SERVIÇO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO ICMC-USP

Data de Depósito: 26.02.2002

Assinatura: *Maria da Graça Campos Pimentel*

Heurísticas e guidelines para apresentação de hiperdocumentos multimídia na Web

Otávio A Martins Netto

Orientadora: *Profa. Dra. Maria da Graça Campos Pimentel*

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências de Computação e Matemática Computacional.

USP – São Carlos
Fevereiro/2002

A Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Maria da Graça Campos Pimentel

Profa. Dra. Renata Pontin de Mattos Fortes

Profa. Dra. Heloisa Vieira da Rocha

Dedicatória

Dedico a meus pais, José e Marluce, a meus irmãos, Fausto e Roobisum, a minha cunhada e amiga Denise e especialmente à Débora, pelo apoio e compreensão dedicados ao longo desses inesquecíveis anos.

Agradecimentos

Inicialmente agradeço a Deus, por toda proteção e força.

À CAPES e à FAPESP (00/07682-0) pelo apoio financeiro.

Àqueles que participaram dos experimentos de avaliação de usabilidade.

Aos amigos do laboratório intermídia, especialmente à Graça Pimentel, Orlando, Renato, Cláudia, Juninho, Andréa, Wagner, Pedro, Débora e Khai.

Aos professores Renato, Sandra, Simone, Heloisa e Álvaro pelas dúvidas esclarecidas e pelas valiosas sugestões.

A todos outros amigos que direta ou indirectamente contribuíram com a realização deste trabalho, especialmente ao Luciano, Pablo, Cláudia Assumpção e Carolina Assumpção.

Resumo

A literatura apresenta regras de usabilidade para orientar o projeto de interfaces de sistemas de software. No entanto, essas regras geralmente estão relacionadas a aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas, mostrando-se limitadas quando analisadas sob a perspectiva de diferentes mídias. Propõe-se, a partir de regras de usabilidade propostas na literatura e da avaliação de usabilidade de hiperdocumentos multimídia de um sistema Web, um conjunto de regras que se aplica ao projeto de hiperdocumentos multimídia voltados para o contexto da *World Wide Web*.

As novas regras foram utilizadas para orientar a implementação de uma nova versão de hiperdocumentos para o sistema originariamente avaliado. No contexto do mesmo sistema, as regras propostas foram comparadas com um conjunto clássico de regras de usabilidade. Finalmente, as novas regras foram investigadas em termos de sua adequação à avaliação de hiperdocumentos multimídia de outros dois sistemas Web.

Abstract

Usability rules have been proposed in the literature to guide the design of software interfaces. However, these rules generally pertain to the presentation aspects of a particular information media, with limitations revealed when applied across different media. From the usability rules found in the literature and from the usability evaluation of multimedia hyperdocuments for a single system on the Web, we propose a set of rules to apply to a project containing multimedia hyperdocuments focused in the context of the World Wide Web.

The new set of rules were used to guide the implementation of a new version of hyperdocuments for the system evaluated. In the context of that same system, the new rules were compared to a classic set of usability rules. Finally, the set proposed was investigated with respect to their adequation to the evaluation of hypermedia documents of two other web systems.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Motivação	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Resultados	5
1.5	Estrutura	5
2	Usabilidade, Regras de Usabilidade e Engenharia de Usabilidade	6
2.1	Considerações Iniciais	6
2.2	Engenharia Cognitiva e Engenharia Semiótica	7
2.3	Usabilidade	8
2.4	Regras de Usabilidade: Classificação	8
2.5	Regras de Usabilidade Propostas na Literatura	10
2.5.1	Regras de Usabilidade Centradas em Mídia Textual	10
2.5.2	Regras de Usabilidade Centradas em Mídia Gráfica	15
2.5.3	Regras de Usabilidade Centradas em Mídias Auditivas e Visuais	17
2.5.4	Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos Hipertexto	19

2.6	Outras Regras de Usabilidade	21
2.7	Engenharia de Usabilidade	22
2.7.1	Processo de Software Clássico	22
2.7.2	Processo de Software para Desenvolvimento de Sistemas <i>Web</i>	24
2.7.3	Atividades de Usabilidade	24
2.7.4	Aplicação de Atividades de Usabilidade em Etapas do Processo de Software Clássico	29
2.8	Avaliação de Usabilidade	31
2.8.1	Técnicas de Inspeção de Usabilidade	32
2.8.2	Técnicas de Teste de Usabilidade	38
2.8.3	Seleção de Técnicas de Avaliação de Usabilidade	41
2.9	Considerações Finais	41
3	Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos de Apresentação de In- formações Multimídia na <i>Web</i>: Uma Proposta	43
3.1	Considerações Iniciais	43
3.2	Avaliação de Usabilidade de um Sistema Multimídia <i>Web</i>	44
3.2.1	Sistema <i>eClass</i>	44
3.2.2	Experimento de Avaliação de Usabilidade do Sistema <i>eClass</i>	45
3.3	Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos de Apresentação de In- formações Multimídia	54
3.3.1	Etapas de Derivação	55
3.3.2	Heurísticas e Guidelines Derivadas	55
3.4	Implementação de Novos Hiperdocumentos Multimídia para o Sistema <i>eClass</i>	63

3.4.1	Metodologia de Aplicação das Heurísticas CAAIMWeb na Implementação de Novos Hiperdocumentos Multimídia para o Sistema <i>eClass</i>	64
3.4.2	Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema <i>eClass</i>	64
3.5	Considerações Finais	65
4	Validação das Heurísticas CAAIMWeb a partir da Avaliação de Usabilidade do Sistema <i>eClass</i>	66
4.1	Considerações Iniciais	66
4.2	Experimento de Avaliação de Usabilidade do Sistema <i>eClass</i>	67
4.3	Análise Estatística dos Resultados Obtidos	71
4.3.1	Técnica Estatística Utilizada	71
4.3.2	Análise dos Resultados	74
4.4	Limitações dos Experimentos de Avaliação Heurística	74
4.5	Considerações Finais	75
5	Validação das Heurísticas CAAIMWeb a partir da Avaliação de Usabilidade de Sistemas Multimídia <i>Web</i>	76
5.1	Considerações Iniciais	76
5.2	Avaliação de Usabilidade de Sistemas Multimídia <i>Web</i>	77
5.2.1	Sistema <i>Lecture Browser</i>	77
5.2.2	Sistema Jornal da Lilian	78
5.2.3	Experimentos de Avaliação de Usabilidade dos Sistemas <i>Lecture Browser</i> e Jornal da Lilian	79
5.3	Limitações dos Experimentos de Avaliação Heurística	87
5.4	Considerações Finais	87

6	Conclusões	89
6.1	Contribuições	90
6.2	Trabalhos Futuros	90
6.3	Considerações Finais	91
A	Hiperdocumentos Originais do Sistema <i>eClass</i>	92
A.1	Organização das Informações Apresentadas	92
A.2	Hiperdocumentos Gerados Automaticamente pelo Sistema <i>eClass</i>	92
A.2.1	Hiperdocumento de Apresentação de Cursos Capturados	93
A.2.2	Hiperdocumento de Apresentação de Aulas Capturadas de um Curso	93
A.2.3	Hiperdocumento de Apresentação do Conteúdo Multimídia Cap- turado em Sala de Aula	94
A.2.4	Hiperdocumento de Pesquisa no Conteúdo de Todos Cursos	96
A.2.5	Hiperdocumento de Pesquisa no Conteúdo de um Curso	97
A.2.6	Hiperdocumento de Resultado de Pesquisa no Conteúdo de Todos Cursos	98
B	Roteiro de Avaliação Heurística	99
C	Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema <i>eClass</i>	102
C.1	Organização das Informações Apresentadas	102
C.2	Hiperdocumentos Gerados Automaticamente pelo Sistema <i>eClass</i>	102
C.2.1	Hiperdocumento de Apresentação de Cursos Capturados	103
C.2.2	Hiperdocumento de Apresentação de Aulas Capturadas de um Curso	105

C.2.3	Hiperdocumento de Apresentação do Conteúdo Multimídia Capturado em Sala de Aula	108
C.2.4	Hiperdocumento de Ajuda sobre o as Informações Apresentadas no Hiperdocumento de Cursos	110
C.2.5	Hiperdocumento de Impressão dos Slides Capturados em Sala de Aula	112
C.3	Informações Adicionais sobre os Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema <i>eClass</i>	112
D	Heurísticas CAAIMWeb	114

Lista de Figuras

1.1	Exemplo de hiperdocumento gerado automaticamente pelo sistema <i>eClass</i> ao término de uma aula (Abowd, 1999)	3
2.1	Processo de software clássico (Pressman, 1995)	23
2.2	Processo de usabilidade — adaptado de (Nielsen, 1992b)	24
2.3	Escopo de aplicação de atividades de usabilidade em etapas do processo de software clássico	30
2.4	Porcentagem de problemas de usabilidade identificados pelo número de avaliadores envolvidos no experimento de Avaliação Heurística (Nielsen, 1993)	35
2.5	Relação custo benefício entre número de avaliadores envolvidos no experimento de Avaliação Heurística e o número de problemas identificados (Nielsen, 2002)	35
3.1	A sala de aula denominada <i>eClass</i> (Abowd, 1999)	45
3.2	Hiperdocumento típico produzido automaticamente pelo <i>eClass</i> ao término de uma aula (Abowd, 1999)	45
3.3	Novo hiperdocumento do sistema <i>eClass</i> para apresentação do conteúdo multimídia capturado em sala de aula	64
5.1	Hiperdocumento produzido automaticamente pelo <i>Lecture Browser</i> ao término de uma aula	78

5.2	Hiperdocumento principal do sistema Jornal da Lilian	79
-----	--	----

Lista de Tabelas

2.1	Exemplo de heurísticas, guidelines e padrões referentes ao princípio de consistência.	9
2.2	Equivalência entre as classificações de regras de usabilidade de Dix et al. (1998) e Nielsen (1992b)	10
2.3	Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Mcknight et al., 1989)	11
2.4	Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Borches et al., 1996)	12
2.5	Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Borges et al., 1996)	13
2.6	Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Nielsen, 1997) .	14
2.7	Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Nielsen, 1993) .	15
2.8	Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borches et al., 1996)	16
2.9	Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borges et al., 1996)	16
2.10	Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Nielsen, 1997) . .	16
2.11	Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borges et al., 2000)	17
2.12	Regras de usabilidade centradas em informações auditivas (Stifelman et al., 1993)	18

2.13	Regras de usabilidade centradas em informações auditivas e visuais (Nielsen, 1995)	18
2.14	Regras de usabilidade centradas em aspectos hipertexto (Nielsen, 1999) . . .	20
2.15	Regras de usabilidade centradas em aspectos hipertexto (Borges et al., 1996)	21
2.16	Exemplo de utilização de heurística e guidelines no desenvolvimento de interfaces de sistemas de software — adaptado de (Rocha and Baranauskas, 2000)	28
2.17	Heurísticas propostas para aplicação na Avaliação Heurística (Nielsen, 1993)	34
3.1	Conhecimento dos potenciais usuários do sistema <i>eClass</i>	46
3.2	Experiência dos avaliadores da usabilidade do sistema <i>eClass</i>	48
3.3	Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador (hh:mm)	51
3.4	Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas	51
3.5	Número de problemas associados às heurísticas utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade e sua porcentagem em relação ao total de problemas	53
3.6	Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto	54
3.7	Guidelines associadas à heurística de Organização da Informação.	56
3.8	Guidelines associadas à heurística de Orientação da Navegação.	57
3.9	Guidelines associadas à heurística de Sincronização da Informação.	57
3.10	Guidelines associadas à heurística de Gerenciamento de Áudio e Vídeo. . .	58
3.11	Guidelines associadas à heurística de Instrução de Utilização.	59
3.12	Guidelines associadas à heurística de Consistência.	59
3.13	Guidelines associadas à heurística de Familiaridade.	60

3.14	Guidelines associadas à heurística Usuário Não Deve Ser Enganado.	61
3.15	Guidelines associadas à heurística Minimalismo.	61
3.16	Guidelines associadas à heurística Ajuda.	62
3.17	Guidelines associadas à heurística Identificação da Autoria.	62
3.18	Guidelines associadas à heurística Apresentação.	63
4.1	Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador (hh:mm)	68
4.2	Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas	69
4.3	Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb e suas porcentagens em relação ao total de problemas	70
4.4	Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto	71
4.5	Dados estatísticos sobre o número médio de problemas sem heurísticas associadas pelos avaliadores nos experimentos E1 e E2	74
5.1	Experiência dos avaliadores de usabilidade do sistema <i>Lecture Browser</i> . . .	80
5.2	Experiência dos avaliadores de usabilidade do sistema Jornal da Lilian . . .	81
5.3	Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador do sistema <i>Lecture Browser</i> (hh:mm)	82
5.4	Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador do sistema Jornal da Lilian (hh:mm)	83
5.5	Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas identificados no <i>Lecture Browser</i>	83
5.6	Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas identificados no Jornal da Lilian	83

5.7	Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema <i>Lecture Browser</i> e suas porcentagens em relação ao total de problemas	85
5.8	Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema Jornal da Lilian e suas porcentagens em relação ao total de problemas	85
5.9	Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto presentes nos hiperdocumentos do sistema <i>Lecture Browser</i>	86
5.10	Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto presentes nos hiperdocumentos do sistema Jornal da Lilian	86

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização

Sistemas *Web* comerciais, educacionais e de entretenimento estão cada vez mais frequentes e acessíveis a uma diversidade maior de usuários. Aspectos que estão estimulando o uso e a popularização desses sistemas de software incluem a redução de preço de computadores, o desenvolvimento da *World Wide Web*¹ e a utilização de recursos multimídia. Neste contexto, a boa qualidade de interação entre usuários e sistemas de software, denominada *usabilidade*, vem se tornando imprescindível ao sucesso desses sistemas, à medida que necessitam competir com diversos produtos concorrentes e ainda atender a requisitos de diferentes usuários.

Regras de usabilidade são recomendações de projeto para desenvolvimento de sistemas de boa usabilidade, que têm como objetivo orientar projetistas na tomada de decisões referentes, por exemplo, à apresentação de informações em interfaces de sistemas de software. Dix et al. (1998) destacam a importância de se utilizar regras de usabilidade desde etapas iniciais do projeto de interfaces, quando o espaço de possibilidades do projetista é amplo.

Equipes de projetistas não se preocupavam em utilizar regras de usabilidade nas décadas de 60 e 70. Naquela época, não havia a necessidade de desenvolver produtos de fácil interação, uma vez que computadores estavam restritos a um reduzido número de usuários dispostos a passar por exaustivos processos de aprendizado e treinamento

¹As expressões *Web* e *World Wide Web* são utilizadas como sinônimos neste texto.

(cientistas, gerentes de informática, etc.). Maior número de trabalhos centrados no estudo de regras de usabilidade começou a aparecer nas décadas de 80 e 90, especialmente após o surgimento do paradigma de manipulação direta e da *World Wide Web*.

Regras de usabilidade propostas na literatura estão geralmente centradas em aspectos associados à apresentação de mídias de informação² em interfaces de sistemas hipertexto³. As regras de usabilidade podem ser classificadas em heurísticas, guidelines e padrões (Dix et al., 1998). Tal classificação é definida em função do atributo de generalidade:

- *Generalidade*. Diversidade de projetos de interfaces em que uma regra de usabilidade pode ser utilizada (Dix et al., 1998).

O atributo de generalidade é responsável por determinar a aplicabilidade de regras de usabilidade em diferentes projetos de interfaces. Além disso, a generalidade é responsável por determinar em qual atividade do processo de desenvolvimento de interfaces uma regra de usabilidade pode ser utilizada (Dix et al., 1998). Essas atividades, conhecidas como *atividades de usabilidade*, têm como objetivo apoiar a criação de sistemas de boa usabilidade e devem ser executadas paralelamente ao desenvolvimento de software (Nielsen, 1992b).

Geralmente, guidelines são utilizadas em atividades de usabilidade executadas durante etapas intermediárias de desenvolvimento de software e heurísticas em atividades de usabilidade executadas durante etapas intermediárias e finais de desenvolvimento. Desta forma, por exemplo, o desrespeito a guidelines consideradas em estágios intermediários de desenvolvimento de software pode resultar em problemas de interação que possivelmente serão identificados em estágios posteriores através de avaliações baseadas em heurísticas.

Este trabalho se insere no contexto do projeto InCA/SERVE do Programa de Cooperação Internacional entre ProTeM-CC/CNPq/Brasil e NSF/EUA (Pimentel and Abowd, 1999). O InCA/SERVE é responsável pelo desenvolvimento do sistema *eClass*, que investiga problemas associados ao desenvolvimento de ambientes instrumentados de captura de informações multimídia em sala de aula, bem como a apresentação dessas informações

²Meios de apresentação de informações que podem ser dependentes e não dependentes de tempo (Baldochi Júnior and Pimentel, 1998). Exemplos de mídias de informação dependentes de tempo: áudio e vídeo. Exemplos de mídias de informação não dependentes de tempo: texto e gráfico

³Sistemas que permitem organizações não lineares de informações textuais (Nielsen, 1990), como por exemplo, documentos apresentados na *Web*.

através de hiperdocumentos multimídia⁴ *Web* (Figura 1.1) gerados automaticamente após a sessão de captura (Pimentel and Abowd, 2000).

Figura 1.1: Exemplo de hiperdocumento gerado automaticamente pelo sistema *eClass* ao término de uma aula (Abowd, 1999)

1.2 Motivação

Considerando a *Web* um contexto de aplicação de hiperdocumentos multimídia, regras de usabilidade propostas na literatura para apresentação de informações em hiperdocumentos pertencentes a esse contexto estão centradas em aspectos de mídias de informação isoladas (texto, gráfico, áudio ou vídeo). Por exemplo, Mcknight et al. (1989), Nielsen (1993) e Borches et al. (1996) propõem regras relacionadas a aspectos de apresentação da informação textual (estilos de escrita, utilização de cores, comportamento do leitor — particularmente em relação a como diferentes textos são lidos, etc.), enquanto Stifelman et al. (1993) e Nielsen (1995) propõem regras relacionadas a aspectos de apresentação de áudio e vídeo.

Além disso, trabalhos na literatura geralmente propõem regras de usabilidade com mesmo grau de generalidade, ou seja, propõem somente heurísticas, somente guidelines ou somente padrões. Assim, esses trabalhos atendem a necessidades de um conjunto reduzido de atividades de usabilidade, uma vez que a generalidade é responsável por determinar em quais atividades uma regra pode ser utilizada.

Neste contexto, é possível observar uma carência de trabalhos centrados no estudo de regras de usabilidade associadas à apresentação de diferentes mídias de informação em

⁴Estruturas componentes de sistemas hipertexto que permitem organizações não lineares de mídias dependentes e não dependentes de tempo.

interfaces de sistemas de software *Web*. Além disso, é possível observar uma carência de trabalhos centrados no estudo de regras de usabilidade com diferentes graus de generalidade.

1.3 Objetivos

Este trabalho se insere no estudo de usabilidade de sistemas multimídia *Web*, e teve como principais objetivos:

1. avaliar a usabilidade do sistema *eClass*, de forma a identificar problemas de interação entre o sistema e seus usuários;
2. derivar regras de usabilidade:
 - centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação;
 - centradas em aspectos do contexto da *World Wide Web*; e
 - de diferentes graus de generalidade: heurísticas e guidelines.

Tais derivações são resultantes da atividade de avaliação de usabilidade dos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* e do estudo de heurísticas e guidelines centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*;

3. implementar novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass* que apresentassem soluções aos problemas identificados na atividade de avaliação de usabilidade, utilizando para isso as heurísticas derivadas; e
4. validar as heurísticas derivadas:
 - através de um experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*; e
 - através de experimentos de avaliação de usabilidade de outros sistemas multimídia *Web*.

interfaces de sistemas de software *Web*. Além disso, é possível observar uma carência de trabalhos centrados no estudo de regras de usabilidade com diferentes graus de generalidade.

1.3 Objetivos

Este trabalho se insere no estudo de usabilidade de sistemas multimídia *Web*, e teve como principais objetivos:

1. avaliar a usabilidade do sistema *eClass*, de forma a identificar problemas de interação entre o sistema e seus usuários;
2. derivar regras de usabilidade:
 - centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação;
 - centradas em aspectos do contexto da *World Wide Web*; e
 - de diferentes graus de generalidade: heurísticas e guidelines.

Tais derivações são resultantes da atividade de avaliação de usabilidade dos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* e do estudo de heurísticas e guidelines centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*;

3. implementar novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass* que apresentassem soluções aos problemas identificados na atividade de avaliação de usabilidade, utilizando para isso as heurísticas derivadas; e
4. validar as heurísticas derivadas:
 - através de um experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*; e
 - através de experimentos de avaliação de usabilidade de outros sistemas multimídia *Web*.

1.4 Resultados

Como resultados alcançados neste trabalho destacam-se:

1. derivação e uma validação preliminar de um conjunto de *heurísticas* centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação na *World Wide Web*;
2. derivação de um conjunto de *guidelines* centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação na *World Wide Web*;
3. avaliação de usabilidade do sistema multimídia *Web eClass*; e
4. implementação de novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass* que propõem soluções aos problemas identificados na atividade de avaliação de usabilidade, utilizando para isso as heurísticas derivadas.

Sugere-se como trabalho futuro atividades complementares de validação para o conjunto de regras proposto (*heurísticas* e *guidelines*).

1.5 Estrutura

Este capítulo apresentou o contexto no qual se insere este trabalho, a motivação para seu desenvolvimento, objetivos propostos e resultados alcançados. O Capítulo 2 apresenta conceitos sobre os quais está baseado este trabalho, como usabilidade, regras de usabilidade e Engenharia de Usabilidade. O Capítulo 3 apresenta um experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*, heurísticas e guidelines derivadas neste trabalho e novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass*. O Capítulo 4 apresenta um segundo experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*, cujo propósito foi apoiar a validação das heurísticas derivadas. O Capítulo 5 apresenta experimentos de avaliação de usabilidade de sistemas multimídia *Web* que também tiveram por finalidade apoiar a validação das heurísticas derivadas neste trabalho. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões, contribuições e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Usabilidade, Regras de Usabilidade e Engenharia de Usabilidade

2.1 Considerações Iniciais

Nielsen (1993) define *aceitabilidade* de um sistema de software como resultado de sua aceitabilidade social e sua aceitabilidade prática. *Aceitabilidade social* está relacionada especificamente ao impacto que o produto exerce sobre o usuário quando inserido em seu ambiente. *Aceitabilidade prática* está relacionada a aspectos tradicionais, como compatibilidade com outros produtos existentes, custo de desenvolvimento e usabilidade. Outros aspectos que também são considerados determinantes da aceitabilidade prática de sistemas de software são:

- *Acessibilidade*. Aspecto associado a qualidade de interação entre usuários portadores de deficiências físicas e sistemas de software (W3C, 2002).
- *Comunicabilidade*. Aspecto associado a qualidade de interação entre projetista e usuários. Esta interação ocorre através de mensagens enviadas pelo projetista ao usuário através das interfaces do sistema (Souza et al., 1999).

A aceitabilidade de um sistema, como visto, está relacionada a diversos aspectos. Este trabalho, e especificamente este capítulo, estão centrados somente em estudos referentes ao aspecto de usabilidade.

Este capítulo apresenta conceitos de usabilidade e de regras de usabilidade, além de uma revisão literária de regras centradas em aspectos hipertexto e em aspectos de apresentação de mídias de informação na *Web*. Este capítulo também apresenta conceitos associados à Engenharia de Usabilidade, a atividades de usabilidade e à aplicação dessas atividades paralelamente ao processo de desenvolvimento de software. Técnicas de avaliação de usabilidade utilizadas em algumas atividades da Engenharia de Usabilidade também são apresentadas.

2.2 Engenharia Cognitiva e Engenharia Semiótica

Souza et al. (1999) e Prates et al. (2000) discutem a usabilidade e a comunicabilidade ressaltando a importância de considerá-las durante o projeto de interfaces, afirmando que a comunicabilidade, em conjunto com a usabilidade, proporcionam uma melhor aceitabilidade de sistemas de software.

A Engenharia Cognitiva e a Engenharia Semiótica constituem bases teóricas que fundamentam estudos da área de Interação Humano-Computador, e estão associadas respectivamente à usabilidade e à comunicabilidade.

A Engenharia Cognitiva e a Engenharia Semiótica interpretam o momento em que o projetista cria seu modelo mental da aplicação como a primeira parte do processo de desenvolvimento de interfaces (A). Ainda segundo essas engenharias, o usuário também cria seu próprio modelo mental da aplicação em uma segunda e última parte do processo de desenvolvimento (B) (Souza et al., 1999).

A *Engenharia Semiótica* está centrada nas partes A e B do processo de desenvolvimento de interfaces, transferindo seu ponto de vista para um nível mais abstrato em que o projetista envia mensagens ao usuário. A *Engenharia Cognitiva*, por sua vez, está centrada especificamente na parte B do processo, quando ocorre a interação usuário-sistema e quando o usuário cria seu próprio modelo mental da aplicação.

Assim, por exemplo, atividades como avaliação de comunicabilidade abrangem atividades de avaliação de usabilidade, uma vez que resultados obtidos em avaliações de usabilidade mantêm-se válidos em avaliações de comunicabilidade.

Vale ressaltar novamente que este trabalho foi direcionado exclusivamente ao estudo da usabilidade de sistemas de software, mesmo reconhecendo a relevância de outros aspectos

associados à aceitabilidade desses sistemas, como a comunicabilidade e a acessibilidade. A principal motivação desse direcionamento foi a disponibilidade de pessoas no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC/USP) com experiência e conhecimento no assunto, e que assim poderiam contribuir com o desenvolvimento deste trabalho.

2.3 Usabilidade

De forma geral, *usabilidade* pode ser definida como a qualidade de interação entre usuários e sistemas de software (Nielsen, 1993).

A qualidade de interação entre usuários e sistema de software está associada a *princípios de usabilidade* indispensáveis à boa usabilidade do sistema em particular. Definições de usabilidade propostas na literatura se diferenciam basicamente em função de quais princípios de usabilidade consideram indispensáveis a sistemas de boa interação com o usuário (Dix et al., 1998; ISO, 1995; Nielsen, 1993, 2000; Raposo et al., 1999; Rocha and Baranauskas, 2000; Shneiderman, 1992; Souza et al., 1999).

Particularmente, Rocha and Baranauskas (2000) apresentam princípios componentes da boa usabilidade no contexto da *World Wide Web*, como por exemplo, a *Facilidade de Navegação*. Dix et al. (1998), por sua vez, apresentam um conjunto mais amplo de princípios de usabilidade que deve ser considerado em qualquer projeto de interfaces, como por exemplo, o princípio de *Consistência*.

Especializações de princípios de usabilidade são utilizadas em projetos de interfaces com o intuito de facilitar a aplicação e a avaliação de conceitos referentes àqueles princípios. Essas especializações de princípios de usabilidade são denominadas *regras de usabilidade*.

2.4 Regras de Usabilidade: Classificação

Regras de usabilidade são recomendações de projeto que buscam apoiar a criação de sistemas de boa interação com o usuário. Essas regras transmitem conhecimentos referentes a projetos de sistemas de boa usabilidade concluídos ou referentes a estudos executados por especialistas.

Regras de usabilidade são classificadas em função de sua generalidade. Algumas das principais classificações definidas na literatura são apresentadas a seguir.

