

# Uma Abordagem de Avaliação de Qualidade de Aplicações Web

*Edson Andrade de Moraes*

*UERJ-IME-DICC*

*edson.moraes@rj.previdenciasocial.gov.br*

*Vera Maria Benjamim Werneck*

*UERJ-IME-DICC*

*vera@ime.uerj.br*

## Resumo

*O desenvolvimento e avaliação de software tradicional normalmente não são totalmente adequados ao desenvolvimento de aplicativos na Web. Esses sistemas devem ser desenvolvidos com enfoque forte no usuário e ter um ciclo de vida de rápido e uma grande preocupação com acessibilidade. Este trabalho descreve uma abordagem de avaliação de qualidade, proposta para avaliação de sites Web dentro do ambiente GEST@OTI. Esse ambiente fornece apoio à organização no desenvolvimento, escolha de pacotes e implantação de soluções de tecnologia, com foco nos processos de negócio. A princípio esta abordagem pode ser aplicada a qualquer produto resultante do desenvolvimento do site Web principalmente em um processo incremental ou de prototipagem.*

## Abstract

*The software development and evaluation are not usually properly set to the evaluation of Web applications development. These systems may be developed strongly focused on the user, with a fast life cycle and a special accessibility care. This paper describes an approach to quality evaluation of Sites Web, inside GEST@OTI environment. This environment delivers support to organization, development, choosing software houses, and technological solutions implementation, focused on business process. This approach can be applied to any resulting product over the development of the site Web mainly in an incremental process or prototyping.*

## 1. Introdução

Qualidade é definida pela norma NBR ISO 8402 [1], como a totalidade das características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer às necessidades explícitas e implícitas. Entidade é o produto propriamente dito, as necessidades explícitas são as próprias condições e objetivos propostos pelo produtor e as necessidades implícitas são condições, mais subjetivas, como as diferenças entre as necessidades dos usuários, a evolução

no tempo, as implicações éticas, as questões de segurança e outras.

A qualidade de software, segundo Pressman [2], é a conformidade a requisitos funcionais e de desempenho explicitamente declarados, a padrões de desenvolvimento claramente documentados e a características implícitas que são esperadas de todo software profissionalmente desenvolvido. Esta definição enfatiza, três pontos chave: os requisitos de software, padrões especificados e um conjunto de requisitos implícitos.

Os requisitos de software são a base a partir da qual a qualidade é medida. A falta de conformidade aos requisitos significa falta de qualidade.

Padrões especificados definem um conjunto de critérios de desenvolvimento que orientam a maneira segundo a qual o software passa pelo trabalho de engenharia. Se os critérios não forem seguidos, o resultado quase que seguramente será a falta de qualidade.

Os requisitos implícitos que frequentemente não são mencionados (por exemplo, o desejo de uma boa manutenibilidade) são também importantes. Se o software se adequar aos seus requisitos explícitos, e deixar de cumprir seus requisitos implícitos, a qualidade de software será suspeita.

A qualidade de software é uma combinação complexa de fatores que variam de acordo com diferentes aplicações e clientes que as solicitam. Os fatores que afetam a qualidade de software podem ser categorizados em dois grupos distintos. (i) fatores que podem ser medidos diretamente (por exemplo, erros por unidades de tempo etc) e (ii) fatores que podem ser medidos apenas indiretamente (por exemplo, usabilidade ou manutenibilidade).

Nesse contexto, este artigo descreve as normas de avaliação de qualidade de software para produto e pacotes de software, apresenta algumas propostas na literatura para avaliação de aplicações Web. Descreve também a adaptação da abordagem GEST@OTI de avaliação de software para Web e relata um exemplo de utilização desta abordagem num site Web em desenvolvimento na UERJ.

## 2. Normas de Qualidade

O modelo de qualidade, definido na ISO/IEC 9126-1 [3] e utilizado como referência para o processo de avaliação da qualidade de produtos de software está subdividido em duas partes: modelo de qualidade para as características externas e internas e modelo de qualidade para qualidade em uso. Nesta norma encontram-se os seguintes grupos de características de qualidade para o modelo de qualidade para características externas e internas: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade, Eficiência, Manutenibilidade e Portabilidade.

