métricas de acessibilidade *Web*. Parmanto e Zeng (2005) propuseram uma métrica específica para mensurar barreiras de acessibilidade em sites *Web*: a WABScore (*Web Accessibility Barrier Score*), que mensura as ocorrências de barreiras de acessibilidade que afetam a interação dos usuários com a *Web*. Vigo, Lomuscio, Arrue, Abascal e Brajnik (2007) propuseram a métrica WAQM (*Web Accessibility Quantitative Metric*), que avalia quantitativamente a acessibilidade por meio da extração de dados dos relatórios gerados pela ferramenta EvalAccess3 (Lima, 2007).

Nesse cenário, se faz necessário para os gerentes de projeto um mecanismo independente da tecnologia empregada no produto que possibilite avaliações quantitativas de acessibilidade em diferentes sistemas.

Instituições como IFPUG (*International Function Point Users Group*), ISO (*International Organization for Standardization*) e COSMIC (*Common Software Measurement International Consortium*) desenvolveram técnicas, normas e práticas para a avaliação quantitativa das funcionalidades de *software* e, entre elas, a Análise de Pontos de Função (APF) – criada em 1979 por Allan Albrecht, da IBM – tem sido a mais utilizada e referenciada em termos de contagem de requisitos funcionais (Garmus & Herron, 2001). Tratam-se de medidas de tamanho funcional de projetos de *software* que considera as funcionalidades implementadas, independentemente da metodologia e tecnologia utilizadas, sob o ponto de vista do usuário.

Devido a essas características da APF, e visando melhorar o gerenciamento e qualidade dos projetos de TI desenvolvidos por órgãos públicos brasileiros, o Governo Brasileiro estabeleceu a Portaria SLTI/MP nº 31/2010, que recomenda que os órgãos integrantes do Sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática (SISP) adotem a APF nas suas contratações de serviços de desenvolvimento e manutenção de soluções de *software*.

Em concordância com esta Portaria, por exemplo, o Tribunal de Contas da União (TCU) determinou na Ata nº 24/2012, ao Departamento de Logística do Exército Brasileiro do Ministério da Defesa, que fossem previstas metodologias de mensuração de serviços prestados que privilegiassem a remuneração contratada mediante a mensuração de resultados, a exemplo da APF.

A adoção da métrica APF, no entanto, não permite a contagem da acessibilidade - hoje obrigatória - visto que não contempla esse requisito. Portanto, este artigo propõe um protocolo de adaptação da APF, visando incluir diretrizes de acessibilidade como atributo para medir o esforço de construir conteúdo *Web* acessível. Este protocolo foi desenvolvido em conformidade com as diretrizes de acessibilidade propostas pela Iniciativa de Acessibilidade *Web* (WAI). A acessibilidade é tratada como atributo de medida na APF por meio de uma nova Característica Geral do Sistema (CGS), definida por um conjunto de critérios que avaliam a complexidade global da aplicação.

## 2. Referencial Teórico

As métricas compõem uma área em Engenharia de *Software*, desde a década de 70. O termo “métrica de *software*” é definido por Hamer e Frewin (1985) como processo de uma unidade de medida de um sistema. Nas últimas décadas, algumas métricas de *software* têm sido propostas por pesquisadores e profissionais, tanto em estudos teóricos e empíricos, para produtos de *software* de medição e processos de *software*.

Um aspecto crítico e especialmente difícil na área de métricas de *software* tem sido a necessidade de se determinar o tamanho do *software*. Alguns métodos de medição de tamanho de *software* foram propostos no passado, incluindo a contagem da quantidade de linhas no código fonte dos programas (*Lines of Code* - LOC), a primeira métrica usada nesse tipo de

medição. Entretanto, essa técnica se mostrou muito dependente da tecnologia e de difícil parametrização (ASMA, 1999).

A APF usa o conceito de Medição de Tamanho Funcional (*Functional Size Measurement* - FSM), visando deixar de medir o *software* como implementado, para medir o tamanho nos termos das funções requeridas pelo usuário. De acordo com Dekkers (2003), tamanho funcional do *software* é definido como o tamanho do *software* derivado pela quantificação dos requisitos funcionais do usuário. Desde a publicação da APF, alguns métodos de medição de tamanho têm sido desenvolvidos com base em seus conceitos.

## 2.1 Análise de Pontos de Função

A APF mede o tamanho do *software* pela quantificação de sua funcionalidade externa, baseada no projeto lógico ou a partir do modelo de dados; ela abrange a funcionalidade específica requerida pelo usuário (IFPUG, 2000). Foi desenvolvida considerando-se a utilização dos aspectos externos visíveis de um sistema para gerá-la, sendo um dos primeiros métodos a medir e prever o desenvolvimento de um sistema com alguma precisão, independente da metodologia e tecnologia utilizadas, sob o ponto de vista do usuário: de acordo com essa técnica, um SI é visto sob a ótica do usuário como um conjunto de funções ou atividades do negócio que o beneficiam na realização de suas tarefas (Castro, 1998).

De acordo com Jones (1994), a APF se tornou a métrica mais utilizada e estudada na Engenharia de *Software* em 1993. Atualmente, continua sendo a mais utilizada na indústria de *software*, como métrica padrão na definição de indicadores, como insumo para derivação de estimativas de prazo, custo e esforço e no estabelecimento de contratos de *software* (Hazan, 2010).

O processo de contagem de pontos de função envolve sete etapas: (i) determinar o tipo de contagem; (ii) identificar o escopo da contagem e a fronteira da aplicação; (iii) contar funções de dados; (iv) contar funções de transação; (v) determinar os pontos de função não-ajustados; (vi) determinar o fator de ajuste; e (vii) calcular os pontos de função ajustados. As duas primeiras fases abordam os tipos de contagem e o escopo da aplicação que será contada. As quatro etapas seguintes referem-se à contagem de requisitos funcionais e não funcionais. A última fase refere-se ao cálculo final em pontos de função da aplicação que está sendo mensurada (Reinaldo & Filipakis, 2009).