Dix et al. (1998) classificam regras de usabilidade em heurísticas, guidelines e padrões, considerando como fator de classificação o atributo de generalidade:

- *Generalidade*. Diversidade de projetos de sistemas de software em que uma regra de usabilidade pode ser utilizada (Dix et al., 1998).

Segundo esses autores, heurísticas são regras de generalidade elevada, ou seja, são recomendações de projeto que fornecem apoio a criação de qualquer sistema de boa interação com o usuário. Guidelines são regras de generalidade média que fornecem apoio a criação de um conjunto definido de sistemas de boa usabilidade, e padrões são regras de generalidade baixa que geralmente são desenvolvidos para fornecer apoio a criação de uma família de produtos de boa interação com o usuário, ou até mesmo para um produto específico de boa usabilidade. A Tabela 2.1 esboça exemplos de heurísticas, guidelines e padrões.

Tabela 2.1: Exemplo de heurísticas, guidelines e padrões referentes ao princípio de consistência.

Regra de Usabilidade	Classificação
Os usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. O sistema precisa seguir convenções de plataforma computacional.	heurística
Cabeçalhos devem ser centralizados horizontalmente na tela.	guideline
Cabeçalhos devem ser apresentados em fonte <i>Arial</i> , tamanho 12 e devem ser centralizados na região superior da tela.	padrão

Nielsen (1992b) classifica regras de usabilidade em guidelines gerais, guidelines de categoria específica e guidelines de produto específico, também considerando somente o atributo de generalidade. A definição de generalidade desse autor é equivalente a de Dix et al. (1998).

Guidelines gerais são regras de generalidade elevada, guidelines de categoria específica são regras de generalidade média e guidelines de produto específico são regras de generalidade baixa.

É possível observar que as classificações de regras de usabilidade definidas na literatura são equivalentes, alterando-se somente a nomenclatura utilizada. A Tabela 2.2 esboça a equivalência entre as classificações de regras de usabilidade apresentadas.

Tabela 2.2: Equivalência entre as classificações de regras de usabilidade de Dix et al. (1998) e Nielsen (1992b)

(Nielsen, 1992b)	(Dix et al., 1998)		
	Heurísticas	Guidelines	Padrões
Guidelines Gerais	✓		
Guidelines de Categoria Específica		✓	
Guidelines de Produto Específico			✓

Com base nas classificações apresentadas na Tabela 2.2 e em outros trabalhos na literatura (Rocha and Baranauskas, 2000; Shneiderman, 1992), foi utilizada no desenvolvimento deste trabalho a classificação de regras de usabilidade de Dix et al. (1998).

2.5 Regras de Usabilidade Propostas na Literatura

Diversas regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web* foram identificadas durante a realização deste trabalho. Algumas das regras de usabilidade identificadas foram especificamente derivadas para o contexto da *World Wide Web*, enquanto outras foram derivadas para outros contextos de aplicação. No entanto, todas as regras de usabilidade apresentadas nesta seção se aplicam a projetos de interfaces de sistemas de software *Web*.

As regras de usabilidade identificadas são classificadas e apresentadas nesta seção de acordo com mídias de informação¹ ou aspectos hipertexto² em que estão centradas. Além disso, as regras identificadas são também classificadas de acordo com seu grau de generalidade, considerando para isso a classificação de regras de usabilidade de Dix et al. (1998).

2.5.1 Regras de Usabilidade Centradas em Mídia Textual

A mídia textual tem sido uma das mais utilizadas mídias para apresentação de informações a usuários de sistemas de software. Esta mídia é utilizada em interfaces de sistemas

¹Meios de apresentação de informação. Exemplos de mídias de informação são: texto, gráfico, áudio e vídeo.

²Características associadas a estruturas que permitem organizações não lineares de fragmentos ou porções textuais.

de software desde o surgimento de antigos paradigmas de interação, como o paradigma de comandos textuais. Ainda hoje, a mídia textual é um meio de apresentação de informação importante e muito utilizado. Diversos trabalhos na literatura propõem regras de usabilidade centradas exclusivamente em aspectos de apresentação de informações textuais.

Ao discutir aspectos da interação usuário-sistema, é interessante destacar fatores como a preferência de usuários por leitura em papel a leitura em telas de computador. Trabalhos como os de Shneiderman (1987) e Mcknight et al. (1989) revelam essa preferência e motivam a realização de outros trabalhos com o objetivo de melhor entender aspectos negativos da interação entre usuários, sistemas de software e dispositivos eletrônicos.

Mcknight et al. (1989), além de revelar a preferência de usuários por leitura em papel, propõem regras de usabilidade para apresentação de informações textuais que têm como objetivo reduzir tal preferência. A Tabela 2.3 apresenta regras de usabilidade propostas por esses autores e suas classificações em função do grau de generalidade.

Tabela 2.3: Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Mcknight et al., 1989)

Regra de Usabilidade	Classificação
A informação textual deve ser organizada e distribuída em diferentes hiperdocumentos.	Heurística
Fundos brancos e letras pretas devem ser utilizados para apresentar a informação textual.	guideline

A aplicação da primeira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.3 em projetos de interfaces pode prevenir a geração de barras de rolagem verticais, pois com a organização e distribuição da informação ocorre uma redução do número de informação textual apresentada simultaneamente em um único hiperdocumento. Assim, usuários possivelmente executarão menor número de movimentos físicos ao interagir com sistemas de software durante atividades de leitura de material eletrônico. Entretanto, é possível observar que o sucesso dessa regra de usabilidade está diretamente associado à organização da informação textual entre os hiperdocumentos do sistema.

A segunda regra proposta por Mcknight et al. (1989) é utilizada frequentemente em alguns sistemas, como por exemplo, em sistemas de editoração de texto. Borges et al. (2000) reforçam a validação dessa regra afirmando que a utilização de fundo branco e texto preto permite uma melhor legibilidade da informação apresentada. A regra de usabilidade proposta também se aplica a meios não eletrônicos de apresentação de

informações textuais, como os jornais impressos.

Borches et al. (1996) propõem regras de usabilidade para apresentação de informações textuais em interfaces de sistemas de software voltados especificamente para o contexto da *World Wide Web*. Esses autores afirmam que a proposta de regras de usabilidade está geralmente associada aos propósitos do sistema em cujo projeto de interfaces serão aplicadas, tal como comerciais e educacionais. No entanto, Borches et al. (1996) propõem algumas regras de usabilidade que afirmam ser aplicáveis em projetos de interfaces de qualquer sistema de software, independente de seu propósito.

Tabela 2.4: Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Borches et al., 1996)

Regra de Usabilidade	Classificação
Fontes, estilos e tamanhos devem ser consistentes em todo texto.	guideline
Mais de um mecanismo de destaque não deve ser utilizado em uma mesma palavra.	guideline
Textos devem ser escritos em inglês, e quando necessário, no idioma local de criação.	padrão
Número elevado de cores não deve ser utilizado em textos.	guideline

A utilização da primeira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.4 facilita a identificação de elementos presentes em conteúdos textuais, como títulos e subtítulos. Além disso, a utilização dessa regra proporciona uma apresentação mais clara e organizada da informação textual armazenada.

A segunda e a quarta regras de usabilidade apresentadas na Tabela 2.4 também proporcionam uma apresentação clara e organizada de informações textuais em hiperdocumentos. Suas aplicações resultam na criação de hiperdocumentos com aparências suaves e agradáveis. Além disso, a utilização de um número elevado de cores ao apresentar informações textuais pode ocasionar a usuários problemas de fadiga visual, gerando assim barreiras à boa interação usuário-sistema (Borges et al., 2000).

Particularmente, a terceira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.4 reflete forte dependência do contexto de aplicação, a *World Wide Web*. Os autores justificam a necessidade de se escrever textos em inglês afirmando que usuários da *Web* apresentam elevada diversidade de idioma. Entretanto, o sucesso dessa regra de usabilidade depende exclusivamente da análise detalhada do perfil dos usuários de um sistema de software em particular, dado a possibilidade desses usuários não conhecerem a língua inglesa.

Borges et al. (1996) também propõem regras de usabilidade para apresentação de

informações textuais em interfaces de sistemas de software voltados especificamente para o contexto da *World Wide Web*. Além disso, as regras propostas por esses autores são voltadas para o projeto de sistemas com propósitos acadêmicos, tais como sistemas de universidades e colégios. Esses autores categorizam as regras propostas em:

1. aplicáveis em qualquer hiperdocumento de sistemas acadêmicos *Web*; e
2. aplicáveis somente em hiperdocumentos principais de sistemas acadêmicos *Web*.

As regras de usabilidade propostas por Borges et al. (1996) são apresentadas na Tabela 2.5 segundo a categorização desses autores.

Tabela 2.5: Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Borges et al., 1996)

Regra de Usabilidade	Categoria	Classificação
Cabeçalhos de hiperdocumentos não devem ocupar mais de vinte e cinco por cento do total de espaço reservado a informações textuais.	1	padrão
Cabeçalhos e rodapés de hiperdocumentos devem ser claramente separados do corpo do texto.	1	guideline
Cores não contrastantes e que permitam a apresentação de informações textuais em monitores preto e branco devem ser utilizadas.	1	guideline
Informações textuais curtas que descrevem a universidade ou o colégio devem ser apresentadas abaixo do cabeçalho.	2	padrão

A primeira e a segunda regra de usabilidade apresentadas na Tabela 2.5 estão voltadas especificamente para aspectos relacionados à organização da informação textual. A terceira regra, que argumenta a utilização de cores não contrastantes e legíveis em monitores preto e branco, possivelmente não se adequa perfeitamente as tecnologias atuais, pois acredita-se que monitores preto e branco não estejam mais em uso. Por outro lado, essa regra de usabilidade proporciona a impressão legível de informações textuais em impressoras preto e branco.

Nos últimos anos, trabalhos têm focado suas atenções no estudo de como usuários lêem e compreendem informações textuais apresentadas através de hiperdocumentos de sistemas de software *Web*.

Nielsen (1997) apresenta resultados de seus estudos sobre o comportamento de usuários ao ler informações textuais na *Web*, onde conclui que usuários não lêem informações

apresentadas nesse contexto. Na verdade, usuários da *Web* percorrem segmentos de informação a procura de palavras-chave associadas ao assunto de interesse.

Nielsen (1997) também apresenta resultados que mostram que informações textuais podem proporcionar maior grau de usabilidade a sistemas de software quando escritas de forma concisa, objetiva e de maneira a permitir uma fácil varredura visual. A Tabela 2.6 apresenta regras de usabilidade propostas por Nielsen e cujo objetivo é apoiar a redação de textos concisos, objetivos e que permitam fácil varredura visual.

Tabela 2.6: Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Nielsen, 1997)

Regra de Usabilidade	Classificação
Textos devem ser estruturados em parágrafos contendo uma única idéia principal.	guideline
Parágrafos devem ser curtos e devem iniciar com sentenças que expressem suas idéias principais.	guideline
Linguagens comerciais ou promocionais não devem ser utilizadas.	padrão
O método de escrita da pirâmide invertida deve ser utilizado. Pirâmide invertida é a técnica de redação que organiza textos iniciando-os com as conclusões e encerrando-os com a introdução.	padrão
Recursos de destaque, como negrito, sublinhado e cabeçalho não devem ser utilizados excessivamente para destacar idéias no texto.	guideline
Textos curtos, claros e contendo apenas a informação necessária devem ser utilizados como âncoras.	guideline

Outras regras de usabilidade também voltadas para aspectos de apresentação de informações textuais são apresentadas na Tabela 2.7. Essas regras fazem parte de um conjunto maior de regras de usabilidade inicialmente proposto por Nielsen and Molick (1990) e posteriormente estendido por Nielsen (1993).

Tabela 2.7: Regras de usabilidade centradas em informações textuais (Nielsen, 1993)

Regra de Usabilidade	Classificação
<i>Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real.</i> O sistema precisa falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares.	heurística
<i>Consistência e Padrões.</i> Os usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. O sistema precisa seguir convenções de plataforma computacional	heurística
<i>Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros.</i> Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos) indicando precisamente o problema, e construtivamente sugerindo uma solução	heurística

As regras de usabilidade apresentadas na Tabela 2.7 também podem ser associadas a aspectos de apresentação de outras mídias de informação. Mas, através de suas redações percebe-se que estão prioritariamente centradas em aspectos de apresentação de informações textuais.

2.5.2 Regras de Usabilidade Centradas em Mídia Gráfica

Elementos gráficos como ícones, botões, formulários e figuras vêm sendo utilizados em interfaces de sistemas de software principalmente após o surgimento do paradigma de manipulação direta, na década de 80. Desde então observa-se que alguns projetistas utilizam elementos gráficos de forma inadequada, ocasionando problemas de interação entre usuários e sistemas de software. Neste contexto, regras de usabilidade para apresentação de informações gráficas são propostas na literatura com o objetivo de melhor orientar a utilização dessa mídia de informação em interfaces de sistemas de software.

Mcknight et al. (1989) propõem a utilização de metáforas em interfaces de sistemas de software como mecanismo de prevenção a problemas de desorientação (Conklin, 1987), pois assim, segundo esses autores, torna-se possível explorar conhecimentos prévios dos usuários. Uma maneira de implementar metáforas em sistemas de software é através da utilização de elementos gráficos em suas interfaces. No entanto, Mcknight et al. (1989) estudos complementares são necessários para que se possa melhor analisar prós e contras da utilização de metáforas em interfaces de sistemas de software.

Borches et al. (1996), em complemento às suas regras de usabilidade para apresentação de informações textuais apresentadas na subseção anterior, também propõem uma regra

de usabilidade para apresentação de informações gráficas em hiperdocumentos de sistemas de software *Web*. Tal regra de usabilidade é apresentada na Tabela 2.8.

Tabela 2.8: Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borches et al., 1996)

Regra de Usabilidade	Classificação
Elementos gráficos como botões, ícones, etc. devem ser utilizados em hiperdocumentos sempre que possível.	guideline

Borches et al. (1996) justificam a regra proposta afirmando que resultados de seus estudos permitem concluir que usuários preferem interagir com elementos gráficos a interagir com elementos textuais. Usuários preferem, por exemplo, interagir com uma âncora gráfica (botão) rotulada "Início" a interagir com uma âncora textual de mesmo rótulo.

Borges et al. (1996) e Nielsen (1997) também propõem regras centradas em aspectos de apresentação de informações gráficas, em complemento às suas regras de usabilidade para apresentação de informações textuais. A Tabela 2.9 e a Tabela 2.10 apresentam respectivamente as regras de usabilidade propostas por esses autores. Tais regras foram propostas especificamente para apresentação de informações gráficas no contexto da *World Wide Web*.

Tabela 2.9: Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borges et al., 1996)

Regra de Usabilidade	Classificação
Elementos gráficos que diferenciam figuras quando estas são âncoras devem ser utilizados em hiperdocumentos de sistemas de software.	guideline
Ícones devem ser utilizados de forma consistente, ou seja, para o mesmo propósito o mesmo ícone deve ser utilizado.	guideline

Tabela 2.10: Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Nielsen, 1997)

Regra de Usabilidade	Classificação
Barras de rolagem horizontais não devem ser utilizadas, e barras verticais devem ser evitadas.	padrão
Elementos gráficos como botões, ícones, figuras, etc. devem ser utilizados com moderação.	guideline

A segunda regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.9 consiste em uma instância da primeira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.4. Ambas são especializações da segunda regra de usabilidade de generalidade maior — heurística — apresentada na Tabela 2.7.

A última regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.10 não é considerada em projetos de interfaces de sistemas de software *Web* que fazem uso demasiado de elementos

gráficos. O desrespeito a essa regra, por sua vez, gera insatisfação nos usuários que aguardam extensos intervalos de tempo até que o sistema seja completamente apresentado.

Borges et al. (2000) apresentam uma revisão da literatura de usabilidade centrada em estudos da utilização de cores em hiperdocumentos de sistemas de software *Web*. Entre os conceitos discutidos está a ocorrência de fadiga visual em usuários que interagem com hiperdocumentos que utilizam excessivo número de cores. Esses autores propõem um conjunto de regras de usabilidade para apresentação de cores em interfaces de sistemas *Web* como conclusão da revisão literária realizada. A Tabela 2.11 apresenta as regras de usabilidade propostas.

Tabela 2.11: Regras de usabilidade centradas em informações gráficas (Borges et al., 2000)

Regra de Usabilidade	Classificação
Cores alternativas para âncoras não devem ser utilizadas. As cores padrão hoje usadas na <i>Web</i> para indicar âncoras a visitar e já visitadas são, respectivamente, azul e vermelho.	padrão
<i>Blinks</i> (piscar) não devem ser utilizados em hiperdocumentos de sistemas de software	padrão

Outras regras de usabilidade propostas por outros autores e já apresentadas nesta sub-seção, como a utilização da cor preta para apresentação de informações textuais em fundos brancos, também são propostas por Borges et al. (2000).

Particularmente em relação à última regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.11, Borges et al. (2000) afirmam que o uso intensivo de elementos piscantes em interfaces de sistemas de software provoca fadiga visual nos usuários em função do deslocamento da retina ocular, o que por sua vez acarreta em problemas de interação com o sistema.

2.5.3 Regras de Usabilidade Centradas em Mídias Auditivas e Visuais

A utilização de mídias de áudio e de vídeo em interfaces de sistemas de software *Web* vem se intensificando nos últimos anos (Ginige and Murugesan, 2001). Sistemas que antes utilizavam somente mídias textuais e gráficas agora também utilizam mídias de áudio e de vídeo para apresentar informações armazenadas a seus usuários.

Trabalhos que estudam aspectos de apresentação de informações de áudio e vídeo surgiram como consequência do aumento da demanda e utilização dessas mídias em

interfaces de sistemas de software. Assim, diversas regras de usabilidade centradas nas mídias auditivas e visuais são propostas na literatura.

Stifelman et al. (1993) propõem um conjunto de regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de informações auditivas. Essas regras constituem lições aprendidas durante o desenvolvimento de um computador de mão comandado por instruções de voz. A Tabela 2.12 apresenta as regras de usabilidade propostas por esses autores.

Tabela 2.12: Regras de usabilidade centradas em informações auditivas (Stifelman et al., 1993)

Regra de Usabilidade	Classificação
Operações de reprodução, interrupção, retrocesso e progresso do áudio devem ser fornecidas.	heurística
Velocidades diferentes de reprodução do áudio devem ser fornecidas.	guideline
A reprodução de segmentos de áudio deve ser permitida.	guideline

Stifelman et al. (1993) justificam a segunda regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.12 destacando a necessidade que usuários têm de acelerar a reprodução de segmentos de áudio quando estes não são de interesse.

Em relação a última regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.12, os autores afirmam que a reprodução de áudios capturados como um único fluxo contínuo pode ocasionar insatisfação a usuários, uma vez que estes são obrigados a ouvir segmentos de informação anteriores ao segmento que reproduz o conteúdo desejado.

Nielsen (1995) também propõe regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de informações auditivas e visuais em interfaces de sistemas de software *Web*. A Tabela 2.13 a seguir apresenta as regras de usabilidade propostas por esse autor.

Tabela 2.13: Regras de usabilidade centradas em informações auditivas e visuais (Nielsen, 1995)

Regra de Usabilidade	Classificação
Informações de áudio devem ser utilizadas para informar ao usuário o início, a conclusão, etc. de eventos executados em segundo plano.	guideline
Informações de áudio que informam aspectos do sistema devem ser rápidas e não intrusivas.	guideline
A utilização de vídeos em hiperdocumentos de sistemas de software deve ser evitada.	guideline
Fundos pretos e fontes brancas devem ser utilizados em legendas de vídeo.	padrão

Nielsen (1995) concentra esforços na justificativa da terceira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.13. Sistemas de software *Web* que utilizam vídeos em suas interfaces estão expostos ao risco de ocasionar insatisfações a seus usuários, a medida que podem demandar grandes intervalos de tempo para apresentar a informação armazenada. Isso decorre de características relacionadas a redes de transmissão de dados envolvidas em comunicações entre computadores. Acredita-se que essa regra de usabilidade perderá sua validade quando redes de comunicação suportarem fluxos de elevada quantidade de dados.

2.5.4 Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos Hipertexto

Sistemas hipertexto possuem características estruturais que permitem a realização de navegações não lineares entre informações textuais apresentadas. Exemplo de sistemas hipertexto são os sistemas voltados para o contexto da *World Wide Web*. A estruturação não linear de informações estabelece novos requisitos de boa usabilidade para esses sistemas, como por exemplo, uma boa organização da informação e uma boa orientação de navegação.

Conklin (1987) apresenta dois importantes problemas inerentes a sistemas hipertexto: desorientação e sobrecarga cognitiva. A *desorientação* pode ser resultante da má organização da informação apresentada aos usuários, o que por sua vez pode ocasionar em problemas de navegação. *Sobrecarga cognitiva* refere-se ao elevado esforço cognitivo exigido de usuários e projetistas, respectivamente, ao interagir e ao projetar sistemas hipertexto. A sobrecarga cognitiva está associada tanto à autoria quanto ao uso de sistemas hipertexto.

Sob a perspectiva do usuário, a desorientação e a sobrecarga cognitiva ocasionam problemas de interação com o sistema. Desta forma, trabalhos na literatura propõem regras de usabilidade com o objetivo de amenizar esses problemas.

Nielsen (1999) discute dificuldades relacionadas ao gerenciamento de pesquisas centradas no estudo de princípios determinantes da boa usabilidade na *World Wide Web*. Segundo esse autor, o estudo de regras de usabilidade que possam orientar projetistas no desenvolvimento de sistemas *Web* de boa usabilidade é dificultado pelo rápido desenvolvimento tecnológico desse contexto que, por sua vez, promove consideráveis alterações na interação usuário-sistema. Entretanto, Nielsen também afirma que alguns princípios de boa usabilidade para sistemas *Web* permanecem inalterados apesar da evolução tec-

nológica, e propõe regras de usabilidade centradas nesses princípios, como apresentado na Tabela 2.14.

Tabela 2.14: Regras de usabilidade centradas em aspectos hipertexto (Nielsen, 1999)

Regra de Usabilidade	Classificação
Mecanismos de orientação como mapas de navegação devem ser fornecidos em hiperdocumentos de sistemas de software.	guideline
Hiperdocumentos do sistema devem demandar pequeno intervalo de tempo para serem apresentadas aos usuários.	guideline
Sistemas com mais de duzentos hiperdocumentos devem fornecer mecanismos de pesquisa por palavra-chave.	padrão
Barras de rolagem devem ser evitadas em hiperdocumentos de sistemas de software.	guideline
O uso de animações deve ser evitado em interfaces.	guideline

Percebe-se que a primeira regra de usabilidade apresentada na Tabela 2.14 está diretamente associada ao problema de desorientação já discutido. Mapas, por exemplo, são mecanismos que permitem a usuários se localizar quando presentes em um hiperdocumento específico de um sistema.

Nielsen (1999) afirma que, baseado em seus estudos de usabilidade, é possível concluir que barras de rolagem e animações dispersam a atenção de usuários daquilo que realmente lhes interessam: a informação.

Borges et al. (1996), assim com Nielsen, propõem regras de usabilidade centradas em aspectos de sistemas hipertexto que complementam regras associadas a mídias textuais e gráficas também propostas por eles. Além disso, segundo esses autores, as regras de usabilidade propostas se aplicam exclusivamente a sistemas de propósitos acadêmicos. A Tabela 2.15 esboça as regras de usabilidade propostas e categorizadas em:

1. regras aplicáveis a qualquer hiperdocumento do sistema; e
2. regras aplicáveis somente ao hiperdocumento principal do sistema de software.

Tabela 2.15: Regras de usabilidade centradas em aspectos hipertexto (Borges et al., 1996)

Regra de Usabilidade	Classificação	Categoria
Nomes de âncoras devem ser significativos.	1	guideline
Comentários adicionais a âncoras devem ser evitados.	1	guideline
Número excessivo de âncoras em um único hiperdocumento deve ser evitado.	1	guideline
Âncoras que não direcionam a nenhum hiperdocumento destino devem ser evitadas.	1	guideline
Número excessivo de âncoras deve ser evitado em hiperdocumentos.	2	guideline
Hiperdocumentos devem apresentar somente a informação necessária.	2	guideline
Aspectos e características da instituição devem ser apresentados em hiperdocumentos direcionadas por âncoras.	2	guideline
Âncoras que direcionam a hiperdocumentos de outros sistemas devem ser apresentadas em hiperdocumentos que não o principal.	2	padrão
Um índice de âncoras que direcionam a hiperdocumentos de outros sistemas deve ser apresentado em um hiperdocumento que não o principal.	2	padrão

É possível observar a especificação das regras apresentadas na Tabela 2.15 em problemas relacionados a utilização e manutenção de âncoras em sistemas de software voltados para o contexto da *World Wide Web*. Observa-se também que a primeira regra de usabilidade apresentada constitui uma especialização da primeira regra de usabilidade de generalidade maior apresentada na Tabela 2.7.

2.6 Outras Regras de Usabilidade

Nielsen (2000) apresenta discussões detalhadas sobre aspectos envolvidos na interação usuário-sistema de software *Web*. Esse autor não apresenta exatamente regras de usabilidade, mas sim argumentos que permitem extrair regras de seus conteúdos. Entre os aspectos discutidos por Nielsen incluem a apresentação de mídias de informação na *Web*, a adequação dos hiperdocumentos a diferentes *browsers* e tempos de resposta estimados. As discussões associados à apresentação de informações em hiperdocumentos de sistemas de software *Web* referem-se a conceitos já apresentados em outros trabalhos desse mesmo autor (Nielsen, 1993, 1995, 1997, 1999).

Nielsen and Tahir (2002) propõem um conjunto de 113 regras de usabilidade centradas em aspectos da interação entre usuários e sistemas de software comerciais *Web*. As regras de usabilidade propostas por esses autores estão centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web* ou em outros aspectos relacionados à interação usuário-sistema, como por exemplo, à criação de nomes de URL's.

Como visto, regras de usabilidade propostas na literatura estão associadas não somente a aspectos de apresentação de informações na *Web*. Regras de usabilidade também podem estar associadas a outros aspectos, como o número de opções disponibilizadas em um *menu*. Desta forma, é importante ressaltar que este trabalho se insere exclusivamente no contexto de estudo de regras de usabilidade associadas à apresentação de mídias de informação na *World Wide Web*.

2.7 Engenharia de Usabilidade

Nielsen (1992a) define *Engenharia de Usabilidade* como a teoria que trata a aplicação de atividades de usabilidade em etapas do processo de software. *Atividades de usabilidade* são atividades voltadas à criação de interfaces de sistemas de boa usabilidade que são executadas no projeto de interfaces.

A Engenharia de Usabilidade não está centrada na proposta de um processo de desenvolvimento de software, mas sim na proposta de aplicação de atividades de usabilidade em fases genéricas³ de desenvolvimento de software. Como exemplo, tem-se a aplicação de atividades de avaliação que utilizam regras de usabilidade na fase genérica de desenvolvimento do processo de software clássico.

2.7.1 Processo de Software Clássico

A Figura 2.1 esboça o processo de software clássico da Engenharia de Software, também conhecido como processo de *software cascata*. Pressman (1995) descreve as etapas que compõem este processo como apresentado sucintamente a seguir.

³Fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento presentes em qualquer processo de software da Engenharia de Software.

