

# **Aplicação do modelo de qualidade da NBR ISO/IEC 9126 para avaliação de website com nível de acessibilidade AAA conforme o e-MAG**

**Janicy A. Pereira Rocha<sup>1</sup>, Dorirley Rodrigo Alves<sup>1</sup>, Tiago França Melo de Lima<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Exatas e Informática - PUC-Minas - Campus Guanhães

<sup>2</sup> TerraLAB - Departamento de Computação - Universidade Federal de Ouro Preto

[janicy.rocha@sga.pucminas.br](mailto:janicy.rocha@sga.pucminas.br), [rodrigoalves@pucminas.br](mailto:rodrigoalves@pucminas.br),  
[tiagofml@yahoo.com.br](mailto:tiagofml@yahoo.com.br)

**Abstract.** This research assess the quality of interaction with an accessible website, according to the e-MAG. The characteristics evaluated were selected from the quality model for software products of NBR ISO/IEC 9126-1 and the evaluation method was based on the model for evaluation of the software product, defined by NBR ISO/IEC 14598-1. The evaluation was performed from the execution of a set of tasks in a website by blind users and the results show that its suitability to the accessibility guidelines does not guarantee the maximum quality of interaction, while facilitating access.

**Resumo.** Este trabalho avalia a qualidade de interação em um website governamental acessível, conforme o e-MAG. As características avaliadas foram selecionadas a partir do modelo de qualidade para produtos de software da NBR ISO/ IEC 9126-1 e o método de avaliação baseou-se no modelo para avaliação do produto de software, definido pela NBR ISO/IEC 14598-1. A avaliação foi realizada a partir da execução um conjunto de tarefas no website por usuários cegos e os resultados apontam que a adequação às diretrizes de acessibilidade não garante a qualidade máxima de interação, embora facilite o seu acesso.

## **1. Introdução**

O acesso à informação, direito garantido pela legislação brasileira, é essencial para a inclusão dos indivíduos na Sociedade da Informação. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) pelo governo brasileiro, para democratizar o acesso à informação e dinamizar a prestação de serviços públicos acontece desde a sua adesão ao Governo Eletrônico, em 2000 [Governo Eletrônico 2010]. Entretanto, essa iniciativa é comprometida por frequentes barreiras de acesso, fazendo com que o governo brasileiro deixe de avançar na promoção da inclusão social [BRASIL 2005a].

Diante disso, é importante considerar as demandas de pessoas com deficiências. Para acessar a Web, pessoas com deficiência visual utilizam tecnologias assistivas tais como softwares de leitura de tela (*screen reader*) – sistemas capazes de ler o conteúdo exibido na tela do computador e transformá-lo em saída de áudio. No entanto, para que estes consigam acessar o conteúdo e comunicá-lo aos usuários, as páginas devem ser construídas de acordo com padrões e diretrizes de acessibilidade.

Em 2006, a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) definiu o “acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” como um dos grandes desafios de pesquisa em computação no Brasil. O estudo e a remoção de barreiras de interface entre sistemas computacionais e cidadãos representam um avanço rumo ao acesso universal às informações e ao conhecimento [SBC 2006]. Este não é um processo simples frente às distintas necessidades de usuários com capacidades diversas.

Assim, para identificar e remover barreiras de acesso é importante realizar avaliações qualitativas que considerem outras características de qualidade além da acessibilidade e/ou usabilidade [Nielsen 1993]. Neste sentido, normas como a NBR ISO/IEC 9126-1, que descreve um modelo de qualidade, e a NBR ISO/IEC 14589-1, que define um processo de avaliação para produtos de *software*, podem contribuir para uma avaliação ainda mais coerente.

Neste contexto, utilizando as referidas normas, este trabalho tem como objetivo avaliar um *website* governamental com o nível de acessibilidade AAA, conforme o Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico (e-MAG), quanto à qualidade de interação propiciada por ele para pessoas com cegueira.

## **2. Deficiência Visual e Acessibilidade Web**

Conforme o Decreto 5296/04 [Brasil 2004], a deficiência visual divide-se em cegueira e baixa visão. Em escala decimal, considerando o melhor olho com a melhor correção óptica, a cegueira corresponde à acuidade visual igual ou menor que 0,05 e a baixa visão corresponde à acuidade visual entre 0,3 e 0,05. Casos onde a soma da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º e a ocorrência simultânea das condições acima também são considerados deficiência visual [Brasil 2004].