Dentre as quatro etapas destinadas à contagem de requisitos funcionais e não funcionais, somente a última é de fato relativa à contagem de alguns requisitos não funcionais. Essa contagem determina o Valor do Fator de Ajuste (VAF), variável de impacto no ajuste dos pontos de função (os pontos calculados em função dos requisitos não funcionais são chamados de Pontos Não Ajustados) e, por consequência, na contagem total de pontos da aplicação.

O Valor do Fator de Ajuste é baseado nas Características Gerais de Sistema (CGS), um conjunto de quatorze questões que avaliam a complexidade global da aplicação. Essas características classificam as funcionalidades gerais que influenciam na complexidade do *software* e no tamanho da aplicação que está sendo contada, como: comunicação de dados, processamento, volume de transações, facilidade de mudanças, entre outras.

Cada CGS tem descrições associadas, visando determinar seu Nível de Influência (NI) no sistema: um indicador numérico da quantidade do impacto de cada uma das 14 características, variando numa escala de 0 a 5, sendo 0 de nenhuma influência e 5 de forte influência no sistema.

O Fator de Ajuste aplicado à contagem de Pontos de Função Não Ajustados ajusta a contagem em aproximadamente  $\pm 35\%$ , produzindo a contagem de Pontos de Função Ajustados. Para o cálculo do VAF, devem ser somados os NI de todas as características (NIT), como mostrado na Equação 1, e este valor deve ser balanceado pela influência de  $\pm 35\%$  na produção da contagem de Pontos de Função Ajustados, como mostrado na Equação 2.

$$\text{NIT} = \sum_{i=1}^{14} NI_i \quad (1)$$

$$\text{VAF} = (\text{NIT} * 0,01) + 0,65 \quad (2)$$

Existem muitas críticas às CGS, como por exemplo: Lokan e Abran (1999) citam que estes fatores foram baseados na intuição dos elaboradores da métrica, não possuem o benefício de nenhuma teoria e nem se baseiam em algum fundamento estatístico. Fenton e Pfleeger (1997) identificam problemas com a subjetividade das CGS, que podem diminuir ou incrementar em até 35% (valor muito significativo) o tamanho do *software*, além de apontar problemas de dupla contagem com relação às características gerais. Kitchenham (1992) encontrou variações comuns nas características, em seus estudos somente 5 a 6 características do total de 14 seriam suficientes (Calazans, Lisboa, & Oliveira, 2005).

As CGS classificam as funcionalidades gerais, não caracterizadas como requisitos funcionais, que influenciam na complexidade do *software* e no tamanho da aplicação que está sendo contada. De acordo com essa descrição, determinou-se que a acessibilidade, enquanto requisito não funcional, se enquadraria como uma CGS, e a adequação da métrica APF para considerar os requisitos de acessibilidade se daria através da criação de uma nova CGS, relativa às diretrizes da WCAG 2.0.

## 2.2 Acessibilidade e WCAG 2.0

Acessibilidade é a possibilidade de qualquer pessoa, independentemente de suas capacidades físico-motoras, perceptivas, culturais e sociais, usufruir os benefícios de uma vida em sociedade, ou seja, de participar de todas as atividades, até as que incluem o uso de produtos, serviços e informação, com o mínimo de restrições possível (Nicholl, 2001).

A acessibilidade *Web* representa para o usuário o direito de acessar a rede de informações e de eliminar barreiras arquitetônicas, de disponibilidade de comunicação, de acesso físico, de equipamentos e programas adequados, de conteúdo e apresentação da informação em formatos alternativos (Neville, 2005; Sales & Cybis, 2003).

A WAI (*Web Accessibility Initiative*), um grupo de trabalho do W3C (*World Wide Web Consortium*), consórcio que estabelece padrões para a promoção e o desenvolvimento da *Web* em nível mundial e também é considerado o maior patrocinador de acessibilidade, promove a melhoria de acessibilidade dos conteúdos *Web* por meio de ações que visam divulgar: (i) a

acessibilidade *Web*, (ii) a importância e o impacto de acessibilidade para pessoas com e sem incapacidades, (iii) o W3C e seus esforços relacionados à acessibilidade *Web*, (iv) recursos disponíveis para o incremento de acessibilidade *Web* e (v) os mecanismos disponíveis para a identificação e controle das barreiras de acessibilidade *Web* (Corcoran & Michaeloff, 2005).

Atualmente existem vários documentos que dizem respeito às recomendações, orientações e normas de acessibilidade para *software*, como o Guia de Acessibilidade para Ferramentas de Autoria (*Authoring Tools Accessibility Guidelines – ATAG*), que define como as ferramentas de autoria *Web* devem auxiliar os desenvolvedores na produção de conteúdos *Web* acessíveis e que estejam aderentes ao WCAG; e o Guia de Acessibilidade para Agentes de Usuário (*User Agent Accessibility Guidelines – UAAG*), que define como desenvolver agentes de usuário acessíveis para pessoas com incapacidades focando a melhoria de acessibilidade dos conteúdos *Web* (Henry & May, 2006).

A acessibilidade digital refere-se ao acesso facilitado a qualquer recurso da Tecnologia da Informação (TI); já o termo acessibilidade na *Web*, ou *e-acessibilidade*, refere-se especificamente ao componente *Web*, que é um conjunto de páginas escritas na linguagem HTML (*HyperText Markup Language*) e interligadas por *links* de hipertexto (e-MAG, 2005). Esta abordagem começou fazer parte das políticas públicas brasileiras a partir de 2005, com a determinação do decreto nº 5296, de 2 de dezembro de 2004: “todos os portais e *sites* eletrônicos da administração pública na rede mundial de computadores (Internet) deverão ter obrigatoriamente seus conteúdos acessíveis para pessoas portadoras de deficiência visual” (Brasil, 2005). Entretanto, segundo a Declaração de Acessibilidade do Projeto GNU (GNU, 2010), estima-se que 85% dos aplicativos de *software* e *sites* não cumprem as normas e orientações de acessibilidade.