Figura 2.1: Processo de software clássico (Pressman, 1995)

- *Engenharia de Sistemas.* Envolve a coleta de requisitos para todos elementos que compõem o ambiente de inserção do software, e prossegue com a atribuição de certo subconjunto desses requisitos ao software.
- *Análise.* Envolve a concentração da coleta de requisitos especificamente no software. Nesta etapa o projetista deve compreender o domínio da informação do software, tarefas e desempenhos exigidos.
- *Projeto.* Envolve a análise de quatro atributos do software: estrutura de dados, arquitetura do software, detalhes procedimentais e interfaces entre módulos procedimentais. A etapa de Projeto traduz requisitos em especificações de software cujas qualidades podem ser analisadas antes do início da codificação.
- *Codificação.* A codificação, ou implementação, envolve a tradução do Projeto para uma forma executável por computadores.
- *Teste.* Após a geração do código, testes são realizados para avaliar a corretude das funcionalidades implementadas.
- *Manutenção.* Manutenções são necessárias quando erros são encontrados, quando são necessárias adaptações a fim de acomodar mudanças do ambiente externo ou quando o cliente (ou usuário) exige acréscimos funcionais ou de desempenho.

A etapa de manutenção reaplica a um sistema já existente todas as etapas do processo de software anteriores.

Pressman (1995) afirma que o processo de software clássico, mesmo possuindo algumas fragilidades, é o modelo procedimental mais amplamente usado pela Engenharia de Software. O processo de software clássico impõe uma abordagem seqüencial ao desenvolvimento, iniciando-se em conceitos associados ao sistema e avançando-se até conceitos de manutenção do produto.

2.7.2 Processo de Software para Desenvolvimento de Sistemas *Web*

Sistemas *Web* passaram por intensas modificações nos últimos anos. Sistemas que antes apresentavam simples interfaces textuais agora apresentam conjuntos de interfaces compostas por diversas mídias de informação. O conteúdo de hiperdocumentos que até então não era alterado — estáticos — agora são alterados em função de necessidades dos usuários. Ginige and Murugesan (2001) descrevem essas e outras mudanças como marco de transição entre simples e avançados sistemas *Web*.

Especificamente no contexto *Web*, são necessárias sucessivas atualizações após a disponibilização inicial de um sistema, de forma a adequá-lo às constantes extensões da informação armazenada. Essas atualizações podem estar relacionadas a novos requisitos, como funcionalidade, acessibilidade e usabilidade.

Scapin et al. (2001) propõem um processo de software para desenvolvimento de sistemas *Web* que tem como principais objetivos apoiar a geração de atualizações e a execução da etapa de manutenção. Entretanto, mesmo não se adequando perfeitamente às características de desenvolvimento de sistemas *Web*, Barry and Lang (2001) destacam a elevada utilização do processo de software clássico na indústria de desenvolvimento de sistemas voltados para o contexto da *World Wide Web*.

2.7.3 Atividades de Usabilidade

Nielsen apresenta atividades de apoio a criação de interfaces de sistemas de boa usabilidade, denominadas *atividades de usabilidade* (Nielsen, 1992a, 1993). Atividades de usabilidade apoiam a criação de sistemas de boa usabilidade quando executadas em fases genéricas do processo de desenvolvimento de software. A Figura 2.2 esboça o conjunto de atividades de usabilidade que compõem o *processo de usabilidade* e que são descritas

detalhadamente a seguir (Nielsen, 1992a, 1993).

Figura 2.2: Processo de usabilidade — adaptado de (Nielsen, 1992b)

1. **Identificação do Usuário.** A primeira atividade do processo de usabilidade é a identificação de características relacionadas a potenciais usuários do sistema de software. Usuários não são somente pessoas que utilizam o sistema para executar suas tarefas. Usuários incluem também pessoas que prestam serviços de instalação, manutenção, administração e outros serviços relacionados ao sistema. A Identificação do Usuário é composta das seguintes sub-atividades:

- *Características Individuais do Usuário.* O conhecimento antecipado de características individuais dos usuários, como sua experiência computacional prévia, escolaridade e idade, pode contribuir com o desenvolvimento de sistemas de boa usabilidade. O projetista pode identificar potenciais problemas de interação usuário-sistema conhecendo estas características, o que por sua vez proporciona o desenvolvimento de sistemas com menor número de problemas de usabilidade. Em algumas situações, é possível identificar o usuário como uma pessoa específica, por exemplo, quando o sistema for voltado para um departamento de uma empresa em particular. Neste contexto, o projetista pode identificar características relacionadas aos usuários do sistema apenas observando seus comportamentos no ambiente de trabalho e realizando entrevistas.

Em outras situações, quando o sistema é voltado para uma diversidade maior de usuários, torna-se difícil identificar suas características, como por exemplo, quando o contexto de aplicação é a *World Wide Web*. Nestas situações, as características dos potenciais usuários do sistema podem ser identificadas através da análise de uma amostra representativa da população.

- *Execução de Tarefas.* Uma importante sub-atividade que compõe a Identificação do Usuário é a Execução de Tarefas. Nesta sub-atividade são realizados estudos centrados na identificação de tarefas executadas por potenciais usuários de um sistema em seus ambientes de trabalho, assim como estudos de como aquelas tarefas são executadas e como os usuários se comportam em situações de emergência. Além disso, o projetista deve identificar pontos em que usuários falham ao executar suas tarefas, pontos em que são gastos extensivos intervalos de tempo de execução, e pontos em que observa-se algum desconforto. A identificação desses pontos possibilita a criação de sistemas que apresentam mecanismos mais eficientes e satisfatórios de execução das tarefas implementadas.
 - *Evolução do Usuário.* A interação entre usuário e sistemas de software se modifica com o decorrer do tempo. Um exemplo de modificação de interação usuário-sistema é a utilização de teclas de atalho por usuários que adquirirem experiência no uso de um sistema em particular. Projetos de sistemas de boa usabilidade prevêem a evolução das necessidades dos usuários e conseqüentemente apóiam a criação de produtos que suportam essa evolução. Estudos de interfaces de projetos anteriores é uma maneira eficiente de prever a evolução dos usuários.
2. **Análise de Mercado.** A partir da análise de sistemas existentes pode-se derivar heurísticas, guidelines e padrões de apoio ao desenvolvimento de sistemas de boa usabilidade. Além disso, pode-se obter conclusões sobre decisões de projeto de interfaces através de observações de interações entre usuários e outros sistemas de software.
3. **Metas de Usabilidade.** Nielsen (1992a) apresenta cinco metas (princípios de usabilidade) que considera fundamentais a sistemas de boa usabilidade:
- *Facilidade de Aprendizado inicial.* Facilidade com que usuários aprendem a utilizar o sistema (Nielsen, 1993).
 - *Eficiência de uso após o aprendizado.* Relação entre recursos despendidos na execução de tarefas após o aprendizado do sistema e a qualidade de execução provida (ISO, 1995).
 - *Facilidade de usuários não freqüentes reutilizarem o sistema sem a necessidade de novo aprendizado.* Facilidade com que usuários utilizam um sistema após decorrido considerável tempo da data de última utilização (Nielsen, 1993).

- *Frequência e relevância de erros.* Frequência com que ocorrem problemas e o impacto destes na interação com o usuário (Nielsen, 1993) .
- *Satisfação subjetiva do usuário.* Satisfação dos usuários ao interagir com o sistema (Nielsen, 1993).

A seleção de um conjunto de princípios de usabilidade indispensáveis a um sistema de boa usabilidade auxilia o desenvolvimento de um sistema em particular, uma vez que especifica objetivos de usabilidade a serem alcançados. A especificação dos princípios de usabilidade deve ser detalhada de forma a permitir a avaliação do grau de usabilidade atingido pelo sistema em função de cada um daqueles princípios selecionados.

Outros princípios de usabilidade também considerados fundamentais a sistemas de boa interação com o usuário são apresentados na literatura (Dix et al., 1998; ISO, 1995; Raposo et al., 1999; Rocha and Baranauskas, 2000; Shneiderman, 1992; Souza et al., 1999). A definição de um conjunto de princípios indispensáveis a um sistema em particular depende especialmente de resultados obtidos na atividade de Identificação do Usuário.

4. **Participação do Usuário no Projeto.** A atividade de Identificação do Usuário não é suficiente para identificar completamente as necessidades e características dos usuários. Portanto, a participação de usuários em projetos de desenvolvimento de interfaces auxilia a tomada de decisões que guiam à criação de produtos de boa usabilidade. Essas participações incluem reuniões entre projetistas e usuários, além de análises de protótipos executadas pelos próprios usuários.
5. **Coordenação do Projeto.** A Coordenação do Projeto tem como objetivo manter a consistência das interfaces desenvolvidas. Sistemas, principalmente quando atualizações, devem manter a consistência de aspectos visuais, manuais e documentação. Duas maneiras de obter consistência em projetos de interfaces de sistemas de software são:
 - *Padrões.* A utilização de Padrões favorece a consistência entre interfaces pertencentes a diferentes sistemas, ou até mesmo entre interfaces pertencentes a atualizações de um mesmo sistema. Padrões podem ser utilizados no desenvolvimento de interfaces pertencentes a uma única família de produtos ou indústria, ou até mesmo no desenvolvimento de interfaces de produtos pertencentes a um domínio maior.

- *Identidade do Produto.* A identidade do produto é um documento resumido que descreve os objetivos funcionais do sistema, seus usuários e seus princípios de usabilidade indispensáveis. Esse documento favorece a consistência das interfaces de um sistema de software a medida que passa a cada membro do projeto características fundamentais relacionadas ao desenvolvimento daquelas interfaces.

6. Aplicação de Guidelines e Avaliação Heurística. A utilização de heurísticas e guidelines no desenvolvimento de interfaces de sistemas de software tem por finalidade orientar o projetista na tomada de decisões de projeto, tomando por base conhecimentos adquiridos em experiências passadas. Segundo Rocha and Baranauskas (2000), a utilização de heurísticas e guidelines em etapas de desenvolvimento de interfaces ajuda o projetista a focar no que é necessário desenvolver e também a lidar com compromissos de desenvolvimento, embora essa aplicação não seja fácil.

A Tabela 2.16 esboça um exemplo de utilização de uma heurística e guidelines no desenvolvimento de interfaces, ambas associadas ao aspecto de consistência.

Tabela 2.16: Exemplo de utilização de heurística e guidelines no desenvolvimento de interfaces de sistemas de software — adaptado de (Rocha and Baranauskas, 2000)

Heurística	Usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. O sistema precisa seguir convenções de plataforma computacional.
Guidelines	Manter títulos sempre na mesma posição da tela. Utilizar títulos sempre em destacados.
Comentário	Consistência ajuda na orientação do usuário.

Nielsen também recomenda a utilização de heurísticas no desenvolvimento de interfaces através da utilização da técnica de avaliação de usabilidade denominada *Avaliação Heurística*⁴. Essa técnica de avaliação de usabilidade pode ser executada a partir de simples protótipos, como por exemplo, esboços ou animações sem funcionalidades implementadas, o que permite sua aplicação em estágios iniciais de desenvolvimento.

7. Prototipação. A prototipação tem como objetivo apoiar o refinamento de interfaces iniciais a partir de avaliações realizadas por potenciais usuários do sistema ou por especialistas em usabilidade. Um protótipo não necessita possuir imple-

⁴Maiores detalhes sobre essa técnica de avaliação de usabilidade são apresentados na Seção 2.8.

mentações funcionais, mas sim representações visuais que permitam ao usuário ou avaliador identificar e entender elementos componentes da interação.

8. **Teste Empírico.** Nielsen (1992a) apresenta a atividade de Teste Empírico como fundamental ao desenvolvimento de sistemas de boa interação com o usuário. Nesta atividade, usuários devem executar tarefas representativas do domínio do sistema identificadas na sub-atividade Execução de Tarefas.

Técnicas de avaliação de usabilidade que envolvem a participação de usuários podem ser utilizadas na execução dos testes empíricos, como por exemplo, as técnicas Pensando em Voz Alta e Questionários (Nielsen, 1992a, 1993).

Durante a execução da atividade de Testes Empíricos podem ser utilizados protótipos como mecanismo de representação das interfaces do sistema.

9. **Projeto Iterativo.** Como apresentado em atividades anteriores, avaliações heurísticas e testes empíricos devem ser realizados durante o processo de desenvolvimento de interfaces. Essas avaliações resultam na identificação de problemas de usabilidade para os quais são propostas soluções posteriormente.

Ao implementar uma solução para um problema de usabilidade novos problemas podem ser inseridos no projeto. Um projeto de interfaces, ou uma interface já desenvolvida, jamais estão isentos de problemas de usabilidade (Rocha and Baranauskas, 2000). Desta forma, numerosas versões de um projeto de interfaces são comuns quando se tem como objetivo a criação de sistemas de software de boa usabilidade. As iterações de um projeto de interfaces constituem uma boa forma de refinar e aperfeiçoar a usabilidade do sistema em desenvolvimento.

10. **Coleta de Dados de Estudos de Campo.** O principal objetivo desta atividade é obter dados que possam ser utilizados em projetos de atualização de um sistema ou em projetos de outros sistemas de software futuros.

Estudos de campo são responsáveis por investigar como usuários utilizam em seus ambientes de trabalho sistemas já desenvolvidos. Uma maneira de executar essa investigação é através do registro de uso, que permite identificar problemas de usabilidade não identificados em outras atividades do processo de usabilidade.

Dados estatísticos sobre a utilização do sistema também podem ser coletados. Esses dados são importantes para tomadas de decisões em projetos de atualizações e também em projetos de sistemas futuros.

2.7.4 Aplicação de Atividades de Usabilidade em Etapas do Processo de Software Clássico

Nielsen organiza as atividades de usabilidade em função das fases genéricas de desenvolvimento de software⁵ (Nielsen, 1992a, 1993).

As etapas do processo de software clássico apresentadas na Seção 2.7.1 são muito semelhantes às fases genéricas de desenvolvimento da Engenharia de Software (Pressman, 1995), o que permite afirmar que as atividades de usabilidade apresentadas na Subseção 2.7.3 se aplicam adequadamente ao contexto do processo de software clássico. Desta forma, é possível esboçar paralelos de execução entre etapas do processo de software clássico e atividades do processo de usabilidade, como apresentado na Figura 2.3.

Figura 2.3: Escopo de aplicação de atividades de usabilidade em etapas do processo de software clássico

A Figura 2.3 esboça em sua porção esquerda a organização das atividades de usabilidade em função das fases genéricas de desenvolvimento, apresentadas respectivamente na porção central. A porção mais a direita, por sua vez, esboça a organização das etapas do processo de software clássico também em função das fases genéricas de desenvolvimento da Engenharia de Software.

⁵Fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento presentes em qualquer processo de software da Engenharia de Software.

As fases genéricas de desenvolvimento da Engenharia de Software são definidas sob a perspectiva da engenharia de usabilidade como descrito a seguir:

1. **Pré-Desenvolvimento.** Envolve atividades de usabilidade relacionadas ao estudo de conceitos referentes à análise de requisitos de usabilidade do sistema, assim como atividades relacionadas ao estudo de usabilidade de sistemas já existentes. Esta fase envolve a definição de princípios de usabilidade indispensáveis ao sistema.
2. **Desenvolvimento.** Envolve atividades de usabilidade relacionadas ao estudo de conceitos referentes ao processo de construção e avaliação de interfaces de sistemas de software. Esta fase compreende a utilização de heurísticas e guidelines em atividades de desenvolvimento e avaliação.
3. **Pós-Desenvolvimento.** Envolve atividades de usabilidade relacionadas ao estudo de observações de utilização do sistema por usuários em seus ambientes de trabalho.

Geralmente, torna-se inviável a execução de todas atividades componentes do processo de usabilidade em projetos de sistemas de software com escassos recursos financeiros, pessoal especializado e tempo. Neste caso, Nielsen recomenda a utilização de somente atividades que representam maior impacto sobre a aceitabilidade do produto, e que geralmente se aplicam na fase genérica de desenvolvimento de software (Nielsen, 1992a, 1993).

2.8 Avaliação de Usabilidade

A atividade Teste Empírico e a atividade Aplicação de Guidelines e Avaliação Heurística envolvem a execução de avaliações de usabilidade em projetos de interfaces de sistemas de software. Além disso, avaliações de usabilidade podem ser executadas após o desenvolvimento de sistemas de software (Dix et al., 1998).

A avaliação de usabilidade tem como objetivo estimar a adequação de um sistema de software aos princípios de usabilidade considerados indispensáveis àquele sistema (Dix et al., 1998). Os princípios de usabilidade considerados indispensáveis a um sistema de software em particular são definidos na atividade Metas de Usabilidade. Normalmente, diferentes técnicas de avaliação de usabilidade se adequam à medida de diferentes

princípios de usabilidade, o que por sua vez justifica a utilização de diferentes técnicas em atividades de avaliação de sistemas de software.

Diversas técnicas de avaliação de usabilidade são apresentadas na literatura (Dix et al., 1998; Matera, 1999; Nielsen and Mack, 1994; Rocha and Baranauskas, 2000). Essas técnicas são classificadas em função de dois aspectos:

- estágio do processo de desenvolvimento de software em que podem ser aplicadas; e
- necessidade de participação de usuários em suas execuções.

Baseado nestes aspectos, Rocha and Baranauskas (2000) apresentam a seguinte classificação de técnicas de avaliação de usabilidade:

- *Técnicas de Inspeção de Usabilidade.* Técnicas que não envolvem a participação de usuários e que podem ser aplicadas em qualquer fase de desenvolvimento de um sistema de software, esteja ele implementado ou não.
- *Técnicas de Teste de Usabilidade.* Técnicas que envolvem a utilização de usuários e que necessariamente precisam de alguma implementação para serem executadas. Essa implementação pode ser desde o sistema finalizado a até protótipos sem funcionalidades desenvolvidas.

Técnicas de inspeção de usabilidade são consideradas de mais fácil aprendizado e aplicação quando comparado a técnicas de teste de usabilidade. Resultados diferentes podem ser obtidos ao utilizar técnicas de inspeção e de teste, o que por sua vez justifica a aplicação de técnicas pertencentes as duas classes em atividades de avaliação de usabilidade.

2.8.1 Técnicas de Inspeção de Usabilidade

Técnicas de inspeção de usabilidade envolvem avaliações de aspectos relacionados a interação usuário-sistema executadas por avaliadores experientes em usabilidade, em desenvolvimento de software, etc. Resultados obtidos por estas técnicas limitam-se exclusivamente à experiência dos avaliadores envolvidos.

Nielsen and Mack (1994), Dix et al. (1998) e Rocha and Baranauskas (2000) apresentam as principais técnicas de inspeção de usabilidade discutidas na literatura. São apresentadas a seguir algumas dessas técnicas, bem como outra técnica especificamente desenvolvida para avaliação de interfaces multimídia *Web* (Matera, 1999).

Avaliação Heurística

A *Avaliação Heurística* (Nielsen and Mack, 1994) consiste na execução de análises em interfaces de sistemas de software realizadas por avaliadores especialistas ou não em usabilidade.

A Avaliação Heurística está centrada principalmente na análise da consistência global das interfaces do sistema de software avaliado. Esta técnica de avaliação de usabilidade é executada por um conjunto de avaliadores que individualmente analisam as interfaces do sistema sob a perspectiva de heurísticas previamente selecionadas.

Nielsen (1993) propõe a aplicação de 10 heurísticas na técnica Avaliação Heurística (Tabela 2.17). No entanto, o autor ressalta que outras heurísticas que não somente aquelas propostas por ele também podem ser utilizadas por esta técnica de avaliação de usabilidade.

Tabela 2.17: Heurísticas propostas para aplicação na Avaliação Heurística (Nielsen, 1993)

Heurísticas
<i>Visibilidade do Status do Sistema.</i> O sistema precisa manter seus usuários informados sobre o que está acontecendo, fornecendo respostas adequadas dentro de um tempo razoável.
<i>Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real.</i> O sistema precisa falar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares.
<i>Controle do Usuário e Liberdade.</i> Os usuários freqüentemente escolhem por engano funções do sistema e precisam ter claras saídas de emergência para sair do estado indesejado sem ter que percorrer um extenso diálogo.
<i>Consistência e Padrões.</i> Os usuários não precisam adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. O sistema precisa seguir convenções de plataforma computacional.
<i>Prevenção de Erros.</i> Melhor que uma boa mensagem de erro é um projeto cuidadoso o qual previne o erro antes dele acontecer.
<i>Reconhecimento ao Invés de Relembração.</i> O sistema precisa tornar objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que lembrar informações de uma para outra parte do diálogo.
<i>Flexibilidade e Eficiência de Uso.</i> Os usuários novatos se tornam peritos com o uso. O sistema precisa prover aceleradores de forma a aumentar a velocidade de interação. O sistema precisa permitir, a usuários experientes, "corta caminho" em ações freqüentemente executadas.
<i>Estética e Minimalismo.</i> Diálogos não devem conter informações irrelevantes ou raramente necessárias. Qualquer unidade de informação extra no diálogo irá competir com unidades relevantes de informação e diminuir assim sua visibilidade relativa.
<i>Ajudar os Usuários a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros.</i> Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos) indicando precisamente o o problema, e construtivamente sugerindo uma solução.
<i>Ajuda e Documentação.</i> Embora seja melhor um sistema que possa ser usado sem documentação, é necessário prover ajuda e documentação. Essas informações devem ser fáceis de encontrar, focalizadas na tarefa do usuário e não muito extensas.

Durante as inspeções da Avaliação Heurística, avaliadores utilizam papel e caneta para registrar problemas de usabilidade identificados nas interfaces analisadas. Além disso, os problemas identificados são associados a(s) heurística(s) relacionada(s). Entretanto, em alguns casos, um problema de usabilidade pode estar relacionado a nenhuma ou a mais de uma heurística.

Após o término das inspeções individuais de avaliação de usabilidade, é gerada uma listagem final de problemas. Nessa listagem, são eliminadas redundâncias provenientes de problemas identificados por mais de um avaliador. Em grandes projetos de interfaces, Nielsen (1993) recomenda a atribuição de prioridades aos problemas de usabilidade

identificados, considerando para isso a frequência de ocorrência ou o impacto desses problemas sobre a usabilidade do sistema. Desta forma, equipes de desenvolvedores podem intensificar esforços na correção de problemas que representam maior influência sobre a aceitabilidade do sistema.

O número de avaliadores envolvidos em um experimento de Avaliação Heurística pode determinar o sucesso dessa técnica de avaliação de usabilidade. Nielsen recomenda a utilização de 3 a 5 avaliadores em experimentos de Avaliação Heurística, de acordo com resultados de seus estudos (Nielsen, 1993). Como esboçado na Figura 2.4, três avaliadores identificam em média 50% do total de problemas de usabilidade de um sistema, enquanto cinco avaliadores identificam cerca de 75% do total de problemas.

Figura 2.4: Porcentagem de problemas de usabilidade identificados pelo número de avaliadores envolvidos no experimento de Avaliação Heurística (Nielsen, 1993)

Segundo Nielsen, os benefícios de se utilizar um número superior a cinco avaliadores devem ser detalhadamente analisados, pois o aumento do número de problemas de usabilidade identificados pode não compensar o aumento da complexidade de aplicação e gerenciamento do experimento. A curva de relação custo benefício entre o número de avaliadores envolvidos e o número de problemas identificados, definida por Nielsen, é apresentada na Figura 2.5 (Nielsen, 2002).

Figura 2.5: Relação custo benefício entre número de avaliadores envolvidos no experimento de Avaliação Heurística e o número de problemas identificados (Nielsen, 2002)

A experiência dos avaliadores envolvidos em um experimento de Avaliação Heurística também pode determinar o sucesso dessa técnica de avaliação de usabilidade. Nielsen (1992a) apresenta um experimento de Avaliação Heurística realizado com três grupos de avaliadores: iniciantes (com conhecimentos de computação mas sem experiência em usabilidade), experientes simples (experientes em usabilidade mas não experientes no contexto do sistema avaliado) e experientes duplos (experientes em usabilidade e experientes no contexto do sistema avaliado). Resultados desse experimento mostraram que avaliadores iniciantes identificam um número reduzido de problemas de usabilidade utilizando a técnica Avaliação Heurística. Avaliadores com experiência simples identificam um número bom de problemas, e avaliadores com experiência dupla identificam um número ainda maior de problemas de usabilidade. Nielsen (1992a) e Nielsen and Mack (1994) afirmam que a Avaliação Heurística pode ser aplicada por avaliadores experientes e inexperientes em usabilidade. No entanto, esses autores recomendam a utilização de avaliadores com experiência simples, e quando se deseja obter resultados ótimos, recomendam a utilização de avaliadores com experiência dupla.

Percurso Cognitivo⁶

A técnica Percurso Cognitivo (Polson et al., 1990) consiste na execução de análises de interfaces de sistemas de software realizadas individualmente ou por grupos de avaliadores. Os avaliadores podem ser experientes ou não em usabilidade. A análise das interfaces deve ser realizada sob a perspectiva do usuário, considerando para isso suas necessidades

⁶A denominação em inglês é *Cognitive Walkthrough*.

e conhecimentos computacionais prévios.

A técnica Percurso Cognitivo está centrada principalmente na análise do princípio de aprendizado inicial do sistema de software por exploração (Rocha and Baranauskas, 2000). Esta técnica de avaliação de usabilidade é dividida em duas etapas: preparatória e análise.

Na etapa preparatória, é definido o perfil dos usuários potenciais do sistema, as tarefas representativas que serão avaliadas e os passos necessários à execução dessas tarefas. Tarefas representativas constituem atividades que usuários do sistema possivelmente executarão com maior frequência (Dix et al., 1998). Todos passos necessários à execução dessas tarefas devem ser definidos de forma que avaliadores possam segui-los na etapa de análise.

Na etapa de análise, avaliadores executam as tarefas representativas seguindo os passos definidos na fase preparatória, considerando para isso somente os conhecimentos dos usuários também definidos na fase anterior. As seguintes perguntas devem ser respondidas pelos avaliadores durante a execução de suas análises:

- os usuários farão a ação correta para atingir o resultado desejado?;
- os usuários perceberão que a ação correta está disponível?;
- os usuários irão associar a ação correta com o efeito desejado?;
- se a ação correta for executada, os usuários perceberão que foi feito um progresso em relação a tarefa desejada?.

Problemas de usabilidade são identificados após a ocorrência de uma resposta negativa a qualquer uma destas perguntas. Outras perguntas, que não somente as apresentadas acima, também podem ser utilizadas por esta técnica de avaliação de usabilidade. Fica a critério do coordenador do experimento selecionar ou propor perguntas que melhor se adequem às necessidades de avaliação de um sistema de software em particular.

Avaliação Sistemática de Usabilidade⁷

A *Avaliação Sistemática de Usabilidade* (Matera, 1999) é uma técnica centrada especificamente na avaliação de usabilidade de sistemas hipertexto multimídia. Neste contexto, a

⁷A denominação em inglês é SUE: *Systematic Usability Evaluation*.

técnica Avaliação Sistemática de Usabilidade pode ser considerada adequada à avaliação de sistemas voltados para o contexto da *World Wide Web*.

A Avaliação Sistemática de Usabilidade consiste na análise de interfaces de sistemas de software realizadas por avaliadores experientes em usabilidade. Esses avaliadores analisam interfaces baseando-se em Tarefas Abstratas.

