

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM ANÁLISE, PROJETO E GERÊNCIA
DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO: O
CASO DO MDECISION

MARIA ALCILÉIA ALVES ROCHA

RAQUEL PEREIRA CRESPO

Campos dos Goytacazes/RJ

2012

MARIA ALCILÉIA ALVES ROCHA

RAQUEL PEREIRA CRESPO

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO: O
CASO DO MDECISION

Monografia apresentada ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
como parte das exigências para a conclusão do
Curso de Pós-graduação *lato sensu* em Análise,
Projeto e Gerência de Sistemas de Informação.

Orientadora: Prof^ª Simone Vasconcelos Silva

Co-orientador: Prof. André Luís Policani Freitas

Campos dos Goytacazes/RJ

2012

Dados de Catalogação na Publicação (CIP)

R672a

Rocha, Maria Alciléia Alves.

Avaliação da usabilidade de um sistema de suporte à
decisão: o caso do Mdecision / Maria Alciléia Alves Rocha,
Raquel Pereira Crespo – Campos dos Goytacazes (RJ) :
[s.n.], 2012.
63 f. : il.

Orientadora: Simone Vasconcelos Silva.

Co-orientador: André Luís Policani Freitas

Monografia (Gerenciamento de Sistemas de Informação).
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Fluminense. Campus Campos-Centro. Campos dos
Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f.59 - 63.

1. Software - Avaliação. 2. Sistemas de suporte de
decisão. I. Crespo, Raquel Pereira. II. Silva, Simone
Vasconcelos, orient. III. Freitas, André Luís Policani, co-
orient. IV. Título.

CDD – 005.14

MARIA ALCILÉIA ALVES ROCHA

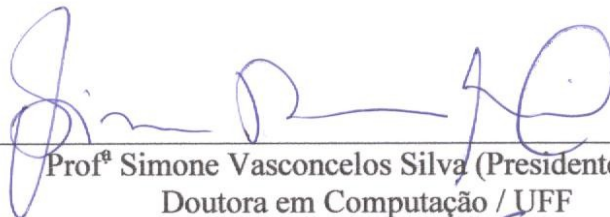
RAQUEL PEREIRA CRESPO

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO: O
CASO DO MDECISION

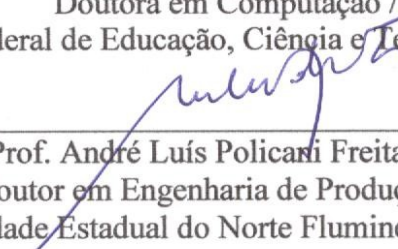
Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense como parte das exigências para a conclusão do Curso de Pós-graduação *lato sensu* em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas de Informação.

Aprovada em 10 de abril de 2012.

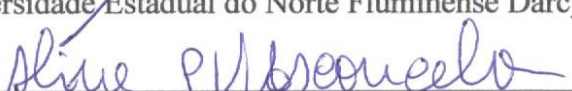
Banca Avaliadora:




Prof.^a Simone Vasconcelos Silva (Presidente/IFF)
Doutora em Computação / UFF
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense



Prof. André Luís Policarini Freitas (UENF)
Doutor em Engenharia de Produção / UENF
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro



Prof.^a Aline Pires Vieira de Vasconcelos (IFF)
Doutora em Engenharia de Sistemas e Computação / UFRJ
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense



Prof.^a Cibelle Degel Barbosa (IFF)
Doutora em Produção Vegetal / UENF
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Agradecemos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e, em especial: ao IFF *Campus* Campos-Centro e seus professores, pela formação propiciada; à professora Simone Vasconcelos Silva pela orientação; aos colegas de turma, pelo companheirismo e amizade; à família, pelo carinho e incentivo; e, acima de tudo, a Deus.

RESUMO

A usabilidade influencia na satisfação do usuário e pode determinar a adoção ou não de um sistema que apóie a tomada de decisões em diversos contextos. Considerando as especificidades dos Sistemas de Suporte à Decisão (SSD), a carência de instrumentos para avaliar a usabilidade deste tipo de sistema e a necessidade de avaliar o Mdecision (um SSD para ambiente Web) neste quesito, esta monografia aborda a elaboração de um modelo para avaliar a usabilidade a partir de recomendações de diversas normas, como ABNT ISO/IEC e do W3C. O modelo proposto abrange aspectos gerais e especificidades envolvidas na medição de atributos do SSD, além de uma função para obter indicador de usabilidade para cada atributo avaliado. Para validar este modelo, considerou-se um grupo de avaliadores composto por quatro desenvolvedores de software que avaliaram o Mdecision, cujos resultados apontaram itens a serem melhorados tanto no modelo quanto no objeto de avaliação.

Palavras-chave: Qualidade de Software, Usabilidade, Sistemas de Suporte à Decisão.

ABSTRACT

Usability has effect on user satisfaction and it can determine whether or not to adopt a decision support system in different contexts. Given the specificities of Decision Support Systems (DSS), the lack of instruments to evaluate the usability of such systems, and the need to evaluate the Mdecision (a SSD to a Web environment) in this concern, this monograph discusses the development of a evaluation model for usability considering recommendations from various standards such as ISO / IEC, and W3C. The proposed model includes general and specific aspects involved in measuring attributes of SSD, and a function to obtain an indicator of usability for each attribute. To validate this model, it was considered a group of four evaluators composed by software developers that evaluated the Mdecision. The results showed items to be improved both in the model and in the evaluation object.

Key words: quality of software, usability, Decision Support Systems.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	11
<u>1INTRODUÇÃO.....</u>	<u>10</u>
<u>1.1CONTEXTO.....</u>	<u>10</u>
<u>1.2OBJETIVOS E HIPÓTESES.....</u>	<u>11</u>
<u>1.3METODOLOGIA.....</u>	<u>12</u>
<u>1.4ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA.....</u>	<u>13</u>
<u>2QUALIDADE DE SOFTWARE.....</u>	<u>14</u>
<u>2.1CONCEITO.....</u>	<u>14</u>
<u>2.2QUALIDADE DO PROCESSO.....</u>	<u>18</u>
<u>2.3 QUALIDADE DO PRODUTO.....</u>	<u>23</u>
<u>2.4USABILIDADE</u>	<u>25</u>
<u>2.5PADRÕES DE QUALIDADE PARA WEB.....</u>	<u>28</u>
<u>2.6TRABALHOS RELACIONADOS.....</u>	<u>31</u>
<u>3PROCESSO DECISÓRIO E SOFTWARE</u>	<u>37</u>
<u>3.1CONTEXTO HISTÓRICO.....</u>	<u>37</u>
<u>3.2TIPOS DE SOFTWARE</u>	<u>38</u>
<u>3.3SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO.....</u>	<u>39</u>
<u>4 O MODELO DE AVALIAÇÃO PROPOSTO.....</u>	<u>41</u>
<u>4.1DEFINIÇÃO.....</u>	<u>41</u>
<u>4.2AVALIADORES.....</u>	<u>42</u>
<u>4.3ATRIBUTOS.....</u>	<u>43</u>
<u>4.4MÉTODO E UNIDADE DE MEDIÇÃO.....</u>	<u>44</u>
<u>4.5FUNÇÃO E INDICADOR DE USABILIDADE.....</u>	<u>45</u>
<u>5ESTUDO DE CASO.....</u>	<u>47</u>
<u>5.1ESCOPO.....</u>	<u>47</u>
<u>5.2MDECISION.....</u>	<u>48</u>
<u>5.3FORMULÁRIO</u>	<u>50</u>
<u>5.4ANÁLISE DOS RESULTADOS</u>	<u>52</u>
<u>6CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....</u>	<u>56</u>
REFERÊNCIAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 MODELO DE ANÁLISE INTEGRADA.....	16
FIGURA 2 MODELO DE INFORMAÇÃO DE MEDIÇÃO DA ISO/IEC 15939.....	17
FIGURA 3 COMPONENTES DO MODELO MPS.....	22
FIGURA 4 NÍVEIS DO MODELO MPS VS. NÍVEIS DO CMMI.....	23
FIGURA 5 PROBLEMAS DE USABILIDADE IDENTIFICADOS VS. QUANTIDADE DE AVALIADORES	49
FIGURA 6 DIAGRAMA DE CASOS DE USO DO MDECISION.....	51
FIGURA 7 ESTRUTURA DO PROBLEMA NO MDECISION.....	52
FIGURA 8 FORMULÁRIO PARA DESENVOLVEDORES.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. PERCEPÇÃO DOS AVALIADORES.....	55
GRÁFICO 2. DESEMPENHO MÉDIO VS. PESOS.....	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CATEGORIAS DE INFORMAÇÃO MAPEADAS PARA CONCEITOS MENSURÁVEIS E QUESTÕES.....	15
QUADRO 2 - COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE CAPACIDADE E MATURIDADE.....	20
QUADRO 3 – CARACTERÍSTICAS NBR ISO/IEC 9126-1:2003 PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO DE SOFTWARE.....	24
QUADRO 4 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	45
QUADRO 5 - AVALIAÇÕES.....	54

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da contextualização do problema de pesquisa, justificativa, objetivos, metodologia para abordagem e organização da monografia.

1.1 Contexto

De acordo com Costa Neto (2007), as pessoas e entidades estão permanentemente submetidas à ação de decidir, variando das decisões mais simples às mais complexas. Complementando, uma pesquisa realizada por Keefer, Kirkwood e Corner (2004), considerando artigos publicados nos períodos de 1970 a 2001, aponta que a maior parte das aplicações da análise de decisão está direcionada a diversos fins em áreas como: energia, indústria e serviços, medicina, militar e políticas públicas.

Com a evolução tecnológica, as decisões passaram a ser apoiadas por computadores através de sistemas de suporte à decisão (SSD) que oferecem suporte em problemas de seleção, ordenação ou categorização de alternativas. Turban e Aronson (1998) apresentam várias razões para se usar tais sistemas em problemas relacionados à pesquisa e planejamento de mercado; planejamento estratégico e operacional; e apoio às vendas:

- cálculo ou computação rápida;
- redução de custo;
- vantagem competitiva.

A popularização da Internet e evolução das tecnologias *Web* favorecem a execução destes sistemas, promovendo o acesso por diferentes perfis de usuário. Mas para garantir que o resultado do processamento dos dados esteja em conformidade, para se evitar interpretações equivocadas e tornar mais fácil e rápido o processo decisório, é necessário garantir a qualidade do software.

Algumas organizações normalizadoras editam normas técnicas internacionais conjuntas, que são traduzidas e distribuídas no Brasil pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para tratar a qualidade do processo de desenvolvimento de software e a qualidade do produto de software avaliando diversas características, incluindo a usabilidade, que se refere à facilidade de usar e aprender a usar um software (NBR ISO/IEC 9126-1:2003, 2003). A usabilidade é destacada por Xenos (2001) como característica principal para determinação da qualidade de software.

O W3C (2008), Consórcio Internacional para o WWW, que define recomendações sobre acessibilidade de *websites*, considera que um sistema para Internet deve ser perceptível, operável, compreensível e robusto. Como estas características estão diretamente relacionadas à usabilidade, é possível elaborar um instrumento para avaliação da usabilidade, procedendo como em um problema de pesquisa de opinião, em que avaliadores julgam o software em relação a determinados critérios.

Considerando a importância dos Sistemas de Suporte à Decisão no contexto atual e as recomendações ou normalizações que devem ser seguidas ao desenvolver software para Internet, é preciso avaliar a usabilidade do Mdecision, um SSD desenvolvido por Rocha (2009) para ambiente Web, a fim de identificar oportunidades, ameaças e priorizar melhorias. Afinal, sua usabilidade influencia na confiabilidade, rapidez ao decidir e, conseqüentemente, na satisfação do usuário.

Entretanto, pesquisando sobre modelos para avaliação diversos, percebe-se que os mesmos não tratam especificamente sobre a avaliação da usabilidade de sistemas que apóiam a tomada de decisão através da Internet.

1.2 Objetivos e Hipóteses

O objetivo geral dessa monografia é propor um modelo para avaliação da usabilidade do Mdecision, visando a sua melhoria, isto é, desenvolver um instrumento para avaliação, sob a perspectiva dos desenvolvedores de software e dos potenciais usuários, decisores e outros envolvidos em processos decisórios, considerando aspectos da NBR ISO/IEC 9126-1:2003 e recomendações do W3C (2008).

Além disso, são apresentados os resultados obtidos através de um pré-teste realizado com auxílio do Mdecision, que além de ser objeto de avaliação, também permite a estruturação e coleta de dados em problemas de pesquisa de opinião.

O desenvolvimento do trabalho considera algumas hipóteses: O modelo proposto favorece a identificação dos aspectos do Mdecision que precisam ser melhorados; o formulário elaborado para coleta de dados minimiza o erro de resposta; a adoção do Mdecision facilita a estruturação do problema de pesquisa de opinião em questão e favorece a coleta de dados.

1.3 Metodologia

A avaliação da usabilidade pode ser considerada um problema de pesquisa de opinião, ou de mercado, em que avaliadores julgam o software em relação a determinados critérios, preenchendo um formulário. Logo, o Mdecision pode auxiliar neste processo já que permite gerar formulários e acessá-los a partir da Internet, e, após a coleta dos dados, estes podem ser exportados para outro software, como planilha eletrônica, para posterior análise.

Assim, a metodologia abrange as seguintes tarefas:

- Pesquisar sobre qualidade de software, usabilidade e características de SSD;
- Propor um método para avaliação da usabilidade do Mdecision, com base em suas características: cadastro, estruturação e análise de problemas decisórios.
- Identificar avaliadores, agrupando-os como desenvolvedores de software ou potenciais usuários do Mdecision;
- Definir os critérios relacionados à usabilidade, conforme NBR ISO/IEC 9126-1:2003, que consideram os aspectos qualitativos e a percepção do avaliador em relação a cada item observado, através de afirmativas;
- Definir as escalas de avaliação de forma que as afirmativas sejam julgadas segundo a concordância ou discordância por parte do avaliador;
- Elaborar formulário para avaliação da usabilidade, no próprio Mdecision, disponibilizando-os na Internet, para que desenvolvedores de software e potenciais usuários do SSD julguem-no quanto à usabilidade;
- Selecionar uma amostra de avaliadores, especialistas em desenvolvimento de software, a fim de efetuar uma avaliação preliminar e validar o modelo;
- Instruir os avaliadores (da amostra selecionada) sobre as características e uso do Mdecision, através de manual e simulações, sob supervisão do desenvolvedor do Mdecision;

- Solicitar aos avaliadores (da amostra selecionada) que efetuem a avaliação do Mdecision, através de simulações e preencham o formulário para avaliação da usabilidade disponibilizado;
- Identificar, a partir da avaliação preliminar, itens que devem ser melhorados no Mdecision e no formulário de coleta de dados;
- Discutir com os avaliadores (da amostra selecionada) sobre problemas identificados durante a avaliação, a fim de apresentar sugestões de melhoria no Mdecision e no formulário.