Considerando a importância da *Web* para disseminar informações e serviços, diversos esforços têm sido direcionados na tentativa de torná-la mais acessível [W3C 2010]. A acessibilidade *Web* se refere ao acesso, interação, percepção, compreensão, navegação e colaboração com o conteúdo *Web* [SERPRO 2010] e beneficia pessoas com quaisquer limitações ou deficiências [W3C 2010].

Além do *World Wide Web Consortium* (W3C), diversos países têm desenvolvido padrões e/ou leis de acessibilidade na *Internet*. No Brasil, o Decreto 5.296/04 [Brasil 2004] tornou obrigatória a acessibilidade em *websites* governamentais para pessoas com deficiência visual. Para auxiliar o desenvolvimento de *websites* governamentais acessíveis foi criado, em 2005, o Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico (e-MAG), composto pelos documentos Visão do Cidadão e Cartilha Técnica [Brasil 2005a]. Apesar disto, atualmente apenas 2% das páginas de *websites* governamentais brasileiros são acessíveis [CGI.br 2010].

O documento Visão do Cidadão propicia o entendimento do modelo de forma conceitual, dividindo as recomendações de acessibilidade nas áreas de percepção, operação, entendimento e compatibilidade [BRASIL 2005a]. Ele define três níveis de prioridade para implementação das recomendações, sendo que o atendimento a cada nível de prioridade implica no nível de conformidade (A, AA ou AAA) do *website*. A Cartilha Técnica apresenta um conjunto de recomendações direcionadas aos desenvolvedores de *websites*. Elas são vinculadas aos três níveis de prioridade e devem ser implementadas de forma seqüencial. Após a implementação a acessibilidade deve ser avaliada [Brasil 2005b].

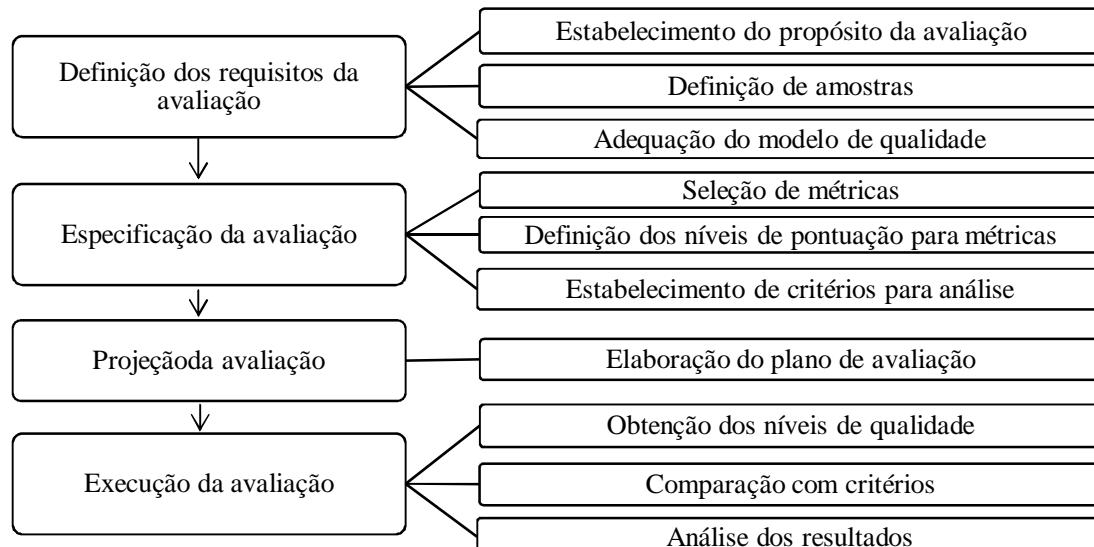
### 3. Avaliação de Websites

A acessibilidade de *websites* pode ser avaliada por validadores automáticos [W3C 2010] que analisam a adequação das páginas às diretrizes. Eles reduzem o tempo e o esforço de verificação, porém não identificam todas as barreiras à acessibilidade [SERPRO 2010], pois validam apenas a sintaxe do código. Assim, além de especialistas, pessoas com deficiências também devem participar da avaliação, pois desenvolvem importantes habilidades na interação mediada por tecnologias assistivas [Theofanous e Redish 2003].