No modelo de qualidade em uso os atributos são classificados nos seguintes atributos: Efetividade, Produtividade, Segurança e Satisfação. A qualidade em uso é a capacidade do produto permitir determinados usuários atingir metas especificadas pelos atributos.

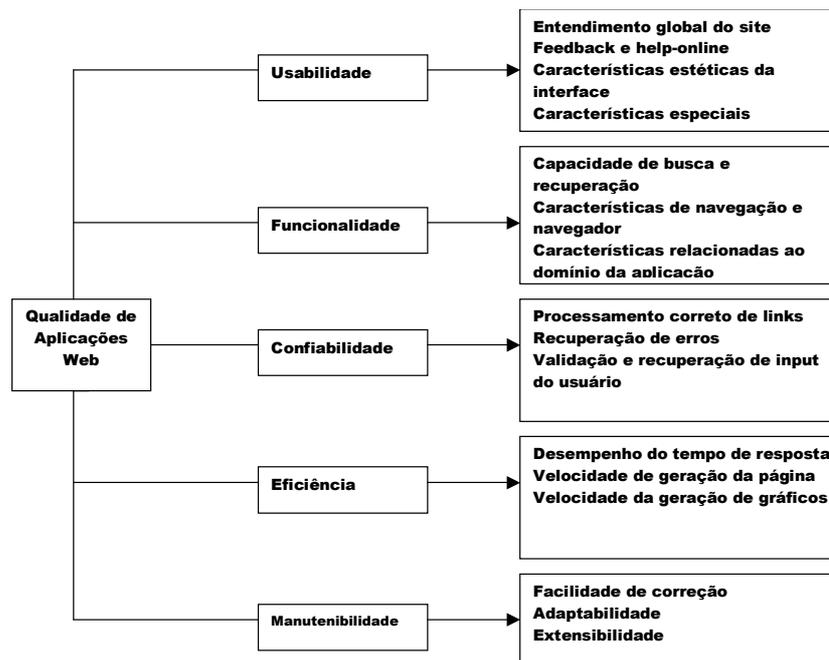
A norma NBR ISO/IEC 12119 [4] estabelece requisitos de qualidade de um software tipo pacote e fornece instruções para testar esse software em relação aos requisitos definidos. Seu escopo refere-se ao pacote de software, na forma oferecida no mercado, e não aos

processos de desenvolvimento e fornecimento de software. Essa norma baseia-se na norma original ISO/IEC 9126 [3].

O processo de avaliação dos produtos de software está definido na série de normas ISO/IEC 14598 [5], que deve ser utilizada em conjunto com a série ISO/IEC 9126 [3].

## 3. Modelos para avaliação de qualidade de software na Web

Web é um ambiente complexo e, conseqüentemente, a avaliação de produtos de software Web é uma tarefa difícil dado o conjunto de características e particularidades envolvidas. Essa dificuldade se deve também, em parte, ao fato de que Web deixou de ser 'orientada a documentos' para ser 'orientada a aplicações', podendo ter diferentes objetivos [1]. Pressman [2] e Lima et al [1], definiram um conjunto de características para avaliação de qualidade na Web. Pressman [2] considera as seis características da norma ISO 9126, no conjunto de características para Web, conforme a figura 1.



**Figura 1 - Árvore de Qualidade Web [2]**

Lima et al [1] definiram um conjunto de atributos de qualidade adequados a aplicações Web que abrangem aspectos referentes ao uso da tecnologia e ao conteúdo disponibilizado. As características são divididas em

Usabilidade, Confiabilidade Conceitual e Confiabilidade da Representação, sendo que cada uma tem outras subcaracterísticas que contém atributos de qualidade.