No Brasil, em 2005, através da iniciativa do Ministério do Planejamento como esforço para apoiar a acessibilidade no Brasil, foi criado o Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico (e-MAG). O e-MAG se fundamenta no Guia de Acessibilidade para Conteúdos *Web* 1.3 (*Web Content Accessibility Guidelines – WCAG*), um conjunto de recomendações que definem como desenvolver conteúdos *Web* acessíveis de forma que as pessoas com incapacidades possam interagir adequadamente com estes conteúdos (Henry, 2006). A versão WCAG 2.0 (W3C, 2008), lançada em dezembro de 2008, está organizada em vários níveis de abordagem, que incluem princípios, recomendações, critérios de sucesso, conjunto de técnicas, bem como falhas comuns documentadas com exemplos, *links* para recursos e código fonte.

No WCAG 2.0 (W3C, 2008), os pontos de verificação e as prioridades passaram a ser referenciados como Critérios de Sucesso e Níveis de Conformidade, respectivamente. As principais inovações, no entanto, residem no maior detalhamento das recomendações e no agrupamento destas em quatro princípios de acessibilidade *Web*: (i) “*Perceptível*”: informações e componentes de interface de usuário devem ser apresentados aos usuários de forma que eles possam perceber; (ii) “*Operável*”: os usuários devem ser capazes de operar a interface, ou seja, esta não pode exigir uma interação que um usuário não possa executar; (iii) “*Compreensível*”: os usuários devem ser capazes de compreender as informações e o funcionamento da interface (o conteúdo ou operação não pode ser além de sua compreensão); e (iv) “*Robusto*”: os usuários devem ser capazes de acessar o conteúdo independente da tecnologia, ou seja, esta pode evoluir,

mas o conteúdo deve permanecer acessível (Caldwell, Chisholm, Vanderheiden, & White, 2007).

A partir desses Princípios, foram desenvolvidas doze diretrizes (ou recomendações), que descrevem os objetivos básicos que devem ser alcançados para tornar o conteúdo mais acessível para usuários com diferentes deficiências. Para cada diretriz foram atribuídos Critérios de Sucesso, graduados em um dos três níveis de conformidade (A, AA ou AAA), caracterizados por uma descrição testável para cumprir a diretriz, independente de tecnologia.

### 3. Método de Pesquisa

Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória (Gil, 1991), por proporcionar familiaridade com o problema em estudo a fim de torná-lo explícito para os pesquisadores que participaram de durante todo o processo desta pesquisa. No que tange à natureza do artigo, é uma pesquisa prática caracterizada como estudo de caso, com a construção de uma escala para mensurar o esforço, utilizando Ponto de Função, a Aderência de um Sistema ao Guia de Acessibilidade para Conteúdos *Web* (W3C, 2008). Quanto à abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa e foi executada em três etapas, apresentadas nas próximas seções.

#### 3.1. Priorização das diretrizes

Uma CGS avalia a influência de uma determinada característica no sistema. Para a criação da nova CGS de acessibilidade foi necessário, primeiramente, para determinar a influência da acessibilidade como descrita na WCAG 2.0, uma análise qualitativa do Guia e de aspectos como a variedade de conteúdos *Web*.

Desta forma, foram identificados três fatores necessários na avaliação de acessibilidade de um conteúdo *Web*, com base nas diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.0 (W3C, 2008):

- (i) Aplicabilidade dos itens: devido à particularidade de algumas diretrizes, como a “1.2 Time-based Media: Provide alternatives for time-based media”, referente ao acesso a mídias de áudio e vídeo, nem sempre presentes em sistema *Web*, foi necessária uma avaliação de forma a priorizá-las acordo com sua frequência de implementação;
- (ii) Nível de conformidade (A, AA e AAA): medem o nível de satisfação do Critério de Sucesso testável. Para todas as diretrizes existem itens de Nível A, que representam a satisfação mínima do sistema em relação à diretriz. Esses níveis foram considerados como diretamente relacionados ao cumprimento da acessibilidade;
- (iii) Cumprimento da acessibilidade: de acordo com a determinação da WCAG 2.0, caso algum dos quatro Princípios (“Perceptível”, “Operável”, “Compreensível” e “Robusto”) não seja cumprido, o usuário com deficiências não será capaz de usar o conteúdo *Web*. Desta forma, foi considerado na avaliação da acessibilidade que sejam cumpridos, no mínimo, os Critérios de Sucesso de Nível A.

A análise das diretrizes também teve como propósito viabilizar a priorização das diretrizes de acessibilidade, considerando-se a descrição dos respectivos Critérios de Sucesso, visando à criação da escala pontuada dessas diretrizes.

### 3.2. Atribuição de Pesos aos Níveis de Conformidade

Após a identificação dos fatores de priorização das diretrizes de acessibilidade *Web*, foi necessário identificar e estimar o esforço para implementar cada Critério de Sucesso relativo aos Níveis de Conformidade A, AA e AAA, de forma atribuir um peso a cada. Essa atribuição tem como finalidade viabilizar uma abordagem mais prática e menos subjetiva, sendo os pesos usados como subsídio para a criação da escala de Nível de Influência (NI) da nova CGS de acessibilidade.

Segundo Laird e Brennan (2006), esforço é provavelmente a mais popular estimativa de *software*. É definido pela relação entre pessoa/hora, dia, semana, mês ou ano e é um dos principais desafios na área de estimativas de *software*. Nesse sentido, foi utilizada a medição em “homem-hora” para o cálculo de esforço de implementação, tomando como base a hora de um especialista na linguagem HTML, selecionada como uma das técnicas propostas pelo guia WCAG 2.0.