Para desenvolver e avaliar quaisquer produtos de *software* é preciso selecionar características de qualidade relevantes para eles. Para auxiliar este processo, as normas NBR ISO/IEC 9126-1 e NBR ISO/IEC 14598-1 definem, respectivamente, um modelo de qualidade e um processo de avaliação para produtos de *software*. No modelo de qualidade da NBR ISO/IEC 9126-1 são especificadas seis características de qualidade (funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade), podendo ser consideradas na avaliação apenas as relevantes para o *software* em questão [NBR ISO/IEC 9126-1 2003]. Cada característica subdivide-se em subcaracterísticas. Estas devem ser subdivididas e mensuradas através de atributos, propriedades do *software* definidas pelo avaliador [NBR ISO/IEC 14598-1 1998]. O modelo para o processo de avaliação do produto de *software*, definido pela NBR ISO/IEC 14598-1 apresenta uma sequência de etapas destinadas a guiar o processo de avaliação [NBR ISO/IEC 14598-1 1998].

### 4. Método de Avaliação

O método de avaliação adotado neste trabalho é baseado no modelo definido pela NBR ISO/IEC 14598-1. Suas etapas são ilustradas na Figura 1 e apresentadas nas Seções 4.1, 4.2, 4.3, e 4.4.



**Figura 1- Método de avaliação (Adaptado: NBR ISO/IEC 14598-1, 1998)**

#### 4.1. Definição dos Requisitos da Avaliação

Nesta etapa foram estabelecidos requisitos da avaliação, tais como (i) propósito, (ii) *website* e (iii) modelo de qualidade.

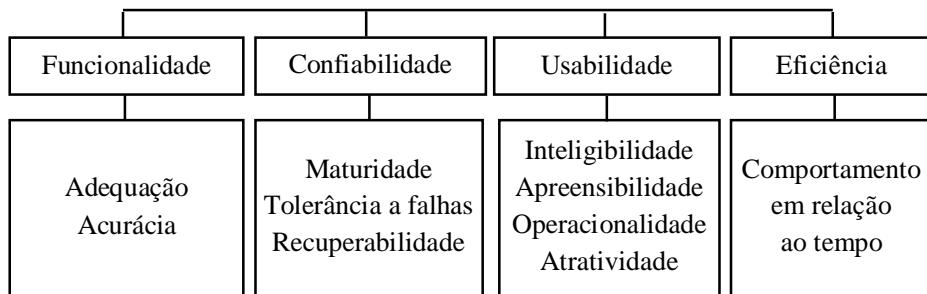
O propósito da avaliação é mensurar a qualidade de interação propiciada pelo *website* do Banco Central do Brasil<sup>1</sup> para pessoas cegas, utilizando a coleta de opinião e a observação de usuários, durante a execução de um conjunto de tarefas no *website*.

A escolha do *website* aconteceu mediante o Censo da Web [CGI.br 2010], segundo o qual nenhum *website* avaliado estava em total conformidade com o e-MAG. No entanto, o *website* escolhido apresentou conformidade ao e-MAG em todas as páginas, sendo a grande maioria com o nível AAA. Também foi considerado seu volume mensal de acesso de, aproximadamente, 70.000.000, segundo a própria autarquia. Utilizando como critério a seleção de amostra representativa de páginas [Abou-Zahra 2006], foram escolhidas diferentes funcionalidades e *layouts* para elaboração das tarefas, apresentadas no Quadro 1. No período em que aconteceu a avaliação, todas as páginas nas quais foram realizadas tarefas apresentavam nível de acessibilidade AAA, conforme avaliação com o validador automático daSilva<sup>2</sup>.

**Quadro 1 - Tarefas para execução no website**

Tarefas	Enunciado
T1	Navegue pela página inicial e identifique as imagens presentes.
T2	Encontre o endereço e o telefone da agência de sua cidade.
T3	Encontre e acesse o serviço de Fale Conosco.

As características e subcaracterísticas de qualidade, apresentadas na Figura 2, foram escolhidas por contribuírem para uma interação de qualidade com o *website*. As demais características e subcaracterísticas, definidas pela NBR ISO/IEC 9126, não foram selecionadas por não se aplicarem ao propósito da avaliação e por inviabilidade de acesso a artefatos do *website*, pré-requisitos para avaliá-las.



**Figura 2 - Características e subcaracterísticas avaliadas (Adaptado: NBR ISO/IEC 9126-1, 2003)**

<sup>1</sup> <http://www.bcb.gov.br>

<sup>2</sup> <http://www.dasilva.org.br/>

#### 4.2. Especificação da Avaliação

Nesta etapa foi especificada a avaliação, sendo: (i) selecionadas métricas, (ii) estabelecidos níveis de pontuação e (iii) definidos critérios para julgar os resultados.