1.4 Organização da monografia

O capítulo corrente apresenta a proposta de trabalho, seu contexto, justificativa, objetivos, hipóteses e metodologia. Já os demais capítulos, que compõem esta monografia, tratam dos seguintes itens:

O capítulo 2 apresenta os conceitos da qualidade de software, as abordagens da perspectiva tanto do processo de desenvolvimento quanto do produto de software, considerando as normas vigentes, as características da usabilidade e a qualidade para software disponível em ambiente Web.

O capítulo 3 aborda a tomada de decisões em detrimento da evolução tecnológica, além de apresentar os principais tipos e características de software que auxiliam ao decidir.

O capítulo 4 apresenta o modelo de avaliação, suas características, especificidades envolvidas na medição de atributos do Sistema de Suporte à Decisão e a definição da função para obter indicador de usabilidade.

O capítulo 5 relata sobre o pré-teste do modelo de avaliação da usabilidade de Sistemas de Suporte à Decisão, apresentando como objeto de avaliação e ferramenta de apoio, o Mdecision, um sistema Web que auxilia na coleta de dados em problemas decisórios ou de pesquisa de mercado. Além de sugerir melhorias tanto no instrumento de coleta de dados quanto no Mdecision.

Por fim, são apresentadas as considerações finais, sugestões de trabalhos futuros e referências bibliográficas que fundamentaram a elaboração desta monografia.

2 QUALIDADE DE SOFTWARE

Este capítulo apresenta os conceitos da qualidade de software, as abordagens da perspectiva tanto do processo de desenvolvimento quanto do produto de software, considerando as normas vigentes, as características da usabilidade e a qualidade para software disponível em ambiente Web.

2.1 Conceito

Segundo Bartié (2002), os primeiros conceitos sobre qualidade de software foram apresentados no início dos anos 80, época em que surgiram os padrões editados por diversas instituições, dentre as quais destacam-se ANSI (*American National Standards Institute*), IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), ISO (*International Organization Standardization*), IEC (*International Electrotechnical Commission*) e SEI (*Software Engineering Institute*).

Para atender às exigências do mercado competitivo e fornecer soluções com menor custo diante da evolução tecnológica, as normas são periodicamente atualizadas e novos padrões são introduzidos como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) e o MPS-BR (Melhoria do Processo de Software Brasileiro), comentados no item 2.2.

Pressman (2010) define a qualidade de software como “conformidade com requisitos funcionais e de desempenho explicitamente declarados, normas de desenvolvimento explicitamente documentadas e características implícitas, que são esperadas em todo software desenvolvido profissionalmente”.

A qualidade está relacionada à satisfação do cliente, em termos de custos e benefícios. Apesar da subjetividade envolvida, é possível promovê-la agindo a partir de decisões fundamentadas em indicadores, oriundos da avaliação de alguns conceitos mensuráveis propostos por McGarry *et. al.* (2002) e apresentados no Quadro 1.

Categoria da Informação	Conceito mensurável	Algumas questões relacionadas
1.Cronograma e progresso	<i>Milestone</i> (marco) atingido	O projeto está satisfazendo os marcos definidos no cronograma?
	Desempenho do caminho crítico	As tarefas críticas ou datas de entrega estão mudando?
	Progresso da unidade de trabalho	Como atividades específicas e produtos estão progredindo?
	Capacidade incremental	Capacidades estão sendo entregues como definidos no cronograma em <i>builds</i> incrementais ou <i>releases</i> ?
2.Recursos e custos	Esforço/ empenho da equipe	O esforço está sendo empregado de acordo com o planejado?
	Desempenho financeiro	O projeto está gastando conforme as verbas e os objetivos do cronograma?
3.Tamanho do produto e estabilidade	Tamanho físico e estabilidade	Quanto o tamanho, conteúdo, características físicas ou interfaces do produto estão mudando?
	Tamanho funcional e estabilidade	Quanto os requisitos e funcionalidades relacionadas estão mudando?
4.Qualidade do produto	Precisão funcional	O produto é bom o suficiente para ser entregue ao usuário? Problemas identificados estão sendo resolvidos?
	Manutenibilidade	Quanto custa fazer manutenção no sistema? Quão difícil é mantê-lo?
	Portabilidade	A funcionalidade pode ser executada em plataformas diferentes?
	Usabilidade	A interface gráfica do usuário é adequada e apropriada para operação? Erros operacionais estão nos limites aceitáveis?
	Confiabilidade	Com que frequência o serviço aos usuários é interrompido? As taxas de falhas estão nos limites aceitáveis?
5.Desempenho do processo	Flexibilidade	Com que consistência o projeto implementa os processos definidos?
	Eficiência	O processo é eficiente o suficiente para satisfazer os compromissos correntes e objetivos planejados?
	Efetividade	Que esforço adicional está sendo empregado por causa do retrabalho?
6.Efetividade da tecnologia	Adequação	A tecnologia pode satisfazer todos os requisitos alocados ou tecnologia adicional será necessária?
	Volatilidade	Nova tecnologia representa um risco por causa de muitas mudanças?
7.Satisfação do cliente	Feedback do cliente	Como nossos clientes percebem o desempenho do projeto? O projeto está atendendo às expectativas do cliente?
	Suporte do cliente	Quão rapidamente as requisições de suporte estão sendo tratadas?

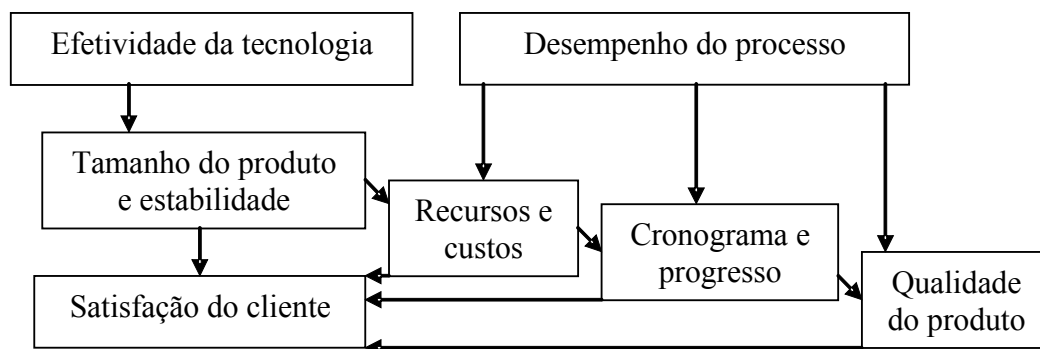
Fonte: adaptado de McGarry, *et. al* (2002)

Quadro 1 - Categorias de informação mapeadas para conceitos mensuráveis e questões

A medição considerando estes conceitos mensuráveis ou características, segundo McGarry, *et. al.* (2002), pode prover dados sobre o passado, presente e futuro, da perspectiva técnica do negócio, que analisados de forma adequada, ajudam a definir objetivos e desempenho esperado do projeto; monitorar o progresso; gerenciar mudanças; identificar riscos e oportunidades; justificar e comunicar decisões baseadas em números, além de contribuir para o aprendizado organizacional e inovação. Mas os autores destacam que é imprescindível o claro entendimento do relacionamento entre qual informação é necessária, o

que é ou pode ser mensurado atualmente, e como as medidas são definidas e combinadas em resultados utilizáveis.

Os conceitos mensuráveis são organizados em categorias de informação esquematizadas na Figura 1.

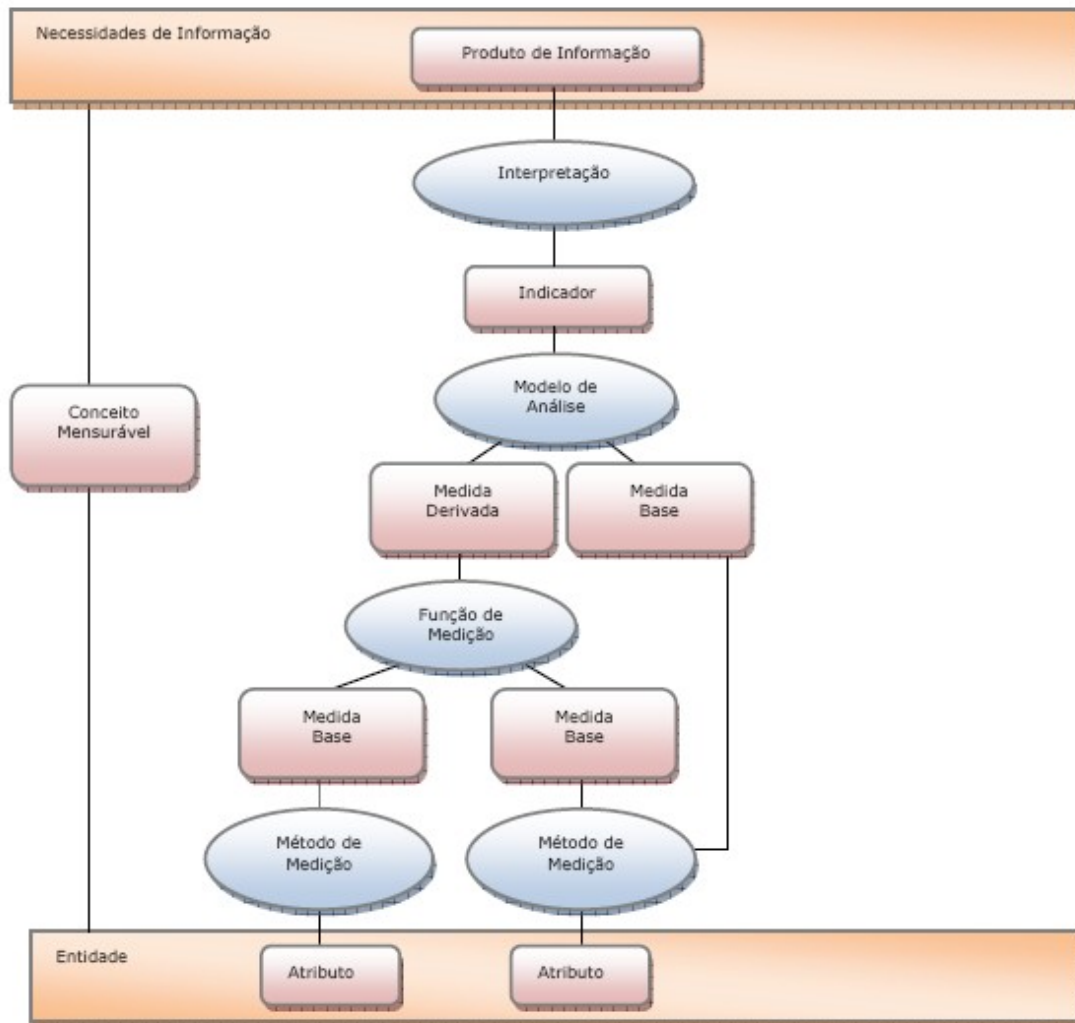


Fonte: adaptado de McGarry, *et. al.* (2002, p.76)

Figura 1 Modelo de análise integrada

Observando a Figura 1, ressalta-se que as categorias de informação não são independentes umas das outras, ou seja, o desempenho de determinada categoria impacta em outras categorias, inclusive a satisfação do cliente é afetada por todas as demais categorias e a qualidade do produto, que abrange o conceito mensurável da usabilidade, também é influenciado por diversas categorias.

No controle da qualidade de um processo ou produto é preciso planejar, executar o que foi planejado, verificar a necessidade de melhoria e melhorar continuamente. Isto caracteriza as etapas de um processo de medição desde a identificação da necessidade da informação até a obtenção do produto de informação que norteará a melhoria, conforme abordado por Barcellos (2009) ao apresentar o processo de medição proposto pela ISO/IEC 15939, que considera um Modelo de Informação de Medição (Figura 2), que estabelece a ligação entre as medidas definidas e as necessidades de informação identificadas.



Fonte: ISO/IEC (2007) *apud* Barcellos (2009, p.14)

Figura 2 Modelo de Informação de Medição da ISO/IEC 15939

O Modelo de Informação de Medição parte do princípio que uma entidade, seja projeto, processo ou produto de software possui atributos que podem ser mensurados usando um método de medição, a partir do qual obtém-se medidas base, que podem ser agregadas por alguma função capaz de gerar indicadores, que interpretados produzem informação capaz de nortear melhorias.

Assim, uma das formas de verificar a satisfação do cliente, ou medir de forma qualitativa, é através da pesquisa de opinião ou de mercado, momento em que o mesmo responde algumas questões ou preenche um formulário impresso ou através da Internet. Outra forma, indicada por Bartié (2002), para garantir a qualidade do produto de software é

aplicando testes sistemáticos nos vários estágios do desenvolvimento. Os resultados dos testes também podem fornecer medidas para o controle da qualidade.

Logo, no contexto da qualidade de software podem ser considerados os aspectos quanto ao processo de produção do software, tecnologia, escopo, entre outros detalhes que influenciam na qualidade do produto final e, conseqüentemente, na satisfação do cliente. Quando o produto de software é executado através da Internet, o perfil do cliente é diverso e difícil de definir a priori, isto aumenta a importância da participação deles na avaliação do produto de software.

2.2 Qualidade do Processo

Bartié (2002, p. 8-17) comenta que as empresas já entenderam que fabricar software “não adequado”, além de prejudicar a imagem da organização, aumenta significativamente os custos totais do desenvolvimento. Isso consome a rentabilidade dos projetos de software, além de ampliar os riscos de insucesso dos projetos existentes. Por isto, o processo de desenvolvimento de software deve ser estruturado e dispor de mecanismos de inibição e impedimento de falhas, possibilitando que os diversos artefatos, gerados durante o ciclo de desenvolvimento, tenham procedimentos que avaliam sua qualidade, possibilitando a identificação prematura de defeitos nesses artefatos.

Segundo Fiorini, Staa e Baptista (1999), no gerenciamento com uma visão por processos (horizontal), os procedimentos são definidos, ou redefinidos, e discutidos por todos os envolvidos, de forma que todos passam a ter uma visão única de como o processo “flui” na organização, entendendo porque o trabalho de cada um é importante no que se refere aos objetivos do processo, além de melhorar a comunicação. Para ele, conhecer os processos significa conhecer como os produtos e serviços são planejados, produzidos e entregues. E, a partir da definição do processo, é possível medir e coletar dados sobre sua execução. Isto dá visibilidade aos gerentes e técnicos sobre o andamento dos projetos, possibilitando ações para controlar suas variações.