Para contextualizar a atribuição dos pesos foi utilizada a plataforma *Pergamum*, um sistema integrado de bibliotecas que é utilizado em diversas universidades do Brasil. O objetivo desta contextualização foi identificar as não conformidades com a WCAG 2.0 e determinar a forma de avaliar a complexidade de implementação dos Critérios de Sucesso não contemplados.

Para tal, foi utilizada a ferramenta gratuita de avaliação de acessibilidade *AccessMonitor*, a fim de detectar as inconsistências com a WCAG 2.0 para cada um dos Níveis de Conformidade (A, AA, AAA). Dentre as ferramentas pesquisadas que avaliam gratuitamente o conteúdo *Web* com base na WCAG 2.0 – WAVE, *AChecker* e TAW –, a *AccessMonitor* se mostrou a mais intuitiva, precisa e estável: a WAVE detectou quantidades distintas de erros em diferentes tentativas de verificação; a TAW só executa uma nova avaliação a cada 20 minutos, inviabilizando repetidas tentativas; a *AChecker* exibe os erros detectados graficamente, representados por símbolos sobre uma imagem da interface do conteúdo *Web* avaliado, de forma pouco organizada e difícil de identificar; já a *AccessMonitor* exibe o número de erros identificados para cada Nível de Conformidade (A, AA, AAA) e detalha os erros associando-os a diretriz da WCAG 2.0 que o referencia, provendo um *link* para visualização do documento *online*.

Em seguida à avaliação da biblioteca foi verificado nas Recomendações da WCAG 2.0 como cumprir cada um dos Critérios de Sucesso não contemplados, com o intuito de desenvolver o pseudo-código necessário para torná-lo acessível de acordo com a WCAG e, assim, estimar o esforço para implementá-los.

A ferramenta *AccessMonitor* detectou quatro erros de Nível A e um erro de Nível AA. Logo, o *site*, da biblioteca que foi analisado, não cumpre os requisitos de nível mínimo para acessibilidade. Os erros de Nível A estão relacionados na WCAG 2.0 aos Critérios de Sucesso:

1.3.1, 4.1.1, 2.4.2 e 3.1.1 (W3C, 2008). O erro de Nível AA está relacionado ao Critério de Sucesso 2.4.5 (W3C, 2008).

Devido ao objetivo do estudo de medição de esforço dos três Níveis de Conformidade, foram usados os seguintes critérios para a escolha dos Critérios de Sucesso a serem cumpridos:

- a. Nível A: de acordo com a recomendação da W3C, caso algum dos princípios da WCAG 2.0 (“Perceptível”, “Operável”, “Compreensível”, “Robusto”) não esteja sendo cumprido o usuário com deficiência não será capaz de usar a página Web. Isto posto, foi considerado na análise do Nível A o Critério de Sucesso 4.1.1 (W3C, 2008), por se tratar do único Nível A presente no Princípio “Robusto”, sendo então obrigatório sua implementação para garantir acessibilidade da página Web.
- b. Nível AA: foi selecionado para a análise do Nível AA o único erro identificado pela ferramenta, referente ao Critério de Sucesso 2.4.5 (W3C, 2008).
- c. Nível AAA: devido à ferramenta *AccessMonitor* não ter identificado qualquer erro de Nível AAA, foi necessária a averiguação manual, sendo verificados na biblioteca todos os itens aplicáveis da WCAG 2.0 deste Nível. Dessa forma, foi possível identificar um erro referente ao Critério de Sucesso 2.1.3 (W3C, 2008).

O guia WCAG 2.0 provê um documento listando todos os requisitos (Critérios de Sucesso) e sugestões de técnicas para cumprir esses requisitos. São informativas, mas consideradas suficientes para implementar os Critérios de Sucesso e são apresentadas em diversas linguagens e tecnologias, como HTML, CSS, SMIL, *Flash* e *Silverlight*.

Devido ao HTML ser uma linguagem de marcação de hipertexto utilizada para apresentar conteúdos Web, optou-se neste trabalho em considerar, na análise dos Critérios, apenas as técnicas propostas em HTML, como sugestão para propor um exemplo de código capaz de cumprir os Critérios com erro no *site* da Biblioteca.

- a. O Critério de Sucesso 4.1.1, representante do Nível A, trata da validação de critérios acerca do conteúdo implementado utilizando linguagens de marcação, como *tags* de início e fim completas, aninhamentos de acordo com as especificações, atributos únicos e IDs exclusivos.

A ferramenta *AccessMonitor* utiliza o Serviço de Validação da Marcação do W3C (<http://validator.w3.org/>) para identificar as ambiguidades nas páginas Web derivadas de código que não está em conformidade com as especificações formais em vigor.

Foram identificadas três não-conformidades: (i) *Line 1, Column 1: no document type declaration; implying "<!DOCTYPE HTML SYSTEM>"*. Trata-se da falta da declaração do tipo do documento; (ii) *Line 3, Column 7: "HEAD" not finished but containing element ended*. Trata-se da falta de uma *tag* de fim; e (iii) *Line 3, Column 7: end tag for "HTML" which is not finished*. Esse erro pode se tratar de duas situações: falta de *tag* de fim de um aninhamento ou a falta de elementos-filhos obrigatórios.

- b. O Critério de Sucesso 2.4.5, representante do Nível AA, trata das formas existentes para localizar uma página *Web* num conjunto de páginas *Web*, como mecanismos de busca e *links* entre páginas *Web*.

A ferramenta *AccessMonitor* identificou a ausência de *links* para possibilitar aos utilizadores a localização de informação adicional. Sem *links*, o utilizador não tem qualquer forma de localizar informação relacionada.

O guia de técnicas do WCAG 2.0 propõe uma série de exemplos de formas de *link*:

- G61: Apresentar componentes repetidos pela mesma ordem relativa sempre que são apresentados;
- G63: Fornecer um mapa do sítio da *Web*;
- G64: Fornecer um Índice;
- G125: Fornecer *links* para navegar para páginas *Web* relacionadas;
- G126: Fornecer uma lista de *links* para todas as outras páginas *Web*.