Para mensurar a qualidade do *website*, em um formulário denominado Instrumento para Coleta de Dados, foram definidos atributos a partir de [Nielsen 1993] [Brasil 2005a] [Brasil 2005b] [W3C 2008], conforme Quadro 3.

**Quadro 2 - Características, subcaracterísticas e atributos para o website.**

Características	Subcaracterísticas	Atributos
Funcionalidade	Adequação	Informações Serviços Canais de comunicação
	Acurácia	Precisão nas informações e serviços
Confiabilidade	Maturidade	Falhas/ Erros Segurança
	Tolerância a falhas	Proteção contra erros
	Recuperabilidade	Falhas do usuário ou do <i>website</i>
Usabilidade	Inteligibilidade	Clareza de <i>links</i> , imagens e títulos
	Apreensibilidade	Visibilidade Facilidade de uso
	Operacionalidade	Praticidade de operação Controle de operação
	Atratividade	Conforto Clareza de conteúdo
Eficiência	Comportamento em relação ao tempo	Agilidade

Em seguida, foram elaboradas três afirmativas para cada subcaracterística. Utilizou-se uma escala numérica (0- Discordo Totalmente; 1- Discordo; 2- Concordo; 3- Concordo Totalmente) para representar o nível de concordância do usuário em relação à afirmativa. Também foram definidas medidas qualitativas (relevância) e quantitativas (peso) para as características e subcaracterísticas (Tabela 1), conforme a importância que possuem para o *website*.

**Tabela 1 - Medidas para características e subcaracterísticas [Marçal 2005]**

Característica	Peso	Subcaracterística	Relevância	Peso
Funcionalidade	24	Adequação	Alta	12
		Acurácia	Alta	12
Confiabilidade	32	Maturidade	Alta	12
		Tolerância a falhas	Alta	12
		Recuperabilidade	Média	8
Usabilidade	36	Inteligibilidade	Média	8
		Apreensibilidade	Média	8
		Operacionalidade	Alta	12
		Atratividade	Média	8
Eficácia	12	Comportamento em relação ao tempo	Alta	12

Para calcular o nível de qualidade das subcaracterísticas, características e do *website* foram utilizadas, respectivamente, as seguintes fórmulas, adaptadas de [Marçal 2005]:

$$NQSC = \frac{\sum_{i=1}^n NSC * PSC}{\sum_{i=1}^n NSC * PSC} \quad (1)$$

$$NQC = \frac{\sum_{i=1}^m (\sum_{i=1}^n NSC * PSC)}{\sum_{i=1}^m (\sum_{i=1}^n NMSC * PSC)} \quad (2)$$

$$NQFW = \frac{\sum_{i=1}^r (NQC * PC)}{\sum_{i=1}^r PC} \quad (3)$$

Onde:

n = quantidade de afirmativas vinculadas à subcaracterística multiplicada pelo número de usuários

m = quantidade de subcaracterísticas avaliadas

r = quantidade de características avaliadas

NQSC = nível de qualidade da subcaracterística

NQC = nível de qualidade da característica

NQFW = nível de qualidade final do *website*

NSC = notas atribuídas pelos usuários às afirmações vinculadas à subcaracterística

NMSC = notas máximas que poderiam ser atribuídas às afirmações vinculadas à subcaracterística

PSC = peso da subcaracterística

PC = peso da característica

Para as subcaracterísticas, foi definido que as de relevância alta deveriam obter percentual entre 70,1 e 100 e as de relevância média, percentual entre 50,1 e 70. Para as características e o *website*, foi definido que percentuais entre 0 e 50 correspondem à qualidade insatisfatória; entre 50,1 e 60, qualidade regular; entre 60,1 e 75, qualidade satisfatória; entre 75,1 e 90, qualidade boa e entre 90,1 e 100, qualidade excelente.

#### **4.3. Projeção da Avaliação**

Nesta etapa foi criado o plano de avaliação, sendo definidos cronograma, procedimentos e recursos necessários para sua realização.

Participaram da avaliação dois usuários cegos, com nível de experiência intermediário no uso do leitor de telas, quantidade definida conforme [Nielsen 2000]. Para o autor, entre três e cinco participantes é a quantidade que representa a melhor relação custo-benefício em uma avaliação, entretanto apenas até o segundo usuário será identificada uma quantidade relevante de problemas diferentes.