Tarefas Abstratas são definições conceituais aplicáveis a elementos específicos de um sistema multimídia hipertexto (Garzotto et al., 1999). A partir de uma especificação formal de um sistema de software⁸, avaliadores podem identificar elementos da interação usuário-sistema e assim determinar quais Tarefas Abstratas devem ser utilizadas na análise daqueles elementos. Seguindo atividades descritas pela Tarefa Abstrata selecionada, o avaliador pode então analisar a resposta do sistema àquelas atividades executadas sobre o elemento da interação usuário-sistema. Então, a resposta apresentada pode ser comparada à resposta esperada também definida pela Tarefa Abstrata.

A partir de uma especificação de um sistema de software e de um conjunto satisfatório de Tarefas Abstratas, pode-se comparar comportamentos apresentados por elementos de um sistema com descrições comportamentais consideradas adequadas àquelas elementos.

2.8.2 Técnicas de Teste de Usabilidade

Técnicas de Teste de Usabilidade são aplicadas geralmente em estágios avançados de desenvolvimento de software, quando existem implementações reais de interfaces do sistema.

Técnicas de Teste de Usabilidade envolvem a utilização de usuários em avaliações de aspectos relacionados a interação usuário-sistema. Resultados obtidos com estas técnicas podem complementar resultados obtidos com técnicas de inspeção de usabilidade.

Pensando em Voz Alta⁹

A técnica *Pensando em Voz Alta* envolve usuários do sistema de software executando tarefas representativas assistidos por avaliadores experientes em usabilidade.

⁸Matera (1999) utiliza o modelo HDM, mas afirma que outros modelos também podem ser utilizados na especificação do sistema.

⁹A denominação em inglês é *Think Aloud*.

A aplicação desta técnica de avaliação de usabilidade consiste na execução de tarefas por usuários que narram suas interações com o sistema de software em voz alta. Os avaliadores, por sua vez, registram essas narrações para que posteriormente possam analisá-las em busca de problemas de usabilidade. Os avaliadores são responsáveis por estimular a narração das atividades dos usuários questionando-os com perguntas tais como (Rocha and Baranauskas, 2000):

- o que você está pensando agora?;
- o que você acha que essa mensagem significa (após o usuário perceber uma mensagem)?;
- porque você optou por esta ação?; e
- que objetivo você está tentando alcançar?.

Fazendo estas perguntas, os avaliadores estimulam a narração das atividades por parte dos usuários.

Métodos de Questionamento¹⁰

Dix et al. (1998) definem *Métodos de Questionamento* como a composição das técnicas de avaliação de usabilidade denominadas Entrevista e Questionário. Estas técnicas de avaliação de usabilidade são denominadas Métodos de Questionamento por constituírem técnicas de arguição de usuários.

Tanto as Entrevistas quanto os Questionários estão centradas especificamente na análise do princípio de satisfação subjetiva do usuário ao interagir com um sistema de software.

Na execução de entrevistas, um avaliador especialista em usabilidade orienta usuários por uma sequência de questões previamente elaboradas, e que têm como principal objeto medir a satisfação daquele usuário. Entrevistas apresentam abordagem *top-down*, ou seja, iniciam com questões genéricas sobre as tarefas do sistema e progridem para questões específicas de elementos da interação.

¹⁰A denominação em inglês é *Query Techniques*.

Questionários são menos flexíveis que entrevistas, porém podem ser aplicados simultaneamente em um número elevado de usuários, à medida que necessitam de menos tempo e esforço para suas execuções. Diferentes categorias de questões podem ser utilizadas nos questionários:

- *Gerais*. Questões em que usuários dissertam suas respostas livremente.
- *Escalares*. Questões em que usuários selecionam como resposta um valor em uma escala pré-definida.
- *Múltipla Escolha*. Questões em que usuários selecionam como resposta uma ou mais opções entre um conjunto de itens pré-definido.

Métodos Empíricos

Métodos Empíricos têm como objetivo medir hipóteses definidas por avaliadores de usabilidade de sistemas de software (Dix et al., 1998). Na execução desta técnica de avaliação de usabilidade, avaliadores selecionam hipóteses para serem avaliadas sob a percepção do comportamento do usuário.

Na execução dos Métodos Empíricos, qualquer mudança de comportamento do usuário é atribuída a mudanças de valores de variáveis controladas. Variáveis controladas são divididas em duas categorias:

- *Independentes*. Variáveis utilizadas para produzir diferentes valores de medida nas variáveis dependentes.
- *Dependentes*. Variáveis que podem ser medidas na execução do experimento.

Para facilitar o entendimento dos conceitos de variáveis controladas apresentados, segue um exemplo:

Supõe-se que é desejado avaliar a hipótese de que o número de opções em um menu possui relação com a velocidade de acesso às opções daquele mesmo menu.

Neste caso, a variável independente é o número de opções do menu enquanto a variável dependente é a velocidade de acesso a essas opções.

Após definir hipóteses e variáveis a serem analisadas, avaliadores iniciam a execução de observações de usuários interagindo com o sistema de software. Para realizar essas observações, existem dois métodos experimentais: entre-grupos e intra-grupos. Selecionado o método mais adequado, o avaliador distribui entre usuários ou entre grupos diferentes condições, ou seja, distribui diferentes valores de variáveis independentes. Desta forma, alterando valores de variáveis independentes torna-se possível analisar a alteração de valores de variáveis dependentes, e assim estimar a veracidade das hipóteses iniciais.

Dix et al. (1998) e Gray and Salzman (1998) afirmam que alguns aspectos estão relacionados à execução de bons experimentos de Métodos Empíricos, como a definição do número de usuários a ser utilizado e a definição de métodos estatísticos mais adequados à análise de dados.

2.8.3 Seleção de Técnicas de Avaliação de Usabilidade

Uma atividade fundamental ao sucesso da avaliação de usabilidade de um sistema de software é a seleção de técnicas mais adequadas à avaliação daquele sistema em particular. Dix et al. (1998) recomendam a utilização de diferentes técnicas de avaliação de usabilidade em atividades de avaliação de sistemas de software, pois assim, resultados obtidos na aplicação de uma técnica podem complementar resultados obtidos na aplicação de outras técnicas de avaliação de usabilidade.

Alguns aspectos importantes devem ser considerados na seleção de técnicas mais adequadas à avaliação de usabilidade de um sistema de software (Dix et al., 1998; Nielsen, 1993; Rocha and Baranauskas, 2000):

- princípios de usabilidade considerados indispensáveis ao sistema;
- etapa de desenvolvimento do sistema;
- disponibilidade de usuários para participar da avaliação;
- tempo disponível;
- pessoal especializado disponível;
- recursos financeiros disponíveis; e
- recursos materiais disponíveis (laboratórios, computadores, etc.).

2.9 Considerações Finais

Regras de usabilidade podem estar centradas em aspectos de apresentação de informações em interfaces de sistemas *Web*, ou também em outros aspectos envolvidos na interação usuário-sistema, como por exemplo, a definição de teclas de atalho mais apropriadas a uma tarefa. As regras de usabilidade identificadas no desenvolvimento deste trabalho estão especificamente centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*, ou seja, estão centradas na apresentação de uma única mídia de informação (texto, gráfico, áudio ou vídeo) em interfaces de sistemas hipertexto.

Regras de usabilidade podem ser aplicadas em atividades da Engenharia de Usabilidade. A Engenharia de Usabilidade propõe a aplicação dessas atividades paralelamente ao processo de desenvolvimento de software. O conjunto de atividades de usabilidade e suas aplicações em etapas do processo de software constituem o Processo de Usabilidade. Atividades que se destacam por envolver técnicas de avaliação de usabilidade que utilizam regras de usabilidade são:

- Guidelines e Avaliação Heurística.
- Testes Empíricos.

As regras de usabilidade utilizadas são, para a atividade de Guidelines e Avaliação Heurística, guidelines e heurísticas. Para Testes Empíricos, são utilizadas guidelines como regras de usabilidade.

Capítulo 3

Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos de Apresentação de Informações Multimídia na *Web*: Uma Proposta

3.1 Considerações Iniciais

Regras de usabilidade podem ser derivadas a partir da análise de resultados de algumas atividades de usabilidade, como a Análise de Mercado e a Avaliação Heurística.

Neste trabalho foi executado um experimento de avaliação de usabilidade de um sistema multimídia *Web*. O intuito desse experimento foi identificar problemas de usabilidade associados ao sistema, e a partir desses problemas e do estudo de regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*, derivar regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação em interfaces multimídia *Web*. A partir dos problemas de usabilidade identificados, e a partir das regras de usabilidade derivadas, foram também desenvolvidos neste trabalho hiperdocumentos¹ multimídia que propõem soluções aos problemas identificados.

¹Estruturas componentes de sistemas hipertexto que permitem organizações não lineares de informações textuais.

Este capítulo apresenta o experimento de avaliação de usabilidade do sistema multimídia *Web*, as regras de usabilidade derivadas e os hiperdocumentos multimídia desenvolvidos como proposta de solução aos problemas de usabilidade identificados no sistema.

3.2 Avaliação de Usabilidade de um Sistema Multimídia *Web*

Esta seção apresenta o experimento de avaliação de usabilidade de um sistema multimídia *Web* denominado *eClass*. Tal experimento teve como objetivo identificar aspectos que representassem problemas de interação entre o *eClass* e seus usuários.

3.2.1 Sistema *eClass*

O sistema *eClass*² (Abowd, 1999; Abowd et al., 1998; Brotherton et al., 1998), em desenvolvimento no *Georgia Institute of Technology* e no ICMC/USP, investiga problemas associados ao desenvolvimento de ambientes instrumentados de captura de material multimídia em salas de aula, bem como a apresentação desse material através de hiperdocumentos na *Web* (Pimentel and Abowd, 2000).

Como ambiente instrumentado é utilizada uma sala como aquela apresentada na Figura 3.1. A sala é equipada com lousa eletrônica (A), câmera de vídeo (B), microfones (C), projetor apresentando hiperdocumentos *Web* visitados (D) e projetor apresentando informações demonstradas anteriormente na lousa eletrônica (E).

²www.cc.gatech.edu/fce/eclass

Figura 3.1: A sala de aula denominada *eClass* (Abowd, 1999)

Um conjunto de aplicações cliente/servidor é utilizado para capturar, sincronizar, armazenar e visualizar as informações de áudio e vídeo, assim como as anotações feitas na lousa eletrônica e os hiperdocumentos *Web* visitados durante as sessões de captura.

Após a aula, professores e alunos podem ter acesso ao material capturado através de hiperdocumentos multimídia gerados automaticamente pelo *eClass*. Um exemplo típico de hiperdocumento gerado pelo sistema *eClass* é apresentado na Figura 3.2. A janela em segundo plano apresenta o conteúdo da aula como segue: o frame da direita apresenta os slides e as anotações inseridas pelo professor durante a aula, as anotações são ligações que indexam as informações de áudio e vídeo apresentadas no frame inferior esquerdo; o frame superior esquerdo apresenta uma linha do tempo que também indexa as informações de mídia dependente de tempo; as marcações à direita da linha do tempo correspondem a ligações para os slides apresentados no frame à direita, ou para hiperdocumentos *Web* visitados durante a aula e apresentados em janelas separadas quando selecionadas, como àquela em primeiro plano.

Figura 3.2: Hiperdocumento típico produzido automaticamente pelo *eClass* ao término de uma aula (Abowd, 1999)

Os demais hiperdocumentos gerados automaticamente pelo sistema *eClass* são apresentados no Apêndice A.

3.2.2 Experimento de Avaliação de Usabilidade do Sistema *eClass*

Baseado nos trabalhos de Nielsen (1993); Nielsen and Mack (1994) e Levi and Conrad (1996), o experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass* foi dividido em quatro etapas: planejamento, pré-avaliação, avaliação e pós-avaliação.

Na etapa de planejamento, foram definidos os objetivos da avaliação, os princípios de usabilidade indispensáveis ao sistema, selecionados os avaliadores mais adequados e identificado o conhecimento dos potenciais usuários do sistema. A seleção de técnicas de avaliação de usabilidade mais adequadas à avaliação do sistema *eClass* também foi realizada nesta etapa, tendo sido escolhida a técnica Avaliação Heurística.

Na etapa de pré-avaliação, foram apresentados aos avaliadores os objetivos do experimento, o perfil dos usuários do sistema *eClass*, a técnica de avaliação selecionada e um roteiro de avaliação de usabilidade também desenvolvido na etapa de planejamento (Apêndice B).

Na etapa de avaliação, os avaliadores realizaram inspeções individuais nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Essas avaliações foram realizadas com o acompanhamento do experimentador, sujeito responsável pela organização e aplicação do experimento de avaliação de usabilidade.

Na etapa de pós-avaliação, o experimentador analisou qualitativa e quantitativamente os dados coletados nas inspeções de avaliação.

Planejamento

Na etapa de planejamento, inicialmente foram definidos os objetivos do experimento de avaliação de usabilidade. Esses objetivos tiveram como meta esclarecer aos avaliadores que o sistema *eClass* seria avaliado, e não eles, avaliadores.

A atividade Identificação de Características do Usuário, que consistiu principalmente na identificação do conhecimento dos potenciais usuários do sistema *eClass* (Tabela 3.1), foi executada após a definição dos objetivos do experimento. Essa identificação ocorreu

sobre três fatores componentes do conhecimento de usuários de sistemas de software (Nielsen, 1993): conhecimento sobre o sistema, conhecimento sobre o contexto de aplicação do sistema e conhecimento sobre conceitos computacionais.

Tabela 3.1: Conhecimento dos potenciais usuários do sistema *eClass*.

Conhecimento dos Usuários	
Sobre o Sistema	Usuários com diferentes conhecimentos sobre o sistema (novatos e experientes).
Sobre o Contexto de Aplicação do Sistema	Usuários com diferentes conhecimentos de sistemas hipertexto <i>Web</i> (novatos e experientes).
Sobre Computação	Usuários com diferentes conhecimentos computacionais (novatos e experientes).

A atividade Metas de Usabilidade também foi executada na etapa de planejamento. Essa atividade consistiu na seleção de princípios indispensáveis a boa usabilidade do sistema *eClass*, que são (Dix et al., 1998):

- *Consistência*. Apresentação de comportamento semelhante do sistema em situações ou execuções de tarefas similares.
- *Familiaridade*. Capacidade do usuário utilizar durante a interação com o sistema conhecimentos previamente adquiridos em outros sistemas de software ou no mundo real.

Consistência e Familiaridade estão associados ao princípio de *Facilidade de Aprendizado Inicial*, considerado por Nielsen como fundamental a sistemas de boa usabilidade (Nielsen, 1993). Acredita-se, portanto, que sistemas de software consistentes e familiares proporcionam a seus usuários um rápido aprendizado, permitindo que conhecimentos prévios sejam utilizados no processo de interação.

Após a seleção dos princípios de usabilidade indispensáveis ao sistema *eClass*, ocorreu a seleção da técnica mais adequada à avaliação do sistema. A técnica selecionada foi a Avaliação Heurística, e os fatores que levaram a sua escolha foram:

- *Disponibilidade de reduzido intervalo de tempo*. De acordo com o cronograma deste trabalho, havia somente 30 dias alocados para a execução do experimento de avaliação de usabilidade e para a análise de dados.

- *Não disponibilidade de usuários do sistema.* O sistema *eClass* estava em processo de implantação no ICMC/USP no período de execução de sua atividade de avaliação de usabilidade. Portanto, não havia a disponibilidade de usuários e infra-estrutura suficientes à execução de técnicas de teste de usabilidade. Uma unidade do sistema, em uso no *Georgia Institute of Technology* desde 1995, foi utilizada para executar a Avaliação Heurística.
- *Necessidade de avaliar a consistência global das interfaces do sistema.* Análises prévias e informais dos hiperdocumentos do sistema *eClass* revelaram inúmeros problemas de inconsistência na apresentação das diferentes mídias de informação.
- *Disponibilidade de pessoal especializado.* Mesmo que em número reduzido, havia a disponibilidade de pessoal com experiência em usabilidade e no contexto de aplicação do sistema.
- *Não disponibilidade de laboratórios de usabilidade.* Não havia disponibilidade de alguns recursos materiais, como softwares de captura da interação usuário-sistema e câmeras de vídeo.
- *Possibilidade de analisar a adequação de heurísticas propostas na literatura à avaliação de sistemas multimídia Web.* A utilização de heurísticas em atividades de Avaliação Heurística de sistemas de software possibilita aferir a adequação dessas heurísticas ao projeto de sistemas de boa usabilidade semelhantes.

Ainda na etapa de planejamento, foram selecionados 5 avaliadores para realizar inspeções nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Todos os avaliadores pertenciam à área de Ciência da Computação e estavam distribuídos segundo os seguintes níveis de graduação: 3 mestrandos, 1 doutorando e 1 docente. A Tabela 3.2 apresenta a experiência dos avaliadores do sistema *eClass* conforme a classificação de Nielsen (1992a).

Tabela 3.2: Experiência dos avaliadores da usabilidade do sistema *eClass*

Avaliador	Experiência em Usabilidade	Experiência no Contexto de Aplicação do Sistema
A1	-	+
A2	-	+
A3	-	+
A4	-	+
A5	+	+

A experiência em usabilidade dos avaliadores envolvidos no experimento foi definida em função dos seguintes critérios: conhecimento de conceitos de usabilidade apresentados

na literatura e experiência no desenvolvimento de interfaces de sistemas de software. Na Tabela 3.2, a experiência desses avaliadores é representada pelos indicadores + (experientes) e - (inexperientes).

Ao definir os avaliadores em experientes no contexto de aplicação do sistema *eClass* foi considerado somente o conhecimento desses avaliadores em sistemas hipertexto *Web*, e os mesmo indicadores (+ e -) foram utilizados para representar tal experiência na Tabela 3.2.

Além disso, atividades de preparação dos equipamentos (software e hardware) necessários à avaliação de usabilidade foram executadas. Essas atividades concentraram esforços em preparar tais equipamentos antes da chegada dos avaliadores ao local de execução do experimento. Os equipamentos utilizados foram cuidadosamente selecionados de forma a reproduzir com máxima exatidão características referentes a equipamentos utilizados pelos usuários em seus ambientes de trabalho.

Pré-Avaliação

Na etapa de pré-avaliação, foram apresentados aos avaliadores os objetivos do experimento de avaliação de usabilidade e o conhecimento dos potenciais usuários do sistema *eClass*, ambos definidos na etapa de planejamento. Instruções foram passadas aos avaliadores para que as inspeções nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* fossem realizadas sob a perspectiva do conhecimento dos usuários, e não sob a perspectiva de seus próprios conhecimentos.

Na etapa de pré-avaliação, também foram apresentadas aos avaliadores a técnica de Avaliação Heurística, as heurísticas utilizadas (Tabela 2.17) e o roteiro de avaliação de usabilidade definido na etapa de planejamento (Apêndice B).

Recomendações adicionais foram transmitidas aos avaliadores, como a execução de no mínimo duas inspeções em cada hiperdocumento do sistema — a primeira analisando aspectos globais e a segunda analisando elementos específicos da interação usuário-sistema.

Avaliação

A etapa de avaliação contou com a realização de sessões de inspeção de usabilidade sistemáticas nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Para isso, os avaliadores

se basearam nas heurísticas da Tabela 2.17.

Os avaliadores foram assistidos pelo experimentador durante as inspeções dos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Assim, o experimentador pôde auxiliar na solução de eventuais dúvidas sobre o sistema, a medida que essas interferências não influenciassem nos resultados finais do experimento de avaliação de usabilidade.

As sessões de avaliação foram executadas individualmente, de forma que um avaliador não pudesse se comunicar ou até mesmo interferir nas inspeções de outros avaliadores. Os problemas identificados foram registrados em papel, e quando possível, foram associados a pelo menos uma das heurísticas utilizadas.

Na etapa de avaliação, o experimentador também registrou dados quantitativos das inspeções individuais, como o número de sessões de avaliação utilizadas e o tempo de duração de cada sessão. No início da primeira sessão, foi ressaltado a cada avaliador que o experimento poderia ser interrompido a qualquer instante, caso isso fosse necessário. Assim, a atividade de avaliação de usabilidade retornaria em uma nova sessão, recomeçando a partir do ponto em que havia parado na sessão anterior.

Pós-Avaliação

Na etapa de pós-avaliação, o experimentador executou análises qualitativas e quantitativas dos dados coletados. Uma listagem final de problemas de usabilidade foi gerada pelo experimentador a partir das anotações individuais dos avaliadores, eliminando assim eventuais redundâncias existentes (Pimentel and Netto, 2001).

A execução de inspeções de usabilidade nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* consumiu aproximadamente 11 horas e 36 minutos de trabalho. O número médio de sessões de inspeção de usabilidade utilizadas por cada avaliador foi igual a 2, e o tempo médio de cada avaliação foi igual a 2 horas e 19 minutos. A Tabela 3.3 apresenta o tempo total de avaliação consumido por cada avaliador.

Tabela 3.3: Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador (hh:mm)

Avaliador	Tempo Consumido
A1	03:16
A2	03:10
A3	01:59
A4	01:13
A5	01:58

Um total de 73 diferentes problemas de usabilidade foi identificado. A distribuição do número de problemas identificados por avaliador e suas respectivas porcentagens em relação ao total de problemas é apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas

Avaliador	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
A1	19	26
A2	27	37
A3	23	32
A4	15	21
A5	33	45

Como esperado, o avaliador experiente em usabilidade (A5) foi quem identificou o maior número de problemas, mesmo sendo o segundo a consumir menos tempo em suas inspeções (Tabela 3.3). Esse resultado exemplifica estudos realizados por Nielsen, cujos resultados apontam avaliadores experientes em usabilidade como aqueles que identificam maior número de problemas quando comparado a avaliadores sem experiência (Nielsen, 1992a).

Do total de problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* (73), não foram associados a nenhuma das heurísticas:

- 15 problemas — (20,5% do total). Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador inexperiente em usabilidade.
- 7 problemas — (9,6% do total). Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador experiente em usabilidade.

Observou-se que os problemas sem heurísticas associadas pelos avaliadores inexperientes em usabilidade foram identificados em função de conhecimentos associados às heurísticas utilizadas no experimento, mas transmitidos com ênfase pelo experimentador na etapa de pré-avaliação. Decorrido algum tempo de avaliação, os avaliadores ainda detinham os conhecimentos transmitidos, mas não conseguiam associá-los corretamente às heurísticas utilizadas, pois a redação das heurísticas propostas por Nielsen (1993) exige dos avaliadores certa experiência em usabilidade para abstrair todo conhecimento transmitido. Desta forma, os problemas sem heurísticas associadas poderiam não ser identificados, caso outros avaliadores inexperientes em usabilidade participassem do experimento sem uma adequada apresentação prévia das heurísticas.

Observou-se também que os problemas sem heurísticas associadas pelos avaliadores experientes em usabilidade foram identificados em função de conhecimentos prévios desses avaliadores. Esses conhecimentos estão relacionados a outras heurísticas de usabilidade, e não necessariamente às heurísticas utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*. Desta forma, tais problemas poderiam não ser identificados caso outros avaliadores experientes em usabilidade, mas sem conhecimentos prévios necessários à identificação dos problemas sem heurísticas associadas, participassem do experimento.

Neste contexto, os resultados apresentados sugerem a hipótese de que as heurísticas propostas por Nielsen não se adequam à avaliação de sistemas multimídia *Web*, principalmente quando utilizados avaliadores inexperientes em usabilidade sem uma adequada apresentação das heurísticas.

A distribuição dos problemas de usabilidade pelas heurísticas utilizadas no experimento de avaliação e sua respectiva porcentagem em relação ao total de problemas é apresentada na Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Número de problemas associados às heurísticas utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade e sua porcentagem em relação ao total de problemas

Heurística	Número de Problemas Associados	% em Relação ao Total de Problemas
Visibilidade do Status do Sistema	5	4,5
Compatibilidade do Sistema com o Mundo Real	13	11,6
Controle do Usuário e Liberdade	0	0
Consistência e Padrões	17	15,2
Prevenção de Erros	9	8
Reconhecimento ao Invés de Relembração	9	8
Flexibilidade e Eficiência de Uso	1	0,9
Estética e Minimalismo	8	7,5
Ajudar os Usuários e Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros	0	0
Ajuda e Documentação	4	3,6

A heurística *Consistência e Padrões* foi a que obteve maior número de problemas associados, ressaltando o que Rocha and Baranauskas (2000) mencionam como uma das principais características da técnica Avaliação Heurística: avaliar a consistência global de interfaces de sistemas de software. Por outro lado, nenhum problema de usabilidade foi associado as heurísticas *Controle do Usuário* e *Ajuda ao Usuário a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros*. Assim, é possível supor:

1. que essas heurísticas não se adequam a aspectos de apresentação de informações em hiperdocumentos multimídia *Web*; ou
2. que o sistema *eClass*, em particular, apresenta boa usabilidade quando analisado sob a perspectiva dessas heurísticas.

A primeira hipótese destaca-se quando consideradas as conclusões de Levi and Conrad (1996), que afirmam que as heurísticas propostas por Nielsen não se adequam à avaliação de sistemas hipertexto *Web*. Tal afirmação é resultante da execução de atividades de Avaliação Heurística em um sistema hipertexto *Web*. Dias (2001), entretanto, afirma que a técnica Avaliação Heurística, utilizando as heurísticas propostas por Nielsen, destaca-se em relação a outras técnicas quando aplicada no contexto de sistemas hipertexto *Web*, mais especificamente, em portais comerciais *Web*. No entanto, a autora chega a esta conclusão baseando-se principalmente na relação do número de problemas identificados

pelo tempo total de avaliação consumido. Assim, considerando os conceitos de usabilidade definidos na literatura, observa-se que a heurística *Controle do Usuário* não se adequa à apresentação de hiperdocumentos multimídia *Web*. Por outro lado, observa-se também que a heurística *Ajuda ao Usuário a Reconhecer, Diagnosticar e Corrigir Erros* se adequa ao contexto multimídia *Web*.

Considerando as mídias de informação e aspectos de estruturas hipertexto presentes nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*, os problemas de usabilidade identificados foram distribuídos como apresentado na Tabela 3.6.

Tabela 3.6: Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto

Mídia de Informação ou Aspectos Hipertexto	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
Áudio	5	6,8
Vídeo	5	6,8
Texto	31	42,5
Gráfico	28	28,8
Hipertexto	17	23,3

Conforme a Tabela 3.6, os problemas de usabilidade identificados no sistema *eClass* se concentraram principalmente sobre as mídias textual e gráfica. Esse resultado sugere que as heurísticas propostas por Nielsen se adequam melhor a avaliação de aspectos textuais e gráficos de interfaces de sistemas de software, uma vez que essas mídias de informação eram predominantemente utilizadas no período de derivação das heurísticas utilizadas no experimento (1993). Entretanto, estudos complementares são necessários para que se possa validar a hipótese estabelecida.

3.3 Regras de Usabilidade Centradas em Aspectos de Apresentação de Informações Multimídia

Esta seção apresenta heurísticas e guidelines derivadas a partir de resultados da Avaliação Heurística do sistema *eClass* e do estudo de regras de usabilidade propostas na literatura. As heurísticas derivadas estão **Centradas em Aspectos de Apresentação de Informações Multimídia na *Web*** (CAAIMWeb), ou seja, estão centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação e em aspectos de sistemas hipertexto.

