

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Produção

**Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-  
Computador: Análise da Usabilidade da  
Urna Eletrônica 2002 e do Módulo  
Impressor Externo.**

Dissertação de Mestrado

Sérgio Luis dos Santos Lima

Florianópolis

2003

**Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-  
Computador: Análise da Usabilidade da  
Urna Eletrônica 2002 e do Módulo  
Impressor Externo.**

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

Universidade Federal de Santa Catarina

CAMPUS UNIVERSITÁRIO – TRINDADE – CAIXA POSTAL 476

CEP 88040-900 – FLORIANÓPOLIS SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SISTEMAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-  
Computador: Análise da Usabilidade da Urna  
Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo.**

Sergio Luis dos Santos Lima

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Como requisito parcial para obtenção  
do título de Mestre em  
Engenharia de Produção.

Florianópolis

2003

# **Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa- Computador: Análise da Usabilidade da Urna Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo.**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção de Pós-graduação em Engenharia de Produção no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis 22 de dezembro de 2003

Prof. Edson Pacheco Palladini, Dr.  
Coordenador do curso

Banca Examinadora

Profa. Leila Amaral Gontijo, Dra.  
Departamento de Engenharia de Produção, UFSC.  
Orientadora

Prof. Júlia Issy Abrahão Dra.  
Departamento de Psicologia Social e do Trabalho, UnB.  
Membro

Prof. Neri dos Santos, Dr.  
Departamento de Engenharia de Produção, UFSC.  
Membro

## **Dedicatória**

à minha querida família,

## Agradecimentos:

Ao Sr. Sergio dos Santos Lima e respectiva esposa Sr<sup>a</sup> Giseli. Aos Srs. Luis Cláudio, Luis Henrique e respectivas senhoras. À Elisa, Lara e Natália. Aos Padrinhos Sandra e Toninho. À sr<sup>a</sup> Ercelina Silveira Valle, Cébio e Lucy. À Selma, Beto, Alessandra e Fernanda.

À Gabriela Silva Queda.

À orientadora Leila Amaral Gontijo, Júlia Issy Abrahão e Néri dos Santos.

Aos amigos e profissionais que auxiliaram no meu desenvolvimento intelectual, profissional e pessoal: Sr. Alexandre Magno Silvino, Marcelo Nicaretta, Norberto de Abreu, Andréa e Marcelo Júdice, Cláudio Torres, Paulo de Tarço, Maurício Sarmet, Eduardo São Paulo, Mário Cezar Ferreira, Diana Pinho, Josele Abreu, Vítor Motta, Wanderley Codo, Ana Magnólia, Alessandra Maia, Francisco Catunda Martins, Carlos Cameschi, Antônio Pedro, Ângela Almeida, Robson e Gardênia Abbad.

Ao Programa de Pós Graduação da UFSC e aos professores: Carlos Righi, Walter Cybis, Roberto Cruz e Glaycon Mitchels. Ao Laboratório de Ergonomia da Universidade de Brasília. Aos amigos Psicólogos Eduardo Chakora, Diogo Secco, Gustavo Basílio, André Nonato, Manoel Jr., Júlia Wencke e Alessandro.

Ao Sr. Ministro Walter Costa Porto, ao Sr. Paulo Nakaya, Andrey Corrêa e Carlos Rogério Camargo. Ao Tribunal Superior Eleitoral e Tribunais Regionais Eleitorais de Brasília e de Santa Catarina.

Ao Mauro Ângelo, Eliseu Júnior, Rogério Soares, Cláudio Bezerra, Mainá Campos, José Dias Cardoso, Luis Maurício, Evandro, Marcelo Borges, Mark Oprea, Fernando Russomano, Marcos Góes, Marcelo Lisboa, Edmar Bittencourt, Pablo Magalhães, Ralil Salomão, Rogério Castro, Marcus Rios, Ywstter, Frederico G., Yamar, Guilherme Arruda, Daniela Santa Rosa, Bruno Dourado, Pedro e Rãna Iaub, Alexandre Quirino, Robson e Rawlinson Viegas, Thais e Gabriel Ramos, Adrian Trias, Leandro, Joselma Frutuoso, Arthur Mueller, Márcio Machado, Cassius Bode, Luis Pedro e Pedro Paulo Tostes. Ao Sr. Oriowaldo Queda.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

"Enfrente seus medos .  
Viva seus sonhos."  
*Brucutu.*

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABELAS**

**LISTA DE QUADROS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b>   | <b>17</b> |
| <b>1.1 Problema e contexto da pesquisa</b> .....                       | 17        |
| <b>1.2 Objetivos</b> .....   | 19        |
| 1.2.1 Objetivo geral .....   | 19        |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....                                      | 19        |
| <b>1.3 Importância do Trabalho</b> .....                               | 20        |
| <b>1.4 Metodologia Geral da Pesquisa</b> .....                         | 21        |
| <b>1.5 Questões de Estudo</b> .....                                    | 22        |
| <b>1.6 Limitação do Estudo</b> .....                                   | 22        |
| <b>1.7 Estrutura da Dissertação</b> .....                              | 23        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA</b>                              | <b>24</b> |
| <b>2.1 A Urna Eletrônica e o Módulo Impressor Externo – MIE .</b> .... | 24        |
| 2.1.1 UE 2002 – Micro Terminal .....                                   | 27        |
| 2.1.2 UE 2002 – Terminal do Eleitor .....                              | 29        |
| 2.1.3 UE 2002 – Módulo Impressor Externo – MIE .....                   | 29        |
| <b>2.2 Interface</b> .....   | 32        |
| <b>2.3 O fosso – Lógicas Distintas</b> .....                           | 33        |