- c. O Critério de Sucesso 2.1.3, representante do Nível AAA, trata da possibilidade de todas as funcionalidades do conteúdo *Web* serem operáveis por meio do teclado. Foi observado, por meio de uma averiguação manual, ao navegar entre *links* com a ajuda da tecla *tab*, que a biblioteca não foi desenvolvida para o uso correto do teclado: um erro foi identificado ao tentar acessar um *menu* aberto num janela *popup*. Devido à ausência do comando “*tabindex*” no código fonte da página *Web*, a tecla *tab* não acessa imediatamente o conteúdo da janela aberta, sendo necessário navegar por todo o *site* até alcançar os *menus popup*.

Após a análise dos erros e a sua associação com os Níveis de Conformidade, foi possível, com auxílio de três especialistas em desenvolvimento *Web*, determinar uma atribuição de pesos para a amostragem dos Critérios de Sucesso com base no esforço em Homem-Hora disponibilizado pelo especialista: (i) a implementação do Critério de Sucesso de Nível A foi previsto em 1 hora; (ii) a implementação do Critério de Sucesso de Nível AA, por ser considerada dependente do conteúdo *Web* e tamanho do sistema, foi analisado considerando a solução apresentada pela WCAG 2.0 de maior relevância de frequência em outros portais *Web*, “G63: Fornecer um mapa do sítio da *Web*”. Essa funcionalidade foi prevista numa média de 4 horas; e (iii) a implementação do Critério de Sucesso de Nível AAA, supondo que no projeto do sistema da biblioteca esteja especificada a navegação utilizando a tecla *tab*, foi previsto em oito horas.

Essa amostragem permitiu, junto com os especialistas, inferir que os Níveis de Conformidade, como descritos na WCAG 2.0, representam níveis de complexidade para cumprimento da acessibilidade de um sistema, e a estimativa de esforço permitiu a criação de uma conversão das medidas em horas para os pesos 1, 4 e 8, para os Níveis de Conformidade A, AA e AAA, respectivamente.

### 3.3. Definição da Escala de Nível de Influência e do Protótipo da CGS de Acessibilidade

Após executada a atribuição de pesos aos Critérios de Sucesso das diretrizes foi definida a escala de Nível de Influência (NI) das diretrizes para mensurar acessibilidade, que teve como objetivo a geração de um protocolo de relacionamento entre as diretrizes da WCAG 2.0 e a escala de NI proposta na APF e válida para as quatorze CGS. Foram definidos intervalos de pesos divididos entre os valores da escala de NI: de 0 a 5.

Após a definição dessa escala de NI para a acessibilidade foi possível criar um protótipo da nova CGS de acessibilidade, composta dos itens necessários para cumprir o critério (iii) e valorados pela escala de NI.

Tabela 1 - Relação de descrições para determinar o Nível de Influência e a pontuação atribuída.

<b>Atribua</b>	<b>Descrições para Determinar o Nível de Influência</b>
0	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens igual ao valor 0 (zero).
1	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 04 a 51, no qual o valor mínimo contempla a quantidade mínima de itens do nível de conformidade A, para cada diretriz.
2	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 52 a 75. Nesse intervalo todos os itens do nível de conformidade AA são cumpridos.
3	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 76 a 183. Nesse intervalo todos os itens dos níveis de conformidade A e AA são cumpridos.
4	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 184 a 207. Nesse intervalo todos os itens dos níveis de conformidade AAA são cumpridos.
5	Alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 208 a 261.

**Nota.** Fonte: Elaboração do autor (2013).

Por meio da análise das diretrizes da WCAG 2.0 e atribuição dos pesos foi determinado que o Princípio “*Perceptível*” totalizou o valor 93, referente ao somatório dos pesos dos itens (nove Critérios de Nível A, cinco Critérios de Nível AA, oito Critérios de Nível AAA); o Princípio “*Operável*” totalizou 85 (nove Critérios de Nível A, três Critérios de Nível AA, oito Critérios de Nível AAA); o Princípio “*Compreensível*” totalizou 81 (cinco Critérios de Nível A, cinco Critérios de Nível AA, sete Critérios de Nível AAA); e o Princípio “*Robusto*” totalizou 2 (dois Critérios de Nível A). O somatório dos pesos de todas as diretrizes totalizou 261. Esse valor foi dividido entre os cinco pontos da escala de NI e os intervalos de pesos foram atribuídos a cada pontuação, como mostrado na Tabela 1.

Na Tabela 1 é exibida a pontuação atribuída ao sistema de acordo com a descrição para determinar o Nível de Influência. Foi determinado como pontuação mínima, 1 (um), a descrição

que contemple o critério (iii), que descreve como condição mínima o cumprimento de todos os Princípios.

#### **4. Verificação da Abordagem**

Para verificar a abordagem apresentada foi implementado o exemplo de aplicação disponível no Manual de Práticas de Contagem de Pontos de Função, versão 4.2.1 (IFPUG, 2005). Essa aplicação descreve um sistema de Recursos Humanos (RH), com uma aplicação de Segurança e outra de Distribuição de *E-Mail*, com o propósito ilustrar os procedimentos e regras de contagem de pontos de função aplicadas a um conjunto específico de requisitos do usuário.

Para a contagem da acessibilidade foi utilizado esse sistema para a obtenção dos pontos de função não ajustados, visando ter uma maior precisão nessa contagem. Após a análise dos itens propostos na nova CGS de acessibilidade, foi calculado o valor dos pontos de função ajustados.

Para o sistema em questão as interfaces foram desenvolvidas utilizando a linguagem HTML, visando manter a consistência com a escala de Nível de Influência gerada e, assim, possibilitar o ajuste dos pontos.