Enquanto as heurísticas estão centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação, algumas guidelines estão centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas. As guidelines derivadas constituem necessariamente especializações das heurísticas, e têm como principal finalidade complementar o conjunto de guidelines identificadas na literatura.

3.3.1 Etapas de Derivação

As heurísticas e guidelines propostas neste trabalho passaram por duas etapas de derivação. A primeira etapa consistiu na redação de um conjunto inicial de heurísticas e guidelines, associadas a problemas de usabilidade identificados na Avaliação Heurística do sistema *eClass*. Os problemas identificados no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass* se associavam:

- a heurísticas utilizadas no próprio experimento de avaliação de usabilidade;
- a outras heurísticas ou guidelines identificadas na literatura, mas não utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade; ou
- a nenhuma heurística ou guideline identificada na literatura.

Em função dessas possíveis associações, algumas das heurísticas CAAIMWeb constituem adaptações ou junções de regras de usabilidade identificadas na literatura, enquanto outras constituem propostas inéditas quando comparadas às regras identificadas.

Na segunda etapa de derivação, as heurísticas e guidelines propostas foram submetidas à análise de especialistas em usabilidade e profissionais da área de Ciência da Computação. Essas análises foram realizadas em reuniões e submissões de artigos a eventos científicos nacionais. Em publicação aceita e apresentada no *Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hiperídia 2001* (Netto and Pimentel, 2001), especialistas contribuíram consideravelmente com a redação do conjunto de heurísticas CAAIMWeb.

3.3.2 Heurísticas e Guidelines Derivadas

As heurísticas CAAIMWeb e as mídias de informação a que se aplicam são apresentadas a seguir. Nesta subseção, também são apresentadas as guidelines derivadas. As guidelines

constituem especializações das heurísticas CAAIMWeb, e por este motivo são organizadas em função dessas heurísticas.

1. **Organização da Informação.** Informações devem ser organizadas por assuntos ou intervalos de tempo, e distribuídas entre hiperdocumentos diferentes ou entre regiões de apresentação de um mesmo hiperdocumento.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.

Informações devem ser organizadas independentemente da mídia de informação utilizada para apresentá-las. Essa organização deve refletir na apresentação da informação em sistemas hipertextos.

- *Trabalhos relacionados:* (Mcknight et al., 1989).
- *Exemplo:* Apresentação de notícias culturais e esportivas em diferentes hiperdocumentos de um jornal eletrônico.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.7

Tabela 3.7: Guidelines associadas à heurística de Organização da Informação.

Guidelines
Permita a usuários ordenar textos, quando apresentados em estruturas tabulares, utilizando como índice colunas da tabela.
Apresente informações de ajuda em hiperdocumentos distintos àqueles utilizados para apresentar as informações principais.
Evite sobrecarregar hiperdocumentos com informações, sejam elas textuais, gráficas auditivas e visuais.
Quando informações retornadas como resultados de pesquisas por palavras-chave forem extensas, utilize mais de um hiperdocumento para apresentá-las.

2. **Orientação da Navegação.** Informações que permitam ao usuário se localizar em um conjunto de hiperdocumentos devem ser fornecidas. Âncoras que permitem o retorno a pontos estratégicos da estrutura de navegação e a identificação de navegações já realizadas também devem ser fornecidas.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico e hipertexto.

Informações textuais, gráficas ou aspectos hipertexto devem ser utilizados de forma a prevenir a desorientação de usuários durante atividades de navegação em interfaces de sistemas multimídia *Web*.

- *Trabalhos relacionados:* (Nielsen, 1999).
- *Exemplo:* Apresentação de menus organizados hierarquicamente destacando a posição do usuário no conjunto de hiperdocumentos de um jornal.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.8

Tabela 3.8: Guidelines associadas à heurística de Orientação da Navegação.

Guidelines
Forneça mapas de navegação que permitam ao usuário se localizar no conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema.
Posicione âncoras que direcionam para os principais hiperdocumentos do sistema em locais de fácil visualização.
Não utilize mecanismos que impeçam o destaque de âncoras já selecionadas anteriormente.

3. Sincronização da Informação. Sincronização deve ser estabelecida entre diferentes mídias de informação, quando relacionadas.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio e vídeo.

Sincronização entre diferentes mídias de informação que apresentam informações relacionadas devem ser estabelecidas. Essa sincronização ocorre entre duas ou mais mídias de informação.

- *Trabalhos relacionados:* não identificado na literatura.
- *Exemplo:* Apresentação de vídeo e legenda textual referentes a um noticiário de economia.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.9

Tabela 3.9: Guidelines associadas à heurística de Sincronização da Informação.

Guidelines
Sincronize o áudio e o vídeo.
Sincronize o áudio, o vídeo e o texto apresentado em legendas.

4. Gerenciamento de Áudio e de Vídeo. A reprodução de áudio e vídeo deve ser interrompida quando o contexto for alterado. O usuário deve ser capaz de executar operações básicas sobre o áudio e o vídeo.

- *Aplica-se a:* áudio e vídeo.

Deve ser permitido ao usuário controlar a reprodução de informações de áudio e vídeo através de operações básicas executadas sobre essas mídias, como por exemplo, o acesso a segmentos aleatórios.

- *Trabalhos relacionados:* (Stifelman et al., 1993).
- *Exemplo:* Interrupção e reprodução de áudio referente a uma reportagem de previsão climática.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.10

Tabela 3.10: Guidelines associadas à heurística de Gerenciamento de Áudio e Vídeo.

Guidelines
Forneça mecanismos que permitam ao usuário reproduzir segmentos do áudio e vídeo
Forneça mecanismos que permitam ao usuário reproduzir, interromper, finalizar, retroceder e avançar o áudio e o vídeo.
Forneça mecanismos que permitam ao usuário reproduzir o áudio e o vídeo em diferentes velocidades.

5. Instrução de Utilização. Informações de interpretação e de manipulação de funcionalidades providas em um hiperdocumento devem ser fornecidas. Essas informações devem transmitir aos usuários passos necessários à interpretação e à manipulação de funcionalidades disponibilizadas.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio e vídeo.

Informações sobre a interpretação e a manipulação de funcionalidades apresentadas através qualquer mídia de informação devem ser fornecidas aos usuários.

- *Trabalhos relacionados:* não identificado na literatura.
- *Exemplo:* Apresentação de rótulos especiais ao lado de campos de preenchimento obrigatório em formulários de cadastro.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.11

Tabela 3.11: Guidelines associadas à heurística de Instrução de Utilização.

Guidelines
Apresente as configurações de funcionalidades em uso no sistema.
Destaque âncoras que permitam inicializar a reprodução do áudio e do vídeo.
Forneça informações que instruem o usuário sobre a ausência de informações ou funcionalidades requisitadas ao sistema.
Apresente informações instrutivas ao posicionar o cursor do mouse sobre botões e ícones.

6. **Consistência.** Informações devem ser apresentadas de forma consistente em um hiperdocumento e entre hiperdocumentos diferentes. O usuário não precisa saber que informações diferentes possuem o mesmo significado.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio e vídeo.

Informações equivalentes ou de mesmo propósito, devem ser apresentadas de forma semelhante em circunstâncias que utilizam a mesma mídia de informação para apresentá-las.

- *Trabalhos relacionados:* (Nielsen, 1993) e (Borches et al., 1996).
- *Exemplo:* Apresentação de botões de confirmação de mesmo tamanho e formato em diferentes hiperdocumentos que permitem a exclusão de dados.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.12

Tabela 3.12: Guidelines associadas à heurística de Consistência.

Guidelines
Utilize formatações idênticas para títulos apresentados em diferentes hiperdocumentos.
Utilize a mesma cor de fundo para hiperdocumentos pertencentes a um mesmo sistema.
Utilize espaçamentos idênticos entre âncoras, entre botões e entre ícones apresentados em um hiperdocumento.

7. **Familiaridade.** Informações devem ser fornecidas em linguagem familiar aos usuários. O usuário deve ser capaz de interpretar o significado de informações fornecidas sem a necessidade de informações complementares. Âncoras devem possuir rótulos que representem adequadamente o contexto direcionado.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.

O sistema deve falar a língua do usuário. Deve ser explorada a utilização de informações que o usuário consiga entender, ou seja, informações interpretáveis por ele.

- *Trabalhos relacionados:* (Mcknight et al., 1989) e (Nielsen, 1993).
- *Exemplo:* Utilização da figura de um disquete em botões de cadastro de dados.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.13

Tabela 3.13: Guidelines associadas à heurística de Familiaridade.

Guidelines
Forneça títulos significativos, que expressem adequadamente o conteúdo da seção a que pertençam.
Não utilize abreviações ou siglas.
Utilize, como âncoras, textos ou figuras que representem adequadamente o contexto de hiperdocumentos para os quais direcionam.

8. **Usuário não deve Ser Enganado.** Somente funcionalidades, informações e mídias de informação que realmente estão disponíveis devem ser apresentadas. Somente âncoras que levam a algum hiperdocumento destino ou a algum ponto específico do hiperdocumento que as contém devem ser fornecidas.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.

O sistema não deve apresentar informações ou funcionalidades não disponíveis. Somente informações e funcionalidades existentes devem ser apresentadas e disponibilizadas aos usuários.

- *Trabalhos relacionados:* (Borges et al., 1996).
- *Exemplo:* Uma âncora para o vídeo associado a uma reportagem de um jornal só deve estar disponível se aquele vídeo realmente existir.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.14

Tabela 3.14: Guidelines associadas à heurística Usuário Não Deve Ser Enganado.

Guidelines
Âncoras para áudio e vídeo não disponíveis devem ser desabilitadas.
Botões de execução das operações básicas de controle sobre áudio e vídeo só devem ser habilitados quando estas operações forem disponibilizadas.

9. **Minimalismo.** Informações irrelevantes, raramente necessárias ou redundantes não devem ser fornecidas. Hiperdocumentos, níveis hierárquicos, cores, âncoras, sons, figuras e vídeos devem ser utilizados sem exagero.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.

O sistema deve apresentar somente informações necessárias e requisitadas pelo usuário. Nenhuma informação excedente deve ser apresentada.

- *Trabalhos relacionados:* (Nielsen, 1993).
- *Exemplo:* Em um hiperdocumento de cadastro de usuários deve ser utilizado somente um botão para cada operação executável: inserção, exclusão, etc.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.15

Tabela 3.15: Guidelines associadas à heurística Minimalismo.

Guidelines
Não sobrecarregue hiperdocumentos com âncoras.
Não utilize um número excessivo de hiperdocumentos para apresentar informações aos usuários.
Utilize figuras com moderação, que requeiram pequena quantidade de tempo para serem transmitidas em redes de computadores.
Utilize vídeos com moderação, que requeiram pequena quantidade de tempo para serem transmitidos em redes de computadores.

10. **Ajuda.** Informações de ajuda devem ser fornecidas nos hiperdocumentos principais. A ajuda deve ser contextualizada aos hiperdocumentos, deve abranger todo conteúdo apresentado e não deve ser muito extensa.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio e vídeo.

O sistema deve ajudar usuários a interpretar informações a eles apresentadas e também a obter informações adicionais requisitadas.

- *Trabalhos relacionados:* (Nielsen, 1993).

- *Exemplo:* Usuários podem recorrer a hiperdocumentos de ajuda em busca de informações relacionadas a como preencher campos de um formulário.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.16

Tabela 3.16: Guidelines associadas à heurística Ajuda.

Guidelines
Apresente âncoras para hiperdocumentos de ajuda em todos hiperdocumentos principais do sistema.
Apresente as perguntas mais freqüentes dos usuários nos hiperdocumentos de ajuda.
Forneça mecanismos de busca por palavra-chave nos hiperdocumentos principais do sistema.

11. Identificação da Autoria. Informações de identificação do responsável, de contato com o responsável e a data da última atualização de um hiperdocumento devem ser fornecidas. Informações de identificação do autor do conteúdo apresentado, quando este não for o responsável pelo hiperdocumento, também devem ser fornecidas.

- *Aplica-se a:* texto, gráfico, áudio e vídeo.

O sistema deve permitir a usuários identificar os responsáveis e os autores das informações apresentadas. Informações que permitam verificar se os hiperdocumentos de um sistema estão atualizados também devem ser fornecidas.

- *Trabalhos relacionados:* não identificado na literatura.
- *Exemplo:* Um hiperdocumento da seção de esportes de um jornal deve permitir aos usuários identificar a qual jornal a reportagem apresentada está vinculada. Além disso, deve ser permitido aos usuários identificar o autor da reportagem.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.17

Tabela 3.17: Guidelines associadas à heurística Identificação da Autoria.

Guidelines
Permita a usuários identificar o orador de um vídeo apresentado.
Forneça email de contato com o responsável pelo sistema.
Forneça a data da última atualização do hiperdocumento.

12. Apresentação. *Frames* e barras de rolagem verticais devem ser evitados. Barras de rolagem horizontal não devem ser utilizadas. A apresentação de hiperdocumentos em monitores de baixa resolução gráfica deve ser considerada.

- *Aplica-se a:* gráfico e hipertexto.

Apresentação de informações em monitores preto e branco também deve ser considerada. Portanto, cores de fundo e frente que permitem bons contrastes em tais monitores devem ser utilizadas.

- *Trabalhos relacionados:* Nielsen (1999).
- *Exemplo:* Um hiperdocumento de um jornal deve apresentar informações identadas de forma a evitar a geração de barras de rolagem horizontais.
- *Guidelines Associadas:* Tabela 3.18

Tabela 3.18: Guidelines associadas à heurística Apresentação.

Guidelines
Ao apresentar informações, utilize cores escuras que apresentem boa legibilidade quando sobrepostas a cores de fundo claras.
Utilize uma área máxima de 800x600 <i>pixels</i> da tela para apresentar as informações aos usuários.

3.4 Implementação de Novos Hiperdocumentos Multimídia para o Sistema *eClass*

As heurísticas CAAIMWeb foram utilizadas em atividades de implementação de novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass*. Esses hiperdocumentos tinham como principal objetivo propor soluções aos problemas de usabilidade identificados na atividade de Avaliação Heurística.

Nas atividades de implementação dos novos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*, foram consideradas somente as heurísticas CAAIMWeb, pois observou-se que os projetistas envolvidos nas atividades de implementação possuíam conhecimentos suficientes para o mapeamento de conhecimentos transmitidos por regras de maior generalidade em elementos específicos da interação usuário-sistema. Desta forma, considerou-se não necessário a utilização das guidelines derivadas neste trabalho nas atividades de implementação dos novos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*.

3.4.1 Metodologia de Aplicação das Heurísticas CAAIMWeb na Implementação de Novos Hiperdocumentos Multimídia para o Sistema *eClass*

Um projetista com experiência em desenvolvimento de interfaces auxiliou o autor dessa dissertação durante a implementação de novos hiperdocumentos multimídia para o sistema *eClass*.

A metodologia utilizada para aplicar as heurísticas CAAIMWeb na implementação dos novos hiperdocumentos multimídia consistiu em:

- apresentar as heurísticas CAAIMWeb ao projetista que auxiliou na execução das atividades de implementação; e
- periodicamente, analisar os novos hiperdocumentos sob a perspectiva das heurísticas CAAIMWeb.

3.4.2 Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema *eClass*

Um exemplo de hiperdocumento desenvolvido neste trabalho para o sistema *eClass* é apresentado na Figura 3.3. O hiperdocumento apresentado equivale ao hiperdocumento original apresentado na Figura 3.2.

Figura 3.3: Novo hiperdocumento do sistema *eClass* para apresentação do conteúdo multimídia capturado em sala de aula

A região central da Figura 3.3 apresenta os slides e as anotações inseridas pelo professor durante a aula, as anotações são ligações que indexam as informações de áudio e vídeo apresentadas na região central esquerda. A região inferior apresenta uma linha do tempo que indexa visitas a slides capturados em sala de aula. Os retângulos representam proporcionalmente o tempo de apresentação dos slides visitados em uma aula. Slides visitados mais de uma vez possuem um retângulo representando cada uma de suas visitas.

Outras informações sobre o hiperdocumento apresentado na Figura 3.3, e os demais hiperdocumentos do sistema *eClass* implementados neste trabalho, são apresentadas no Apêndice C. Além disso, no Apêndice C são apresentadas as heurísticas associadas a decisões de projeto tomadas no desenvolvimento de cada um dos hiperdocumentos implementados.

3.5 Considerações Finais

Um total de 12 heurísticas e 36 guidelines voltadas para o projeto de interfaces de sistemas de software foi proposto neste trabalho. As heurísticas propostas, denominadas CAAIMWeb, estão centradas em aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação na *Web*, enquanto algumas das guidelines estão centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas.

Essas heurísticas e guidelines foram derivadas a partir da análise dos problemas de usabilidade identificados no experimento de Avaliação Heurística do sistema *eClass*, e a partir do estudo de regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*.

Algumas das heurísticas CAAIMWeb estão relacionadas a regras de usabilidade propostas na literatura, enquanto outras não estão relacionadas a nenhuma regra identificada. As guidelines, por sua vez, complementam o conjunto de regras de mesma generalidade identificado.

Novos hiperdocumentos multimídia *Web* para o sistema *eClass* foram implementados considerando as heurísticas CAAIMWeb. Esses hiperdocumentos tinham como objetivo propor soluções aos problemas de usabilidade identificados na Avaliação Heurística daquele sistema. Além disso, as heurísticas CAAIMWeb estão sendo consideradas na implementação de hiperdocumentos multimídia *Web* de outras aplicações desenvolvidas no contexto do projeto InCA/SERVE (Eleuterio and Pimentel, 2001).

Capítulo 4

Validação das Heurísticas CAAIMWeb a partir da Avaliação de Usabilidade do Sistema *eClass*

4.1 Considerações Iniciais

Com o propósito de validar as heurísticas CAAIMWeb, foram realizados neste trabalho três experimentos de Avaliação Heurística. Esses experimentos foram executados em duas etapas, a primeira avaliando novamente o sistema *eClass* e a segunda avaliando outros dois sistemas multimídia *Web*.

As heurísticas utilizadas constituem uma distinção entre o experimento de Avaliação Heurística apresentado no Capítulo 3 e os experimentos de validação. Naquele experimento, foram consideradas as heurísticas propostas por Nielsen (Nielsen, 1993), enquanto que nos experimentos utilizados na validação foram consideradas as heurísticas propostas neste trabalho (CAAIMWeb).

Este capítulo apresenta especificamente o experimento de Avaliação Heurística do sistema *eClass*, os resultados obtidos e a análise desses resultados.

4.2 Experimento de Avaliação de Usabilidade do Sistema *eClass*

Como no experimento apresentado no Capítulo 3 (E1), o experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass* apresentado nesta seção (E2) foi dividido em quatro etapas: planejamento, pré avaliação, avaliação e pós-avaliação.

Planejamento

Os objetivos da avaliação de usabilidade definidos no experimento E1 foram utilizados nesta etapa. Esses objetivos foram definidos em função da necessidade de informar aos avaliadores que o sistema *eClass* seria avaliado, e não eles, avaliadores. Nesta etapa de planejamento, os princípios de *Consistência* e *Familiaridade* mantiveram-se indispensáveis a boa usabilidade do sistema *eClass*, assim como os avaliadores (Tabela 3.2), as características dos potenciais usuários (Tabela 3.1) e a técnica de avaliação de usabilidade (Avaliação Heurística) permaneceram inalterados. Como já mencionado, as heurísticas utilizadas na execução da técnica de Avaliação Heurística constituem uma diferença entre os experimentos E1 e E2, uma vez que o experimento E1 utilizou as heurísticas de Nielsen (Nielsen, 1993) e o experimento E2 utilizou as heurísticas CAAIMWeb.

Pré-Avaliação

Na etapa de pré-avaliação, os objetivos do experimento, as características dos potenciais usuários do sistema *eClass* e a técnica de Avaliação Heurística foram novamente apresentados aos avaliadores. A apresentação das heurísticas CAAIMWeb se diferenciou da apresentação realizada no experimento E1. As heurísticas CAAIMWeb foram apresentadas aos avaliadores com ênfase nas mídias sobre as quais se aplicam, para isso, o experimentador as apresentou ressaltando às mídias sobre as quais deveriam ser inspecionadas.

Avaliação

Na etapa de avaliação, os avaliadores, acompanhados do experimentador e considerando os conhecimentos dos usuários, realizaram individualmente sistemáticas inspeções de avaliação de usabilidade nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Ao realizar as ins-

peções de avaliação de usabilidade, os avaliadores utilizaram as heurísticas CAAIMWeb como apresentadas no Apêndice D.

Pós-Avaliação

Assim como na etapa de pós avaliação do experimento E1, o experimentador executou análises qualitativas e quantitativas dos dados coletados no experimento E2.

A execução de inspeções de usabilidade nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* consumiu aproximadamente 8 horas e 23 minutos de trabalho. A Tabela 4.1 apresenta o tempo total de avaliação consumido por cada avaliador.

Tabela 4.1: Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador (hh:mm)

Avaliador	Tempo Consumido
A1	02:30
A2	02:15
A3	00:57
A4	01:00
A5	01:21

O experimento de Avaliação Heurística E2 consumiu menos tempo em suas inspeções quando comparado ao experimento E1, que consumiu um total de 11 horas e 36 minutos. Conseqüentemente, o tempo médio de avaliação reduziu de 2 horas e 19 minutos no experimento E1 para 1 hora e 46 minutos no experimento E2. O número médio de sessões de inspeção de usabilidade, por sua vez, manteve-se igual a 2.

O número de problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* apresentou considerável acréscimo no experimento E2, quando 94 problemas de usabilidade diferentes foram identificados.

Estes resultados sugerem que, quando comparado a inspeções de Avaliação Heurística baseadas nas heurísticas propostas por Nielsen (1993), a utilização das heurísticas CAAIMWeb em avaliações de hiperdocumentos multimídia *Web* proporcionam a identificação de um número maior de problemas de usabilidade em um tempo menor de avaliação. No entanto, fatores descritos na Subseção 4.4, como a memorização de problemas identificados no experimento E1, podem ter induzido os avaliadores na execução da segunda avaliação de usabilidade do sistema *eClass*. O estudo do número de problemas identificados em função do tempo de avaliação extrapola o escopo deste trabalho, uma vez que seu principal

objetivo é analisar a adequação das heurísticas CAAIMWeb ao contexto de problemas inerentes a sistemas multimídia *Web*.

A seguir, a Tabela 4.2 apresenta o número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador, bem como suas respectivas porcentagens em relação ao total de problemas.

Tabela 4.2: Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas

Avaliador	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
A1	25	26,6
A2	34	36,2
A3	14	14,9
A4	8	8,5
A5	36	38,3

Como esperado, novamente o avaliador experiente em usabilidade (A5) foi quem identificou o maior número de problemas, mesmo sendo o terceiro a consumir menos tempo em suas inspeções (Tabela 4.1). Os avaliadores A1 e A2 apresentaram aumento do número de problemas de usabilidade identificados, consumindo menos tempo de inspeção quando comparado aos tempos consumidos no experimento E1 (respectivamente 3:16 e 3:10). Os avaliadores A3 e A4, por sua vez, apresentaram redução do número de problemas identificados, mas, no entanto, consumiram menos tempo em suas inspeções de usabilidade.

Do total de problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* (94), não foram associados a nenhuma das heurísticas:

- 6 problemas (6,4% do total). Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador inexperiente em usabilidade.
- 2 problemas (2,1% do total). Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador experiente em usabilidade.

O número de problemas sem heurísticas associadas, independente da experiência dos avaliadores em usabilidade, apresentou redução significativa quando comparado aos resultados do experimento E1 (15 problemas não associados por avaliadores inexperientes

e 7 problemas não associados por avaliadores experientes). Estes resultados indicam que, quando comparado a experimentos que utilizam as heurísticas de Nielsen, e independente da experiência dos avaliadores em usabilidade, experimentos de Avaliação Heurística utilizando as heurísticas CAAIMWeb podem proporcionar a identificação de um número maior de problemas de usabilidade em hiperdocumentos multimídia *Web*. Em outras palavras, estes resultados indicam uma melhor adequação das heurísticas CAAIMWeb a aspectos de apresentação de informações em hiperdocumentos multimídia *Web*.

Os 94 problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* foram associados as heurísticas CAAIMWeb como apresentado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb e suas porcentagens em relação ao total de problemas

Heurística	Número de Problemas Associados	% em Relação ao Total de Problemas
Organização da Informação	14	14,9
Orientação da Navegação	11	11,7
Sincronização da Informação	4	4,3
Gerenciamento de Áudio e Vídeo	6	6,4
Instrução de Utilização	13	13,8
Consistência	18	19,1
Familiaridade	12	12,8
Usuário não deve Ser Enganado	11	11,7
Minimalismo	9	9,6
Ajuda	10	10,6
Identificação da Autoria	9	9,6
Apresentação	10	10,6

Os problemas identificados apresentaram melhor distribuição entre as heurísticas utilizadas (desvio padrão = 3,63) quando comparado ao ocorrido no experimento E1 (desvio padrão = 5,68), quando algumas heurísticas não tiveram nenhum problema de usabilidade associado. Novamente, a heurística de *Consistência* foi a que obteve maior número de problemas associados, seguida pelas heurísticas de *Organização da Informação* e de *Instrução de Utilização*, que também foram associadas a um considerável número de problemas de usabilidade. Estes resultados sugerem uma boa adequação de todas heurísticas CAAIMWeb a aspectos de apresentação de hiperdocumentos multimídia *Web*.

A Tabela 4.4 apresenta a distribuição dos problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* entre as mídias de informação e os aspectos

de estruturas hipertexto presentes naquele sistema.

Tabela 4.4: Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto

Mídia de Informação ou Aspectos Hipertexto	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
Áudio	6	6,4
Vídeo	4	4,3
Texto	48	51,1
Gráfico	31	33
Hipertexto	23	24,5

Conforme a Tabela 4.4, os problemas de usabilidade identificados no sistema *eClass* se concentraram sobre as mídias textual e gráfica, assim como no experimento E1. Esse resultado pode refletir a concentração dos problemas de usabilidade dos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass*. Por outro lado, esse resultado pode indicar que as heurísticas CAAIMWeb enfocam a avaliação das mídias textual e gráfica, falhando em avaliar os hiperdocumentos sobre uma perspectiva multimídia. Essa indicação é refutada pelo resultado obtido das avaliações reportadas no próximo capítulo (Seção 5.2.3), que reportam maior números de problemas associados à mídia gráfica e à estrutura hipertexto.

A próxima seção apresenta análises estatísticas entre os dados coletados nos experimentos de avaliação de usabilidade E1 e E2, apresentados respectivamente no Capítulo 3 e nesta seção.

4.3 Análise Estatística dos Resultados Obtidos

O objetivo de realizar uma análise estatística neste capítulo é verificar se as diferenças de resultados dos experimentos E1 e E2 são estatisticamente significativas, considerando o fator de número médio de problemas sem heurísticas associadas.