Diversas normas e relatórios técnicos tratam da organização ou avaliação do processo de desenvolvimento de software, por exemplo (ABNT, 2011):

- **ABNT NBR ISO/IEC 12207:2009, Engenharia de sistemas e software - Processos de ciclo de vida de software** - que estabelece uma estrutura comum para processos de ciclo

de vida de software, com terminologia bem definida, que pode ser referenciada pela indústria de software. Esta estrutura contém processos, atividades e tarefas que serão aplicadas durante a aquisição de um produto de software ou serviço, e durante o fornecimento, desenvolvimento, operação, manutenção e descontinuidade dos produtos de software;

- **ABNT NBR ISO/IEC 15504-1:2008, Tecnologia da informação - Avaliação de processo Parte 1: Conceitos e vocabulário** - esta parte da ABNT NBR ISO/IEC 15504 provê informações sobre conceitos de avaliação de processo e seu uso em dois contextos, o de melhoria de processo e o de determinação de capacidade de processo. Ela descreve como as partes deste conjunto de Normas se integram e provê orientações para sua seleção e uso. Explica os requisitos contidos na ABNT NBR ISO/IEC 15504 e sua aplicabilidade para realizar avaliações;
- **ABNT ISO/IEC TR 15504-7:2009, Tecnologia da informação - Processos de avaliação Parte 7: Avaliação da maturidade de uma organização** - esta parte explica a expressão dos resultados dos processos em termos de maturidade geral de uma unidade organizacional e a aplicação dos resultados da avaliação da maturidade organizacional, para a melhoria do processo e a determinação de capacidade. Isso define as condições sob as quais os resultados da avaliação de conformidade do processo de capacidade podem ser traduzidos em expressões de maturidade organizacional, assegurando que os resultados sejam objetivos, imparciais, consistentes, comparáveis e representativos das unidades organizacionais avaliadas.

Também, o SEI (*Software Engineering Institute*) organizou o modelo para diagnóstico e avaliação de maturidade do desenvolvimento de software, conhecido como CMM (*Capability Maturity Model*), o qual evoluiu para o CMMI que consiste em uma família de modelos de processos, fundamentada nas melhores práticas, para fornecer às organizações os elementos essenciais de processos, melhorando sua eficácia, eficiência e qualidade, o que irá melhorar seu desempenho.

Este *framework* foi desenvolvido para ser consistente e compatível com a ISO/IEC 15504. Atualmente, existem três modelos CMMI (SEI, 2011):

- **CMMI-DEV (CMMI para o Desenvolvimento)** que fornece um conjunto abrangente e integrado de diretrizes para o desenvolvimento de produtos e serviços, para organizações que desenvolvem *software*, sistemas e *hardware*;

- **CMMI-ACQ (CMMI para Aquisição)** para organizações que adquirem *software*, sistemas ou *hardware* de fornecedores;
- **CMMI-SVC (CMMI para serviços)** para organizações que prestam serviços, por exemplo, de saúde, organizações de logística ou de consultoria.

Também há uma integração de ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*) com CMMI (CMMI CITIL = + ITIL). Esta combinação permite que operações de tecnologia da informação se beneficiem das práticas do CMMI e proporciona uma linguagem comum com interfaces definidas entre as operações e desenvolvimento (SEI, 2011).

Os modelos CMMI são estruturados em um conjunto de áreas de processo que cobrem as práticas relevantes para as organizações de desenvolvimento, aquisição ou serviço. O nível de capacidade pode ser alcançado para cada área de processo, e descreve em que grau o trabalho está estabelecido. Já os níveis de maturidade prescrevem uma seqüência lógica para a melhoria dos processos, representam um ponto de referência, sob o qual uma organização de desenvolvimento pode ser avaliada. O SEI (2010) apresenta uma comparação dos níveis de capacidade e maturidade, conforme Quadro 2.

Nível	Nível de Capacidade	Nível de Maturidade
Nível 0	Incompleto	
Nível 1	Executado	Inicial
Nível 2	Gerenciado	Gerenciado
Nível 3	Definido	Definido
Nível 4		Gerenciado quantitativamente
Nível 5		Otimizado

Fonte: adaptado de SEI (2010)

Quadro 2 - Comparação dos níveis de capacidade e maturidade

De acordo com Asato, Spinola e Silva (2006), cada nível é constituído por um conjunto de áreas de processos, compostas por: objetivos específicos, que descrevem as características únicas que devem estar presentes para satisfazer uma área de processo, evidenciam a implementação da área de processo e podem ser compostos por um conjunto de práticas específicas que são importantes para alcançar o objetivo a ela associado; e objetivos genéricos que são aplicáveis a todas as áreas de processos, evidenciam a institucionalização da área de processo, e podem ser compostos por um conjunto de práticas genéricas.

Assim, a capacidade do processo de software descreve o conjunto de resultados esperados, que pode ser atingido quando se segue o processo de software estabelecido;

enquanto a maturidade do processo de software é o quanto um processo específico é explicitamente definido, gerenciado, medido, controlado e efetivo.

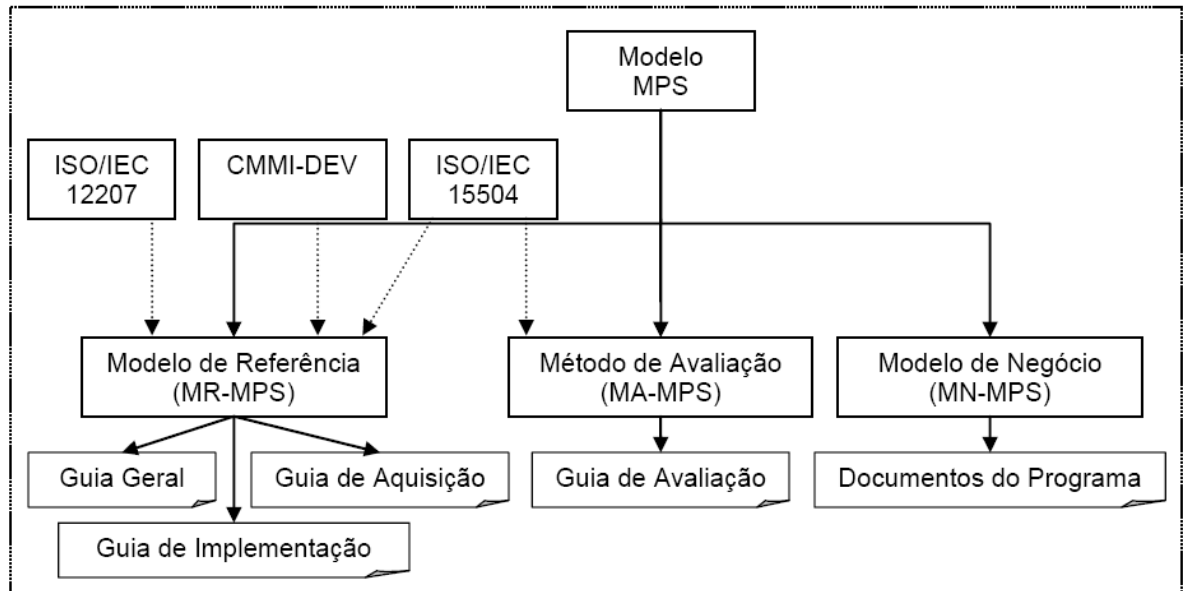
No Brasil, o programa MPS.BR (Melhoria do Processo de Software Brasileiro) foi criado em dezembro de 2003, coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), que conta com apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

De acordo com a Softex (2011), uma das metas deste programa é definir e aprimorar um modelo de melhoria e avaliação de processo de software, visando preferencialmente às micro, pequenas e médias empresas, de forma a atender as suas necessidades de negócio e ser reconhecido nacional e internacionalmente como um modelo aplicável à indústria de software.

O modelo MPS estabelece um modelo de processos de software e um processo e um método de avaliação de processos, cuja base técnica para definição é composta pelas normas internacionais ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504-2 e CMMI-DEV. O modelo MPS possui três componentes (SOFTEX, 2011):

- **Modelo de Referência (MR-MPS)** que define níveis de maturidade que são uma combinação entre processos e sua capacidade. Contém os requisitos que os processos das unidades organizacionais devem atender para estar em conformidade com o MR-MPS, em termos de propósitos e os resultados esperados da execução. Isso permite avaliar e atribuir graus de efetividade na execução dos processos. Também apresenta as definições dos níveis de maturidade, processos e atributos do processo;
- **Método de Avaliação (MA-MPS)** é descrito pelo “Guia de avaliação”, que também descreve os requisitos para avaliadores líderes, avaliadores adjuntos e Instituições Avaliadoras (IA);
- **Modelo de Negócio (MN-MPS)** descreve regras de negócio para implementação do MR-MPS pelas Instituições Implementadoras (II), avaliação seguindo o MA-MPS pelas Instituições Avaliadoras (IA), organização de grupos de empresas pelas Instituições Organizadoras de Grupos de Empresas (IOGE) para implementação do MR-MPS e avaliação MA-MPS, certificação de Consultores de Aquisição (CA) e programas anuais de treinamento do MPS.BR por meio de cursos, provas e *workshops*.

A Figura 3 apresenta a estruturação do modelo MPS em relação aos seus componentes e respectivos guias.



Fonte: Softex (2011)

Figura 3 Componentes do Modelo MPS

Para modelo MPS, a capacidade do processo é a caracterização da habilidade do processo para alcançar os objetivos de negócio, atuais e futuros, estando relacionada com o atendimento aos atributos de processo associados aos processos de cada nível de maturidade; enquanto os níveis de maturidade estabelecem patamares de evolução de processos, caracterizando estágios de melhoria da implementação de processos na organização.

A Figura 4 apresenta o relacionamento entre os patamares de evolução de processos no MPS e no CMMI.

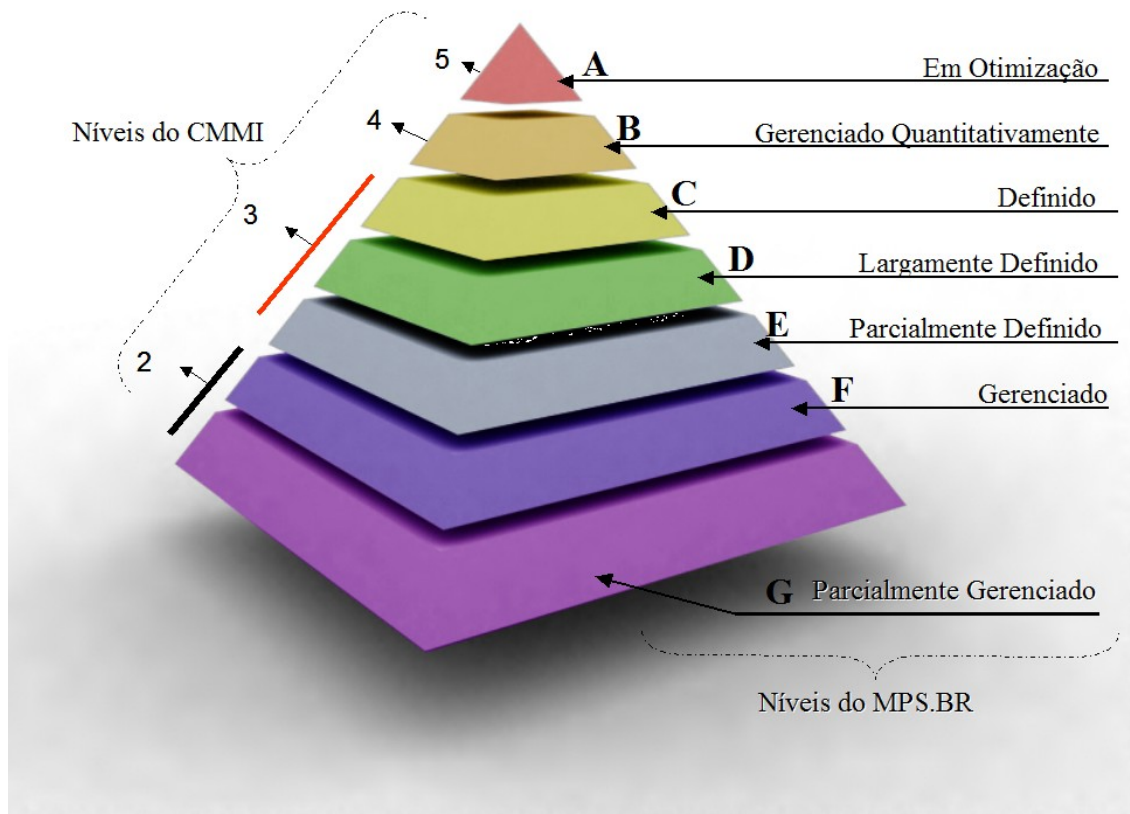


Figura 4 Níveis do Modelo MPS vs. Níveis do CMMI

2.3 Qualidade do Produto

Na visão do usuário um produto de software de qualidade é aquele que atende as suas necessidades; é fácil de usar e funciona no seu ambiente organizacional.

A NBR ISO/IEC 9126-1:2003 define um Modelo de Qualidade utilizado como referência básica no processo de avaliação da qualidade de produto de *software*, sob dois enfoques: (1) modelo de qualidade para aspectos externos e internos, através de seis características, que estão divididas em sub-características; (2) modelo de qualidade para qualidade em uso através quatro características, conforme Quadro 3.

Modelo de Qualidade	Características	Descrição
Aspectos externos e internos	Funcionalidade	A medida da capacidade das funções de um <i>software</i> de satisfazer as necessidades designadas em seu projeto.
	Confiabilidade	Atributos que evidenciam a capacidade do <i>software</i> de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido.
	Usabilidade	A medida do esforço necessário na utilização de um <i>software</i> assim como a avaliação de seu uso pelos usuários.
	Eficiência	A medida do tempo de resposta e do uso eficiente dos recursos do sistema.
	Portabilidade	Atributos que evidenciam a capacidade do <i>software</i> em ser transferido de um ambiente para outro.
	Manutenibilidade	A medida do esforço necessário para fazer modificações ou correções no <i>software</i> .
Qualidade em uso	Efetividade	Capacidade em proporcionar aos usuários a realização de seus objetivos em um contexto de uso específico.
	Produtividade	Capacidade em proporcionar aos usuários a realização de seus objetivos, utilizando uma quantidade apropriada de recursos.
	Segurança	Capacidade em proporcionar aos usuários a realização de seus objetivos com um nível adequado de risco.
	Satisfação	Capacidade do produto de <i>software</i> em satisfazer os usuários em um contexto de uso específico.

Fonte: Rocha *et al.* (2007)

Quadro 3 – Características NBR ISO/IEC 9126-1:2003 para avaliação da qualidade do produto de *software*

Pressman (2010) reforça e comenta sobre essas características, enfatizando a importância da garantia da qualidade de *software* para o sucesso do processo de desenvolvimento e no uso do *software*.

A série de normas conhecida como SQuaRE (*Software product Quality Requirements and Evaluation*) abrange diversas normas, traduzidas ou comercializadas no Brasil pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), dentre as quais destacam-se (ABNT, 2011):

- **ABNT NBR ISO/IEC 25000:2008, Engenharia de software - Requisitos e avaliação da qualidade de produtos de software (SQuaRE) - Guia do SQuaRE**, que fornece uma visão geral do conteúdo do SQuaRE, de seus modelos de referência e definições, bem como o relacionamento entre os documentos. Além de conter explicação do processo de transição ou utilização das séries ISO/IEC 9126 e ABNT NBR ISO/IEC 14598 para o SQuaRE;
- **ABNT NBR ISO/IEC 25030:2008, Engenharia de software - Requisitos e Avaliação da Qualidade de Produto de Software (SQuaRE) - Requisitos de qualidade**, que fornece os requisitos e recomendações para especificação de requisitos de qualidade de produto de software;
- **ABNT NBR ISO/IEC 25001:2009, Engenharia de software - Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software (SQuaRE) - Planejamento e gestão**, que fornece requisitos e recomendações para uma organização responsável por implementar e gerenciar a especificação dos requisitos de qualidade do produto de software e pelas atividades de avaliação da qualidade de software provendo tecnologia, ferramentas, experiências e habilidades de gestão;
- **ABNT NBR ISO/IEC 25020:2009, Engenharia de software - Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software (SQuaRE) - Guia e modelo de referência para medição**, o escopo desta norma é a seleção e construção de medidas de qualidade de produto de software, especialmente, com relação a seu uso em conjunto com outros documentos da série SQuaRE.

2.4 Usabilidade

A usabilidade é uma característica ou conceito mensurável categorizado pela ISO/IEC e McGarry, *et. al.* (2002) em termos de qualidade do produto.

Silva (2003, p. 66) comenta que o termo usabilidade é um conceito chave em IHC (Interação Homem-Computador) que diz respeito a produção de sistemas fáceis de aprender e de usar. Começou a ser usado na década de 80, principalmente nas áreas de psicologia e ergonomia. Entretanto, a primeira norma que definiu o termo usabilidade foi ISO/IEC 9126-1, em 1991, sobre qualidade de software. Sua abordagem é claramente orientada ao produto e ao usuário, pois considera a usabilidade como “um conjunto de atributos de software relacionado ao esforço necessário para seu uso e para o julgamento individual de tal uso por determinado conjunto de usuários”.

Segundo a NBR ISO/IEC 9126-1:2003, a usabilidade refere-se à medida do esforço necessário na utilização de um *software* assim como a avaliação de seu uso pelos usuários. Esta abrange subcaracterísticas:

- **Inteligibilidade** - facilidade para entender a aplicação e utilizá-lo de forma intuitiva;
- **Apreensibilidade** - facilidade para aprender a usar;
- **Operacionalidade** - facilidade para operar e controlar;

Nielsen e Loranger (2007) relacionam a usabilidade à facilidade de uso de algo, mais especificamente, à rapidez com que os usuários podem aprender a usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, se grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la.

De acordo com Rocha (2010) um dos fatores que influencia na usabilidade diz respeito à leitura em tela, pois estudos (BARBOSA, 2004; PEREIRA, 2004) apontam que tal leitura não é bem aceita pelos usuários como nos meios impressos, já que a imagem, formada por pontos, atinge os olhos como luz direta. Este fenômeno pode ser imperceptível ao olho, mas aos poucos vai cansando o leitor e como ele, geralmente, pisca menos nesta circunstância, ocorre o ressecamento e irritação nos órgãos visuais.

Rocha (2010) também considera que ao projetar uma interface gráfica de usuário, o designer deve analisar alguns elementos fundamentais:

- **Cores** que possibilitam uma comunicação eficiente entre sistema e usuário, visto que é um recurso de linguagem simbólico e universal que faz referência a sentidos e sentimentos do ser humano. Além disto, os contrastes e nível de luminosidade quando bem aplicados favorecem a leitura na tela;
- **Leitura**, considerando que o alinhamento ordenado do texto em uma tela facilita a leitura e que um alinhamento mal feito causa movimentos excessivos do olho, na medida em que

não há nenhum percurso óbvio a ser seguido. Além de deixar uma quantidade razoável de espaços vazios e margens, evitando a sobrecarga cognitiva (REATEGUI, 2008). Outra questão está relacionada ao posicionamento do conteúdo, pesquisas realizadas por Owens e Shrestha (2008) indicam que se a informação é colocada no canto superior esquerdo de um *website* com leiaute organizado em duas ou três colunas, ou no centro superior, no caso de três colunas, os usuários podem ser capazes de encontrá-la mais rápido do que se está localizada em outros lugares;

- **Ícones** que devem ser intuitivos, permitindo ao usuário, de maneira reflexa, associá-los à tarefa que deseja realizar. Também estarem bem posicionados para a utilização rápida, próxima de uma reação imediata, fator que gera um maior conforto na busca dos objetivos do usuário e, a partir desta premissa, facilita a navegação e utilização do sistema;
- **Fonte**, neste caso o tipo de letra não deve chamar a atenção visual do leitor em função de seus detalhes, e sim, enfatizar esta mesma atenção à informação a que se deseja transmitir, a fim de proporcionar legibilidade da informação, facilitando a leitura e, não só esta isoladamente, como também a absorção e entendimento das idéias que o texto redigido tem como finalidade transmitir.

A ABNT NBR ISO 9241-11:2011, requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual, parte 11: orientações sobre usabilidade, define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de dispositivos de interação visual, em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. Orientação é dada sobre como descrever o contexto de uso do produto (hardware, software ou serviços) e as medidas relevantes de usabilidade de uma maneira explícita (ABNT, 2011).

Silva (2003) comenta sobre diversas técnicas adotadas ao avaliar a usabilidade do produto de software como:

- **Revisões especializadas** através de heurística, guias de recomendações, inspeção de consistência, navegação cognitiva ou inspeções formais;
- **Testes e estudos laboratoriais** em que há um ambiente propício para ensaios de interação, onde o usuário pode ser observado, tendo suas reações registradas por câmeras, recursos de captura de ações de teclado e mouse, e, algumas vezes, as próprias expressões faciais e corporais;

- **Pesquisa de opinião** em que define-se um instrumento de coleta de dados de forma objetiva, pois quanto mais dirigido para os dados que se pretende analisar, e quanto menos ambíguo, melhor será a eficácia do instrumento. Neste caso, as entrevistas e os questionários também permitem ao avaliador de usabilidade conhecer as experiências, opiniões e preferências dos usuários ao utilizarem determinado sistema.

Sommerville (2004, p.293) considera que a avaliação da interface gráfica de usuário é o processo de analisar sua facilidade de uso e verificar se cumpre os requisitos do usuário. Também aponta que a avaliação sistemática de um projeto de interface com o usuário pode ser um processo dispendioso, mas há técnicas simples e menos dispendiosas, que podem identificar determinadas deficiências do projeto de interface com o usuário e podem ser utilizadas com um grupo de voluntários, antes do lançamento do *software*:

- **Questionários** que coletam informações sobre o que os usuários pensam a respeito da interface gráfica, através de questões precisas e não genéricas;
- Observação dos usuários que trabalham com o sistema, notando os recursos utilizados e erros cometidos;
- **Registro do uso** típico de sistema em vídeo, gravando as sessões com o usuário para análise posterior;
- **Inclusão de software que coleta informações** sobre os recursos mais utilizados e os erros mais comuns.

2.5 Padrões de qualidade para *Web*

WWW (*Word Wide Web*) refere-se a um conjunto de centena de milhares de computadores, pertencentes a diversos indivíduos e organizações independentes, que trabalham em conjunto para compartilhar ou disseminar serviços na Internet.

Stair e Reynolds (2006, p. 249-267) comentam que, em 1991, a *Comercial Internet eXchange (CIX) Association* foi estabelecida para regulamentar a conexão de empresas à Internet. Desde então as empresas a utilizam em várias aplicações, pois os serviços oferecidos pela Internet são muitos e estão em constante expansão: correio eletrônico; mensagens instantâneas; conexão remota (*Telnet*); transferência de arquivos (*FTP- File Transfer Protocol*); *Usenet* e grupos de notícias, em que mensagens são distribuídas por e-mails a

determinado grupo de pessoas; salas de bate-papo; telefonia (VOIP ou *voice-over-IP*) e videoconferência; comércio eletrônico; difusão de programas de rádio ou televisão; compartilhamento de músicas e vídeos, embora controverso; educação à distancia; serviços bancários. Além de execução de *software* aplicativos (editores de texto, planilhas eletrônicas, etc); *bots*, robôs que auxiliam na busca por serviços; e localização geográfica (*Google Earth*, *Maps*), através da navegação por mapas ou imagens captadas por satélites.

Stair e Reynolds (2006, p. 267-277) comentam que os autores de páginas para Internet trabalham com diversas padronizações em constante evolução: HTML (*HyperText Markup Language*) 2.0, criado em 1995 por um comitê, introduziu a possibilidade de uso de formulários para coleta de dados. O HTML 3.0 permite o uso de faixas contendo mensagens ou propagandas; fórmulas matemáticas, entre outras. Porém, navegadores diferentes podem exibir certas páginas de maneira diferente, por isto, determinados recursos podem causar problemas de visualização. Em consequência, os autores de páginas para Internet devem considerar essas inconsistências, superando determinadas limitações da tecnologia e adotando um conjunto limitado de ferramentas na elaboração de páginas que sejam atraentes. Além disto, como a quantidade de tráfego na Internet é muito grande, gargalos no desempenho dos serviços podem ocorrer com certa frequência, fraudes ou ataques maliciosos também podem ocorrer; logo, deve haver preocupação com o desempenho, a confidencialidade e a segurança.

No processo de desenvolvimento de software para *Web*, recomendações devem ser seguidas para que o mesmo seja adotado por usuários diversos. Abordando esta questão, o W3C(*World Wide Web Consortium*), principal organização internacional que propõe padrões para a *World Wide Web*(WWW), define as “Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo *Web* (WCAG)”, de forma que o conteúdo publicado na Internet seja acessível por um amplo grupo de pessoas, incluindo as com deficiências como: cegueira, baixa visão, baixa audição, dificuldades de aprendizagem, limitações cognitivas, limitações de movimentos, incapacidade de fala, foto sensibilidade e suas combinações. As recomendações WCAG consideram que um sistema para Internet deve ser perceptível, operável, compreensível e robusto (W3C, 2008).

O W3C foi fundado em 1994 visando garantir a compatibilidade e concordância entre os membros da indústria na adoção de novos padrões, através de um conjunto de princípios fundamentais e componentes que promovem a consistência entre as páginas *Web*. Muitas das suas normas definem os níveis de conformidade, que os desenvolvedores podem seguir e para

verificar a conformidade, disponibiliza ferramentas *on line* (<http://validator.w3.org/>) para auxiliar os desenvolvedores de software para Internet a verificar se seu produto atende às recomendações WCAG, a partir da validação de marcação de documentos nos padrões: HTML, XHTML (*eXtensible Hypertext Markup Language*), entre outros; e da verificação de erros ou de uso impróprio de CSS (*Cascading Style Sheets*), muito adotado para formatar a apresentação do conteúdo *Web*. Assim, estas ferramentas também alertam sobre potenciais riscos à usabilidade.

Gabrieli, Cortimiglia e Ribeiro (2007), fundamentados nos estudos de Princeton (2002), Furquim (2004), Tombros, Ruthven e Jose (2005), Song e Zahedi (2005) sobre avaliação de qualidade em *websites*, consideram que tanto a percepção dos usuários, quanto a dos especialistas em desenvolvimento indicam a importância do conteúdo informacional no projeto de *websites*. Mas ressaltam que os aspectos de navegação (organização, facilidade de acesso e compreensão da estrutura) e forma (qualidade estética, adequação de formas e cores, compreensão de simbologia, entre outros) não podem ser relegados a segundo plano.

A ABNT NBR ISO 9241-151:2011, Ergonomia da interação humano-sistema, parte 151: Orientações para interfaces de usuários da *World Wide Web*, é parte da ABNT NBR ISO 9241 que fornece orientação sobre o projeto centrado no ser humano para interfaces de usuário de software na *Web*, com o objetivo de aumentar a usabilidade. As interfaces *web* de usuários atendem tanto a todos os usuários da Internet quanto aos grupos fechados de usuários, como os membros de uma organização, clientes e/ou fornecedores de uma empresa ou outras comunidades específicas de usuários (ABNT, 2011).

Miller (2000) *apud* Pressman (2010, p.456) apresenta diversas dimensões da qualidade que precisam ser testadas, quando trata de aplicações *Web*, dentre as quais destacam-se:

- **Conteúdo** – é necessário avaliar a correção, consistência e ausência de ambigüidade em documentos textuais;
- **Função** – é testada quanto à correção, instabilidade, além de identificar falta de conformidade com os requisitos do cliente;
- **Estrutura** – é avaliada para garantir que o conteúdo e função sejam extensíveis e possam ser mantidos à medida que novo conteúdo ou funcionalidade é adicionado;

- **Usabilidade** – é testada para garantir que cada categoria de usuário seja apoiada pela interface, que o usuário possa aprender e aplicar toda a sintaxe e semântica de navegação necessária;
- **Navegabilidade** – é testada para garantir que toda a sintaxe e semântica de navegação sejam exercitadas para descobrir quaisquer erros de navegação, por exemplo: *links* inativos, impróprios ou errados;
- **Desempenho** – é testado sob uma variedade de condições de operação, configurações e carga para garantir que o sistema responda à interação com o usuário e manipule carregamento máximo sem degradação operacional inaceitável;
- **Compatibilidade** – é testada pela execução da aplicação *Web* em uma variedade de configurações hospedeiras, tanto do lado do cliente quando do lado do servidor. A intenção é encontrar erros específicos de determinada configuração hospedeira;
- **Interoperabilidade** – é testada para garantir que aplicações *Web* tenham interfaces adequadas com outras aplicações ou banco de dados;
- **Segurança** – é testada para avaliar potenciais vulnerabilidades e tentativa de explorar cada uma. Qualquer tentativa de invasão bem sucedida é considerada falha de segurança.

Pressman (2010, p.466) comenta que o teste de usabilidade é similar ao teste de semântica de interface, pois também avalia o grau em que os usuários podem interagir efetivamente com aplicações *Web* e o grau em que estas aplicações dirigem as ações dos usuários, fornecem realimentação significativa e impõe uma abordagem de interação consistente.

O primeiro passo no teste é identificar um conjunto de categorias de usabilidade e estabelecer os objetivos de teste para cada uma delas. As categorias seguintes ilustram a abordagem: interatividade, leiaute, legibilidade, estética, características de exibição, sensibilidade ao tempo, personalização e acessibilidade.

2.6 Trabalhos Relacionados

Questões partindo de definições já consolidadas pela comunidade de engenharia de software, por meio de normas, técnicas ou ferramentas, são tratadas em diversas pesquisas

que investigam a avaliação da qualidade de software, em termos de usabilidade, conforme experiências resumidas a seguir, porém, não tratam especificamente sobre a avaliação da usabilidade de sistemas que apóiam a tomada de decisão através da Internet.

A avaliação heurística proposta por Nielsen e Molich (1990) é um método adotado para encontrar problemas no design de interfaces e corrigi-los. Esse método envolve um pequeno grupo de avaliadores que examinarão as interfaces de maneira impessoal, julgando se elas atendem adequadamente às suas necessidades porque, segundo Nielsen e Landauer (1993), cinco avaliadores tendem a encontrar cerca de 75% dos problemas de usabilidade.

Vilella (2003) destacou a publicação de Nielsen e Tahir (2002) que propõe 113 diretrizes de usabilidade para analisar especificamente a usabilidade de homepages. E, fundamentado nestas, estabeleceu uma lista de seis parâmetros e 22 critérios para a análise do conteúdo dos portais de Governo Eletrônico. Para a dimensão usabilidade, foram considerados: planejamento visual/gráfico; navegação; *links*; interface e acessibilidade, adotando a abordagem da inspeção de usabilidade, através da análise heurística.

Segundo a autora, os critérios foram aplicados na avaliação de cinco portais que revelaram algumas informações bastante relevantes sobre o estágio de desenvolvimento dos portais estaduais brasileiros, sobre suas características mais marcantes, suas forças e fraquezas.

Silva (2003) apresentou um modelo para avaliação da usabilidade de software, cujos critérios para aferição da usabilidade envolvem: auditabilidade, auto-instrução, documentação, facilidade de instalação, glossário, help on-line, mensagens, navegação, padronização, precisão, prevenção contra erros, reaproveitamento de dados, recuperação de dados, resistência aos erros, segurança, tempo de processamento. E, o cálculo do valor do fator de usabilidade é realizado através de uma equação, baseada na metodologia da CELEPAR (Companhia de Informática do Paraná), considerando os dados coletados através de dois questionários e classificados através das seguintes técnicas:

- **Técnica para classificação dos critérios da usabilidade em ordem de prioridade (pesos)**, dependendo da área de aplicação do software, para coleta de dados referente à prioridade dos critérios de acordo com a opinião dos usuários de cada área a ser avaliada;

- **Técnica para classificação dos critérios da usabilidade em ordem de qualidade** que é o estudo da satisfação dos usuários em relação à qualidade de um determinado produto de software utilizado em uma área selecionada.

Um pré-teste deste modelo, realizado por Silva (2003), considerou a opinião de 20 usuários sobre o APLAT (Gestão Integrada e Padronizada da Plataforma) uma solução para gestão, otimização, integração e controle dos processos administrativos das plataformas, na Bacia de Campos, cidade de Macaé. Os resultados da análise desta avaliação evidenciaram um fator da usabilidade categorizando-o como excelente (8,00).

Outro produto de software avaliado por Silva (2003), com os questionários reformulados após a fase do pré-teste, foi o SGH (Sistema de Gestão Hospitalar). Os resultados obtidos são baseados em uma amostra de 50 usuários, cuja análise evidencia um fator da usabilidade categorizando-o como bom (5,66). Nesta pesquisa, a usabilidade também foi avaliada considerando o perfil dos usuários através do tempo de experiência do usuário em relação ao produto de software SGH e setor do hospital no qual o usuário atua. Desta forma, pode-se verificar a variação da usabilidade de acordo com o perfil dos usuários. Os resultados evidenciaram que a diferença entre os setores não foi suficiente para causar mudanças relevantes no fator da usabilidade, mas que quanto maior o tempo de experiência do usuário, menor foi o fator de usabilidade, ou seja, maior a insatisfação do usuário.

A partir deste estudo, a autora concluiu que é possível classificar os produtos de software avaliados em relação ao grau de usabilidade que apresentam, ou seja, em relação à satisfação dos usuários. Além de poder identificar os critérios que não satisfazem as necessidades dos usuários e viabilizar as informações necessárias para a melhoria dos critérios considerados insatisfatórios, de modo que as necessidades dos usuários sejam satisfeitas e que o produto avaliado atinja o grau de qualidade desejado.

Também, o LabIUtil (Laboratório de Utilizabilidade da Informática), embora desativado desde 2003, mantém em seu *site* o ErgoList, um sistema de listas de verificação de qualidades ergonômicas do software, desenvolvido em 1997, e o UseMonitor que é uma ferramenta para analisar aplicações Web produzindo medidas sobre a usabilidade.

O ErgoList apresenta recomendações e *Checklists* de usabilidade associados a dezoito critérios, fundamentados nos oito principais critérios ergonômicos propostos por Bastien e Scapin (1993): condução, carga de trabalho, controle explícito, adaptabilidade, gestão de

erros, consistência, significado dos códigos e compatibilidade. Os critérios considerados pelo ErgoList são resumidos por LabiUtil (2011) e apresentados a seguir:

- **Condução** - refere-se aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.). Envolve os seguintes subcritérios:
 - o **Agrupamento por Localização** - diz respeito ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes. Esse critério também diz respeito ao posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe;
 - o **Agrupamento por Formato** - diz respeito mais especificamente às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma dada classe, ou que indicam ainda distinções entre classes diferentes ou distinções entre itens de uma dada classe;
 - o **Presteza** - diz respeito igualmente às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual ele se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e seu modo de acesso;
 - o **Feedback** - diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário. De todo modo, uma resposta rápida deve ser fornecida com informações sobre a transação solicitada e seu resultado;
 - o **Legibilidade** - diz respeito às características lexicais das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura dessa informação (brilho do caractere, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.);
- **Concisão** - diz respeito à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais;
- **Ações Mínimas** - diz respeito à carga de trabalho em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa;
- **Densidade Informacional** - diz respeito à carga de trabalho do usuário de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação apresentados aos usuários, e não a cada elemento ou item individual;

- **Ações Explícitas** – refere-se às relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. Essa relação deve ser explícita, isto é, o computador deve processar somente aquelas ações solicitadas pelo usuário e apenas quando solicitado a fazê-lo;
- **Controle do Usuário** – refere-se ao fato de que os usuários deveriam estar sempre no controle do processamento do sistema (por exemplo, interromper, cancelar, suspender e continuar). Cada ação possível do usuário deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser oferecidas;
- **Flexibilidade** – refere-se aos meios colocados à disposição do usuário que lhe permitem personalizar a interface, a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho. Corresponde também ao número das diferentes maneiras à disposição do usuário para alcançar um certo objetivo;
- **Experiência do Usuário** - diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário;
- **Proteção contra erros** - diz respeito aos mecanismos empregados para detectar e prevenir os erros de entradas de dados, comandos, possíveis ações de consequências desastrosas e/ou não recuperáveis;
- **Mensagens de Erro** - a qualidade das mensagens refere-se à pertinência, à legibilidade e à exatidão da informação dada ao usuário, sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.) e sobre as ações a executar para corrigi-lo;
- **Consistência** - refere-se à homogeneidade, ou seja, forma na qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas, em contextos idênticos, e diferentes, em contextos diferentes;
- **Significados** – referem-se ao significado dos códigos e denominações correspondentes à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução, podendo levá-lo a selecionar uma opção errada;
- **Compatibilidade** - refere-se ao acordo que possa existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e as tarefas, de uma parte, e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação, de outra.

O módulo *Checklist* do ErgoList ajuda a realizar uma inspeção da qualidade ergonômica da interface com o usuário do software, pois para cada critério são apresentadas

diversas questões que podem ser respondidas através da Internet. Porém, o LabIUtil (2011) salienta que a abrangência da ferramenta não foi testada, de modo que as inspeções de natureza profissional devem ser apoiadas por listas de verificação testadas, como as da norma ABNT NBR ISO 9241-11:2011.

Quanto ao projeto UseMonitor, de acordo com Cybis (2011), define um conjunto de ferramentas para a análise de dados de *log* orientada à tarefa e à produção de medidas de usabilidade, pois podem fornecer uma visão bastante precisa sobre a eficiência do usuário em tarefas bem sucedidas. Mas ressalta que a visão sobre a eficácia dos usuários nas tarefas não será tão precisa, a não ser que UseMonitor esteja associado com uma estratégia de teste a distância ou de uso induzido do site.

Amaral *et al.* (2006) avaliaram a usabilidade do Sistema Interativo de Avaliação para Ambientes E-learning (SIA-AE) aplicando duas técnicas em conjunto:

- **Análítica**, também chamada de preditiva, de inspeção ou diagnóstica, que busca prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta de usuários, mas a partir conhecimento de um especialista inspecionando a conformidade ou a partir de listas de verificação (*checklist*). A ferramenta adotada foi o ErgoList, que propõe 194 questões das quais 87 obtiveram resposta afirmativa (45%), 62 obtiveram resposta negativa (32%) e 45 não puderam ser aplicadas ao SIA-AE (23%);
- **Prospectiva** que busca a opinião do usuário em relação à sua satisfação ao interagir com o sistema, propondo um questionário composto por 33 questões fechadas (onde o usuário assinala uma dentre um conjunto de alternativas) e 2 questões abertas (onde o usuário escreve livremente a sua opinião). Aproximadamente 42% dos 31 usuários do SIA-AE contatados responderam o questionário.

Os autores observaram que a interface do SIA-AE apresentou inúmeras não conformidades, mas no geral foram obtidos mais resultados positivos (58% no ErgoList e 63% no questionário) do que resultados negativos em ambas as técnicas. E, ressaltaram que dentre os resultados obtidos, vários foram encontrados simultaneamente em ambas as técnicas, no entanto a maioria deles ocorreu exclusivamente em uma técnica, o que mostra a importância da aplicação de várias técnicas em conjunto a fim de obter resultados mais completos e confiáveis.

3 PROCESSO DECISÓRIO E SOFTWARE

Este capítulo aborda a tomada de decisões em relação à evolução tecnológica, além de apresentar os principais tipos e características de software que auxiliam na tomada de decisão.

3.1 Contexto Histórico

Stair e Reynolds (2006, p. 369-371) destacam que toda empresa precisa tomar decisões com agilidade e eficácia antes que possa atingir seus objetivos e metas. Também, no cotidiano, as pessoas estão envolvidas em problemas decisórios que caracterizam-se por uma necessidade de avaliação de um conjunto de alternativas, em relação a determinadas características, para que se realize uma escolha ou decisão (Costa, 2002).

Rocha (2009) resume sobre a evolução no tratamento de problemas decisórios, considerando os relatos de Pereira (2003) e Doumpos e Zopounidis (2004), com destaque para os seguintes marcos históricos:

- **1738** - Bernouilli definiu o princípio da utilidade;
- **1770** - Jean-Charles de Borda, da Academia de Ciências de Paris, realizou os primeiros estudos no campo do suporte à decisão multicritério, originando o método de Borda;
- **1785** - o Marquês de Condorcet, partindo do método de Borda, propôs a introdução da relação de preferência;
- **1896** - Pareto apontou princípios para tratar problemas decisórios na presença de múltiplos critérios conflitantes;
- **1944** - Von Neumann e Morgenstern, fundamentados na pesquisa de Pareto, associaram os problemas decisórios à teoria da utilidade;

- **1965** - Fishburn estudou a extensão da teoria da utilidade em problemas com múltiplos critérios, contribuindo com a escola americana;
- **1968** - Roy, da escola francesa, introduziu as relações de subordinação.

Weistroffer, Smith e Narula (2005) destacam que os sistemas desenvolvidos na década de 70 eram essencialmente orientados para o estudo de problemas de programação matemática com múltiplos objetivos para propósitos acadêmicos, não tinham capacidade de representação visual, essencialmente devido à capacidade limitada da tecnologia de computadores daquela época. Entretanto, na década de 80 a ênfase mudou, visando fornecer suporte aos decisores em problemas multicritério. A maioria dos sistemas de suporte à decisão provê interface gráfica que ajuda a visualizar os efeitos de mudanças nos parâmetros do problema.

Stair e Reynolds (2006, p. 369-371) indicam que a partir da década de 80 melhorias dramáticas na tecnologia e a popularização da Internet, resultaram em sistemas de informação menos dispendiosos e mais poderosos, promovendo o uso de computadores pessoais para diversas tarefas, inclusive no suporte à decisão.

Atualmente, métodos adotados em pesquisas de mercado e os métodos multicritério de auxílio à decisão, normalmente, são executados com apoio de sistemas computacionais, alguns disponíveis na Internet. Isto requer atendimento aos aspectos de qualidade como: usabilidade, acurácia, confidencialidade e segurança dos dados.

3.2 Tipos de Software

Diversos tipos de *software* são adotados para auxiliar em processos decisórios, alguns possuem características específicas conforme elementos da problemática de decisão que se deseja resolver, ou a fim de viabilizar a execução de um determinado método cientificamente elaborado. Stair e Reynolds (2006, p. 369-371) destacam as seguintes categorias de *software*:

- **Sistemas de Informação Gerencial (SIG)** que raramente são usados para resolver problemas decisórios complexos, mas fornecem informações que apóiam as decisões em nível gerencial ou operacional, do cotidiano de uma organização;
- **Sistemas de Informação e Marketing (SIM)** que auxiliam nas decisões sobre o que produzir de acordo com a demanda. Bazanini (2007, p. 350) considera o como um

conjunto de procedimentos e de fontes utilizados para obter informações quantitativas e qualitativas, de maneira periódica, sobre eventos no mercado; e sistema de apoio a decisões em marketing como sendo usado em simulações de cenários;

- **Sistemas de Suporte à Decisão (SSD)** que oferecem suporte em problemas de seleção, ordenação ou categorização de alternativas. Date (2004, p. 590) define o como sistema que ajuda na análise das informações do negócio, cuja idéia básica é coletar dados, reduzi-los a uma forma que possa ser usada para analisar o comportamento do negócio e modificar este comportamento de maneira inteligente.

3.3 Sistemas de Suporte à Decisão

Turban e Aronson (1998) comentam que o uso de sistemas de suporte à decisão oferece apoio técnico, pois os dados podem ser armazenados por computadores que os relaciona em simulações complexas, a fim de checar diversos cenários possíveis e estimar impactos, além de transmitir dados rapidamente e com economia. Consequentemente, mantém a qualidade das decisões. Outro aspecto refere-se ao fato desta máquina superar os limites cognitivos do homem ao processar e armazenar informações, uma vez que o cérebro do ser humano tem limitações ao resolver problemas quando diversas informações e conhecimentos são requeridos. Também citam algumas características ideais de um SSD: ser formado por programas semi-estruturados, atender a gerentes de diferentes níveis, permitindo decisão individual ou em grupo, proporcionando escolhas inteligentes, facilitando a formulação do problema pelo usuário, além de ser adaptável, flexível e amigável com o usuário.

Rocha (2009) comenta sobre alguns sistemas que implementam métodos multicritério de auxílio à decisão, que são executados sobre a plataforma Windows:

- **ELECTRE TRI**, Versão 2.0 demo, que executa o método da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*), com a finalidade de classificar alternativas;
- **ELECTRE III/IV**, versão 3.1b demo, que executa os métodos ELECTRE III e IV;
- **IPÊ**, versão 1.0, que executa o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (1991);
- **M-MACBETH**, versão 1.1, executa o método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique*), criado por Bana e Costa e Vansnick (1994);

- **VIP Analysis** , versão 1.0, executa o método VIP (*Variable Interdependent Parameter Analysis*) (DIAS e CLÍMACO, 2000).

Além destes, são apresentados outros desenvolvidos para ambiente *Web*, como:

- **Joint Gains** auxilia em problemas de negociação (EHTAMO, KETTUNEN E HÄMÄLÄINEN, 2001);
- **Opinions-Online** é um sistema de suporte à decisão em grupo que pode ser usado em eleições e pesquisas de mercado;
- **RICH Decisions** é baseado no método RICH (*Rank Inclusion in Criteria Hierarchies*) (SALO e PUNKKA, 2005);
- **Smart-Swaps** baseia-se nos métodos *Even Swaps* e *Smart Choices* (MUSTAJOKI e HÄMÄLÄINEN, 2005);
- **Web-HIPRE** implementa os métodos *Value Tree* e AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (MUSTAJOKI e HÄMÄLÄINEN, 2000);
- **CIVS** (*Condorcet Internet Voting Service*) elaborado para conduzir processos eleitorais e pesquisas de mercado (MYERS, 2007);
- **Mdecision** implementa os métodos Condorcet, de Borda e média ponderada para tratar problemas multicritério e permite a coleta de dados em pesquisas de mercado (ROCHA, 2009).

Estes sistemas abrangem funcionalidades afins como: cadastro e estruturação de problemas decisórios, registro de avaliações para determinadas alternativas, considerando critérios ou características mensuráveis qualitativamente ou quantitativamente. A partir dos valores associados a cada alternativa, as alternativas podem ser ordenadas ou classificadas segundo um método de auxílio à decisão. A satisfação do usuário em relação à facilidade de uso, ao executar tais funcionalidades, caracteriza a usabilidade.

4 O MODELO DE AVALIAÇÃO PROPOSTO

Este capítulo apresenta o modelo de avaliação, suas características, especificidades envolvidas na medição de atributos do Sistema de Suporte à Decisão e a definição da função para obter indicador de usabilidade para cada atributo avaliado.

4.1 Definição

No escopo dos Sistemas de Suporte à Decisão, identificar os pontos do software que interferem na usabilidade e o quanto interferem para priorizar melhorias, se traduz em uma necessidade de informação fundamental, pois este aspecto influencia na confiabilidade e rapidez ao decidir. Então, é preciso definir uma estrutura e procedimentos para medir determinados atributos do SSD.

Mas, segundo McGarry, *et. al.* (2002) a definição da medição não depende somente da necessidade de informação, porque um efetivo processo de medição requer o entendimento do contexto em que o projeto está inserido, no qual a medição ocorre. Isto ajuda a identificar medições que não podem ser implementadas por restrições técnicas ou financeiras.

Portanto, neste trabalho, são considerados alguns componentes da estrutura de medição, propostos por McGarry, *et. al.* (2002) adaptados e mapeados para as especificidades de SSD:

- **Entidade** – refere-se ao SSD avaliado;
- **Atributo** – também denominado critério, é identificado como propriedade ou característica da entidade que pode ser mensurado quantitativamente ou qualitativamente, por meios automatizados ou humanos;
- **Medida base** – é a medida de um atributo simples, definido por método de medição específico. É funcionalmente independente de todas as outras, e envolve associar um valor à medida base, especificando um intervalo ou tipo

de valor esperado a fim de ajudar a verificar a qualidade dos dados coletados;

- **Método de medição** – sequência lógica de operações que envolvem atividades como contar ocorrências ou observar a passagem do tempo. Tipos de métodos: subjetivo, a quantificação envolve julgamento humano, através de escalas, neste caso, o método de medição mapeia a magnitude do atributo medido para um valor na escala; objetivo, a quantificação é baseada em regras numéricas, proporcionando maior acurácia e repetitividade, por isto é preferível;
- **Unidade de medição** – tipo adequado para expressar a magnitude de determinado atributo (reais, metros, horas, minutos, dias). Somente quantidades expressas no mesmo tipo podem ser diretamente comparadas para originar medidas derivadas;
- **Função de medição** – algoritmo ou equação que combina valores para gerar medidas derivadas ou indicadores;
- **Indicador** – é uma medida que provê uma estimativa ou avaliação de atributos específicos, derivado de um modelo de análise relacionado à necessidade de informação definida. É a base para a tomada de decisão;
- **Critério de decisão** – é traduzido neste trabalho como **valor limite** para não confundir com o termo critério adotado para referenciar atributo. É um limiar numérico, resultado esperado, limite usado para determinar a necessidade de ação, investigação ou para indicar o nível de confiança de um resultado obtido. Ajuda a interpretar os resultados da medição e deve ser derivado de dados históricos, planos, heurísticas ou computado a partir de limites de controle estatístico ou limites de confiança estatísticos.

Os itens a seguir detalham a estrutura e procedimentos para avaliação do SSD.

4.2 Avaliadores

A adoção do modelo de desenvolvimento de software iterativo sugere a participação dos usuários no processo de validação do mesmo no intuito de definir as novas iterações, ou seja, os usuários potenciais ou envolvidos no processo podem testar determinada versão e então indicar o que pode ser melhorado, modificado ou incrementado no sistema.

Este processo pode ser organizado em diversos níveis desde o técnico ao operacional. O nível técnico abrange a participação da equipe desenvolvedora do software ou de especialistas em desenvolvimento que não fazem parte desta equipe, enquanto o nível operacional está relacionado a ouvir o usuário final ou potencial (especialistas ou envolvidos em processos decisórios), a fim de avaliar a qualidade do produto de software.

Assim, a proposta é agrupar os avaliadores em desenvolvedores de software ou decisores, de forma que cada grupo avalie o SSD sob uma perspectiva diferente, preenchendo um formulário elaborado com linguagem adequada ao perfil do avaliador, pois isto minimiza o erro de resposta e inconsistência nos dados.

A análise e interpretação dos resultados da avaliação destes grupos podem indicar pontos em comum ou divergências, indicando a necessidade de discussão a cerca de restrições ou oportunidades de melhoria do SSD.

4.3 Atributos

O modelo de qualidade proposto pela NBR ISO/IEC 9126-1:2003 (vide Quadro 3) foi adotado como referência, pois cada característica pode ser traduzida em um ou mais critérios ou atributos (itens) que os usuários poderão julgar, quando observam ou usam o SSD. Neste caso, a característica considerada refere-se à usabilidade, através de suas subcaracterísticas relacionadas às características recomendadas pelo W3C para software para Internet, conforme Quadro 4.

De acordo com Silva (2003, p. 60-65), a padronização consiste na utilização de um modelo único dentro do software para nomes e disposição dos campos na tela, relatórios, além de procedimentos; o manual para usuário refere-se a um tipo de documentação que deve ser claro, detalhado e abrangente, permitindo que o usuário possa conhecer todo o potencial do software; enquanto as mensagens representam a capacidade do software interagir com o usuário, utilizando-se de um vocabulário comum, exibidas constantemente em uma posição da tela, de forma clara e objetiva. Já a navegabilidade refere-se à facilidade de caminhar entre funções do sistema respeitando a segurança de acesso e possibilitando a passagem de parâmetros para uma nova função.

Característica ISO/IEC 9126-1		Recomendações	Itens Avaliados
Usabilidade	Subcaracterística	WCAG	
	Inteligibilidade (facilidade para entender a aplicação e utilizá-lo de forma intuitiva)	Perceptível e compreensível	Design e Padronização da Interface Gráfica de Usuário do Mdecision
	Apreensibilidade (facilidade para aprender a usar)		Manual para usuário
	Operacionalidade (facilidade para operar e controlar)	Operável e robusto	Mensagens emitidas pelo Mdecision Navegação e tempo de resposta do Mdecision

Quadro 4 - Critérios de avaliação

Dependendo das especificidades de cada SSD e do perfil dos avaliadores, os itens do modelo devem ser decompostos em frases afirmativas ou interrogativas que serão analisadas, em termos de importância e valor, pelos avaliadores. A sugestão é decompor os itens em relação às funcionalidades do Mdecision, a fim de identificar a satisfação do usuário em relação ao cadastro e estruturação de problemas decisórios; registro de avaliações para determinadas alternativas, considerando critérios ou características mensuráveis qualitativamente ou quantitativamente; execução do método de auxílio à decisão; e visualização dos resultados.

Para isto são elaborados formulários ou questionários, que se bem organizados e associados a procedimentos de coleta de dados consistente favorecem a coleta de dados que, ao serem analisados, evidenciam problemas de uso do sistema por todo um grupo de usuários, como por usuários divididos em perfis, por usuários em determinado ambiente operacional ou realizando certa tarefa. Para isto, tais instrumentos devem ser validados através de pré-testes com uma amostra de avaliadores.

4.4 Método e Unidade de Medição

Os critérios de avaliação consideram os aspectos qualitativos e a percepção do avaliador em relação a cada item observado. Considerando a subjetividade, tal percepção pode ser traduzida em termos quantitativos com o auxílio de escalas adequadas, para medir as características dos objetos de avaliação. Este processo consiste em associar números a um

objeto que, segundo uma regra estabelecida, possam representar as quantidades de suas características ou atributos. Logo, não medimos o objeto em si, mas suas características (MATTAR, 2005, p. 212).

Segundo Mattar (2005, p. 219), as escalas também podem ser usadas para medir atitudes, ou seja, medir as crenças dos avaliadores em relação aos atributos do objeto observado, os seus sentimentos em relação às qualidades esperadas desses atributos.

As técnicas de escalas, segundo Malhotra (2006), podem ser comparativas, comparam um objeto que está sendo avaliado com outro, ou não comparativas. A partir dos estilos:

- **Contínua** (escala gráfica) que permite ao avaliador fazer uma marca, no local que julgar adequado, numa linha previamente delimitada. Neste caso, são definidos os limites: inferior e superior, e de acordo com a posição da marca é possível calcular o valor associado;
- **Itemizada** que apresenta números e/ou breve descrições associadas às categorias que são ordenadas. Neste caso, previamente, precisam ser definidos: o número par ou ímpar de categorias, que determinará o balanceamento ou não da escala; a natureza e gradação da descrição verbal e o formato ou a configuração da escala. Exemplos de escalas itemizadas: Likert, diferencial semântico e Stapel;

Neste modelo, considera-se o uso do estilo de escala contínua, cuja unidade é expressa por um valor real, no intervalo de 0 a 1, considerando 3 casas decimais. Ressalta-se que ao elaborar ou adotar uma escala é necessário considerar o contexto do problema e características do objeto observado, bem como perfil dos avaliadores, de forma que esteja adequada e favoreça a confiabilidade e integridade dos dados coletados (ROCHA, 2009).

4.5 Função e Indicador de Usabilidade

O indicador de usabilidade é obtido a partir do cálculo do fator de usabilidade (U) de cada atributo ou característica (j) avaliada, ou seja, da média ponderada dos valores (V) associados por cada avaliador (i) à cada característica (j), considerando a seguinte equação:

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i * V_{ij})}{n}, \text{ onde } n \text{ é a quantidade de avaliadores.}$$

A importância (P) de cada característica (j) pode ser definida também através da média ponderada dos pesos estabelecidos por cada avaliador; ou pelo consenso entre os avaliadores, se o grupo de avaliadores for pequeno. Também pode ser relevante obter a importância por grupo de avaliadores, quando há avaliadores de perfis diferentes, como é o caso de decisores, julgadores e desenvolvedores de software, o que sugere a análise separada e conjunta dos dados.

Neste modelo não foram definidos critérios de decisão ou valor limite, pois será considerado, para fins de ação prioritária, o item que apresentar menor desempenho, uma vez que este seja avaliado novamente e supere outro item, o foco da ação poderá passar para o outro item. Além disto, no caso do desenvolvimento de software, é melhor que a prioridade de ação de mudança seja decidida a partir de discussões entre desenvolvedores e usuários, considerando impactos e restrições técnicas e financeiras.

5 ESTUDO DE CASO

Este capítulo relata sobre o pré-teste do modelo de avaliação da usabilidade de Sistemas de Suporte à Decisão, apresentando como objeto de avaliação e ferramenta de apoio, o Mdecision, um sistema Web que auxilia na coleta de dados em problemas decisórios ou de pesquisa de mercado. Além de sugerir melhorias tanto no instrumento de coleta de dados quanto no Mdecision.

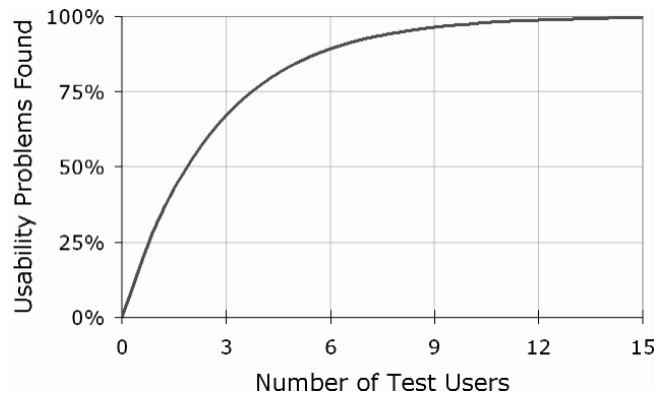
5.1 Escopo

No intuito de validar o modelo proposto para avaliar a usabilidade de Sistemas de Suporte à Decisão, um pré-teste foi definido para avaliar o Mdecision, um sistema para ambiente *Web* que pode ser adotado tanto na coleta de dados em pesquisas de mercado, quanto no suporte à decisão. Como este sistema permite a estruturação de instrumentos de coletas de dados, acessíveis através da Internet, o mesmo além de ser selecionado como objeto de avaliação, neste problema, também foi utilizado como ferramenta facilitadora na coleta dos dados.

A seleção dos avaliadores para a validação do modelo considerou as experiências de Nielsen e Molich (1990), que avaliaram com êxito a usabilidade com um pequeno grupo de avaliadores. Nielsen (2000) apresenta uma relação entre a quantidade de problemas de usabilidades encontrados e a quantidade de avaliadores, conforme Figura 5.

De acordo com a Figura 5, quando um sistema é avaliado por um avaliador, o mesmo identifica alguns problemas de usabilidade (cerca de 25%); se for acrescentado outro avaliador, além de identificar vários dos problemas relatados pelo primeiro, identifica mais uma porção de problemas (acumulando cerca de 50%); acrescentando um terceiro avaliador, além de mais alguns problemas, boa parte dos relatados pelo primeiro e segundo também será identificada pelo terceiro avaliador (acumulando cerca de 70%). Em consequência,

adicionando-se mais e mais avaliadores, identificam-se muitos problemas, repetidas vezes, com poucas novidades. Esta tendência justifica a avaliação da usabilidade por poucos avaliadores, tornando o processo mais rápido e econômico.



Fonte: Nielsen (2000)

Figura 5 Problemas de usabilidade identificados vs. quantidade de avaliadores

Por isto, foi definido um grupo de desenvolvedores composto, inicialmente, por quatro profissionais com formação superior em desenvolvimento de software ou análise de sistemas, sendo que três não participaram do desenvolvimento do Mdecision.

O grupo de avaliadores recebeu orientações sobre o uso do sistema, estudou o manual do Mdecision efetuando simulações e, após esclarecimento de dúvidas, cada membro preencheu o formulário com as afirmativas relacionadas a cada item de avaliação. Mesmo avaliando individualmente, depois os integrantes se reuniram para destacar problemas e restrições identificadas durante a avaliação e sugerir melhorias.

Os itens a seguir relatam esta experiência, cuja síntese foi publicada através de um artigo elaborado por Rocha, Crespo e Silva (2011).