Na característica Usabilidade foram definidas as seguintes subcaracterísticas:

- Eficiência com os seguintes atributos: Comportamento em relação ao tempo e Comportamento em relação aos recursos.
- Facilidade de utilização com os seguintes atributos: Inteligibilidade, Apreensibilidade, Interatividade, Atratividade, Disponibilidade de auxílios, Facilidade localização das informações, Acessibilidade, Facilidade de impressão, Facilidade de download e Facilidade de comunicação.
- Navegabilidade com os seguintes atributos: Caminho mínimo, Previsibilidade, Contextualização, Separação de audiências, Adaptabilidade ao nível do usuário, Ausência de erros na navegação, Capacidade de armazenamento das interações, Lateralidade e Disponibilidade de atalhos.
- Manutenibilidade com os seguintes atributos: Analisabilidade, Modificabilidade, Estabilidade, Testabilidade e Evolutividade.
- Portabilidade com os seguintes atributos: Adaptabilidade e Conformidade.
- Reutilizabilidade com os seguintes atributos: Modularidade, Adaptabilidade e Suporte de base de componentes.
- Implementabilidade com os seguintes atributos: Viabilidade econômica, Viabilidade financeira, Viabilidade tecnológica, Viabilidade de mão de obra, Viabilidade social, Viabilidade legal e Viabilidade de cronograma.

Na característica Confiabilidade Conceitual foram definidas as seguintes subcaracterísticas:

- Funcionalidade com os seguintes atributos: Adequação, Acurácia, Interoperabilidade, Conformidade, Segurança e Simultaneidade.
- Confiabilidade com os seguintes atributos: Maturidade e Tolerância a falhas, Recuperabilidade.
- Integridade com os seguintes atributos: Robustez e Estabilidade.
- Fidedignidade com os seguintes atributos: Completeza e Consistência
- Adequabilidade com os seguintes atributos: Atualidade, Clareza, Concisão, Correção, Orientado ao usuário, Respeitabilidade e Abrangência.

Na característica Confiabilidade da Representação foram definidas as seguintes subcaracterísticas:

- Legibilidade com os seguintes atributos: Clareza, Concisão, Estilo, Correção, Simplicidade, Uniformidade da Terminologia e Uniformidade no grau de abstração.
- Uniformidade com os seguintes atributos: Padrão de interface, Padrão de programação, Padrão de navegação e Padrões internacionais.
- Manipulabilidade com os seguintes atributos: Disponibilidade da documentação, Estrutura e Rastreabilidade.

Um modelo geral de avaliação de Sites Web é o proposto por Trochim [6], sendo baseado em um ciclo de desenvolvimento idealizado para Sites Web. O modelo sugere que o desenvolvimento do Site Web é um esforço contínuo e que progride através de diversos estágios definidos. Este modelo (Figura 2) divide o desenvolvimento em quatro fases gerais, sendo que as setas indicam que estas fases são ligadas entre si e constituem um ciclo recorrente.



Um Modelo Geral para Avaliação do Web Site

**Figura 2 – Modelo de Avaliação de sites Web de Trochim [6]**

Na fase de conceitualização, o conteúdo do site Web é planejado e organizado. Na fase de desenvolvimento, o conteúdo é traduzido e operacionalizado com um Site Web real complementado com software servidor, uma estrutura de arquivos, arquivos HTML, gráficos, scripts CGI, animações e outros. Na fase de Implementação, são feitos os testes iniciais e são retirados os erros, incluindo o teste inicial do usuário para ver se o site Web é navegável e agradável de se usar. Na fase de avaliação, o site Web está operando e está debugado, e são examinados os efeitos a curto e longo prazo.

O modelo Trochim [6] é um dispositivo heurístico útil, contendo um modo de sugerir questões avaliativas que devem ser levantadas nos vários estágios de desenvolvimento do site Web. A partir dessas questões são utilizados os seguintes métodos de avaliação:

- Mapeamento do conceito.
- Metodologias computadorizadas de avaliação.
- Metodologia baseada em questionários.
- Medição e Teste de objetivos alcançados.
- Design Experimental.
- Quasi-Experimental Designs.