|   |    |
|---|----|
| <b>2.4 Ergonomia</b>  | 35 |
| <b>2.4.1 Ergonomia Cognitiva</b>                            | 36 |
| 2.4.1.1 Modelos Cognitivos                                  | 38 |
| 2.4.1.2 Representação                                       | 43 |
| 2.4.1.3 Estratégias Operatórias                             | 47 |
| <b>2.4.2 Ergonomia de Software: o estudo da usabilidade</b> | 48 |
| 2.4.2.1 Critérios Ergonômicos                               | 51 |
| 2.4.2.1.1. Orientação                                       | 52 |
| 2.4.2.1.1.1. Presteza                                       | 52 |
| 2.4.2.1.1.2. Grupamento/ Distinção entre Itens              | 53 |
| 2.4.2.1.1.2.1. Grupamento/ Distinção por Localização        | 53 |
| 2.4.2.1.1.2.2. Grupamento/ Distinção por Formato            | 53 |
| 2.4.2.1.1.3. <i>Feedback</i> Imediato                       | 54 |
| 2.4.2.1.1.4. Clareza (Legibilidade)                         | 55 |
| 2.4.2.1.2. Carga de Trabalho                                | 55 |
| 2.4.2.1.2.1. Brevidade                                      | 56 |
| 2.4.2.1.2.1.1. Concisão                                     | 56 |
| 2.4.2.1.2.1.2. Ações Mínimas                                | 56 |
| 2.4.2.1.2.2. Carga Mental                                   | 56 |
| 2.4.2.1.3. Controle Explícito                               | 57 |
| 2.4.2.1.3.1. Ações Explícitas                               | 57 |
| 2.4.2.1.3.2. Controle do Usuário                            | 58 |
| 2.4.2.1.4. Adaptabilidade                                   | 58 |
| 2.4.2.1.4.1. Flexibilidade                                  | 58 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2. 4.2.1.4.2. Consideração a Experiência do Usuário .....      | 59        |
| 2. 4.2.1.5. Gestão de Erros .....                              | 59        |
| 2. 4.2.1.5.1. Proteção Contra Erros .....                      | 59        |
| 2. 4.2.1.5.2. Mensagens de Erros .....                         | 59        |
| 2. 4.2.1.5.3. Correção de Erros .....                          | 60        |
| 2. 4.2.1.6. Homogeneidade/ Consistência .....                  | 60        |
| 2. 4.2.1.7. Significado dos Códigos .....                      | 61        |
| 2. 4.2.1.8. Compatibilidade .....                              | 61        |
| 2. 4.2.2 Taxonomia dos problemas de usabilidade .....          | 62        |
| <b>2. 4.3 Técnicas de Avaliação.</b> .....                     | <b>64</b> |
| 2. 4.3.1 Técnicas Prospectivas .....                           | 65        |
| 2. 4.3.1.1 Questionário ( <i>survey</i> ) .....                | 65        |
| 2. 4.3.1.2 Observação Global .....                             | 69        |
| 2. 4.3.1.3 Grupo Focal .....                                   | 69        |
| 2. 4.3.1.4 Avaliação Cooperativa .....                         | 70        |
| 2. 4.3.2 Técnicas Analíticas .....                             | 71        |
| 2. 4.3.2.1 Avaliação Heurística .....                          | 71        |
| 2. 4.3.2.2 Análise Hierárquica da Tarefa .....                 | 73        |
| 2. 4.3.2.3 <i>Cognitive Walkthrough</i> .....                  | 73        |
| 2. 4.3.2.4 Inspeção Ergonômica via <i>checklist</i> .....      | 74        |
| 2. 4.3.1.4 Inspeção Cognitiva .....                            | 75        |
| 2. 4.3.3 Técnicas Empíric as .....                             | 75        |
| 2. 4.3.3.1 Ensaios de Interação ou Testes de Usabilidade ..... | 76        |
| 2. 4.3.3.2 Sistemas de Monitoramento .....                     | 77        |

|   |            |
|---|------------|
| 2. 4.3.3.3 Observações Sistemáticas .....                 | 78         |
| 2. 4.3.3.4 Verbalização ou Protocolo Verbal .....         | 78         |
| <b>CAPÍTULO 3 - MÉTODO DE PESQUISA</b>                    | <b>82</b>  |
| 3.1 Abordagem Metodológica .....                          | 82         |
| 3.2 Características da Amostra .....                      | 87         |
| 3.3 Procedimentos .....                                   | 90         |
| 3.4 Instrumentos .....                                    | 91         |
| <b>CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> | <b>94</b>  |
| 4.1 Análise da Demanda .....                              | 94         |
| 4.2 Análise da Tarefa de Votação .....                    | 94         |
| 4.2.1 Análise da Dimensão Intrínseca da Tarefa .....      | 94         |
| 4.2.2 Análise da Dimensão Extrínseca da Tarefa .....      | 98         |
| 4.3 Análise da Atividade de Votação .....                 | 104        |
| <b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>            | <b>114</b> |
| 5.1 Recomendações .....                                   | 115        |
| 5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros .....                | 117        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                         | <b>118</b> |

**ANEXO 1 PROTOCOLO DE INTERAÇÃO**

**ANEXO 2 LAUDO DE INSPEÇÃO ERGONÔMICA**

**ANEXO 3 ESCALA DE CONCORDÂNCIA E ESCALA DE SATISFAