

# **UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

Instituto de Física e Matemática  
Bacharelado em Ciência da Computação



**Trabalho Acadêmico**

**Proposta de especialização do conjunto de critérios ergonômicos de Bastien e Scapin, para fins de avaliação da usabilidade de técnicas de visualização de informações hierárquicas, através da agregação de questões de inspeção**

**Eduardo Carvalho Gastal**

Pelotas, 2006

**Eduardo Carvalho Gastal**

**Proposta de especialização do conjunto de critérios ergonômicos de Bastien e Scapin, para fins de avaliação da usabilidade de técnicas de visualização de informações hierárquicas, através da agregação de questões de inspeção**

Trabalho acadêmico apresentado ao Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Eliane da Silva Alcoforado Diniz, M.Sc.

Co-Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Maria Dal Sasso Freitas  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Pelotas, 2006

**Banca examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Ana Marilza Pernas Fleischmann, M.Sc.

---

Prof. Dr. Lucas Ferrari de Oliveira

## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar à Deus, o criador do universo, por ter me abençoado com a concessão da vida e sobretudo por permitir que eu tenha nascido numa família tão especial quanto a minha.

Sou verdadeiramente grato aos meus pais e ao meu irmão pelo convívio familiar tão profícuo que me oportunizam. Reconheço que são eles os maiores responsáveis pela formação da minha personalidade, tendo sido o meu caráter forjado essencialmente pelos exemplos de generosidade e corretude moral que sempre deles recebi. Para as minhas avós eu reservo o penhorado agradecimento pelo carinho e amor dedicados à minha pessoa.

Dedico um agradecimento merecido à Prof<sup>ª</sup> Eliane da Silva Alcoforado Diniz, minha orientadora e amiga durante os últimos semestres de Curso. A realização desse trabalho foi possível, em parte, graças ao seu empenho, pois ocupou-se comigo pacientemente durante vários finais de semana orientando as minhas atividades acadêmicas. Indubitavelmente a Prof<sup>ª</sup> Eliane colaborou significativamente com o meu amadurecimento enquanto estudante proporcionando também a minha evolução como ser humano.

Em tempo, registro a minha gratidão à Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Carla Maria Dal Sasso Freitas, docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a qual sem obrigação alguma compartilhou comigo generosamente parte do seu conhecimento facilitando sobremaneira o desenvolvimento desse trabalho.

Para a minha fiel amiga Rita Berardi, agradeço pelos conselhos recebidos e por toda a dedicação à mim dispensada. Tenho convicção que ambos aprendemos bastante um com o outro durante o período da graduação.

Aos meus amigos Érico Sawabe, Gustavo Mateus, Joel Lucas, Michele Silva, Sérgio Fujii e Thaísa Silva agradeço fortemente pelos ensinamentos recebidos e por toda a ajuda com a qual sempre pude contar nos momentos de dificuldade.

São todos inesquecíveis, tanto os amigos quanto os momentos vividos. Estendo esse agradecimento à todos aqueles com quem convivi nesse período e que de alguma forma agiram em prol do meu bem, seja compartilhando experiências, seja tecendo críticas construtivas.

## Resumo

GASTAL, Eduardo Carvalho. **Proposta de especialização do conjunto de critérios ergonômicos de Bastien e Scapin, para fins de avaliação da usabilidade de técnicas de visualização de informações hierárquicas, através da agregação de questões de inspeção**. 2006. 108f. Trabalho acadêmico (Graduação) - Bacharelado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A visualização de informações tem seu foco sobre a informação, a qual geralmente é bastante abstrata, o que determina a inexistência de representações físicas óbvias e intuitivas de suas várias classes. A definição de novas metáforas visuais para a representação de informações constitui um tema chave de pesquisa. A adequada observância de critérios ergonômicos (BASTIEN, 1993) durante o desenvolvimento de técnicas de visualização de informações propicia substancial incremento na satisfação do usuário, que passa a executar as suas tarefas com menor esforço. Eis o motivo pelo qual o presente trabalho propõe uma extensão aos critérios ergonômicos de Bastien, por meio da agregação de questões de inspeção de usabilidade, as quais têm o propósito de especializar o conjunto de critérios ergonômicos, habilitando-o à avaliação da usabilidade e ergonomia de técnicas de visualização de informações hierárquicas. A transformação das diretrizes sugeridas por Bastien, bem como dos critérios criados por Luzzardi (2003), em questões de inspeção de usabilidade propicia ao avaliador resultados mais objetivos e precisos quando comparados com processos semelhantes, realizados conforme diretrizes que permitem múltiplas interpretações e, portanto, não colaboram com a universalização da avaliação referida.