4.3.1 Técnica Estatística Utilizada

Para analisar os resultados dos experimentos E1 e E2, foi considerada a técnica estatística denominada Teste de Hipóteses (Francisco, 1993). Esta técnica é desenvolvida a partir de duas hipóteses, H_0 ou hipótese nulidade e H_1 ou hipótese alternativa, formuladas sobre os

valores que se deseja comparar. O primeiro passo para a utilização do Teste de Hipóteses consiste na definição dessas duas hipóteses que, após realizar o cálculo dos testes, uma delas será aceita e a outra rejeitada. A hipótese H_0 ou hipótese nulidade é geralmente formulada procurando-se discordar dos valores obtidos com o experimento. A hipótese H_1 , ou hipótese alternativa é aquela que geralmente concorda com os valores obtidos no experimento. Dessa forma, a hipótese H_0 é a negação da hipótese H_1 . Para exemplificar o emprego dessas hipóteses segue um exemplo (Francisco, 1993):

Em uma classe de 40 alunos da faculdade A, as notas de matemática distribuíram-se normalmente com média 7,25 e desvio padrão 3,5. Numa classe de 50 alunos da faculdade B as notas também distribuíram-se normalmente com média 6,8 e desvio padrão 1,75. Testar a hipótese de que não há diferença significativa no aproveitamento dos alunos das duas classes em relação à Matemática.

No enunciado do problema, pode-se observar que as médias dos alunos são diferentes (7,25 e 6,8). No entanto, é interessante comprovar se essa diferença é realmente significativa. Dessa forma, a formulação das hipóteses H_0 e H_1 seria:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Para determinar estatisticamente qual hipótese pode ser aceita tenta-se provar a hipótese nulidade. Caso não se consiga prová-la, a hipótese alternativa é considerada como válida.

O Teste de Hipóteses, propriamente dito, é desenvolvido a partir da seguinte equação:

$$z = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (4.1)$$

onde:

- μ_1 e μ_2 são as médias amostrais que deseja-se testar;
- s_1^2 e s_2^2 representam o desvio padrão amostral;
- n_1 e n_2 representam o tamanho das amostras.

No entanto, será utilizado neste trabalho o Teste de Hipóteses com a variável *t Student*, pois nos experimentos E1 e E2 foram utilizadas amostras de tamanho inferior a 30 (5 avaliadores) (Francisco, 1993). Assim, como os avaliadores dos experimentos E1 e E2 foram os mesmos, a seguinte equação para dados pareados será considerada (Barbetta, 2001):

$$t = \frac{\overline{D} \cdot \sqrt{n}}{S_D} \quad (4.2)$$

onde:

- n representa o tamanho das amostras, que, neste caso, corresponde ao número de pares (antes, depois) observados;
- $\overline{D}$ é a média das diferenças observadas; e
- S_D é o desvio padrão das diferenças observadas.

Antes de resolver a Equação 4.2, deve-se escolher um nível de significância (α) para o teste. Esse nível indica a probabilidade de que o valor de t esteja correto em $(100 - \alpha)\%$ das vezes em que esse teste for realizado. Por exemplo, caso seja escolhido um nível de 0,05 (5%), isso significa que há uma probabilidade de que o valor de t esteja correto em 95% das vezes em que a análise estatística for feita. Os níveis de significância normalmente utilizados são 0.10 (10%), 0.05 (5%) e 0.01 (1%).

O tipo de Teste de Hipótese utilizado neste trabalho é denominado Teste da Diferença de Duas Médias (Francisco, 1993). Esse método foi utilizado em razão de comparar se os valores obtidos com duas médias são significativos. A resolução do método utilizado foi a bilateral e o nível de significância adotado foi igual a 0,05. Assim, para considerar que a diferença entre as médias não é estatisticamente significativa, o valor obtido pelo Teste de Hipótese deve estar entre intervalos definidos na tabela de distribuição *t Student*. Esses intervalos são definidos em função do tamanho da amostra e do nível de significância estabelecido. Como o nível de significância adotado foi igual a 0,05 e o tamanho das amostras dos experimentos E1 e E2 foi igual a 5, tem-se que os valores obtidos devem estar entre -2.57 e 2.57 para que a hipótese nulidade seja aceita.

4.3.2 Análise dos Resultados

Para analisar se a diferença entre o número médio de problemas sem heurísticas associadas pelos avaliadores nos experimentos E1 e E2 é estatisticamente significativa, foram compilados os dados apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Dados estatísticos sobre o número médio de problemas sem heurísticas associadas pelos avaliadores nos experimentos E1 e E2

	Experimento E1	Experimento E2
Média	4,4	1,4
Variância	2,8	1,3
Observações	5	5
Hipótese: t	3,312945782	

Observa-se na Tabela 4.5 que o valor de t não está no intervalo limitado inferiormente por -2,57 e superiormente por 2,57. Portanto, conclui-se que a diferença entre o número de problemas sem heurísticas associadas nos experimentos E1 e E2 é estatisticamente significativa.

Este resultado reforça a relevância da hipótese que sugere que avaliadores experientes e inexperientes em usabilidade, utilizando as heurísticas CAAIMWeb, podem identificar um número maior de problemas de usabilidade em inspeções de Avaliação Heurística de hiperdocumentos multimídia *Web*, quando comparado a inspeções baseadas nas heurísticas de Nielsen (1993).

4.4 Limitações dos Experimentos de Avaliação Heurística

A execução adequada de um experimento exige um rígido controle sobre todas variáveis que eventualmente possam influenciar nos resultados coletados (Barbetta, 2001). Experimentos de ciências sociais, particularmente, envolvem a utilização de variáveis sobre as quais não se tem controle, como por exemplo, o estado de saúde de avaliadores envolvidos em execuções de técnicas de inspeção de usabilidade.

Vale ressaltar que os experimentos E1 e E2 envolveram a utilização de variáveis não controladas, como a aquisição de conhecimento por parte dos avaliadores no tempo decorrente ao dois experimentos e a memorização dos problemas identificados no experi-

mento E1. Assim, a veracidade dos resultados obtidos nestes experimentos restringe-se ao controle de um conjunto de variáveis, como os avaliadores envolvidos, equipamento utilizado, software utilizado e treinamento oferecido aos avaliadores.

4.5 Considerações Finais

A Avaliação Heurística do sistema *eClass* utilizando as heurísticas CAAIMWeb apresentou resultados satisfatórios. O número de problemas de usabilidade identificados aumentou em relação ao primeiro experimento de avaliação desse sistema (Capítulo 3), enquanto o tempo consumido nas inspeções de usabilidade reduziu. No entanto, acredita-se que esses resultados possam ter sido induzidos por variáveis não controladas, como por exemplo, a memorização, por parte dos avaliadores, de problemas identificados no primeiro experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*.

O principal resultado obtido foi aquele que indica uma boa adequação das heurísticas propostas a aspectos de apresentação de informações em hiperdocumentos multimídia *Web*. Mais especificamente, este resultado refere-se a redução do número de problemas sem heurísticas associadas do experimento E1 para o experimento E2. Tal redução, ocorreu tanto para os avaliadores experientes em usabilidade quanto para os avaliadores inexperientes.

Para analisar a relevância da redução do número de problemas sem heurísticas associadas, foi utilizado o Teste de Hipóteses com a variável *t Student*. Como resultado, concluiu-se que a diferença entre o número de problemas sem heurísticas associadas nos experimentos E1 e E2 é estatisticamente significativa.

Capítulo 5

Validação das Heurísticas CAAIMWeb a partir da Avaliação de Usabilidade de Sistemas Multimídia *Web*

5.1 Considerações Iniciais

Experimentos de Avaliação Heurística de sistemas multimídia *Web* foram executados com o intuito de complementar os resultados obtidos no experimento de avaliação de usabilidade apresentado no Capítulo 4. O objetivo, neste caso, é investigar se o conjunto de heurísticas proposto é adequado à apresentação de hiperdocumentos multimídia de outros sistemas além do *eClass*.

Os sistemas e os avaliadores envolvidos nas inspeções de usabilidade constituem as principais diferenças entre o experimento de Avaliação Heurística apresentado no Capítulo 4 e os experimentos apresentados neste capítulo.

Além dos experimentos, este capítulo apresenta seus resultados e a análise desses resultados.

5.2 Avaliação de Usabilidade de Sistemas Multimídia Web

Para complementar os resultados obtidos no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*, apresentado no Capítulo 4, foram executadas Avaliações Heurísticas em outros dois sistemas multimídia Web: *Lecture Browser*¹ e Jornal da Lilian². Esses sistemas foram selecionados por envolver a apresentação na Web de diversas mídias de informação através de seus hiperdocumentos, assim como o sistema *eClass*.

5.2.1 Sistema *Lecture Browser*

O sistema *Lecture Browser* (Mukhopadhyay and Smith, 1999), em desenvolvimento no *Berkeley Multimedia Research Center*, é responsável pela captura de informações multimídia em salas de aula, bem como pela apresentação dessas informações através de hiperdocumentos na Web.

Semelhante ao sistema *eClass*, o *Lecture Browser* disponibiliza na Web o material capturado em sala de aula através de hiperdocumentos multimídia gerados automaticamente instantes após a sessão de captura. Assim, professores e alunos têm acesso a toda informação apresentada em sala de aula.

Um exemplo de hiperdocumento gerado pelo sistema *Lecture Browser* é apresentado na Figura 5.1. A janela em segundo plano apresenta o conteúdo da aula como segue: a porção esquerda apresenta o áudio e o vídeo, os botões da direita, quando selecionados, apresentam a janela de slides (em primeiro plano), a janela de índice de slides, a janela de pesquisa por palavra-chave no contexto de um curso e a janela de informações adicionais sobre o sistema. A porção inferior da janela em segundo plano, apresenta uma linha do tempo que indexa as informações de áudio, de vídeo e os slides. Os retângulos apresentados na linha do tempo correspondem a ligações para slides que, quando selecionados, apresentam os slides correspondentes na janela em primeiro plano.

¹<http://bmrc.berkeley.edu/frame/projects/lb/>

²<http://www.terra.com.br/jornaldalilian/>

Figura 5.1: Hiperdocumento produzido automaticamente pelo *Lecture Browser* ao término de uma aula

5.2.2 Sistema Jornal da Lilian

O Jornal da Lilian é um sistema de propósitos comerciais que apresenta a seus usuários informações multimídia capturadas em diferentes ambientes, como em estúdios de televisão, nas ruas e até mesmo em salas de aula.

O hiperdocumento principal do sistema Jornal da Lilian é apresentado na Figura 5.2. A porção esquerda do hiperdocumento apresenta uma lista de botões, que quando selecionados, apresentam na porção central deste mesmo hiperdocumento notícias organizadas pelos seguintes assuntos: manchete de capa, últimas notícias, entrevistas, entre outros. A cada reportagem, existem âncoras que apontam para informações de áudio e vídeo associadas àquela reportagem em particular. A porção direita apresenta reportagens especiais que são exibidas em um outro hiperdocumento. A porção superior, por sua vez, apresenta informações publicitárias veiculadas no jornal.

Figura 5.2: Hiperdocumento principal do sistema Jornal da Lilian

5.2.3 Experimentos de Avaliação de Usabilidade dos Sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian

Os experimentos de avaliação de usabilidade dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian foram divididos nas etapas de planejamento, pré-avaliação, avaliação e pós-avaliação, como ocorrido nos experimentos anteriores.

As atividades desenvolvidas em etapas equivalentes dos experimentos do *Lecture Browser* e do Jornal da Lilian são apresentadas simultaneamente nesta subseção, pois assim evita-se a replicação de informações.

Planejamento

Na etapa de planejamento foram utilizadas algumas definições estabelecidas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*, como os objetivos da avaliação, os princípios de usabilidade indispensáveis ao sistema e o conhecimento dos potenciais usuários do sistema.

Considerou-se que para os experimentos de avaliação de usabilidade dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian, poderiam ser utilizados os mesmos objetivos dos

experimentos anteriores, ou seja, informar aos avaliadores que quem seria avaliado era o sistema, e não eles, avaliadores. Os princípios de *Consistência* e *Familiaridade* foram definidos como indispensáveis à boa usabilidade do *Lecture Browser* e do Jornal da Lilian, uma vez que se associam a aspectos de apresentação de informação fundamentais a boa usabilidade de qualquer sistema de software, como por exemplo, a utilização de palavras compreensíveis ao usuário.

Também foram considerados nos experimentos de avaliação de usabilidade dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian o conhecimento dos usuários do sistema *eClass* (Tabela 3.1), pois ambos sistemas estão voltados para o contexto da *World Wide Web*. A técnica de avaliação de usabilidade utilizada foi novamente a Avaliação Heurística, uma vez que o propósito desses experimentos era propiciar a análise das heurísticas CAAIMWeb.

Uma atividade executada na etapa de planejamento dos experimentos de Avaliação Heurística dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian foi a seleção dos avaliadores. Nesta atividade, esforços foram concentrados na seleção de avaliadores com experiências equivalentes àsquelas apresentadas pelos avaliadores do sistema *eClass*. Conforme recomendado por Nielsen (1993), foram selecionados 2 grupos compostos por 5 avaliadores para inspecionar, cada grupo, os hiperdocumentos de um dos sistemas avaliados. As Tabelas 5.1 e 5.2 apresentam as experiências desses avaliadores.

Tabela 5.1: Experiência dos avaliadores de usabilidade do sistema *Lecture Browser*

Avaliador	Experiência em Usabilidade	Experiência no Contexto de Aplicação do Sistema
A1	+	+
A2	-	+
A3	-	+
A4	-	+
A5	-	+

Os avaliadores participantes do experimento de Avaliação Heurística do sistema *Lecture Browser* pertenciam à área de Ciência da Computação e estavam distribuídos segundo os seguintes níveis de graduação: 1 mestrando, 3 doutorandos e 1 docente. Todos os avaliadores do sistema Jornal da Lilian, por sua vez, cursavam mestrado na área de Ciência da Computação.

Tabela 5.2: Experiência dos avaliadores de usabilidade do sistema Jornal da Lilian

Avaliador	Experiência em Usabilidade	Experiência no Contexto de Aplicação do Sistema
A1	-	+
A2	-	+
A3	-	+
A4	-	+
A5	-	+

Para definir a experiência em usabilidade desses avaliadores foram considerados os critérios de conhecimento de conceitos de usabilidade apresentados na literatura e experiência no desenvolvimento de projetos de interfaces de sistemas de software.

Para definir a experiência dos avaliadores no contexto de aplicação dos sistemas foi considerado somente seus conhecimentos em sistemas hipertexto *Web*.

Outra atividade executada na etapa de planejamento dos experimentos de Avaliação Heurística foi a preparação do material utilizado nas inspeções. Esse material foi cuidadosamente selecionado e preparado antes da chegada dos avaliadores ao local de avaliação. Essa seleção teve por finalidade garantir a utilização de equipamentos que condiziam com aqueles utilizados pelos potenciais usuários do sistema em seus ambientes de trabalho.

Pré-Avaliação

Na etapa de pré avaliação dos experimentos de Avaliação Heurística dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian, foram apresentados aos avaliadores os objetivos da atividade de avaliação de usabilidade e o conhecimento dos potenciais usuários daqueles sistemas. Desta forma, o experimentador instruiu os avaliadores a executar inspeções considerando para isso o conhecimento dos usuários, e não seus próprios conhecimentos.

Na etapa de pré avaliação, também foi apresentada a técnica de avaliação de usabilidade selecionada para os experimentos dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian, a Avaliação Heurística. Além disso, o experimentador apresentou aos avaliadores as heurísticas CAAIMWeb derivadas neste trabalho (Capítulo 3). Essas heurísticas foram utilizadas nas inspeções de avaliação de usabilidade na forma como são apresentadas no Apêndice D. Por fim, o experimentador apresentou o roteiro de avaliação desenvolvido para os experimentos do *Lecture Browser* e do Jornal da Lilian. Esses roteiros foram baseados naquele utilizado no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*

(Apêndice B), se diferenciando somente nas tarefas que propunham aos avaliadores executar.

Avaliação

Na etapa de avaliação, cada grupo de avaliadores executou inspeções de usabilidade sistemáticas nos hiperdocumentos do sistema a ele direcionado. Para isso, os avaliadores se basearam em conceitos de boa usabilidade transmitidos pelas heurísticas CAAIMWeb.

Avaliadores de um mesmo grupo realizaram inspeções individuais em hiperdocumentos de um único sistema. Durante essas inspeções, os avaliadores foram assistidos pelo experimentador que, quando requisitado, forneceu informações sobre o sistema avaliado. Entretanto, essas informações foram fornecidas somente quando considerado que não representariam impacto sobre o resultado final da avaliação.

Os problemas de usabilidade identificados foram registrados em papel e associados as heurísticas utilizadas nos experimentos. Problemas poderiam estar associados a diversas ou a nenhuma das heurísticas utilizadas, como ressaltado aos avaliadores na etapa de pré avaliação.

Pós-Avaliação

O tempo total consumido pelas inspeções de usabilidade nos hiperdocumentos do sistema *Lecture Browser* foi igual a 6 horas e 41 minutos, enquanto o tempo consumido no experimento do Jornal da Lilian foi de 10 horas e 15 minutos. As Tabelas 5.3 e 5.4 a seguir apresentam o tempo consumido por cada um dos avaliadores pertencentes aos dois grupos de avaliação de usabilidade.

Tabela 5.3: Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador do sistema *Lecture Browser* (hh:mm)

Avaliador	Tempo Consumido
A1	01:10
A2	01:15
A3	01:16
A4	01:30
A5	01:30

Tabela 5.4: Tempo total de avaliação consumido por cada avaliador do sistema Jornal da Lilian (hh:mm)

Avaliador	Tempo Consumido
A1	02:40
A2	02:30
A3	00:50
A4	02:50
A5	01:25

As inspeções de usabilidade nos hipertextos dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian resultaram na identificação de respectivamente 48 e 55 problemas de usabilidade diferentes.

A distribuição desses problemas pelos avaliadores envolvidos em seus respectivos experimentos é apresentada nas Tabelas 5.5 e 5.6.

Tabela 5.5: Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas identificados no *Lecture Browser*

Avaliador	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
A1	13	27,1
A2	4	8,3
A3	10	20,8
A4	21	43,8
A5	18	37,5

Tabela 5.6: Número de problemas de usabilidade identificados por cada avaliador e sua porcentagem em relação ao total de problemas identificados no Jornal da Lilian

Avaliador	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
A1	13	23,6
A2	17	30,9
A3	11	20,0
A4	20	36,4
A5	13	23,6

No experimento de Avaliação Heurística do sistema *Lecture Browser* o avaliador experiente em usabilidade (A1) não foi quem identificou maior número de problemas de usabilidade, ao contrário do ocorrido nos experimentos de Avaliação Heurística do sistema *eClass*. No entanto, mesmo havendo uma reduzida diferença (20 minutos) em relação a outros avaliadores, esse avaliador foi quem consumiu menos tempo em suas inspeções

de usabilidade. No experimento do sistema Jornal da Lilian, como todos avaliadores eram inexperientes em usabilidade e experientes no contexto de aplicação do sistema, observou-se uma melhor distribuição dos problemas de usabilidade entre os avaliadores envolvidos (desvio padrão = 3,63), quando comparado à distribuição apresentada no sistema *Lecture Browser* (desvio padrão = 6,69).

Do total de problemas de usabilidade identificados nos hiperdocumentos multimídia dos sistemas *Lecture Browser* (48) e Jornal da Lilian (55), não foram associados a nenhuma das heurísticas:

- *Lecture Browser*: 6 problemas (12,5% do total) --- Jornal da Lilian: 6 problemas (10,9% do total)

Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador inexperiente em usabilidade.

- *Lecture Browser*: 2 problemas (4,2% do total) --- Jornal da Lilian: 0 problemas (0% do total)

Considerando como problema sem heurísticas associadas aquele que não foi associado a nenhuma das heurísticas por pelo menos um avaliador experiente em usabilidade.

Como ocorrido no experimento de Avaliação Heurística do sistema *eClass* apresentado no Capítulo 4, um reduzido número de problemas sem heurísticas associadas foi obtido nos experimentos de Avaliação Heurística dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian, independente da experiência dos avaliadores em usabilidade. Estes resultados sugerem uma boa adequação do conjunto de heurísticas CAAIMWeb a aspectos de apresentação de informações multimídia em hiperdocumentos *Web*.

A distribuição dos problemas de usabilidade entre as heurísticas CAAIMWeb utilizadas nos experimentos de Avaliação Heurística dos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian é apresentada respectivamente nas Tabelas 5.7 e 5.8.

Tabela 5.7: Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *Lecture Browser* e suas porcentagens em relação ao total de problemas

Heurística	Número de Problemas Associados	% em Relação ao Total de Problemas
Organização da Informação	1	2,1
Orientação da Navegação	3	6,3
Sincronização da Informação	2	4,2
Gerenciamento de Áudio e Vídeo	4	8,3
Instrução de Utilização	6	12,5
Consistência	6	12,5
Familiaridade	3	6,3
Usuário não deve Ser Enganado	13	27,8
Minimalismo	4	8,3
Ajuda	1	2,1
Identificação da Autoria	1	2,1
Apresentação	1	2,1

Tabela 5.8: Número de problemas de usabilidade associados às heurísticas CAAIMWeb utilizadas no experimento de avaliação de usabilidade do sistema *Jornal da Lilian* e suas porcentagens em relação ao total de problemas

Heurística	Número de Problemas Associados	% em Relação ao Total de Problemas
Organização da Informação	9	16,4
Orientação da Navegação	8	14,5
Sincronização da Informação	2	3,6
Gerenciamento de Áudio e Vídeo	6	10,9
Instrução de Utilização	3	5,5
Consistência	10	18,2
Familiaridade	4	7,3
Usuário não deve Ser Enganado	13	23,6
Minimalismo	5	9,1
Ajuda	7	12,7
Identificação da Autoria	1	1,8
Apresentação	2	3,6

Como ocorrido no experimento apresentado no Capítulo 4, os problemas identificados nos experimentos de avaliação de usabilidade dos sistemas *Lecture Browser* e *Jornal da Lilian* apresentaram boa distribuição em função das heurísticas utilizadas (respectivamente, desvio padrão = 3,44 e desvio padrão = 3,69), quando comparado à distribuição apresentada no experimento de Avaliação Heurística que utilizou as heurísticas propostas

por Nielsen (1993) (desvio padrão = 5,68). Estes resultados reforçam aqueles obtidos no experimento do sistema *eClass*, apresentado no Capítulo 4, em relação à adequação das heurísticas CAAIMWeb a aspectos de apresentação de informações em hiperdocumentos multimídia *Web*.

A análise das Tabelas 5.7 e 5.8 permite observar que a heurística com maior número de problemas associados em ambos experimentos foi *Usuário não deve Ser Enganado*. Não coincidentemente, estavam associados a esta heurística um elevado número de problemas de usabilidade identificados no experimento de Avaliação Heurística do sistema *eClass* que apoiou a derivação das heurísticas CAAIMWeb (Capítulo 3). É possível observar também que a heurística de *Consistência* foi a de segundo maior número de problemas associados, firmando-se assim uma das principais características da técnica de Avaliação Heurística: avaliar a consistência global das interfaces de sistemas de software.

As Tabelas 5.9 e 5.10 a seguir apresentam a distribuição dos problemas de usabilidade identificados nos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian entre as mídias de informação e aspectos hipertexto presentes nesses sistemas.

Tabela 5.9: Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto presentes nos hiperdocumentos do sistema *Lecture Browser*

Mídia de Informação ou Aspectos Hipertexto	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
Áudio	8	16,7
Vídeo	10	20,8
Texto	8	16,7
Gráfico	18	37,5
Hipertexto	18	37,5

Tabela 5.10: Distribuição dos problemas de usabilidade entre mídias de informação e aspectos hipertexto presentes nos hiperdocumentos do sistema Jornal da Lilian

Mídia de Informação ou Aspectos Hipertexto	Número de Problemas Identificados	% em Relação ao Total de Problemas
Áudio	5	9,1
Vídeo	9	16,4
Texto	13	23,6
Gráfico	15	27,3
Hipertexto	21	38,2

Diferentemente do ocorrido no experimento de validação apresentado no Capítulo 4, os problemas de usabilidade identificados nos sistemas *Lecture Browser* e Jornal da Lilian concentraram-se especificamente sobre a mídia gráfica e sobre aspectos hipertexto (os

problemas identificados no sistema *eClass* concentravam-se nas mídias textual e gráfica). Esse resultado é importante ao sugerir que as heurísticas CAAIMWeb não focam uma mídia de informação específica. Acredita-se que a concentração de problemas de usabilidade sobre alguma mídia de informação decorra especificamente da maior utilização daquela mídia no sistema avaliado.

5.3 Limitações dos Experimentos de Avaliação Heurística

Os experimentos de avaliação de usabilidade dos sistemas *Lecture Browser* e *Jornal da Lilian* envolveram a utilização de variáveis não controladas, como a participação de conjuntos de avaliadores diferentes. Foi possível, nesses experimentos, controlar um conjunto de variáveis que inclui o número de avaliadores envolvidos nas inspeções de cada sistema, o equipamento utilizado e o treinamento oferecido aos avaliadores.

Para complementar os resultados aqui reportados, seria importante compará-los, em trabalho futuro, com aqueles obtidos em inspeções de usabilidade dos hiperdocumentos dos sistemas utilizando as heurísticas propostas por Nielsen (1993). O objetivo seria observar a redução ou o acréscimo do número de problemas sem heurísticas associadas quando utilizadas as heurísticas CAAIMWeb, como realizado nos experimentos de avaliação de usabilidade do sistema *eClass*.

5.4 Considerações Finais

Experimentos de avaliação de usabilidade utilizando as heurísticas CAAIMWeb foram executados com o intuito de aferir se essas heurísticas se adequam a aspectos de apresentação de diferentes mídias de informação em hiperdocumentos *Web*. Dois sistemas multimídia *Web* foram selecionados para executar esses experimentos de avaliação de usabilidade: *Lecture Browser* e *Jornal da Lilian*.

O principal resultado obtido nos experimentos de Avaliação Heurística dos sistemas *Lecture Browser* e *Jornal da Lilian* foi aquele que demonstra uma boa distribuição dos problemas de usabilidade entre as heurísticas utilizadas (CAAIMWeb). Consideradas as limitações dos experimentos de avaliação de usabilidade executados neste trabalho, os

resultados obtidos indicam que as heurísticas CAAIMWeb se adequam à apresentação de diferentes mídias de informação em hiperdocumentos *Web*.

Capítulo 6

Conclusões

Observa-se uma carência de regras de usabilidade associadas à apresentação de diferentes mídias de informação em hiperdocumentos de sistemas de software *Web*. Geralmente, as regras de usabilidade propostas estão centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas ou em aspectos associados a estruturas hipertexto. Desta forma, as regras de usabilidade propostas na literatura mostram-se não adequadas ao projeto de hiperdocumentos multimídia voltados para o contexto da *World Wide Web*.

Este trabalho apresentou as heurísticas CAAIMWeb (Heurísticas **C**entradas em **A**spectos de **A**presentação de **I**nformações **M**ultimídia na **W**eb), voltadas para o contexto multimídia *Web*, que têm como principal objetivo apoiar a execução de atividades baseadas em regras de usabilidade, como por exemplo, atividades de Avaliação Heurística.

Além disso, este trabalho apresentou guidelines também derivadas com o propósito de apoiar à execução de atividades de usabilidade. As guidelines propostas constituem especializações das heurísticas CAAIMWeb, ou seja, são regras de menor generalidade associadas aos conceitos transmitidos por aquelas heurísticas.

As heurísticas CAAIMWeb foram derivadas a partir das seguintes atividades desenvolvidas neste trabalho:

- avaliação de usabilidade de um sistema multimídia na *Web* – sistema *eClass*; e
- estudo de regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas.