Olsina [7], desenvolveu o Web Site QEM (Quality Evaluation Metodology). Essa metodologia é composta por um conjunto de fases, atividades, modelos e construtores de processos. Uma visão geral dessa proposta

é apresentada na Figura 3, sendo esta composta pelas fases:

- Planejamento e Programação da Avaliação de Qualidade;
- Definição e Especificação de Requisitos de Qualidade;
- Definição e Implementação da Avaliação Elementar;
- Definição e Implementação da Avaliação Global;
- Análise de Resultados, Conclusão e Documentação;
- Validação de métricas;

QEM se propõe a ser uma metodologia robusta de avaliação de qualidade de sites Web apropriada para sistemas Web complexos que tenham uma lógica de negócio de complexidade muito elevada e processos muito integrados. Essa metodologia foi utilizada para avaliar diferentes tipos de sites Web, tais como, site Web de museus, sites Web acadêmicos e sites Web de venda de livros.

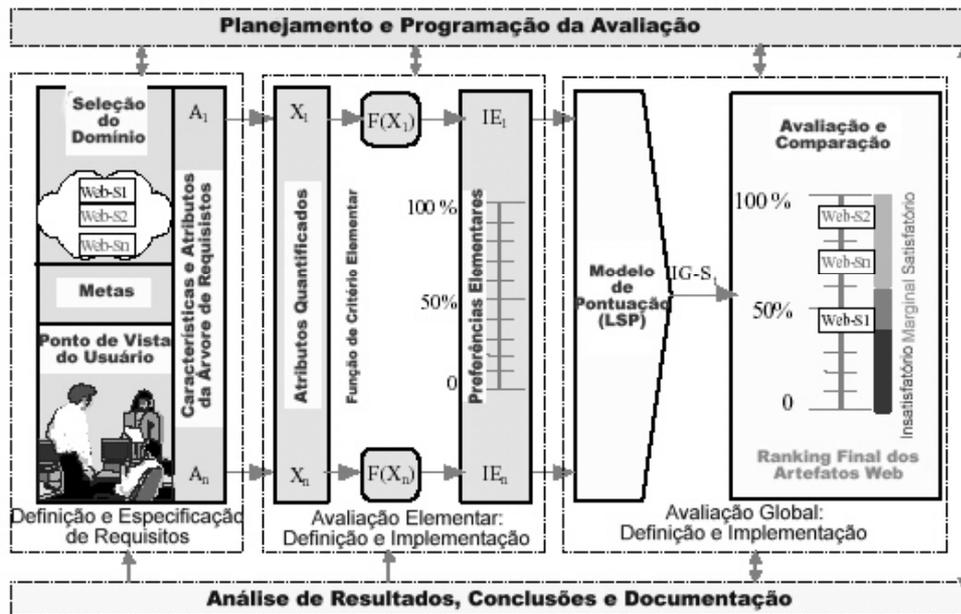


Figura 3 - Modelo de Avaliação de Qualidade Proposto [7]

#### 4. Uma abordagem para avaliação de sites Web

A abordagem de avaliação de Sites Web está baseada na proposta de avaliação de pacotes de software do ambiente GEST@OTI [8] e definiu os seguintes aspectos:

- Requisitos de qualidade
- Processo de Avaliação
- Análise dos Resultados

Os requisitos de qualidade a serem considerados na análise do Site Web estão divididos em duas categorias: atributos relacionados à qualidade externa do Site Web (percebidos pelos usuários) e atributos relacionados a qualidade interna (percebido pelos desenvolvedores do Site Web).

Os requisitos de qualidade definidos nesse processo de avaliação de qualidade são baseados nas normas de Qualidade ISO/IEC 9126-1[3], num conjunto de características presentes em Pressman [2], Lima et al [1] e Reis et al [9]. Constituem então a seguinte árvore de requisitos de qualidade:

- Usabilidade
- Funcionalidade
- Confiabilidade
- Eficiência
- Manutenibilidade
- Portabilidade
- Segurança

Podemos fazer uma avaliação, baseando-se num produto de software pronto, usando as características acima para avaliá-lo e pontuá-lo. Mas também podemos avaliar as fases de desenvolvimento de um site Web e assim apoiar o processo de desenvolvimento.