Palavras-chave: Critérios Ergonômicos. Visualização de Informações. Ergonomia. Usabilidade. Interação Homem-Computador.

## **Abstract**

**GASTAL, Eduardo Carvalho. Proposta de especialização do conjunto de critérios ergonômicos de Bastien e Scapin, para fins de avaliação da usabilidade de técnicas de visualização de informações hierárquicas, através da agregação de questões de inspeção.** 2006. 108f. Trabalho acadêmico (Graduação) - Bacharelado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Information visualization has its focus on the information, which is generally very abstract, determining the inexistence of obvious and intuitive physical representations of its distinct classes. Therefore, the definition of new visual metaphors for information representation defines a key research field. The adequate application of the set of ergonomic criteria (BASTIEN, 1993) during the development of the visualization information techniques implies substantial increments in user satisfaction because allows less effort in the execution of their tasks. Hence this presented work proposes the extension of the set of ergonomic criteria defined by Bastien, through the aggregation of usability inspection questions. The goal of these inspection questions is allowing users to evaluate the usability and ergonomic qualities of the visualization techniques designed for hierarchical structured information. The transformation of the guidelines proposed by Bastien and the set of ergonomic criteria proposed by Luzzardi (2003) in usability inspection questions allow evaluators to achieve more objective and precise results, in comparison with similar evaluation processes that are based on guidelines that allow multiple interpretations, and thereby don't comply with the standardization of the evaluation processes referred.

**Keywords:** Ergonomic Criteria. Information Visualization. Ergonomics. Usability. Human-Computer Interaction.

## Lista de Figuras

Figura 1	<i>Chernoff Faces</i> ilustrando variações nos valores de atributos. ....	18
Figura 2	Execução do Algoritmo <i>Bubble Sort</i> após ocultar as classes e dar foco na primeira terça-parte da execução. Mensagens que correspondem aos construtores estão em azul. ....	19
Figura 3	Resultado da aplicação de uma função DOI. ....	21
Figura 4	Detalhamento do ponto de interesse do usuário. ....	22
Figura 5	Aplicação da <i>Bifocal Display</i> em uma dimensão. ....	23
Figura 6	Aplicação da <i>Bifocal Display</i> em duas dimensões. ....	24
Figura 7	Representação da hierarquia de diretórios de um computador segundo a técnica <i>Perspective Wall</i> . ....	25
Figura 8	Tela capturada na aplicação <i>Eureka</i> , baseada na técnica <i>Table Lens</i> . ....	27
Figura 9	Listas delimitadas. ....	27
Figura 10	Diagrama <i>Top-down</i> . ....	28
Figura 11	Lista indentada. ....	28
Figura 12	Esquema básico dos conjuntos aninhados. ....	29
Figura 13	Tela capturada do <i>File System Navigator</i> . ....	30
Figura 14	Estrutura de uma <i>Cone Tree</i> . ....	31
Figura 15	Técnica de visualização <i>Information Cube</i> . ....	32
Figura 16	Tela capturada na ferramenta <i>Treemaps</i> versão 4.1. ....	33
Figura 17	Ferramentas de acesso na técnica <i>Cheops</i> . ....	35
Figura 18	Seleção e detalhamento de um nodo na <i>Information Slices</i> . ....	36
Figura 19	Notações e várias formas de <i>Reconfigurable Disc Tree</i> . ....	38
Figura 20	Cada <i>Disc Tree</i> exibe a estrutura de <i>hyperlinks</i> de um <i>site</i> em dado momento. ....	39
Figura 21	<i>Layout</i> gerado pela ferramenta <i>H3</i> . ....	40
Figura 22	Janela principal do <i>Bifocal Browser</i> . ....	42
Figura 23	Critérios de avaliação para representação visual. ....	67
Figura 24	Mecanismos de interação identificados nas técnicas de visualização de informações hierárquicas. ....	75
Figura 25	<i>Bifocal Tree</i> exibindo um nodo agrupado "Pinto Bandeira". ....	77
Figura 26	<i>Bifocal Tree</i> expandiu nodo "Pinto Bandeira". ....	77
Figura 27	<i>fsviz</i> : Representação visual exibindo um agrupamento de nodos. ....	78
Figura 28	Relação dos critérios de Luzzardi (à direita) com os critérios ergonômicos (à esquerda). ....	82
Figura 29	Extensão dos critérios ergonômicos de Bastien. ....	84
Figura 30	Critério Condução e seus sub-critérios. ....	85
Figura 31	Critério Agrupamento de itens e seus sub-critérios. ....	87



Figura 32	Critério Carga de trabalho e seus sub-critérios. ....	90
Figura 33	Critério Brevidade e seus sub-critérios. ....	90
Figura 34	Critério Controle explícito e seus sub-critérios. ....	92
Figura 35	Critério Adaptabilidade e seus sub-critérios. ....	94
Figura 36	Critério Gestão de erros e seus sub-critérios. ....	95

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1	Terminologia adotada na área de usabilidade relativa aos métodos e técnicas de avaliação. ....	48
Tabela 2	Processo de desenvolvimento de uma avaliação heurística. ....	50
Tabela 3	Vantagens e desvantagens das técnicas prospectivas adaptadas ao contexto das avaliações de usabilidade. ....	52
Tabela 4	Critérios ergonômicos de Bastien (1993). ....	57

### **Lista de Abreviaturas e Siglas**

CRIM's - *Centre de Recherche Informatique de Montréal*

FSN - *File System Navigator*

GFV - *Graphical Fisheye View*

IEEE - *The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.*

ISO - *International Organization for Standardization*

RDT - *Reconfigurable Disc Tree*

VISIT - *Visual Information System for reconfigurable disc Tree*

WEEV - *Web Ecology and Evolution Visualization*

## Sumário

1	<b>Introdução</b>	14
1.1	Motivação	14
1.2	Objetivo	15
1.3	Contribuição Esperada	16
1.4	Organização do Trabalho	16
2	<b>Técnicas de Visualização de Informações</b>	17
2.1	Visualização de características e valores diversos	18
2.2	Visualização de estruturas e relacionamentos	19
2.2.1	Estruturas lineares	19
2.2.2	Estruturas hierárquicas e grafos	27
2.2.2.1	Técnicas baseadas em objetos geométricos	29
2.2.2.2	Técnicas baseadas em preenchimento de área	33
2.2.2.3	Técnicas baseadas em diagramas de nodos e arestas	36
2.3	Considerações finais	42
3	<b>Usabilidade e Teste</b>	44
3.1	Inspeção por meio de listas de verificação e guia de recomendações	49
3.2	Avaliação heurística	50
3.3	Inspeção de componentes	51
3.4	Percurso pluralístico	51
3.5	Métodos prospectivos de avaliação de usabilidade	51
3.6	Ensaio de interação	52
3.7	Considerações finais	54
4	<b>Crítérios de Avaliação</b>	56
4.1	Crítérios de Bastien	56
4.1.1	Condução	57
4.1.1.1	Presteza	58
4.1.1.2	Agrupamento/distinção de itens	58
4.1.1.2.1	Agrupamento/distinção por localização	58
4.1.1.2.2	Agrupamento/distinção por formato	59
4.1.1.3	Resposta imediata	59
4.1.1.4	Legibilidade	59
4.1.2	Carga de trabalho	60
4.1.2.1	Brevidade	60
4.1.2.1.1	Concisão	60