A contagem desse sistema é descrita em três etapas: (i) Contagem de Funções de Dados: nessa etapa são identificados os Arquivos Lógicos Internos (ALI) e Arquivos de Interface Externa (AIE), bem como identificados e contados os Tipos de Registros Elementares (RET) e Tipos de Dados Elementares (DET) que contribuem para a complexidade funcional; (ii) Contagem de Funções de Transação: nessa etapa são identificados as Entradas Externas (EE), Saídas Externas (SE) e Consultas Externas (CE); por fim, (iii) Ajuste dos Pontos de Função: nessa etapa as quatorze CGS relativas às funcionalidades consideradas na aplicação são contadas e somadas aos pontos de função, para seu ajuste.

##### **(i) Contagem de Funções de Dados**

Segundo o Manual (IFPUG, 2005), as funções de dados totalizaram 4 funcionalidades ALI de complexidade simples e 4 AIE de complexidade simples, somando 48 pontos de função não ajustados.

##### **(ii) Contagem de Funções de Transação**

Ainda de acordo com o Manual (IFPUG, 2005), a contagem das SEs totalizou 26 pontos de função de complexidade funcional, sendo 2 (duas) funcionalidades de complexidade média e quatro de complexidade baixa; e a contagem das CEs totalizou 15 pontos de função de complexidade funcional, sendo 5 (cinco) de complexidade baixa. Assim, a contagem total de pontos de função não ajustados do sistema somou 118 pontos.

Após a análise das Características Gerais do Sistema para a aplicação em estudo, os 14 graus de influência informados foram somados, resultando no Nível de Influência igual a 28 pontos. De acordo com a Equação 2, foi calculado o valor do fator de ajuste (VFA): 0,93.

##### **(iii) Ajuste dos Pontos de Função**

Uma vez calculados os PF não ajustados e o fator de ajuste, foi calculado os PFs ajustados, resultando em 109,74 pontos de função.

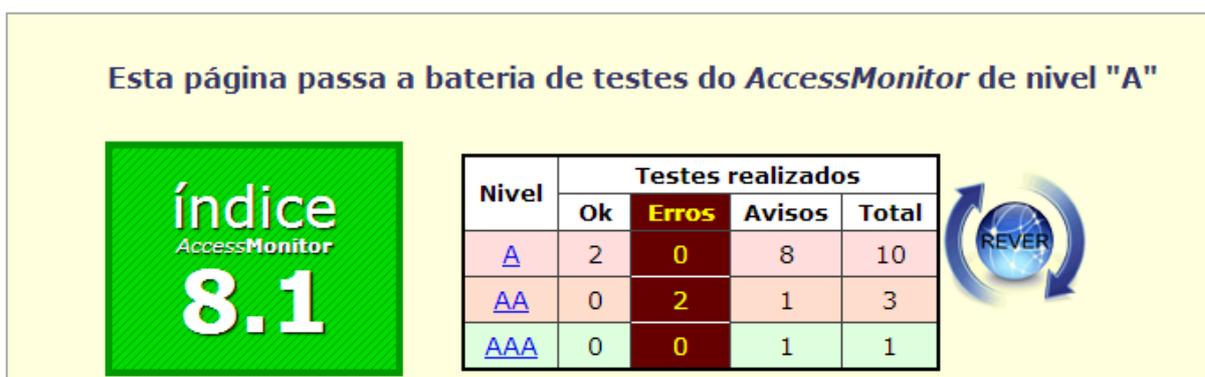
Para realizar a avaliação de acessibilidade foi utilizado a ferramenta *AccessMonitor*. A ferramenta *AccessMonitor* utiliza um índice de valoração em todos os testes cujo resultado final sintetiza e quantifica o nível de acessibilidade alcançado. Esse índice está representado numa escala de 1 a 10, representando o valor 10 uma adequação plena as boas práticas da WCAG 2.0 do W3C. Nessa avaliação, conforme ilustrado na Figura 1, foram identificados nove erros de Nível A, dois de Nível AA e dois de Nível AAA, caracterizando, assim, uma interface não-acessível.



**Figura 1. Resultado da Avaliação da Ferramenta *AccessMonitor* sem Estar Acessível.**

Nota. Fonte: Resultados da avaliação da ferramenta *AccessMonitor* (2013).

Por considerar que a aplicação deveria dispor de todos os requisitos de acessibilidade aplicáveis aos itens de interface, como textos alternativos, além de acesso via teclado e compatibilidade de *hardware* e *software*, foi desenvolvida uma versão da aplicação, na qual foram corrigidos os erros detectados de Nível A, conformidade mínima de acessibilidade, e de Nível AAA. A correção foi validada por uma nova avaliação da ferramenta *AccessMonitor*, que identificou somente dois erros de Nível AA, como pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2. Resultado da Avaliação da Ferramenta *AccessMonitor* Após Implementação do Requisitos de Acessibilidade.**

**Nota.** Fonte: Resultados da avaliação da ferramenta *AccessMonitor* (2013).

Dessa forma, os dois erros de Nível AA totalizaram peso oito, sendo esta a única subtração na contagem total de pesos do sistema, que contabilizou 253. O resultado dessa avaliação corresponde a alcançar o somatório de pesos de todos os itens no intervalo entre 208 e 261, ao qual é atribuído o valor de cinco na escala de Nível de Influência da CGS de acessibilidade. A obtenção do valor de NI implicou no aumento da contagem de NI do sistema para 33, resultando no valor de 0,98 para o valor de ajuste. Assim, o valor dos pontos de função ajustados totalizaram 115,64 pontos.

## 5. Considerações Finais

A inserção do requisito de acessibilidade na APF apresenta um desafio: a cognição dos profissionais de TI, por exemplo, os que executam a contagem é diferente da cognição do usuário que tem a deficiência. Por isso existe a necessidade de um mecanismo que defina o que efetivamente é necessário para garantir a acessibilidade de forma eficiente para o usuário final (Ferreira & Nunes, 2008).