Para aferir a adequação das heurísticas CAAIMWeb ao projeto de hiperdocumentos multimídia *Web*, foi apresentado neste trabalho a execução de experimentos de Avaliação Heurística baseados na utilização dessas heurísticas.

Projetistas de interface podem utilizar as regras de usabilidade propostas neste trabalho como mecanismo de orientação a criação de hiperdocumentos multimídia *Web* de boa interação com o usuário.

6.1 Contribuições

Como principais contribuições deste trabalho destacam-se:

1. identificação e estudo de regras de usabilidade centradas em aspectos de apresentação de mídias de informação isoladas na *Web*;
2. fornecimento de um conjunto de heurísticas (CAAIMWeb) adequadas à apresentação de diferentes mídias de informação em hiperdocumentos *Web*;
3. fornecimento de um conjunto de guidelines voltadas à apresentação de diferentes mídias de informação em hiperdocumentos *Web*;
4. detalhamento de atividades de preparação, execução e análise de experimentos de avaliação de usabilidade; e
5. implementação de hiperdocumentos multimídia, que baseado nas heurísticas CAAIMWeb, propõem soluções aos problemas de usabilidade identificados na Avaliação Heurística do sistema *eClass*.

6.2 Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros destacam-se:

1. execução de Avaliações Heurísticas dos sistemas apresentados no Capítulo 5 utilizando para isso as heurísticas propostas por Nielsen (1993). Resultados obtidos na execução desses experimentos permitiriam analisar comparativamente o número

de problemas sem heurísticas associadas obtido quando utilizadas as heurísticas CAAIMWeb e quando utilizadas as heurísticas de Nielsen, assim como realizado nos experimentos de Avaliação Heurística do sistema *eClass* apresentados nos Capítulos 3 e 4;

2. avaliação de usabilidade dos hiperdocumentos multimídia desenvolvidos como proposta de solução aos problemas identificados no sistema *eClass*;
3. avaliação de usabilidade dos hiperdocumentos multimídia de sistemas desenvolvidos no contexto do projeto InCA/SERVE (Eleuterio and Pimentel, 2001). Sistemas esses desenvolvidos sob a perspectiva das heurísticas CAAIMWeb; e
4. desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação automática de usabilidade baseada nas regras de usabilidade propostas neste trabalho.

6.3 Considerações Finais

Apesar do grande número de trabalhos focados na derivação de regras de usabilidade, observa-se uma carência de regras quando considerado o contexto multimídia *Web*. As regras de usabilidade propostas neste trabalho possuem um importante papel no contexto do projeto InCA-SERVE, uma vez que foram utilizadas no desenvolvimentos de hiperdocumentos multimídia que propõem soluções aos problemas de usabilidade identificados no sistema *eClass*, bem como no desenvolvimento de hiperdocumentos multimídia de outros sistemas pertencentes ao contexto do projeto.

Apêndice A

Hiperdocumentos Originais do Sistema *eClass*

Neste apêndice são apresentados os tipos de hiperdocumentos gerados automaticamente pelo sistema *eClass* para apresentar o material multimídia capturado em sala de aula.

A.1 Organização das Informações Apresentadas

Para cada hiperdocumento apresentado, este apêndice está organizado como segue:

1. inicialmente é apresentado o hiperdocumento com indicadores numéricos em algumas de suas principais regiões;
2. em seguida, são apresentadas descrições detalhadas das regiões representadas pelos indicadores.

A.2 Hiperdocumentos Gerados Automaticamente pelo Sistema *eClass*

Os hiperdocumentos do sistema *eClass* são apresentados nesta seção de acordo com o principal caminho de navegação do sistema, ou seja, de acordo com a principal sequência de apresentação desses hiperdocumentos.

A.2.1 Hiperdocumento de Apresentação de Cursos Capturados

O hiperdocumento da Figura A.2.1 apresenta a listagem de cursos. As regiões numeradas correspondem a:

1. Título do hiperdocumento contendo o nome do sistema e uma breve descrição do conteúdo apresentado.
2. Âncoras de acesso a hiperdocumentos de cursos capturados que, após selecionadas, apresentam o conteúdo da Figura A.2.2. Os cursos capturados são organizados por ano e período letivo. Todos cursos são apresentados simultaneamente em estruturas tabulares.
3. Colunas que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes informações: nome do responsável pelo curso, número da sala de aula do curso e âncora de acesso a hiperdocumentos da disciplina (externos ao sistema *eClass*).
4. Âncora de acesso a mecanismo de pesquisa que, após selecionada, apresenta o conteúdo da Figura A.2.4. Essa pesquisa é realizada no contexto de todos cursos capturados.

A.2.2 Hiperdocumento de Apresentação de Aulas Capturadas de um Curso

O hiperdocumento da Figura A.2.2 apresenta a listagem de aulas de um curso. As regiões numeradas correspondem a:

1. Âncoras de acesso a hiperdocumentos que apresentam o conteúdo de informações multimídia capturadas em sala de aula — Figura A.2.3. Essas âncoras são ordenadas por data de captura, como pode ser observado na coluna mais à esquerda da tabela de aulas.
2. Colunas que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes informações: data de captura da aula, título da aula, comentários que informam a ausência de áudio e vídeo e âncora de acesso a hiperdocumentos que apresentam a transcrição do áudio capturado em sala de aula.
3. Colunas que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes funcionalidades: seleção de mídias para apresentação no hiperdocumento de aula (áudio, vídeo ou

nenhuma), seleção de região de visualização de vídeo (interno ou externo ao hiperdocumento de aula), seleção de número de slides visualizados simultaneamente (um único slide por hiperdocumento ou todos slides em um único hiperdocumento) e opções de visualização de informações adicionais (notas inseridas pelo professor após a aula, âncoras de acesso a hiperdocumentos externos relacionados ao assunto da aula e visualização de transcrições das anotações inseridas nos slides pelo professor em sala de aula).

4. Âncora para pesquisa que, após selecionada, posiciona o cursor em um formulário localizado na parte inferior do hiperdocumento. Essa pesquisa é realizada no contexto do curso como um todo.

A.2.3 Hiperdocumento de Apresentação do Conteúdo Multimídia Capturado em Sala de Aula

O hiperdocumento da Figura A.2.3 apresenta as informações multimídia capturadas em uma aula. As regiões numeradas correspondem a:

1. Slide capturado em sala de aula.
2. Âncora que dispara a reprodução de áudio e vídeo aproximadamente a partir do momento em que aquele slide começou a ser apresentado em sala de aula. Quando um slide é visitado mais de uma vez, são adicionadas novas âncoras à direita que disparam áudio e vídeo a partir do início daquela visita em particular.
3. Ícones que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes funcionalidades: retorno ao hiperdocumento de listagem de aulas do curso (Figura A.2.2), navegação para a próxima aula e para a aula anterior, pesquisa no contexto do curso, impressão dos slides capturados em sala de aula, configuração de opções de visualização equivalente àquelas representadas pelo indicador de número 3 da Figura A.2.2 e visualização do hiperdocumento de ajuda.
4. Linha do tempo (*timeline*) contendo, à sua frente, referências a todos slides apresentados durante a aula e a páginas *Web* também visitadas durante a aula. A linha do tempo propriamente dita é utilizada para indexar as informações de áudio e vídeo, e as referências a slides funcionam como ligações aos slides apresentados no indicador de número 1.
5. Região de apresentação do vídeo ou áudio capturados em sala de aula.
6. Informações manuscritas inseridas pelo professor nos slides. Essas anotações funcionam como índices relativos ao instante no qual a anotação foi feita durante a aula. Esses índices são tratados como âncoras que permitem, por exemplo, após o usuário selecionar uma anotação, que se dispare informações de áudio e vídeo capturadas no instante em que o professor criou aquela anotação. À direita do indicador de número 6, são apresentadas as transcrições das anotações manuscritas inseridas no slide.

A.2.4 Hiperdocumento de Pesquisa no Conteúdo de Todos Cursos

Multiple course search

Select courses to be searched from the list below.

Keyword: Search

Fall 2001

	Name	Instructor	Room
☒	Human-Computer Interface Design and Evaluation (Section A)	Gregory Abowd	CCB 102
☒	Human-Computer Interface Design and Evaluation (Section B)	Gregory Abowd	CCB 102
☒	Educational Technology - Foundations	Janet Kolodner	CCB 102
☒	Computer Vision	Aaron Bobick	CCB 102
☒	Computer-Aided VLSI System Design	Vincent Mooney	CCB 102
☒	C2K Testing	C2000 Folks	CCB 102

Spring 2001

	Name	Instructor	Room
☒	course name	course instructor name	room name
☒	Digital Video Special Effects	Irfan Essa	CCB 102

Concluído Internet

O hiperdocumento da Figura A.2.4 apresenta um formulário para edição de palavra-chave que se deseja pesquisar no conteúdo de todos cursos capturados. As regiões numeradas correspondem a:

1. Formulário para edição de palavra-chave para pesquisa.
2. Opções de seleção de cursos em que se deseja realizar a pesquisa por palavra-chave.

A.2.5 Hiperdocumento de Pesquisa no Conteúdo de um Curso

O hiperdocumento da Figura A.2.5 apresenta um formulário para edição de palavra-chave que se deseja pesquisar no conteúdo de um curso. As regiões numeradas correspondem a:

1. Formulário para edição de palavra-chave para pesquisa.
2. Âncora para hiperdocumento que apresenta opção de seleção de uma única aula para realizar pesquisa por palavra-chave.

A.2.6 Hiperdocumento de Resultado de Pesquisa no Conteúdo de Todos Cursos

O hiperdocumento da Figura A.2.6 apresenta o resultado de pesquisa da palavra "HCI" no conteúdo de todos os cursos. Cada linha da tabela representa o sucesso de pesquisa no conteúdo de um curso. As regiões numeradas correspondem a:

1. Palavra chave pesquisada no conteúdo de todos cursos.
2. Indicação do número de cursos que contém a palavra pesquisada, ou seja, número de cursos onde a palavra-chave foi encontrada.
3. Indicação das informações sobre as quais a pesquisa ocorreu. Além disso é indicado o número de sucessos em cada uma dessas informações. As informações apresentadas, da esquerda para a direita, são: transcrição do áudio capturado, título dos slides, notas adicionais associadas a cada slide e inseridas pelo professor após a aula, âncoras que direcionam a hiperdocumentos externos associados ao assunto da aula, transcrição de anotações feitas pelo professor nos slides e URL's de hiperdocumentos visitados durante a aula.

4. Título da aula que retornou sucesso na pesquisa da palavra chave.
5. Slides da aula que contem a palavra chave pesquisada. Estes slides funcionam como âncoras que ao serem selecionadas apresentam o conteúdo de informações multimídia capturado naquela aula.

Apêndice B

Roteiro de Avaliação Heurística

Avaliador: _____	Início (hh:mm): ____	Término (hh:mm): ____
Data: __/__/____		

Objetivos

O objetivo deste experimento de avaliação de usabilidade é avaliar a adequação do sistema *eClass* aos princípios indispensáveis a boa usabilidade desse sistema. Os avaliadores envolvidos neste experimento não serão em hipótese alguma avaliados. Suas identidades serão mantidas sob sigilo e somente os dados referentes aos resultados do experimento de avaliação serão tornados públicos.

Usuários do Sistema *eClass*

Por se tratar de um sistema de acesso público através da *Web*, o *eClass* destina-se a uma diversificada população de usuários. Entre eles destacam-se:

- estudantes universitários pertencentes a diferentes áreas de conhecimento (exatas, humanas e saúde);
- usuários com conhecimentos em navegação *Web* (novatos e experientes); e
- usuários com diferentes níveis de conhecimento em computação.

Informações sobre a Execução do Experimento de Avaliação

Para avaliar a usabilidade do sistema *eClass* será utilizada a técnica Avaliação Heurística. O objetivo deste documento é esboçar um roteiro básico a ser seguido pelos avaliadores durante o processo de avaliação. Os resultados dessa atividade serão utilizados em um trabalho de mestrado desenvolvido no ICMC/USP.

A avaliação heurística do sistema *eClass* será dividida em duas etapas:

1. Serão realizadas avaliações individuais onde cada avaliador percorrerá as interfaces do sistema (preferencialmente, mais de uma vez) buscando dessa forma identificar problemas de usabilidade, tomando por base as heurísticas apresentadas na Tabela 2.17. Após identificar qualquer problema de usabilidade, o avaliador deverá associá-lo a uma ou mais heurísticas. No entanto, é possível que problemas identificados não estejam relacionados a nenhuma heurística.
2. Ao término da primeira etapa será gerada uma listagem final contendo todos os problemas de usabilidade identificados no sistema.

A seguir são listados alguns importantes passos e dicas necessários à execução satisfatória do processo de avaliação heurística. É de suma importância que os avaliadores leiam e sigam atentamente os seguintes tópicos:

- visite o seguinte endereço WWW para ter acesso ao sistema *eClass*: www.cc.gatech.edu/fce/cclass;
- selecione a opção "*Classes Captured to Date*";
- selecione a opção "*Human Computer Interaction*" em "*Fall 1999*";
- selecione uma das aulas apresentadas;
- visualizado um hiperdocumento com material multimídia capturado em sala de aula, percorra o maior número possível de hiperdocumentos pertencentes àquela aula procurando avaliá-los sob a perspectiva das heurísticas apresentadas na Tabela 2.17. Como dicas de hiperdocumentos a serem visitados em uma aula pode-se citar: (1) hiperdocumento de pesquisa por palavra-chave no contexto do curso; (2) hiperdocumento de configuração de modos de visualização da informação capturada, como por

exemplo, visualização de slides coletiva ou individualmente; e (3) hiperdocumento de ajuda do sistema;

- é importante salientar que o avaliador sinta-se livre para explorar mais profundamente os hiperdocumentos do sistema *eClass*. O roteiro aqui apresentado serve apenas como guia básico para uma pequena exploração das funcionalidades do sistema. Portanto, explorar hiperdocumentos de outros cursos, aulas e suas diversas funcionalidades pode em muito contribuir para uma avaliação mais satisfatória da usabilidade do sistema *eClass*.

Apêndice C

Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema *eClass*

Neste apêndice são apresentados os novos hiperdocumentos gerados automaticamente pelo sistema *eClass* para apresentar o material multimídia capturado em sala de aula.

C.1 Organização das Informações Apresentadas

Para cada hiperdocumento apresentado, este apêndice está organizado como segue:

1. inicialmente, é apresentado o hiperdocumento com indicadores numéricos em algumas de suas principais regiões;
2. em seguida, são apresentadas descrições detalhadas das regiões representadas pelos indicadores, assim como as heurísticas derivadas neste trabalho e associadas ao projeto de aspectos representados pelos indicadores numéricos.

C.2 Hiperdocumentos Gerados Automaticamente pelo Sistema *eClass*

Os novos hiperdocumentos do sistema *eClass* desenvolvidos neste trabalho são apresentados nesta seção de acordo com o principal caminho de navegação do sistema, ou seja,

de acordo com a principal sequência de apresentação desses hiperdocumentos.

C.2.1 Hiperdocumento de Apresentação de Cursos Capturados

O hiperdocumento da Figura C.2.1 apresenta a listagem de cursos. As regiões numeradas correspondem a:

1. Título do hiperdocumento composto pelo nome do sistema.
 - *Heurística Associada:* Identificação da Autoria.
 - *Comentário:* O nome apresentado na porção central superior do hiperdocumento permite ao usuário identificar o sistema em uso, neste caso, o *eClass*.
2. Informações de interpretação e utilização das funcionalidades providas no sistema.
 - *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Instrução de Utilização, Familiaridade e Minimalismo.
 - *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem

o sistema. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha inferior permite ao usuário interpretar e manipular as funcionalidades providas no hiperdocumento, neste caso, a seleção de uma âncora que representa um semestre de um determinado ano (indicador numérico 3).

3. Organização da informação por anos e semestres letivos.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação e Familiaridade.
- *Comentário:* A organização da informação capturada em anos e semestres letivos proporciona uma melhor interpretação da informação apresentada. Os cursos capturados estão contidos nos seus respectivos semestres, representados, neste caso, por âncoras que quando selecionadas exibem o hiperdocumento apresentado a seguir. Essas âncoras, por sua vez, contém rótulos familiares aos usuários do sistema *eClass*.

4. Informação de identificação e contato com o responsável pelo hiperdocumento.

- *Heurística Associada:* Identificação da Autoria.
- *Comentário:* O fornecimento do endereço eletrônico do responsável pelo hiperdocumento permite ao usuário identificar e contactá-lo.

5. Organização da informação em informação armazenada e informação de identificação. As barras horizontais proporcionam a separação entre as informações armazenadas no sistema e as informações de identificação do sistema e seus órgãos financiadores.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação.
- *Comentário:* A organização da informação em informação armazenada e informação de identificação do sistema permite ao usuário interpretar mais facilmente todo conteúdo apresentado.

6. Formulário de pesquisa no conteúdo de todos os cursos. Informações que instruem o usuário de que a pesquisa é realizada no contexto de todos os cursos capturados são apresentadas no interior do formulário.

- *Heurística Associada:* Ajuda e Instrução de Utilização.
- *Comentário:* O formulário de pesquisa é apresentado diretamente na barra superior do hiperdocumento, auxiliando o usuário na obtenção de informações requisitadas. Informações que indicam o contexto sobre o qual a pesquisa é realizada são apresentadas no interior do formulário.

7. Âncora que aponta para o hiperdocumento de ajuda apresentado na Figura C.2.4.

- *Heurística Associada:* Ajuda.
- *Comentário:* A ajuda é apresentada em hiperdocumento distinto daquele que apresenta os cursos capturados.

8. Organização da informação por cursos capturados. Cada linha da tabela corresponde a um curso, e as colunas correspondem, da esquerda para a direita, às seguintes informações: âncora rotulada com o nome do curso, nome do responsável pelo curso e o código do curso. A âncora com o rótulo do curso, apresentada na primeira coluna, dispara a exibição do hiperdocumento apresentado na Figura C.2.2, quando selecionada.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação e Apresentação.
- *Comentário:* A organização da informação por cursos, visualizados somente quando selecionada a âncora correspondente ao ano e semestre em que foram capturados, permite uma melhor utilização do espaço disponível na tela, reduzindo assim a barra de rolagem vertical.

C.2.2 Hiperdocumento de Apresentação de Aulas Capturadas de um Curso

Sistema de Captura e Apresentação de Hiperdocumentos Multimídia - eClass - Microsoft Internet Explorer

Brasil, 12/02/2002

Pesquisar: neste curso

eClass > 2º semestre de 2001

Aulas Capturadas do Curso de Multimídia - SCE219

Selecione as opções de visualização desejadas e em seguida selecione uma aula

Mídia: ☐ Áudio ☐ Áudio-Vídeo ☐ Nenhuma ☐ Externo ☐ Embutido

Slides: ☐ Todos ☐ Individualmente

Outros: ☐ Notas ☐ Coweb ☐ Transcrições

Aula:	Data:	Áudio:	Vídeo:	Transcrição de Áudio:	Tempo:
JPEG + MPEG	20/11/2001	N	N	N	02:32:51
Heurísticas e Guidelines Multimídia	06/11/2001	N	N	N	00:22:18
Future Web Interface Technologies	30/10/2001	N	N	N	00:01:37
Sincronização II	30/10/2001	N	N	N	00:17:55
SMTL 2.0 Patrick Schimtz	30/10/2001	N	N	N	01:28:47
Protocolos	02/10/2001	N	N	N	00:00:19
Protocolos (2)	02/10/2001	N	N	N	00:02:22
Protocolos Multimídia	02/10/2001	S	N	N	00:00:25
1 XML Introdução	11/09/2001	S	N	N	01:42:57
12-XML-SAX-DOM	11/09/2001	S	N	N	00:01:31
1a XML Introdução a SAX - DOM	11/09/2001	S	N	N	00:14:17
5-XML-DOM	11/09/2001	S	N	N	00:01:40
Introdução a Multimídia	28/08/2001	S	N	N	01:05:52
Real: server, encoder e player	28/08/2001	S	N	N	00:15:45
MM eclass intro 1	21/08/2001	S	N	N	01:32:29

Última atualização - 20/11/2001
Contato - otavio@icmc.sc.usp.br

FAPESP **USP** **Georgia Tech** **QCMQ**

Internet

O hiperdocumento da Figura C.2.2 apresenta a listagem de aulas de um curso. As regiões numeradas correspondem a:

1. Âncoras que, da esquerda para a direita, apontam para o hiperdocumento de cursos capturados (Figura C.2.1) e para o hiperdocumento de visualização dos cursos capturados no mesmo ano e semestre do curso apresentado (figura anterior).

- *Heurística Associada:* Orientação da Navegação.
- *Comentário:* A estrutura de organização hierárquica das âncoras permite ao usuário identificar a qual ano e semestre o curso apresentado pertence.

2. Formulário de pesquisa no conteúdo das aulas do curso apresentado. Informações que instruem o usuário de que a pesquisa é realizada no contexto das aulas do curso apresentado são exibidas no interior do formulário.
 - *Heurística Associada:* Ajuda e Instrução de Utilização.
 - *Comentário:* O formulário de pesquisa é apresentado diretamente na barra superior do hiperdocumento, auxiliando o usuário na obtenção de informações requisitadas. Informações que indicam o contexto sobre o qual a pesquisa é realizada são apresentadas no interior do formulário.
3. Âncoras que, da esquerda para a direita, apontam para hiperdocumento de informações relacionadas ao curso (externo ao sistema *eClass*), hiperdocumento de últimas informações relacionadas ao curso (externo ao sistema *eClass*) e hiperdocumento de ajuda.
 - *Heurística Associada:* Organização da Informação e Ajuda.
 - *Comentário:* A organização de âncoras de acesso a sistemas relacionados ao *eClass*, na região superior esquerda do hiperdocumento, proporciona uma melhor organização e distribuição da informação apresentada.
4. Informações de interpretação e utilização das funcionalidades providas no sistema.
 - *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Instrução de Utilização, Familiaridade e Minimalismo.
 - *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. Além disso, permite ao usuário identificar a que curso pertence as informações apresentadas. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha inferior permite ao usuário interpretar e manipular as funcionalidades providas no hiperdocumento, neste caso, a seleção de opções de visualização (indicador numérico 5) e a seleção da aula que se deseja visualizar.
5. Opções de configuração de modos de visualização no hiperdocumento que apresenta o material multimídia capturado em sala de aula (Figura C.2.3).
 - *Heurística Associada:* Organização da Informação e Familiaridade.
 - *Comentário:* Colunas que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes funcionalidades: seleção de mídias para apresentação no hiperdocumento de aula (áudio, áudio e vídeo ou nenhuma), seleção da região de visualização do

vídeo (interno ou externo ao hiperdocumento da aula) no hiperdocumento de aula, seleção do número de slides visualizados no hiperdocumento de aula (um único slide por vez ou todos slides simultaneamente) e seleção de opções de visualização de informações adicionais no hiperdocumento de aula (notas inseridas pelo professor após a aula, âncoras que apontam para hiperdocumentos externos relacionados ao assunto da aula e visualização de transcrições das anotações inseridas pelo professor nos slides durante a aula).

6. Colunas que apresentam, da esquerda para a direita, as seguintes informações: âncora que aponta para o hiperdocumento de aula, data de captura da aula, presença ou ausência de áudio capturado, presença ou ausência de vídeo capturado, âncora que aponta para hiperdocumento de transcrição do áudio capturado e tempo de duração da aula.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação.
- *Comentário:* A organização das informações sobre as aulas de um curso em estruturas tabulares proporciona uma melhor distribuição da informação apresentada, além de proporcionar uma melhor utilização do espaço disponível na tela.

7. Âncoras que apontam para hiperdocumentos de apresentação do material multimídia capturado em sala de aula (Figura C.2.3).

- *Heurística Associada:* Familiaridade.
- *Comentário:* As âncoras de acesso a hiperdocumentos de apresentação do conteúdo multimídia capturado em sala de aula são rotuladas com o nome da aula.

8. Informações de identificação do responsável, de contato com o responsável e data de última atualização do material capturado.

- *Heurística Associada:* Identificação da Autoria.
- *Comentário:* A data de última atualização permite ao usuário identificar a atualização do sistema. O fornecimento do endereço eletrônico do responsável pelo hiperdocumento permite ao usuário identificar e contactá-lo.

C.2.3 Hiperdocumento de Apresentação do Conteúdo Multimídia Capturado em Sala de Aula

O hiperdocumento da Figura C.2.3 apresenta as informações multimídia capturadas em uma aula. As regiões numeradas correspondem a:

1. Título da aula apresentada.

- *Heurística Associada:* Orientação da Navegação.
- *Comentário:* A informação apresentada permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. Além disso, permitir ao usuário identificar a que aula pertence o material multimídia apresentado.

2. Informações sobre o responsável pelo curso em que se insere a aula, sobre a data de captura da aula e sobre o número total de slides apresentados pelo professor.
 - *Heurística Associada:* Identificação da Autoria.
 - *Comentário:* As informações apresentadas permitem ao usuário identificar o responsável pelo curso e a data de apresentação da aula.
3. Âncoras que, da esquerda para a direita, altera o conteúdo multimídia apresentado para o contexto da aula anterior, altera o conteúdo multimídia apresentado para o contexto da próxima aula, aponta para hiperdocumento de impressão de slides, aponta para hiperdocumento de configuração de modos de visualização (equivalentes àqueles representados pelo indicador numérico 5 da Figura C.2.2) e aponta para hiperdocumento de ajuda.
 - *Heurística Associada:* Organização da Informação e Orientação da Navegação.
 - *Comentário:* A organização de âncoras de acesso a material multimídia capturados em outras aulas do mesmo curso e âncoras de acesso a outros hiperdocumentos do sistema proporcionam uma melhor navegação e distribuição da informação apresentada.
4. Slide capturado em sala de aula.
 - *Heurística Associada:* —
 - *Comentário:* Os slides capturados em sala de aula são apresentados individualmente na porção central da tela.
5. Âncoras que permitem ao usuário visualizar, da esquerda para a direita, o primeiro slide, o slide anterior, o próximo slide e o último slide.
 - *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Instrução de Utilização e Familiaridade.
 - *Comentário:* As âncoras de rótulos familiares aos usuários do sistema *eClass* permitem a navegação entre os slides capturados em sala de aula. Os nomes representados em seus rótulos proporcionam aos usuários uma rápida e fácil interpretação de suas funcionalidades.
6. Anotações manuscritas inseridas pelo professor nos slides. Essas anotações funcionam como índices relativos ao instante no qual a anotação foi feita durante a aula. Esses índices são tratados como âncoras que permitem, por exemplo, após

o usuário selecionar uma anotação, que se dispare informações de áudio e vídeo capturadas no instante em que o professor criou aquela anotação.

- *Heurística Associada:* —
- *Comentário:* —

7. Região de apresentação do áudio e do vídeo capturados em sala de aula. Botões de operação sobre o áudio e o vídeo são apresentados na porção esquerda superior.

- *Heurística Associada:* Gerenciamento de Áudio e Vídeo.
- *Comentário:* Operações sobre as mídias de áudio e vídeo, como a reprodução, a interrupção, o cancelamento, a regressão e a progressão são passíveis de execução no novo hiperdocumento de apresentação do conteúdo multimídia capturado em sala de aula. Essas operações proporcionam ao usuário controle sobre a apresentação do áudio e do vídeo capturados.