O processo de avaliação consiste em:

- i.* Definir o Produto a ser avaliado.
- ii.* Identificar os atributos relevantes dentro da lista proposta no item anterior e incorporar ao formulário de identificação dos Requisitos de Qualidade.
- iii.* Definir a relevância. Os atributos relacionados à qualidade externa do produto são apresentados aos usuários ou clientes que identificarão o grau de importância desses para o site Web. Os atributos identificados como imprescindíveis e desejáveis, acrescidos dos atributos de qualidade interna do produto, identificados pelos especialistas em TI ou em desenvolvimento de sites Web, são então definidos como os requisitos de qualidade, a serem avaliados.
- iv.* A avaliação é feita pela aplicação de um formulário [10] a ser preenchido ao longo de:

- Um teste ou demonstração do Site Web que pode ser realizado com ou sem a participação dos Desenvolvedores do mesmo. Sendo o formulário preenchido por usuários ou gerentes do site Web.
- Uma visita informal ao site Web feita pelo público alvo munido do formulário de avaliação. Neste caso é importante que o formulário seja bem explícito em relação às características que o usuário terá que pontuar, ou seja, ele terá mais explicações à cerca das características que o usuário estará pontuando.

O processo de análise dos resultados quantifica os requisitos de qualidade expressos no formulário de avaliação do Site Web. Essa quantificação é realizada atribuindo um valor a cada característica do site Web que tenha sido pré-selecionada, ou seja, o avaliador simplesmente pontua a característica segundo o grau de importância do requisito, nível de atendimento ao requisito e qualidade da solução implementada e estas são transformadas em nota atribuída pelo avaliador.

O grau de importância é um critério que deve ser adotado por consenso e são apresentados previamente. Este indica a relevância da característica para aquele produto a ser avaliado. As características pouco importantes devem ser retiradas do questionário, pois no contexto da avaliação em questão são irrelevantes. A tabela 1 apresenta os valores atribuídos aos requisitos e seus respectivos valores numéricos.

Grau de Importância	Peso
Imprescindível	4
Importante	3
Desejável	2
Pouco importante	1

**Tabela 1 - Valores e Pesos do Grau de Importância**

Ao avaliar o site Web é necessário atribuir a cada característica o nível de atendimento e o tipo de solução. Os níveis de atendimento das características por parte do Site Web podem ter os seguintes valores: total, parcial, pouco ou nenhum. A tabela 2 apresenta os níveis de atendimento aos requisitos e seus respectivos pesos.

Nível de Atendimento	Peso
Total	3
Parcial	2
Pouco	1
Nenhum	0

**Tabela 2 - Valores e Pesos do Nível de Atendimento**

Além do nível de atendimento o avaliador deve indicar uma nota considerando o tipo de solução: excelente, boa, regular, fraca ou sem solução. A tabela 3 define os tipos de solução e seus respectivos pesos.

Tipo de solução	Peso
Excelente	4
Boa	3
Regular	2
Fraca	1
Sem solução	0

**Tabela 3 - Valores e Pesos do Tipo de Solução**

A pontuação para cada característica é calculada da seguinte forma: cada valor de nível de atendimento ao requisito é multiplicado pelo peso relativo ao grau de importância da característica e pelo peso da qualidade da solução tecnológica implementada. Tanto o cálculo dos pesos quanto das notas gerais de cada característica de atendimento aos requisitos é calculado através da média aritmética das notas atribuída a cada um deles pelos avaliadores.

O Cálculo da Nota é realizada para todas as características do sistema. Ao final são somadas as notas obtidas e se obtêm um indicador global da qualidade do site Web em percentual, que pode ser utilizado de várias maneiras:

- Na comparação com outro site Web ou aplicação Web.
- Na comparação com índices pré-definidos que devem ser atingidos pela aplicação.
- No estudo da evolução do índice geral de qualidade do site Web.

## 5. Um exemplo de Avaliação

O objeto da avaliação escolhido para este estudo de caso foi uma aplicação Web, voltada para hipermídia, o Tutor de Biodisponibilidade de Ferro, desenvolvido na UERJ no projeto Nutri-Fuzzy-Orixás [11].

Esta aplicação foi escolhida por ser construída com tecnologias Web (HTML 4.0 e Javascript) e futuramente será publicada na Web.