A avaliação, em laboratório, aconteceu no mês de setembro de 2010, sendo usados o leitor de telas *JAWS for Windows*<sup>3</sup> e o navegador *Internet Explorer*<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> <http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp>

<sup>4</sup> <http://www.microsoft.com/brasil/windows/internet-explorer/>

#### 4.4. Execução da Avaliação

Nesta etapa foi executada a avaliação, onde (i) as medidas foram obtidas, (ii) comparadas com os critérios estabelecidos e (iii) julgado o resultado.

Os usuários executaram as tarefas no *website* e preencheram o Instrumento para Coleta de Dados. Então, os dados coletados foram submetidos à fórmula para o cálculo do nível de qualidade das subcaracterísticas (NQSC), à fórmula para o cálculo do nível de qualidade das características (NQC) e, finalmente, à fórmula para o cálculo do nível de qualidade final do *website* (NQFW). Os resultados obtidos constam na Tabela 2.

**Tabela 2 - Síntese dos níveis de qualidade obtidos na avaliação**

Característica	Subcaracterística	NQSC	NQC	NQFW
Funcionalidade	Adequação	83,33	72,22	
	Acurácia	61,11		
Confiabilidade	Maturidade	77,78	61,90	
	Tolerância a falhas	33,33		
	Recuperabilidade	66,67		
Usabilidade	Inteligibilidade	66,67	70,99	72,22
	Apreensibilidade	61,11		
	Operacionalidade	83,33		
	Atratividade	66,67		
Eficácia	Comportamento em relação ao tempo	100	100	

Os percentuais de qualidade obtidos pelas subcaracterísticas adequação, maturidade e operacionalidade estão mais próximos do limite inferior do intervalo desejado. Já os percentuais obtidos pelas subcaracterísticas de acurácia e tolerância a falhas sequer atingiram o limite mínimo definido. Causados pela atribuição de notas baixas às afirmativas referentes a estas subcaracterísticas, estes resultados denotam que o *website* avaliado, embora em conformidade com o e-MAG, não propicia integralmente os benefícios propostos pelas áreas de operação e entendimento. Tais áreas são definidas pelo próprio modelo e possuem recomendações que refletem nas subcaracterísticas acima mencionadas, assim subentende-se que a adequação ao modelo deveria garantir a qualidade de interação propiciada por estas subcaracterísticas.

Quanto aos percentuais obtidos pelas características de qualidade avaliadas, as três características de maior peso para o *website* (funcionalidade, confiabilidade e usabilidade) propiciam qualidade de interação satisfatória, reflexo dos baixos percentuais acima mencionados. O excelente percentual alcançado pela característica eficiência reflete o fato de um dos usuários ter executado todas as tarefas em curto espaço de tempo, apesar dos problemas de operacionalidade, maturidade e tolerância a falhas observados, o que o levou a atribuir altas notas às afirmativas vinculadas a esta característica. O outro usuário conseguiu concluir apenas duas tarefas, mas o fez em curto espaço de tempo e considerou o *website* eficiente para a execução das mesmas.

O nível de qualidade final obtido pelo *website* (72,22%) demonstra que a qualidade de interação propiciada por ele para pessoas com cegueira é satisfatória. Portanto, a conformidade com o e-MAG embora tenha permitido o acesso e a utilização parcial dos serviços e informações disponíveis, não garantiu a qualidade máxima de

interação com o *website*. Por ser um *website* com nível de acessibilidade AAA, onde todas as recomendações de acessibilidade foram seguidas, esperava-se que este percentual fosse maior.

## 5. Considerações Finais

As tecnologias para o desenvolvimento *Web* evoluem constantemente, permitindo a construção de conteúdos cada vez mais diversificados. A popularização da *Internet* faz com que a heterogeneidade de usuários que acessam a rede diariamente, em busca de informações e serviços, cresça cada vez mais. Neste cenário, garantir a qualidade de interação consiste em um desafio a mais no projeto e desenvolvimento de *websites*.

A legislação determina que todos os cidadãos têm direito de acesso igualitário às informações, não obstante suas deficiências ou limitações, e aponta a acessibilidade como uma importante característica de qualidade de *websites*. Entretanto, a adequação às diretrizes do e-MAG, no *website* avaliado, não se mostrou suficiente para garantir qualidade máxima de interação, posto que elas não contemplam todas as características necessárias para tal. Assim, outras características complementares, tais como as definidas pela NBR ISO/IEC 9126-1, devem ser consideradas.