As Características Gerais do Sistema, presentes na APF, por classificarem as funcionalidades gerais (não caracterizadas como requisitos funcionais) que influenciam na complexidade do *software* e no tamanho da aplicação que está sendo contada, se caracterizam como a melhor estrutura com a qual a acessibilidade, enquanto requisito não funcional, se enquadraria. Nesse sentido, e segundo essa descrição, determinou-se que a adequação da métrica APF para considerar os requisitos de acessibilidade se daria através da criação de uma nova CGS, relativa às diretrizes da WCAG 2.0.

Deste modo, este artigo teve como propósito apresentar uma abordagem para inserção do requisito de acessibilidade, mais precisamente das diretrizes apresentadas no Guia de Acessibilidade para Conteúdos *Web* (WCAG 2.0), em uma CGS da APF. Essa inserção permite a diminuição desse desafio, provendo aos gerentes de TI um mecanismo para mensurar o esforço necessário para construção de sistemas mais aderente a WCAG 2.0.

A verificação da abordagem apresentada foi executada por meio de uma aplicação disponível no Manual de Práticas de Contagem de Pontos de Função, versão 4.2.1 (IFPUG, 2005). A implementação dessa aplicação, por ter sido desenvolvida utilizando a linguagem HTML, proveu não só uma maior precisão na análise da contagem da acessibilidade - viabilizada pelo uso da ferramenta gratuita de avaliação de acessibilidade *AccessMonitor* -, como manteve a consistência com a escala de Nível de Influência gerada, possibilitando, assim, o ajuste dos pontos.

Diante desse cenário, é interessante ressaltar a coerência dos resultados obtidos no estágio atual desta pesquisa. No qual, após corrigidos os erros detectados no sistema pela ferramenta *AccessMonitor* e feita a análise das atribuições dos pontos referentes à escala de Nível de Influência - gerada para o protótipo da CGS de acessibilidade -, foi possível perceber que os resultados obtidos pela segunda avaliação da ferramenta são coerentes com os resultados obtidos pela atribuição de pontos. Isto é, a adequação da acessibilidade apresentada pela ferramenta *AccessMonitor* (índice 8,1) foi representada na análise de Nível de Influência com o valor de peso 253, presente no maior intervalo de pesos e associada ao maior valor na escala

de NI, 5. Desta forma, caracterizando o cumprimento de quase todos os critérios de sucesso da WCAG 2.0 e sendo cumpridos todos os itens de Nível A e AAA.

## Referências

- Abascal, J., Arrue, M., Fajardo, I., Garay, N., & Tomas, J. (2004). *The use of guidelines to automatically verify web accessibility* (vol. 3). Universal Access in the Information Society, pp. 71-79.
- Abreu, T. C., Mota, L. S., & Araújo, M. A. P. (2010). *Métricas de Software - Como utilizá-las no gerenciamento de projetos de software* (21a ed.). Engenharia de Software Magazine, pp. 50-55.
- ASMA. (1999). *O Padrão ISO para Medição Funcional de Tamanho*. Disponível em: [http://www.bfpug.com.br/Artigos/iso\\_fsm.htm](http://www.bfpug.com.br/Artigos/iso_fsm.htm)
- Bach, C. (2009). *Avaliação de Acessibilidade na Web: estudo Comparativo entre Métodos de Avaliação com a Participação de Deficientes Visuais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rio de Janeiro.
- Benavídez, C., Fuertes, J., Gutiérrez, E., & Martínez, L. (2006). *Semi-automatic evaluation of web accessibility with hera 2.0* (vol. 4061). In: Computers Helping People with Special Needs, ser. Lecture Notes in Computer Science, K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler, and A. Karshmer, Eds. Springer Berlin / Heidelberg, pp. 199-206.
- Brasil. (2005). MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. *Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico – versão 2.0*. Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/governoeletronico/>.
- Calazans, A. T. S., Lisboa, I. C. D., & Oliveira, M. A. L. (2005). *Avaliação das Características Gerais de Sistemas na Análise por Pontos de Função - APF por meio da aplicação do GQM – Goal, Questions, Metrics*.
- Caldwell, B., Chisholm, W., Vanderheiden, G., & White, J. (2007). *Web Content Accessibility Guidelines 2.0*. W3C Working Draft. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG20>.
- Calero, C., Ruiz, J., & Piattini, M. (2004). *A web metrics survey using wqm* (vol. 3140). In: Web Engineering - 4th International Conference, ICWE 2004, Munich, Germany, Springer, pp. 147-160.
- Castro, J. F. (1998). *Introdução à Medição de Software através de Ponto de Função*. XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Maringá, Paraná.
- Corcoran, C. & Michaeloff, B. (2005). *Overview of The Web Accessibility Initiative (WAI)*. Slides. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/wai-overview-slides#intro>
- Dekkers, C. (2003). Measuring the “logical” or “functional” size of software projects and software application. ISO Bulletin, pp. 10-13.
- e-MAG. (2005) *Acessibilidade de Governo Eletrônico Recomendações de Acessibilidade para*