5.2 Mdecision

O Mdecision, proposto por Rocha e Freitas (2008), é considerado um SSD que executa os métodos elementares de auxílio à decisão multicritério:

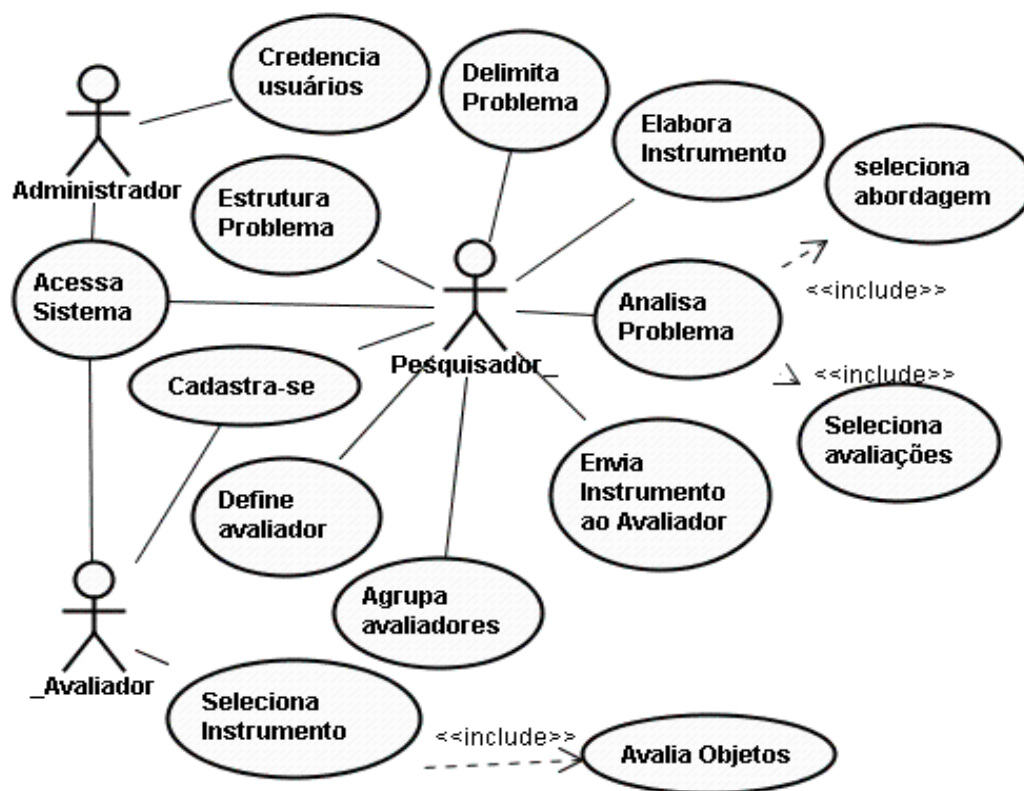
- **Média ponderada** - consiste em calcular a média ponderada para cada alternativa, considerando a soma dos valores atribuídos aos critérios multiplicados pelas respectivas importâncias;

- **Método de Borda** - originado de processos eleitorais, consiste em estabelecer uma combinação das ordenações ou “*ranking*” individuais estabelecidos por cada um dos decisores em um “*ranking*” global (COSTA, 2005);
- **Condorcet** - trabalha com relações de superação ou subordinação, de forma que uma alternativa a é preferível a uma alternativa b , quando o número de critérios em que a é melhor que b é maior. Ao empatar no número de critérios, a é considerada indiferente a b .

De acordo com Rocha (2009), o público-alvo do Mdecision são organizações, empresas, cientistas e pesquisadores (graduandos e pós-graduandos de universidades nacionais e internacionais) da área de Engenharia de Produção, Administração, Marketing, entre outras que necessitem coletar dados através da Internet ou através de formulários/questionários impressos, de forma que posteriormente sejam analisados por métodos específicos.

Na estruturação do Mdecision, Rocha (2009) observou que tanto em pesquisas de mercado quanto em problemas decisórios os objetos podem ser classificados e se relacionam da seguinte forma: uma instituição pode desenvolver projetos relacionados a problemas que envolvem objetos, que por sua vez possuem dimensões avaliáveis adotando-se uma escala adequada, ou outra forma de avaliação pré-definida e presentes no instrumento de coleta de dados. Assim, os julgamentos (avaliações) dos avaliadores são analisados através de um método adotado, conforme abordagem adequada ao problema.

Suas funcionalidades são representadas na Figura 6 e abrangem cadastro de avaliadores, estruturação de problemas decisórios ou pesquisas de opinião, elaboração e validação do instrumento de coleta dos dados; interface para consultas diversas ao banco de dados; interface para aplicação de métodos sobre os dados previamente selecionados e apresentação dos resultados em gráficos ou tabelas.



Fonte (ROCHA, 2009)

Figura 6 Diagrama de casos de uso do Mdecision

Das funcionalidades apresentadas na Figura 6, apenas três (credencia usuários, agrupa avaliadores e envia instrumento ao avaliador) não foram avaliadas quanto à usabilidade porque os avaliadores simularam problemas decisórios ou de pesquisa de mercado que não envolviam múltiplos avaliadores.

5.3 Formulário

Questionários são instrumentos compostos por questões específicas para se atingir determinado objetivo, enquanto os formulários também permitem julgamento de afirmações em relação ao grau de concordância e discordância, com auxílio de escalas.

A partir da delimitação do problema o mesmo foi cadastrado e estruturado no Mdecision, conforme apresentado na Figura 7, a fim de gerar o formulário para coleta de dados.

Figura 7 Estrutura do problema no Mdecision

A Figura 8 apresenta o formulário elaborado com as afirmativas relacionadas a cada item ou critério de avaliação. A redação de cada afirmativa considerou o perfil do grupo de avaliadores e os itens a serem avaliados, relacionados às subcaracterísticas da usabilidade definidas pela NBR ISO/IEC 9126-1:2003 escolhidas, com objetivo de facilitar a avaliação.

Os critérios relacionados às características inteligibilidade e apreensibilidade foram definidos de forma geral e podem ser identificados em diversos tipos de software, não

somente SSD para ambiente Web. Enquanto as relacionadas à operacionalidade são fundamentadas nas funcionalidades de SSD, inclusive do Mdecision.

MDecision - Sistema de Suporte à Decisão - Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Histórico Favoritos Ferramentas Ajuda

http://www.mdecision.com.br/GUI/GUIFormularios.php?c

Formulário de Avaliação

Por favor, contribua clicando sobre a escala para atribuir uma nota aos aspectos listados sobre o problema: Avaliar qualidade do Mdecision - Considerando as características ISO 9126-1

Mdecision

1 - Inteligibilidade	
1.1 - Design e Padronização da Interface Gráfica	
1.1.1 - Organização do conteúdo nas telas	0 0 1
1.1.2 - Busca pela funcionalidade desejada	0 0 1
1.1.3 - Contraste entre a cor do texto e do fundo	0 0 1
1.1.4 - Tamanho da letra	0 0 1
1.1.5 - Ícones intuitivos	0 0 1
2 - Apreensibilidade	
2.1 - Mensagens emitidas	
2.1.1 - Clareza das mensagens emitidas	0 0 1
2.1.2 - Objetividade das mensagens emitidas	0 0 1
2.1.3 - Localização das mensagens na tela	0 0 1
2.2 - Manual para usuário	
2.2.1 - Organização adequada dos tópicos do manual	0 0 1
2.2.2 - Objetividade do texto do manual	0 0 1
2.2.3 - Adequação do conteúdo no manual do usuário	0 0 1
3 - Operacionalidade	
3.1 - Navegação e tempo de resposta	
3.1.1 - Facilidade para cadastrar usuários	0 0 1
3.1.2 - Facilidade para cadastrar problemas decisórios	0 0 1
3.1.3 - Facilidade para estruturar problemas decisórios	0 0 1
3.1.4 - Facilidade para cadastrar avaliadores	0 0 1
3.1.5 - Facilidade para elaborar instrumento de coleta de dados	0 0 1
3.1.6 - Facilidade para preencher um instrumento de coleta de dados	0 0 1
3.1.7 - Rapidez no processamento dos métodos multicritério	0 0 1
3.1.8 - Legibilidade dos gráficos gerados	0 0 1
Concluído	

Figura 8 Formulário para desenvolvedores

5.4 Análise dos resultados

Ao preencher o formulário, os avaliadores do grupo de desenvolvedores foram identificados como A, B, C e D, emitindo os julgamentos de forma individual. A importância (peso) de cada afirmativa foi definida pelos avaliadores, através da média aritmética. O fator

de usabilidade (U) foi calculado pela média ponderada, para cada afirmativa. O Quadro 5 apresenta os resultados da avaliação.

Itens Avaliados	Nº	Afirmativas	Percepção dos Avaliadores					
			Peso	A	B	C	D	U
Design e Padronização da Interface Gráfica de Usuário do Mdecision	1	Organização do conteúdo nas telas	0,933	0,610	0,375	0,455	0,760	0,513
	2	Busca pela funcionalidade desejada	1,000	0,495	0,220	0,350	0,410	0,369
	3	Contraste entre a cor do texto e do fundo	0,933	0,570	0,790	0,765	0,910	0,708
	4	Tamanho da letra	0,600	0,895	0,710	0,770	0,800	0,476
	5	Ícones intuitivos	0,800	0,280	0,030	0,935	0,520	0,353
Manual para usuário	6	Organização adequada dos tópicos do manual	0,867	0,630	0,655	0,430	0,555	0,492
	7	Objetividade do texto do manual	0,867	0,910	0,720	0,420	0,440	0,540
	8	Adequação do conteúdo no manual do usuário	1,000	0,580	0,455	0,085	0,360	0,370
Mensagens emitidas pelo Mdecision	9	Objetividade das mensagens emitidas	0,967	0,500	0,375	0,460	0,920	0,545
	10	Clareza das mensagens emitidas	1,000	0,480	0,385	0,710	0,840	0,604
	11	Localização das mensagens na tela	0,967	0,645	0,225	0,285	0,915	0,500
Navegação e tempo de resposta do Mdecision	12	Facilidade para cadastrar usuários	1,000	0,960	0,970	0,645	0,940	0,879
	13	Facilidade para cadastrar problemas decisórios	1,000	0,500	0,600	0,635	0,825	0,640
	14	Facilidade para estruturar problemas decisórios	1,000	0,530	0,615	0,650	0,335	0,533
	15	Facilidade para cadastrar avaliadores	1,000	0,980	0,630	0,660	0,885	0,789
	16	Facilidade para elaborar instrumento de coleta de dados	1,000	0,410	0,405	0,670	0,420	0,476
	17	Facilidade para preencher um instrumento de coleta de dados	1,000	0,480	0,430	0,755	0,725	0,598
	18	Rapidez no processamento dos métodos multicritério	0,800	0,575	0,845	0,925	0,875	0,644
	19	Legibilidade dos gráficos gerados	0,967		0,965		0,770	0,419

Fonte: Rocha, Crespo e Silva (2011)

Quadro 5 - Avaliações

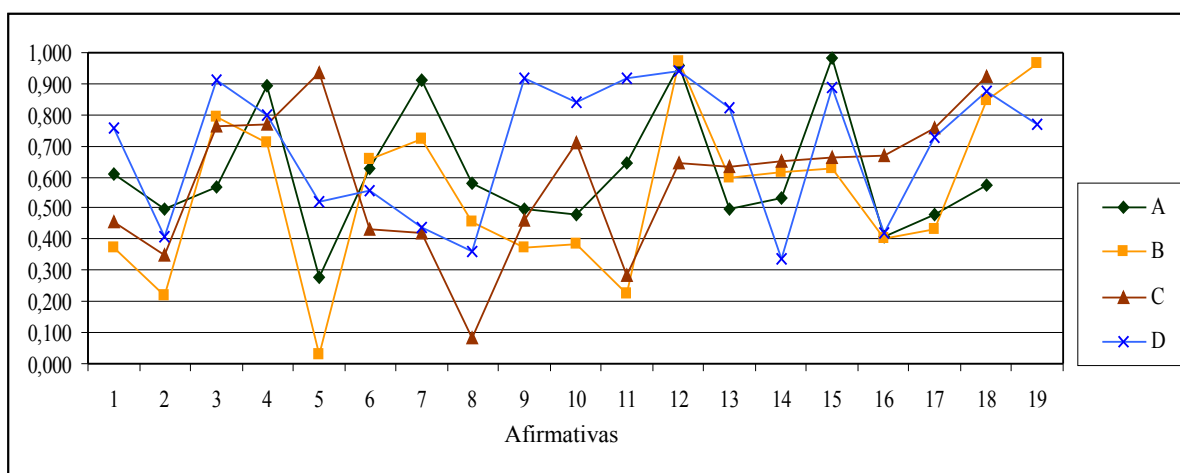
Segundo Rocha, Crespo e Silva (2011), alguns problemas foram evidenciados ao aplicar este formulário, dos quais destacam-se: interpretação variada em relação à afirmativa ‘Busca pela funcionalidade desejada’, o que sugere a reformulação da mesma; e alguns avaliadores não julgaram a afirmativa ‘Legibilidade dos gráficos gerados’ porque não

conseguiram visualizar o gráfico, o que sugere a melhoria da funcionalidade relacionada antes da aplicação do formulário aos demais avaliadores.

Logo após a avaliação, quando os integrantes se reuniram, este problema foi discutido e a causa da não visualização do gráfico foi identificada: o navegador adotado durante a simulação estava com *pop up* desabilitado. A adoção de *pop up* visava facilitar a comparação de resultados apresentados por gráficos gerados em análises com métodos multicritério ou parâmetros diferentes. Mas como os usuários podem desabilitar *pop up* em seu navegador, é importante a implementação de outras formas para visualização dos gráficos gerados pelo Mdecision.

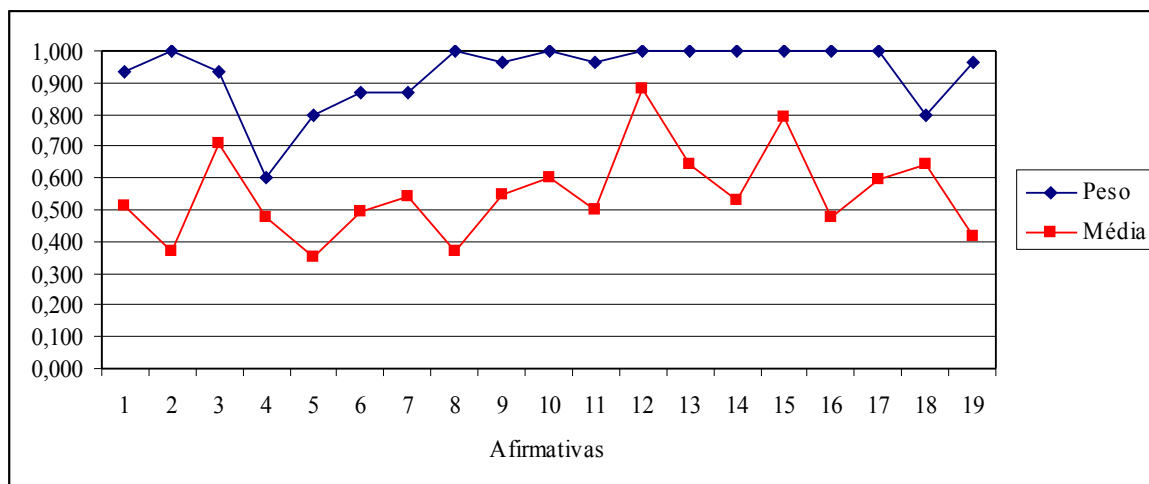
Além disto, no Gráfico 1, percebe-se certa discrepância da percepção dos avaliadores em relação às afirmativas ‘Ícones intuitivos’, identificada como (5), ‘Clareza das mensagens emitidas’, (10) e ‘Localização das mensagens na tela’, (11), o que sugere a revisão criteriosa tanto dos itens do software quanto da redação das afirmativas.