O maior foco do e-MAG é direcionado ao acesso ao conteúdo, mediante a sua percepção, entendimento e operação e à compatibilidade deste com as tecnologias disponíveis. Assim, a apropriação e a aplicação de suas diretrizes associadas a outras características de qualidade tendem a gerar uma mudança qualitativa no acesso e uso das informações pelos cidadãos, respeitando suas limitações. Promover, além da acessibilidade, a qualidade de interação em *websites* vai ao encontro das estratégias para inclusão dos indivíduos na Sociedade da Informação e para a promoção do “acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento” [SBC 2006].

Este estudo apresenta algumas limitações causadas pelo seu escopo e por outras variáveis que devem ser esclarecidas. A primeira delas foi a definição de apenas um *website* para representar o domínio do governo eletrônico, já que houve grande dificuldade em identificar *websites* que estivessem em total conformidade com o e-MAG. Em trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação da abordagem de avaliação aqui utilizada em uma maior diversidade de *websites* para verificar sua ampla aplicabilidade.

A segunda limitação foi a seleção de participantes com níveis de experiência similares no acesso à *Web* mediado por leitor de tela, posto que a acessibilidade e a qualidade de interação devem ser para todos, independentemente do nível de experiência. No entanto, a participação de apenas um grupo de usuários composto por múltiplos perfis poderia influenciar os resultados, visto que a habilidade na utilização do leitor de tela reflete na percepção da qualidade de interação. Assim, usuários com menor experiência no uso da tecnologia assistiva tendem a ter maiores dificuldades durante a navegação e a atribuí-las à ausência de qualidade do *website*, comprometendo a veracidade dos resultados. Uma abordagem interessante para trabalhos futuros consiste na utilização de diferentes grupos de usuários que sejam representativos dos diversos perfis de experiência, o que possibilitaria comparar resultados obtidos durante a avaliação realizada por usuários mais e menos experientes.

Finalmente, os resultados obtidos a partir da realização deste trabalho indicam que um *website* governamental em conformidade com as diretrizes do e-MAG não necessariamente contém outras características significativas para garantir uma interação

de qualidade com um produto de *software*. Isto indica que não basta apenas adequar os *websites* às diretrizes de acessibilidade que a legislação determina. Embora as diretrizes sejam importantes para viabilizar o acesso mediado por um leitor de telas, elas não contemplam todas as características de qualidade desejáveis. Assim, além da acessibilidade, outras características de qualidade devem ser observadas para que os *websites* possam propiciar melhor qualidade de interação aos usuários.

## Referências

- Abou-Zahra, S. et al (2006) “Evaluating Web Sites for Accessibility: Overview”, <http://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003) “NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de software – qualidade de produto”. Parte 1: modelo de qualidade.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003) “NBR ISO/IEC 14598-1: Tecnologia de informação – avaliação de produto de software”. Parte 1: visão geral.
- Brasil “Decreto nº 5.296 de 02 de Dezembro de 2004”, [http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/Legis/Decreto/5296\\_04.html](http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/Legis/Decreto/5296_04.html).
- Brasil (2005a) “Recomendações de Acessibilidade para Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet: e-Mag, Modelo de Acessibilidade”. Versão 2.0, [www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG](http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG).
- Brasil (2005b) “Recomendações de Acessibilidade para Construção e Adaptação de Conteúdos do Governo Brasileiro na Internet: eMag, Cartilha Técnica”. Versão 2.0, [www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG](http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG).
- CGI.br (2010) “Dimensões e características da Web brasileira”, <http://www.cgi.br/publicacoes/pesquisas/govbr/cgibr-nicbr-censoweb-govbr-2010.pdf>.
- Governo Eletrônico (2010) “Conheça o Gov.br”, <http://www.governoeletronico.gov.br>.
- Marçal, E. K. (2005) “Auditoria da qualidade de softwares de sistemas de informações contábeis”. Dissertação. Universidade Regional de Blumenau.
- Nielsen, J. (1993) “Usability engineering”. San Diego: Academic Press.
- Nielsen, J. (2000) “Why You Only Need to Test With 5 Users”, <http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>.
- SERPRO (2010) “Serviço Federal de Processamento de Dados”, <http://www.serpro.gov.br/acessibilidade/>.
- Sociedade Brasileira de Computação (2006) “Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil 2006-2016”, <http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&content=downloads&id=272>.
- Sonza, A. P. (2008) “Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuário com limitação visual”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Informática na Educação.
- Theofanous, M. F., Redish, J., (2003). “Bridging the gap: between accessibility and usability”, *Interactions*, Vol 10, Issue 6, pp. 36 – 51.
- W3C (2008) “Web Content Accessibility Guidelines 2.0”, <http://www.w3.org/>.