- a Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet, Versão 2.0.* Departamento de Governo Eletrônico, Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, p. 13.
- Fenton, N. & Pfleeger, S. (1997). *Software Metrics A Rigorous & Practical Approach*. Boston: PWS Publishing Company, p. 638.
- Fernandes, A. A. (1995). *Gerência de Software Através de Métricas*. São Paulo: Atlas.
- Ferreira, S. B. L. & Nunes, R. R. (2008). *e-Usabilidade*. São Paulo: LTC.
- Fiorini, S. T., Staa, A. V., & Baptista, R. M. (1998). *Engenharia de Software com CMM*. Rio de Janeiro: Brasport.
- Florac, W. A. & Carleton, A. D. (1999). *Measuring the Software Process: Statistical Process Control for Software Process Improvement*. Addison-Wesley, MA.
- Freire, A. P., Fortes, R. P. M., Turine, M. A. S., & Paiva, D. M. B. (2008). *An evaluation of web accessibility metrics based on their attributes*. In: Proceedings of the 26th annual ACM international conference on Design of communication, ser. SIGDOC '08. New York: ACM, pp. 73-80.
- Garmus, D. & Herron D. (2001). *Function Points Analysis – Measurement Practices for Successful Software Projects*. Estados Unidos: Addison Wesley, p. 363.
- GIL, A. C. (1991). *Como elaborar projetos de pesquisa* (3a ed.). São Paulo: Atlas.
- GNU. (2010). *GNU Accessibility Statement*. Disponível em: <http://www.gnu.org/accessibility/accessibility.htm>
- Hamer, P. & Frewin, G. (1985). *Software metrics: A critical overview*. Pergamon, Infotech State of the Art Report.
- Hazan, C. (2010). *Como evitar armadilhas em contratos de fábricas de software*, pp. 47-56.
- Henry, S. L. (2006). *Web Content Accessibility Guideline (WCAG)*. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>.
- Henry, S. L. & Arch, A. (2010). *Developing a Web Accessibility Business Case for Your Organization: Overview*. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/bcase/Overview>
- Henry, S. L. & May, M. (2006). *User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) Overview*. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/uaag.php>
- Hetzel, B. (1993). *Making Software Measurement Work: Building an Effective Measurement Program*. John Wiley and Sons: LTD.
- Hori, M. & Kato, T. (2008). *Mobile Web and Accessibility*, pp. 302–313. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/j3g53r7533m06k1g>
- IEEE. (1990). *Standard glossary of software engineering terminology*, IEEE. Std 610.12.
- IFPUG. (2000). *Function Point Counting Practices Manual, Release 4.1.1*. Disponível em: <http://perun.pmf.uns.ac.rs/old/repository/research/se/functionpoints.pdf>.

- IFPUG. (2005). *Function Point Counting Practices Manual* (v. 4.2.1). Disponível em: <http://perun.pmf.uns.ac.rs/old/repository/research/se/functionpoints.pdf>
- Johari, K. & Kaur, A. (2012). *Measuring Web Accessibility for Persons with Disabilities*. Fourth International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN). GLA University. Mathura, India.
- Jones, C. (1994). *Function points* (vol. 27, n. 8). Computer, pp. 66-67.
- Kasday, L. R. (2000). *A tool to evaluate universal web accessibility*. In: Proceedings on the 2000 Conference on Universal Usability. New York: ACM, pp. 161-162.
- Kitchenham, B. A. (1992). *Empirical studies of assumptions the underlie software cost-estimation models*. Information and Software Technology, pp. 211-218.
- Kitchenham, B., Pfleeger, S., & Fenton, N. (1995). *Towards a Framework for Software Measurement Validation*. IEEE Transactions on Software Engineering. 21 (12), pp. 929-943.
- Laird, L. & Brennan, C. (2006). *Software Measurement and Estimation - A Practical Approach* (1a ed.). New York: John Wiley and Sons, p. 257.
- Lang, T. (2003). *Comparing Website Accessibility Evaluation Methods and Learnings from Usability Evaluation Methods*. Disponível em: [www.peakusability.com.au/pdf/Website\\_accessibility.pdf](http://www.peakusability.com.au/pdf/Website_accessibility.pdf)
- Lilburne, P. D. B. & Khan, K. M. (2004). *Measuring quality metrics for web application*. University of Westen Sydney.
- Lima, T. S. (2007) *Avaliação da acessibilidade de sítios web por meio de métricas de software*. Dissertação (Mestrado em Gestão do conhecimento e da tecnologia da informação), Universidade Católica de Brasília. Brasília, p. 125.
- Lokan, C. & Abran, A. (1999). *Multiple viewpoints in functional size measurement*. In: International Workshop on Software measurement - IWSM'99. Canada. pp. 121-132.
- Maffeo, B. (1992). *Engenharia de Software e especificação de sistemas*. Rio de Janeiro: Campos.
- Nevile, L. (2005). *Adaptability and accessibility: a new framework* (vol 122). In: Conference Of The Computer-Human Interaction Special Interest Group (Chisig) Of Australia On Computer-Human Interaction. ACM International Conference Proceeding Series, Canberra, Austrália, Nova York: ACM, pp. 1-10.
- Nicholl, A. R. J. (2001). *O Ambiente que Promove a Inclusão: Conceitos de Acessibilidade e Usabilidade* (n. 2). Revista Assentamentos Humanos, Marília, pp. 49-60.
- Parmanto, B. & Zeng, X. (2005). *Metric for Web Accessibility Evaluation* (vol. 56). Journal for The American Society for Information Science and Technology, pp. 1394-1404.
- Petrie, H., Hamilton, F., King, N., & Pavan, P. (2006). *Remote Usability Evaluations with Disabled People*. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI 2006, Montreal, Quebec, Canada.

- Reinaldo, W. T. & Filipakis, C. D. (2009). *Estimativa de Tamanho de Software Utilizando APF e a Abordagem NESMA*, pp. 151-160.
- Rezende, D. A. (2005). *Engenharia de Software e sistemas de informação* (3a ed.). Rio de Janeiro: Brasport.
- Rowan, M., Gregor, P., Sloan, D., & Booth, P. (2000). *Evaluating web resources for disability access*. In: Proceedings of the fourth international ACM conference on Assistive technologies, ser. Assets '00. New York: ACM, pp. 80-84.
- Sales, M. B. & Cybis, W. A. (2003). *Development of a checklist for the evaluation of the Web accessibility for the aged users* (vol. 46). In: Latin American Conference On Human-Computer Interaction (ACM International Conference Proceeding Series), Nova York: ACM, pp. 25-33.
- Sommerville, I. (2003). *Engenharia de software* (6a. ed.). Tradução: Maurício de Andrade. São Paulo: Addison Wesley.
- Vigo, M., Lomuscio, R., Arrue, M., Abascal, J., & Brajnik, G. (2007). *Quantitative metrics for measuring web accessibility*. In: Proceedings of the 2007 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A). ACM Press, pp. 99-107.
- W3C. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. Disponível em: WCAG