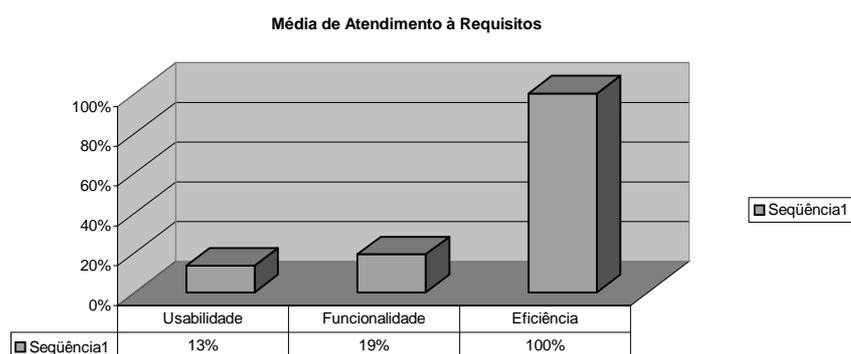
Seis avaliadores ao todo participaram do processo de avaliação. Três no perfil de desenvolvedores e três no perfil de usuários.

A aplicação foi avaliada pela utilização dos questionários de avaliação do site Web, sendo estes de dois tipos: questionário do usuário e questionário do desenvolvedor [10]. No questionário do usuário constam as opções relativas às características Usabilidade, Funcionalidade e Eficiência. No questionário do desenvolvedor constam as características relativas à Funcionalidade, Confiabilidade, Eficiência, Manutenibilidade, Portabilidade e Segurança.

Cada subcaracterística das características acima foi avaliada segundo a metodologia proposta anteriormente.

A fim de auferir conclusões numéricas sobre o sistema e para análise dos resultados, foram utilizadas duas planilhas Excel, tendo como base duas planilhas semi-automatizadas.

Na visão do usuário, apresentada na figura 4, podemos concluir: que no critério usabilidade o sistema obteve uma média baixa, ocasionada pela ausência de duas características consideradas importantes para os usuários. São elas: “Mapa do site Web” e “Endereço Eletrônico para dúvidas do site Web”.



**Figura 4 - Avaliação do Tutor de Biodisponibilidade de Ferro segundo a Visão do Usuário**

No critério funcionalidade também foi atingida uma média baixa pelo site Web, ocasionada pela ausência de mecanismos de busca no site Web, tanto buscas mais

simples como por categoria. O critério eficiência atingiu a nota máxima que poderia ser atribuída, pois se chega a conclusão que site Web aborda de forma satisfatória o seu

objetivo ser um tutor que informa e educa as pessoas sobre a biodisponibilidade de ferro.

Na visão do desenvolvedor (figura 5), podemos concluir com os dados obtidos que no critério funcionalidade, a média de atendimento a este requisito foi baixa pela mesma razão dos critérios apontados pelo usuário: a ausência de um mecanismo de busca no site Web.

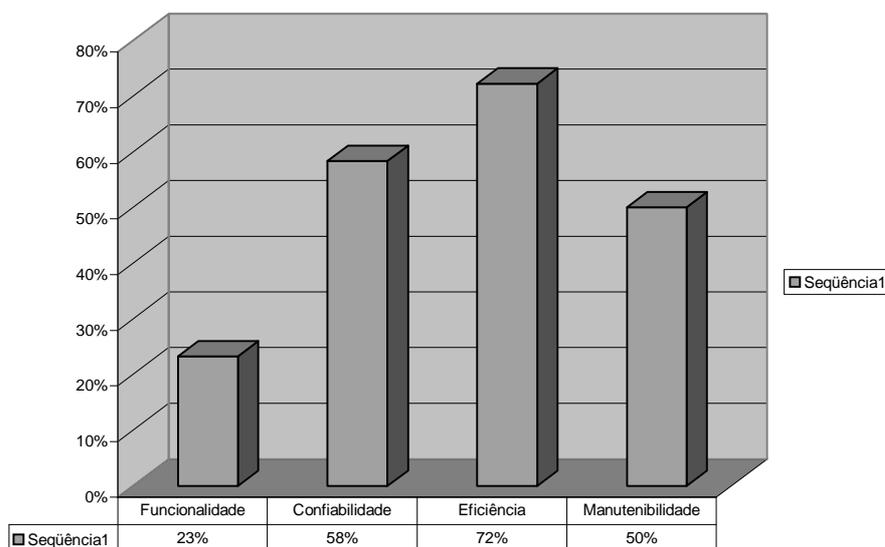
A média do critério confiabilidade foi regular. Isto se deu devido às falhas encontradas na aplicação como links que não levavam ao lugar certo, ou informações incorretas.