8. Linha do tempo (timeline) composta de retângulos cujas dimensões representam proporcionalmente o tempo de visita a cada slide apresentado em sala de aula. O número de visitas feitas a um slide equivale ao número de retângulos presentes na linha do tempo associados àquele slide em particular. A linha do tempo indexa os slides apresentados na porção central da tela (indicador numérico 4) onde seus retângulos funcionam como âncoras que, quando selecionadas, disparam a apresentação do slide correspondente. A linha do tempo também indexa as informações de mídias dependentes de tempo (áudio e vídeo) apresentadas na região de indicador numérico 7. Desta forma, a seleção de um retângulo da linha do tempo dispara a reprodução do fluxo de áudio e vídeo a partir do instante em que o slide correspondente começou a ser apresentado.

- *Heurística Associada:* Sincronização da Informação.
- *Comentário:* A sincronização das informações de áudio, vídeo e slides proporciona uma melhor absorção da informação apresentada.

9. Linha do tempo (timeline) equivalente àquela representada pelo indicador numérico 8. Essa linha do tempo não apresenta a indicação gráfica (retângulos) do tempo de apresentação de cada slide, ou visita a slide. No entanto, essa linha do tempo apresenta simultaneamente o título de todos slides apresentados em sala de aula, enquanto a linha do tempo representada pelo indicador numérico 8 apresenta os nomes dos slides individualmente, mais especificamente, ao posicionar o cursor sobre um retângulo.

- *Heurística Associada:* Instrução de Utilização e Orientação da Navegação.
- *Comentário:* A apresentação do título de todos slides simultaneamente permite ao usuário ter uma visão geral do conteúdo abordado, além de facilitar a navegação entre o conjunto de slides de uma aula.

C.2.4 Hiperdocumento de Ajuda sobre o as Informações Apresentadas no Hiperdocumento de Cursos

O hiperdocumento da Figura C.2.4 apresenta as informações de ajuda referentes ao contexto do hiperdocumento de apresentação de cursos (Figura C.2.1). As regiões numeradas correspondem a:

1. Apresentação do conteúdo da ajuda em hiperdocumento distinto daquele a que se refere a ajuda.
 - *Heurística Associada:* Organização da Informação.
 - *Comentário:* A apresentação da ajuda em hiperdocumento distinto daquele a qual se refere permite ao usuário continuar visualizando as informações de seu interesse ao mesmo tempo que lê o conteúdo da ajuda.

2. Informações de interpretação do conteúdo apresentado no hiperdocumento.
 - *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Familiaridade e Minimalismo.
 - *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha inferior permite ao usuário interpretar o conteúdo apresentado no hiperdocumento.
3. Informações de ajuda associadas somente ao conteúdo do hiperdocumento a que se refere aquela ajuda. Essas informações de ajuda abrangem todo conteúdo apresentado no hiperdocumento relacionado.
 - *Heurística Associada:* Ajuda e Minimalismo.
 - *Comentário:* As informações de ajuda permitem ao usuário esclarecer eventuais dúvidas a respeito de funcionalidades e informações apresentadas no sistema. Essas informações de ajuda, assim como as informações de interpretação do conteúdo (indicador numérico 2), são escritas de forma a passar todo conteúdo ao usuário utilizando para isso pouco volume de informação.
4. Âncora que permite ao usuário fechar a tela de ajuda.
 - *Heurística Associada:* —
 - *Comentário:* Essa âncora proporciona uma alternativa de encerramento da tela de ajuda, uma vez que essa tarefa também pode ser executada selecionando o botão superior direito da tela.

C.2.5 Hiperdocumento de Impressão dos Slides Capturados em Sala de Aula

O hiperdocumento da Figura C.2.5 apresenta os slides capturados em sala de aula e apresentados no hiperdocumento de aula (Figura C.2.3). As regiões numeradas correspondem a:

1. Informações de interpretação do conteúdo apresentado no hiperdocumento.

- *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Familiaridade e Minimalismo.
- *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha

inferior instrui o usuário em como utilizar a funcionalidade implementada, neste caso, a impressão dos slides.

2. Slides capturados em sala de aula.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação.
- *Comentário:* Os slides capturados em sala de aula são apresentados segundo a ordem de autoria. Essa organização pode não refletir a sequência de apresentação ocorrida em sala de aula, mas, no entanto, proporciona aos usuários uma forma de absorção adequada do conteúdo abordado, considerando a sequência de autoria estabelecida pelo professor apropriada.

C.3 Informações Adicionais sobre os Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema *eClass*

Algumas características presentes nos novos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* não foram mencionadas nas subseções anteriores, como a utilização de cores de fundo e de frente contrastantes, utilização de cores consistentes, utilização de uma área máxima de 800x600 pixels da tela para apresentar a informação, apresentação de ajuda em todos hiperdocumentos principais do sistema, não utilização de barras de rolagem horizontal e utilização de barras de rolagem vertical reduzidas.

Como cor de fundo e de frente foram selecionadas respectivamente o branco e o azul, uma vez que essas cores, além de proporcionarem um bom contraste, também proporcionam a visualização e a impressão monocromática da informação sem comprometimento da qualidade.

O branco foi utilizado como cor padrão de todos hiperdocumento do sistema *eClass*, mantendo-se assim a consistência.

As informações são apresentadas em uma área de 800x600 pixels, proporcionando assim a visualização de todo conteúdo apresentado em monitores de baixa resolução gráfica.

Todos novos hiperdocumentos principais do sistema *eClass* possuem âncora de acesso a hiperdocumento de ajuda. Essa ajuda é contextualizada ao conteúdo do hiperdocumento.

Barras de rolagem horizontal não são utilizadas, inclusive quando visualizado o conteúdo

de um hiperdocumento em monitores de baixa resolução. Barras de rolagem vertical são utilizadas de forma reduzida, uma vez que a informação apresentada está organizada de forma a utilizar uma área reduzida da tela.

Para ter acesso aos novos hiperdocumentos do sistema *eClass* desenvolvidos neste trabalho basta visitar o endereço eletrônico do sistema¹.

¹<http://incaserve.icmc.sc.usp.br/zenpad/otaviodb/db3/ListagemDeCursos.php>

Apêndice D

Heurísticas CAAIMWeb

1. **Organização da Informação.** Informações devem ser organizadas por assuntos ou intervalos de tempo, e distribuídas entre hiperdocumentos diferentes ou entre regiões de apresentação de um mesmo hiperdocumento.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
2. **Orientação da Navegação.** Informações que permitam ao usuário se localizar em um conjunto de hiperdocumentos devem ser fornecidas. Âncoras que permitem o retorno a pontos estratégicos da estrutura de navegação e a identificação de navegações já realizadas também devem ser fornecidas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico e hipertexto.
3. **Sincronização da Informação.** Sincronização deve ser estabelecida entre diferentes mídias de informação, quando relacionadas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
4. **Gerenciamento de Áudio e de Vídeo.** A reprodução de áudio e vídeo deve ser interrompida quando o contexto for alterado. O usuário deve ser capaz de executar operações básicas sobre o áudio e o vídeo.
 - Aplica-se a: áudio e vídeo.
5. **Instrução de Utilização.** Informações de interpretação e de manipulação de funcionalidades providas em um hiperdocumento devem ser fornecidas. Essas informações devem transmitir aos usuários passos necessários à interpretação e à manipulação de funcionalidades disponibilizadas.

- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
6. **Consistência.** Informações devem ser apresentadas de forma consistente em um hiperdocumento e entre hiperdocumentos diferentes. O usuário não precisa saber que informações diferentes possuem o mesmo significado.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
7. **Familiaridade.** Informações devem ser fornecidas em linguagem familiar aos usuários. O usuário deve ser capaz de interpretar o significado de informações fornecidas sem a necessidade de informações complementares. Âncoras devem possuir rótulos que representem adequadamente o contexto direcionado.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
8. **Usuário não deve Ser Enganado.** Somente funcionalidades, informações e mídias de informação que realmente estão disponíveis devem ser apresentadas. Somente âncoras que levam a algum hiperdocumento destino ou a algum ponto específico do hiperdocumento que as contém devem ser fornecidas.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
9. **Minimalismo.** Informações irrelevantes, raramente necessárias ou redundantes não devem ser fornecidas. Hiperdocumentos, níveis hierárquicos, cores, âncoras, sons, figuras e vídeos devem ser utilizados sem exagero.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
10. **Ajuda.** Informações de ajuda devem ser fornecidas nos hiperdocumentos principais. A ajuda deve ser contextualizada aos hiperdocumentos, deve abranger todo conteúdo apresentado e não deve ser muito extensa.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
11. **Identificação da Autoria.** Informações de identificação do responsável, de contato com o responsável e a data da última atualização de um hiperdocumento devem ser fornecidas. Informações de identificação do autor do conteúdo apresentado, quando este não for o responsável pelo hiperdocumento, também devem ser fornecidas.
- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.

12. **Apresentação.** *Frames* e barras de rolagem verticais devem ser evitados. Barras de rolagem horizontal não devem ser utilizadas. A apresentação de hiperdocumentos em monitores de baixa resolução gráfica deve ser considerada.

- Aplica-se a: gráfico e hipertexto.

- Dias, C. (2001). Comparing Usability Evaluation Methods Applied to Corporate Web Portals. In *IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC’2001*, pages 73–83.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., and Beale, R. (1998). *Human–Computer Interaction*. Prentice Hall, Europe, second edition.
- Eleuterio, P. and Pimentel, M. (2001). Geração sob Demanda de Hiperdocumentos Multimídia a Partir de Informação Capturada em Reuniões Distribuídas. In *Workshop de Teses e Dissertações do VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hiperemídia*, pages 313–320, Florianópolis, Brazil.
- Francisco, W. (1993). *Estatística Básica*. Editora Unimep, Piracicaba, S.P.
- Garzotto, F., Matera, M., and Paolini, P. (1999). Abstract Tasks: a Tool for the Inspection of Web Sites and Off line Hypermedia. In *Proceedings of Hypertext*, pages 157–163.
- Ginige, A. and Murugesan, S. (2001). Web Engineering: An Introduction. In *IEEE Multimedia*, pages 14–18.
- Gray, W. and Salzman, M. (1998). Damaged Merchandise? A Review of Experiments That Compare Usability Evaluation Methods. *Human Computer Interaction*, 13:203–261.
- ISO (1995). ISO/DIS 9241-11 Draft International Standard. Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals (VDTs). part ii: Guidance on Usability. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.
- Levi, M. and Conrad, F. (1996). A Heuristic Evaluation of a World Wide Web Prototype. *Interactions of ACM*, 3(4):50–61.
- Matera, M. (1999). *SUE: A Systematic Methodology for Evaluating Hypermedia Usability*. PhD thesis, University Politecnico Di Milano.
- Mcknight, C., Dillon, A., and Richardson, J. (1989). Problems in Hyperland? A Human Factors Perspective. *Human Factors and Hypertext*, 1(2):167–178.
- Mukhopadhyay, S. and Smith, B. (1999). Passive Capture and Structuring of Lectures. In *Proceedings of the Seventh ACM International Conference on Multimedia*, Orlando, USA. ACM Press.

- Polson, P., Lewis, C., Reiman, J., and Wharton, C. (1990). Cognitive Walkthrough: A Method for Theory-based Evaluation of User Interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, 36:741–773.
- Prates, R., Souza, C., and Barbosa, S. (2000). A Method for Evaluating the Communicability of User Interfaces. *Interactions of the ACM*, 7:31–38.
- Pressman, R. (1995). *Engenharia de Software*. Makron Books.
- Raposo, A., Magalhães, L., and Ricarte, I. (1999). Interação na Web. *Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação*, 2:1–50.
- Rocha, H. and Baranauskas, M. (2000). *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*. Escola de Computação 2000, Departamento de Ciência da Computação — USP, São Paulo, S.P.
- Scapin, D., Vanderdonckt, J., Farenc, C., Bastide, R., Bastien, C., Leulier, C., Mariage, C., and Palanque, P. (2001). Transferring Knowledge of User Interfaces Guidelines to the Web. In *Proceedings tools for working with guidelines*, London. Springer.
- Shneiderman, B. (1987). User Interface Design for the Hyperties Electronic Encyclopedia. In *Proceedings of Hypertext*, pages 189–194.
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley, second edition.
- Souza, C., Leite, J., Prates, R., and Barbosa, S. (1999). Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitivas e Semióticas. *Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação*, 2:425–476.
- Stifelman, L., Arons, B., Schmandt, C., and Hulteen, E. (1993). Voicenotes: A Speech Interface for a Hand-Held Voice Notetaker. In *Proceedings of the Interchi*, pages 179–186. ACM Press.
- W3C (2002). World Wide Web Consortium Home Page — Web Acessibility Initiative. on-line in World Wide Web. <http://www.w3c.org/WAI>.

2. Informações de interpretação do conteúdo apresentado no hiperdocumento.
 - *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Familiaridade e Minimalismo.
 - *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha inferior permite ao usuário interpretar o conteúdo apresentado no hiperdocumento.
3. Informações de ajuda associadas somente ao conteúdo do hiperdocumento a que se refere aquela ajuda. Essas informações de ajuda abrangem todo conteúdo apresentado no hiperdocumento relacionado.
 - *Heurística Associada:* Ajuda e Minimalismo.
 - *Comentário:* As informações de ajuda permitem ao usuário esclarecer eventuais dúvidas a respeito de funcionalidades e informações apresentadas no sistema. Essas informações de ajuda, assim como as informações de interpretação do conteúdo (indicador numérico 2), são escritas de forma a passar todo conteúdo ao usuário utilizando para isso pouco volume de informação.
4. Âncora que permite ao usuário fechar a tela de ajuda.
 - *Heurística Associada:* —
 - *Comentário:* Essa âncora proporciona uma alternativa de encerramento da tela de ajuda, uma vez que essa tarefa também pode ser executada selecionando o botão superior direito da tela.

C.2.5 Hiperdocumento de Impressão dos Slides Capturados em Sala de Aula

O hiperdocumento da Figura C.2.5 apresenta os slides capturados em sala de aula e apresentados no hiperdocumento de aula (Figura C.2.3). As regiões numeradas correspondem a:

1. Informações de interpretação do conteúdo apresentado no hiperdocumento.

- *Heurística Associada:* Orientação da Navegação, Familiaridade e Minimalismo.
- *Comentário:* A informação apresentada na linha superior permite ao usuário identificar sua localização dentro do conjunto de hiperdocumentos que compõem o sistema. A informação minimalista (sucinta) e familiar apresentada na linha

inferior instrui o usuário em como utilizar a funcionalidade implementada, neste caso, a impressão dos slides.

2. Slides capturados em sala de aula.

- *Heurística Associada:* Organização da Informação.
- *Comentário:* Os slides capturados em sala de aula são apresentados segundo a ordem de autoria. Essa organização pode não refletir a sequência de apresentação ocorrida em sala de aula, mas, no entanto, proporciona aos usuários uma forma de absorção adequada do conteúdo abordado, considerando a sequência de autoria estabelecida pelo professor apropriada.

C.3 Informações Adicionais sobre os Novos Hiperdocumentos Multimídia do Sistema *eClass*

Algumas características presentes nos novos hiperdocumentos multimídia do sistema *eClass* não foram mencionadas nas subseções anteriores, como a utilização de cores de fundo e de frente contrastantes, utilização de cores consistentes, utilização de uma área máxima de 800x600 pixels da tela para apresentar a informação, apresentação de ajuda em todos hiperdocumentos principais do sistema, não utilização de barras de rolagem horizontal e utilização de barras de rolagem vertical reduzidas.

Como cor de fundo e de frente foram selecionadas respectivamente o branco e o azul, uma vez que essas cores, além de proporcionarem um bom contraste, também proporcionam a visualização e a impressão monocromática da informação sem comprometimento da qualidade.

O branco foi utilizado como cor padrão de todos hiperdocumento do sistema *eClass*, mantendo-se assim a consistência.

As informações são apresentadas em uma área de 800x600 pixels, proporcionando assim a visualização de todo conteúdo apresentado em monitores de baixa resolução gráfica.

Todos novos hiperdocumentos principais do sistema *eClass* possuem âncora de acesso a hiperdocumento de ajuda. Essa ajuda é contextualizada ao conteúdo do hiperdocumento.

Barras de rolagem horizontal não são utilizadas, inclusive quando visualizado o conteúdo

de um hiperdocumento em monitores de baixa resolução. Barras de rolagem vertical são utilizadas de forma reduzida, uma vez que a informação apresentada está organizada de forma a utilizar uma área reduzida da tela.

Para ter acesso aos novos hiperdocumentos do sistema *eClass* desenvolvidos neste trabalho basta visitar o endereço eletrônico do sistema¹.

¹<http://incaserve.icmc.sc.usp.br/zenpad/otaviodb/db3/ListagemDeCursos.php>

Apêndice D

Heurísticas CAAIMWeb

1. **Organização da Informação.** Informações devem ser organizadas por assuntos ou intervalos de tempo, e distribuídas entre hiperdocumentos diferentes ou entre regiões de apresentação de um mesmo hiperdocumento.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
2. **Orientação da Navegação.** Informações que permitam ao usuário se localizar em um conjunto de hiperdocumentos devem ser fornecidas. Âncoras que permitem o retorno a pontos estratégicos da estrutura de navegação e a identificação de navegações já realizadas também devem ser fornecidas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico e hipertexto.
3. **Sincronização da Informação.** Sincronização deve ser estabelecida entre diferentes mídias de informação, quando relacionadas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
4. **Gerenciamento de Áudio e de Vídeo.** A reprodução de áudio e vídeo deve ser interrompida quando o contexto for alterado. O usuário deve ser capaz de executar operações básicas sobre o áudio e o vídeo.
 - Aplica-se a: áudio e vídeo.
5. **Instrução de Utilização.** Informações de interpretação e de manipulação de funcionalidades providas em um hiperdocumento devem ser fornecidas. Essas informações devem transmitir aos usuários passos necessários à interpretação e à manipulação de funcionalidades disponibilizadas.

- Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
6. **Consistência.** Informações devem ser apresentadas de forma consistente em um hiperdocumento e entre hiperdocumentos diferentes. O usuário não precisa saber que informações diferentes possuem o mesmo significado.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
 7. **Familiaridade.** Informações devem ser fornecidas em linguagem familiar aos usuários. O usuário deve ser capaz de interpretar o significado de informações fornecidas sem a necessidade de informações complementares. Âncoras devem possuir rótulos que representem adequadamente o contexto direcionado.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
 8. **Usuário não deve Ser Enganado.** Somente funcionalidades, informações e mídias de informação que realmente estão disponíveis devem ser apresentadas. Somente âncoras que levam a algum hiperdocumento destino ou a algum ponto específico do hiperdocumento que as contém devem ser fornecidas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
 9. **Minimalismo.** Informações irrelevantes, raramente necessárias ou redundantes não devem ser fornecidas. Hiperdocumentos, níveis hierárquicos, cores, âncoras, sons, figuras e vídeos devem ser utilizados sem exagero.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio, vídeo e hipertexto.
 10. **Ajuda.** Informações de ajuda devem ser fornecidas nos hiperdocumentos principais. A ajuda deve ser contextualizada aos hiperdocumentos, deve abranger todo conteúdo apresentado e não deve ser muito extensa.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.
 11. **Identificação da Autoria.** Informações de identificação do responsável, de contato com o responsável e a data da última atualização de um hiperdocumento devem ser fornecidas. Informações de identificação do autor do conteúdo apresentado, quando este não for o responsável pelo hiperdocumento, também devem ser fornecidas.
 - Aplica-se a: texto, gráfico, áudio e vídeo.

12. **Apresentação.** *Frames* e barras de rolagem verticais devem ser evitados. Barras de rolagem horizontal não devem ser utilizadas. A apresentação de hiperdocumentos em monitores de baixa resolução gráfica deve ser considerada.

- Aplica-se a: gráfico e hipertexto.

Referências Bibliográficas

- Abowd, G. (1999). Classroom 2000: A experiment with the instrumentation of a living educational enviroment. *IBM Systems Journal*, 38(4):508–530.
- Abowd, G., Atkeson, C., Brotherton, J., Enqvist, T., Gully, P., and Lemon, J. (1998). Investigating the capture, integration and access problem of ubiquitous computing in educational setting. In *Proceedings of the CHI*, pages 440–447. ACM Press.
- Baldochi Júnior, L. A. and Pimentel, M. G. C. (1998). Apresentação e Sincronização Multimídia no Ambiente SMmD. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo ICMC, São Carlos, São Paulo.
- Barbetta, P. (2001). *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*. Editora da UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.
- Barry, C. and Lang, M. (2001). A Survey of Multimedia and Web Development Techniques and Methodology Usage. In *IEEE Multimedia*, pages 52–60.
- Borchies, J., Deussen, O., Klingert, A., and Knorz, C. (1996). Layout Rules for Graphical Web Documents. *Computers & Graphics*, 20(3):415–426.
- Borges, J., Morales, I., and Rodrigues, N. (1996). Guidelines for Designing Usable World Wide Web Pages. In *Proceedings of CHI*, pages 277–278. ACM Press.
- Borges, R., Winckler, M., and Basso, K. (2000). Considerações sobre o Uso de Cores em Interfaces Web. In *III Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas e Computação - IHC'2000*, pages 43–53.
- Brotherton, J., Bhalodia, J., and Abowd, G. (1998). Automated Capture, Integration, and Visualization of Multiple Media Streams. In *Proceedings of IEEE Multimedia*, pages 54–63. IEEE.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: an introduction and survey. *IEEE Computer*, 20(9):17–41.

- Dias, C. (2001). Comparing Usability Evaluation Methods Applied to Corporate Web Portals. In *IV Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais — IHC'2001*, pages 73–83.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., and Beale, R. (1998). *Human-Computer Interaction*. Prentice Hall, Europe, second edition.
- Eleuterio, P. and Pimentel, M. (2001). Geração sob Demanda de Hiperdocumentos Multimídia a Partir de Informação Capturada em Reuniões Distribuídas. In *Workshop de Teses e Dissertações do VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hiperemídia*, pages 313–320, Florianópolis, Brazil.
- Francisco, W. (1993). *Estatística Básica*. Editora Unimep, Piracicaba, S.P.
- Garzotto, F., Matera, M., and Paolini, P. (1999). Abstract Tasks: a Tool for the Inspection of Web Sites and Off-line Hypermedia. In *Proceedings of Hypertext*, pages 157–163.
- Ginige, A. and Murugesan, S. (2001). Web Engineering: An Introduction. In *IEEE Multimedia*, pages 14–18.
- Gray, W. and Salzman, M. (1998). Damaged Merchandise? A Review of Experiments That Compare Usability Evaluation Methods. *Human Computer Interaction*, 13:203–261.
- ISO (1995). ISO/DIS 9241-11 Draft International Standard. Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals (VDTs). part ii: Guidance on Usability. International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland.
- Levi, M. and Conrad, F. (1996). A Heuristic Evaluation of a World Wide Web Prototype. *Interactions of ACM*, 3(4):50–61.
- Matera, M. (1999). *SUE: A Systematic Methodology for Evaluating Hypermedia Usability*. PhD thesis, University Politecnico Di Milano.
- McKnight, C., Dillon, A., and Richardson, J. (1989). Problems in Hyperland? A Human Factors Perspective. *Human Factors and Hypertext*, 1(2):167–178.
- Mukhopadhyay, S. and Smith, B. (1999). Passive Capture and Structuring of Lectures. In *Proceedings of the Seventh ACM International Conference on Multimedia*, Orlando, USA. ACM Press.

- Netto, O. and Pimentel, M. (2001). Heurísticas para Apresentação de Hiperdocumentos Multimídia. In *Workshop de Teses e Dissertações do VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Hiperemídia*, pages 287–294, Florianópolis, Brazil.
- Nielsen, J. (1990). *Hypertext and Hypermedia*. Academic Press, London, United Kingdom.
- Nielsen, J. (1992a). Finding Usability Problems Through Heuristic Evaluation. In *Proceedings of CHI*, pages 373–380, Monterey, CA. ACM Press.
- Nielsen, J. (1992b). The Usability Engineering Life Cycle. *IEEE Computer*, 25(3):12–22.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press, London, United Kingdom.
- Nielsen, J. (1995). Guidelines for Multimedia on the Web. on-line in World Wide Web. <http://www.useit.com/alertbox/9512.html>.
- Nielsen, J. (1997). Concise, Scannable, and Objective: How to Write for the Web. on-line in World Wide Web. <http://www.useit.com/papers/webwriting/writing.html>.
- Nielsen, J. (1999). User Interface Directions for the Web. *Communications of the ACM*, 42(1):65–72.
- Nielsen, J. (2000). *Projetoando Web Sites*. Campus, Rio de Janeiro, R.J.
- Nielsen, J. (2002). How to Conduct a Heuristic Evaluation. on-line in World Wide Web. http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html.
- Nielsen, J. and Mack, R. (1994). *Usability Inspection Methods*. John Wiley Sons.
- Nielsen, J. and Molick, R. (1990). Heuristic Evaluation of User Interfaces. In *Proceedings of CHI*, pages 249–256. ACM Press.
- Nielsen, J. and Tahir, M. (2002). *Homepage Usability*. New Riders.
- Pimentel, M. and Abowd, G. (1999). Development and Understanding of Automated Capture Environments to Support Long-term Use. In *Programa de cooperação internacional entre ProTem-CC-CNPq/Brasil e NSF-EUA*.
- Pimentel, M. and Abowd, G. (2000). Linking by Interaction: a Paradigm for Authoring Hypertext. In *Proceedings of Hypertext*, pages 39–48. ACM Press.
- Pimentel, M. and Netto, O. (2001). Experimento de Avaliação Heurística: Estudo de Caso no eClass. Relatório técnico, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo. Série Computação.

- Polson, P., Lewis, C., Reiman, J., and Wharton, C. (1990). Cognitive Walkthrough: A Method for Theory-based Evaluation of User Interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, 36:741–773.
- Prates, R., Souza, C., and Barbosa, S. (2000). A Method for Evaluating the Communicability of User Interfaces. *Interactions of the ACM*, 7:31–38.
- Pressman, R. (1995). *Engenharia de Software*. Makron Books.
- Raposo, A., Magalhães, L., and Ricarte, I. (1999). Interação na Web. *Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação*, 2:1–50.
- Rocha, H. and Baranauskas, M. (2000). *Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador*. Escola de Computação 2000, Departamento de Ciência da Computação — USP, São Paulo, S.P.
- Scapin, D., Vanderdonckt, J., Farenc, C., Bastide, R., Bastien, C., Leulier, C., Mariage, C., and Palanque, P. (2001). Transferring Knowledge of User Interfaces Guidelines to the Web. In *Proceedings tools for working with guidelines*, London. Springer.
- Shneiderman, B. (1987). User Interface Design for the Hyperties Electronic Encyclopedia. In *Proceedings of Hypertext*, pages 189–194.
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley, second edition.
- Souza, C., Leite, J., Prates, R., and Barbosa, S. (1999). Projeto de Interfaces de Usuário: Perspectivas Cognitivas e Semióticas. *Anais do XIX Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação*, 2:425–476.
- Stifelman, L., Arons, B., Schmandt, C., and Hulteen, E. (1993). Voicenotes: A Speech Interface for a Hand-Held Voice Notetaker. In *Proceedings of the Interchi*, pages 179–186. ACM Press.
- W3C (2002). World Wide Web Consortium Home Page — Web Acessibility Initiative. on-line in World Wide Web. <http://www.w3c.org/WAI>.