4.1.2.1.2	Ações mínimas .....	60
4.1.2.2	Densidade informacional .....	61
4.1.3	Controle explícito .....	61
4.1.3.1	Ações explícitas do usuário .....	61
4.1.3.2	Controle do usuário .....	61
4.1.4	Adaptabilidade .....	62
4.1.4.1	Flexibilidade .....	62
4.1.4.2	Consideração da experiência do usuário .....	62
4.1.5	Gestão de erros .....	62
4.1.5.1	Proteção contra os erros .....	63
4.1.5.2	Qualidade das mensagens de erro .....	63
4.1.5.3	Correção dos erros .....	63
4.1.6	Coerência .....	63
4.1.7	Significado dos códigos .....	64
4.1.8	Compatibilidade .....	64
4.2	Heurísticas de Nielsen .....	65
4.3	Critérios de Luzzardi .....	66
4.3.1	Critérios de avaliação para a representação visual .....	66
4.3.1.1	Limitações .....	67
4.3.1.2	Complexidade cognitiva .....	68
4.3.1.3	Organização espacial .....	70
4.3.1.4	Codificação de atributos .....	72
4.3.1.5	Transição entre estados .....	73
4.3.2	Critérios de avaliação para os mecanismos de interação .....	74
4.3.2.1	Descrição dos mecanismos de interação .....	75
4.3.3	Relacionamento com os critérios ergonômicos .....	81
4.4	Considerações finais .....	82
5	<b>Proposta de extensão dos critérios ergonômicos</b> .....	83
5.1	Inspeção da interface com o usuário e representação visual .....	85
5.1.1	Condução .....	85
5.1.1.1	Presteza .....	85
5.1.1.2	Agrupamento/distinção de itens .....	86
5.1.1.2.1	Agrupamento/distinção por localização .....	87
5.1.1.2.2	Agrupamento/distinção por formato .....	87
5.1.1.3	Resposta imediata .....	88
5.1.1.4	Legibilidade .....	88
5.1.2	Carga de trabalho .....	89
5.1.2.1	Brevidade .....	90
5.1.2.1.1	Concisão .....	90
5.1.2.1.2	Ações mínimas .....	91
5.1.2.2	Densidade informacional .....	92
5.1.3	Controle explícito .....	92
5.1.3.1	Ações explícitas do usuário .....	93
5.1.3.2	Controle do usuário .....	93
5.1.4	Adaptabilidade .....	94
5.1.4.1	Flexibilidade .....	94
5.1.4.2	Consideração da experiência do usuário .....	95
5.1.5	Gestão de erros .....	95
5.1.5.1	Proteção contra os erros .....	96

5.1.5.2	Qualidade das mensagens de erro .....	96
5.1.5.3	Correção dos erros .....	97
5.1.6	Coerência .....	97
5.1.7	Significado dos códigos .....	98
5.1.8	Compatibilidade .....	98
5.2	Inspeção dos mecanismos de interação .....	99
5.2.1	Operações sobre os dados .....	99
5.2.1.1	Busca .....	99
5.2.1.2	Filtragem .....	99
5.2.1.3	Poda .....	99
5.2.1.4	Expansão .....	100
5.2.1.5	Agrupamento .....	100
5.2.2	Operações sobre as representações dos dados .....	100
5.2.2.1	Seleção de objetos .....	100
5.2.2.2	Manipulação do ponto de vista .....	101
5.2.2.3	Manipulação geométrica .....	101
5.2.2.4	<i>Zooming</i> .....	102
5.2.2.5	Recuperação de situações anteriores .....	102
5.3	Considerações finais .....	103
6	<b>Conclusão</b> .....	104
	<b>Referências</b> .....	105