Gráfico 1. Percepção dos Avaliadores



Fonte: Rocha, Crespo e Silva (2011)

No Gráfico 2, percebe-se que a afirmativa problemática ‘Busca pela funcionalidade desejada’, identificada como (2), foi definida com grande importância e obteve baixo desempenho, o que reforça a necessidade de sua reformulação. Também em relação às afirmativas ‘Ícones intuitivos’, identificada como (5) e ‘Adequação do conteúdo no manual do usuário’, (8), o desempenho baixo sugere itens que precisam ser melhorados.

Gráfico 2. Desempenho Médio vs. Pesos

Fonte: Rocha, Crespo e Silva (2011)

Logo, os itens que prioritariamente devem ser revistos no Mdecision referem-se ao manual do usuário, as mensagens emitidas pelo Mdecision e os ícones. Nas discussões com o grupo de avaliadores sobre os resultados obtidos, foi destacado que alguns elementos do manual do usuário não condiziam com o correspondente no Mdecision, pois parte da interface gráfica foi reformulada e o manual não foi atualizado. Porém, como os ícones precisam ser revistos segundo os resultados obtidos, é preciso melhorar os ícones e outros detalhes de navegação antes de atualizar o manual.

Em relação ao Formulário, a afirmativa ‘Busca pela funcionalidade desejada’ precisa ser reformulada porque alguns avaliadores interpretaram que o Mdecision devia ter um campo para buscar por palavra-chave, quando o objetivo da afirmação era verificar se avaliador identificava espontaneamente, na interface gráfica, as ações que desejava executar.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Embora a amostra seja pequena, o perfil dos avaliadores, especialistas em desenvolvimento de software, favorece o julgamento com enfoque técnico e a colaboração propondo melhorias viáveis, em relação à usabilidade do Mdecision. Além disto, o pré-teste do formulário, que é importante para evidenciar inconsistências ou redundâncias no instrumento de coleta de dados, ao ser realizado por um número restrito de avaliadores apresenta resultados mais rápidos e com menor custo.

Na execução deste trabalho observou-se o atendimento ao objetivo proposto com a apresentação do modelo de avaliação no capítulo 4 e às seguintes hipóteses:

- O modelo proposto de fato permitiu a identificação dos aspectos do SSD que precisam ser melhorados já que a pesquisa realizada evidenciou itens que precisam ser revistos tanto em relação aos componentes do Mdecision ('Clareza das mensagens emitidas', 'Localização das mensagens na tela', 'Ícones intuitivos' e 'Legibilidade dos gráficos gerados'), a atualização do manual do usuário, quanto do próprio formulário para coleta de dados ('Busca pela funcionalidade desejada'). Recomenda-se que, após os devidos ajustes, um novo teste seja executado antes da efetiva distribuição do formulário a outros os avaliadores;
- A adoção do Mdecision facilitou a estruturação do problema de pesquisa de opinião em questão e favorece a coleta de dados, pois possibilita reaproveitar a estrutura do problema sempre que houver necessidade de avaliar a qualidade do software com flexibilidade, ao gerar modelos de formulários adequados ao perfil dos avaliadores e dispondo de recursos visuais como a escala gráfica contínua, por exemplo. Também pode ser considerada uma vantagem o fato dos avaliadores e demais usuários poderem acessar o sistema através da Internet, pois elimina a

distância geográfica existente entre pesquisador e avaliadores em problemas de pesquisa de mercado;

- Porém, não foi verificado se o formulário elaborado para coleta de dados minimiza o erro de resposta porque isto requer análise do instrumento de coleta de dados usando, por exemplo, o coeficiente Alfa de Cronbach que, segundo Hora, Monteiro e Arica (2010), é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador para instrumentos de coleta de dados que utilizam a mesma escala de medição.

Sugere-se para trabalhos futuros que a confiabilidade do instrumento de coleta de dados seja medida. E que o Mdecision seja avaliado considerando outros modelos para avaliação da usabilidade como proposto por LabiUtil (2011), Nielsen e Tahir (2002) e Silva (2003), de forma que a análise da comparação dos resultados consolide o modelo proposto. Além de pesquisar outros modelos a fim de avaliar o Mdecision em relação às outras características da qualidade de software, definidas pela NBR ISO/IEC 9126-1:2003.

Cabe ressaltar que o tratamento deste problema não almeja definir um modelo de processo que possa ser generalizado para problemas similares, visto que cada software apresenta características específicas e público-alvo diverso. Mas é interessante aplicar o modelo proposto em outros SSDs, a fim de verificar a aderência às características e eventuais incompatibilidades.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, D.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I.; HOUNSELL, M. Avaliação da usabilidade do ambiente SIA-AE: Sistema Interativo de Avaliação para Ambientes E-Learning. In: **Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2006**. Murcia, Espanha, 2006.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Catálogo**. Disponível em <<http://www.abntcatalogo.com.br/>>, Acesso em 17 jun. De 2011.
- ASATO, R. Y.; SPINOLA, M. M.; SILVA, W. H. de F.. Iniciando a implementação do modelo CMMI em uma Fábrica de Software: Um processo para a elaboração do diagnóstico e plano de ação. **Anais do Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)**, 13, Bauru, SP, 2006.
- BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. MACBETH: An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions on Operations Research**, 1:489-500. 1994.
- BARBOSA, A. C. L. S. Leitura e escrita na web. Linguagem em (Dis)curso - **LemD**, Tubarão, SC, v. 5, n.1, p. 153-183, jul./dez. 2004.
- BARCELLOS, M. P. **Uma Estratégia para Medição de software e Avaliação de Bases de Medidas para Controle estatístico de Processos de Software em Organizações de Alta Maturidade**. Tese (doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação). Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.
- BARTIÉ, A. **Garantia da qualidade de software: adquirindo maturidade organizacional**. Rio de Janeiro: Elsevier. 9. reimpressão. 2002.
- BAZANINI, R. Decisões em marketing in: Costa Neto, P. L. de O. (org.) **Qualidade e Competência nas Decisões**. São Paulo: Blücher, 2007, p. 337-362.
- COSTA NETO, P. L. de O. Decisões com Qualidade. In: Costa Neto, P. L. de O. **Qualidade e Competência nas Decisões**. São Paulo: Blücher, p. 9-25. 2007.

- COSTA, H. G. **Introdução ao Método de Análise Hierárquica: Análise Multicritério no Auxílio À Decisão**. Niterói: Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF. 2002.
- COSTA, H. G. **Estruturas de suporte à decisão**. Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ. Brasil. 2005.
- CYBIS, W. de A. **Projeto UseMonitor: conjunto de ferramentas para a análise de dados de log orientada à tarefa e à produção de medidas de usabilidade**. LabIUtil - Laboratório de Utilizabilidade. Disponível em < <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/> >. Acesso em: 01 mar. 2011.
- DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. 8. ed. Tradução de Daniel Vieira. Rio de Janeiro: Campus. 2004, 900p.
- DIAS, L. C.; CLÍMACO, J. N. Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: the VIP Analysis Software. **Journal of the Operational Research Society**, 51(9): 1070-1082. 2000.
- DOUMPOS, M.; ZOPOUNIDIS, C. **Multicriteria Decision Aid Classification Methods**. Estados Unidos: Kluwer Academic Publishers. 2004.
- EHTAMO, H.; KETTUNEN, E.; HÄMÄLÄINEN, R. P. Searching for Joint Gains in Multi-Party Negotiations. **European Journal of Operational Research**, 130 (1):54-69. 2001.
- FIORINI, S. T.; STAA, A.; BAPTISTA, R. M. **Engenharia de Software com CMM**. Rio de Janeiro: Brasport. 1998.
- FURQUIM, T. A. Fatores motivadores de uso de site web: um estudo de caso. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 1, p. 48-54, 2004.
- GABRIELI, L.; CORTIMIGLIA, M.; RIBEIRO, J. L. Modelagem e avaliação de um sistema modular para gerenciamento de informação na Web. **Revista Ci. Inf.**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 35-53, jan./abr. 2007.
- HORA, Henrique Rego Monteiro da; MONTEIRO, Gina Torres Rego; ARICA, Jose. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, vol. 11, n. 2, p. 85 - 103, jun. 2010. Disponível em <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/viewFile/9321/8252>>. Acesso em: 10 fev. 2012.
- KEEFER, D.; KIRKWOOD, C. W.; CORNER, J. L. Perspective on Decision Analysis Applications, 1990–2001. **Decision Analysis - Informs**. 1(1): 4–22. 2004.
- LABIUTIL, Laboratório de Utilizabilidade da Informática. **ErgoList: Lista de verificação de exigências ergonômicas para interfaces com o usuário**. Disponível em <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/>>. Acesso em: 01 nov. 2011.

- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. São Paulo: Bookman. 2006.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2005.
- MCGARRY, J., *et al.* **Practical Software Measurement**. Addison-Wesley, 2002.
- MUSTAJOKI, J. ; HÄMÄLÄINEN, R.P. Web-HIPRE: Global decision support by value tree and AHP analysis. **Inform.** 38(3): 208-220. 2000.
- MUSTAJOKI, J. ; HÄMÄLÄINEN, R.P. A Preference Programming Approach to Make the Even Swaps Method Even Easier. **Decision Analysis**, 2(2):110-123. 2005.
- MYERS, A. **Condorcet Internet Voting Service**. 2007. Disponível em <<http://www.cs.cornell.edu/andru/civs.html>> . Acesso em: 05 fev. 2008.
- NBR ISO/IEC 9126-1:2003. Tecnologia de informação – Engenharia de software – Qualidade de produto Parte 1: Modelo de qualidade. 2003.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. 2000. Disponível em < <http://www.useit.com/>> . Acesso em: 03 mai. 2012.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Usabilidade na Web**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. In: **ACM/IFIP INTERCHI'93**, 1993, Amsterdam, p. 206-213.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: **ACM CHI'90**, 1990, Seattle, p. 249-256.
- NIELSEN, J.; TAHIR, M. **Homepage Usabilidade: 50 Websites desconstruídos**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- OWENS, J. W., SHRESTHA, S. How Do Users Browse a Portal Website? An Examination of User Eye Movements. **Usability News**, 10(2):1-6. 2008. Disponível em <http://surl.org/usabilitynews/102/portal_column.asp> . Acesso em 23 jan. 2009.
- PEREIRA, M. T. R. **Metodologia Multicritério para Avaliação e Seleção de Sistemas Informáticos ao Nível Industrial**. Tese (Doutorado em Pesquisa Operacional). Portugal: Universidade do Minho. 2003.
- PEREIRA, A. de A. **Tipos: desenho e utilização de letras no projeto gráfico**. Rio de Janeiro: Quartet, 2004.
- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Tradução Rosângela Ap. D. Pentead. 6. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010, 720p.
- PRINCETON SURVEY RESEARCH ASSOCIATES (PRINCETON). **A matter of trust: what users want from web sites: results of a national survey of Internet users for consumer WebWatch**. 2002. Disponível em:

<<http://www.consumerwebwatch.org/pdfs/a-matter-of-trust.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2011.

- REATEGUI, E. **Interfaces para Softwares Educativos**. Caxias do Sul. 2008. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/1bEliseo>> . Acesso em: 25 ago. 2009.
- ROCHA, M. A. A.; FREITAS, A. L. P. Uma proposta de software web para coleta de dados e aplicação de métodos elementares de auxílio à decisão multicritério. In: **XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) – A Integração de Cadeias Produtivas com a Abordagem da Manufatura Sustentável**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2008.
- ROCHA, M. A. A. **Mdecision: uma ferramenta web para auxiliar na coleta de dados e análise multicritério de auxílio à decisão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2009.
- ROCHA, J. A. **Projeto visual de um Sistema de Suporte à Decisão para ambiente Web**. Monografia (Tecnólogo em Design Gráfico). Campos dos Goytacazes, RJ: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. 2010.
- ROCHA, M. A. A.; CRESPO, R. P.; SILVA, S. V. Um modelo para avaliar a usabilidade de Sistemas de Suporte à Decisão. In: **Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2011**, 15, Rio de Janeiro, RJ. 2011.
- SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Tradução de Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: McGraw-Hill, Makron. 1991.
- SALO, A.; PUNKKA, A. Rank Inclusion in Criteria Hierarchies. **European Journal of Operational Research** , 163(2): 338-356. 2005.
- SEI, Carnegie Mellon Software Engineering Institute. **Capability Maturity Model Integration (CMMI): Overview**. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>> . Acesso em: 20 set. 2011.
- SEI, Carnegie Mellon Software Engineering Institute. **CMMI for Development, Version 1.3: Improving processes for developing better products and services**. Relatório Técnico. Nov. 2010. Disponível em <<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>> . Acesso em: 20 set. 2011.
- SILVA, S. V. **Qualidade de Software: uma abordagem baseada na satisfação do usuário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 2003.
- SOFTEX, Associação para a Promoção da Excelência do Software Brasileiro. **MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro: Guia Geral**. 2011. Disponível em <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/default.asp>. Acesso em: 20 set. 2011.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Tradução Maurício de Andrade. 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 1. Reimpressão 2004, 592p.

- SONG, J.; ZAHEDI, F. M. A theoretical approach to web design in ecommerce: a belief reinforcement model. **Management Science**, v. 51, n. 8, p. 1219-1235, 2005.
- STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. **Princípios de Sistemas de Informação**: uma abordagem gerencial. Tradução da 6. ed. norte americana: Flávio S. C. da Silva; Giuliano Mega; Igor R. Sucupira. São Paulo: Cengage Learning, 2006, 646 p.
- TOMBROS, A.; RUTHVEN, I.; JOSE, J. M. How users assess web pages for information seeking. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 56, n. 4, p. 327-344, 2005.
- TURBAN, E.; ARONSON, J. E. **Decision Support System and Intelligent Systems**. 5. ed. Estados Unidos: Prentice-Hall, 1998, 890p.
- VILELLA, R. M. **Conteúdo, Usabilidade e Funcionalidade: três dimensões para a avaliação de portais estaduais de Governo Eletrônico na Web**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação). Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais. 2003.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM (W3C). **Recomendações de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG)**, versão 2.0. Tradução Everaldo Bechara, 2008. Disponível em: <http://www.ilearn.com.br/TR/WCAG20>. Acesso em: 02 mar. 2009.
- WEISTROFFER, H.R.; SMITH, C.H. , NARULA, S.C. Multiple criteria decision support software. In: Figueira, J.; Greco, S.; Ehrgott, M. **Multiple Criteria Decision Analysis: state of the art surveys**. Nova York: Springer. p.990-1009. 2005.
- XENOS, M. Usability Perspective in Software Quality. **Usability Engineering Workshop, Proceedings of the 8th Panhellenic Conference on Informatics with international participation**, Cyprus. v. 2, p. 523-529, 2001.