A média do critério eficiência seguiu a mesma tendência da avaliação na visão do usuário, obtendo uma média alta. Mas, é necessário ressaltar que a aplicação ainda não está na internet, logo pode haver distorções devido à situação transmissão de dados.

O critério manutenibilidade atingiu uma pontuação regular devido principalmente ao fato de não existirem comentários no código. Este problema foi ocasionado pelo fato da aplicação ter sido desenvolvida com o auxílio do Microsoft FrontPage que gera parte do código fonte automaticamente.

O critério portabilidade não foi avaliado, uma vez que o site Web é estático, ou seja, não há geração dinâmica das páginas no servidor, o que inviabiliza avaliação sobre portabilidade de scripts.

No critério segurança há uma inconsistência na avaliação deste critério, pois os perfis de login no sistema dizem respeito ao tipo de informação que é oferecida ao usuário e não a restrições de acesso. Logo as métricas sobre segurança são inválidas.



**Figura 5 - Avaliação do Tutor de Biodisponibilidade de Ferro segundo a Visão do Desenvolvedor**

## 6. Conclusão

Uma contribuição muito importante deste trabalho foi a adaptação do Gest@oTI para avaliação de aplicações Web. Esta abordagem, embora tenha sido bastante útil para retratar a realidade da aplicação avaliada necessita de correções, e deve ser aprimorada, principalmente, em relação ao conjunto de atributos e o aprimoramento do questionário.

Futuros trabalhos se concentrarão na utilização de mais atributos de qualidade na abordagem e aumento do número de avaliadores no estudo de caso. Alguns atributos novos foram inclusive sugeridos pelos próprios avaliadores. Critérios de pontuação mais avançados, também, poderão ser utilizados para atingir resultados melhores e mais precisos, como por exemplo, métodos estatísticos e lógica fuzzy.

## Referências

- [1] Rocha, A.R., Maldonado, J.C. e Weber, K. C.; *Qualidade de Software: Teoria e Prática*; Prentice Hall, São Paulo, 2001.
- [2] Pressman, R. S.; "Software Engineering: A Practitioner's Approach", McGraw Hill, 2001] –
- [3] NBR ISO/IEC 9126-1, "Engenharia de Software – Qualidade de Produto - Modelo de Qualidade", Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003.
- [4] NBR ISO/IEC 12119, "Tecnologia de Informação – Pacotes de Software – Testes e Requisitos de Qualidade", Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.
- [5] ISO/IEC 14598-1/5, "Tecnologia de Informação – Avaliação de Produto de Software", Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001.
- [6] Trochim, W. M.K. ; *Evaluating Sites Web*; 1999; acessado em 20/01/2002  
<http://trochim.human.cornell.edu/Webeval/Webintro/Webintro.htm>
- [7] Olsina, Luis Antonio; *Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidade Sitios Web - Tesis Doctoral*; 1999.
- [8] Werneck, Maria Benjamin; Alvim, Daisy; Costa, Magarão, Marília; *Avaliação de Pacotes de Software no Ambiente Gest@oTI*, In: *Cadernos do IME*; 2002.
- [9] Reis, T.P.C., Castro, J. F. B. e Olsina, L. A.; *Medição de Qualidade de Aplicações Web na Fase de Requisitos*, In: *Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Gramado, RS, 2002, pp 162-174..
- [10] Moraes, Edson; *Avaliação de Qualidade de Aplicações Web*; Projeto final de Curso de Graduação, do DICC/UERJ, 2003
- [11] Werneck, V. M.B. et al, *Knowledge Acquisition in the Nutri-Fuzzy-ORIXAS Project*. In: *The 2003 International Conference on Computational Science and Its Applications*, 2003, Montreal. *Proceedings of The 2003 International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer Verlag, 2003. v. 1.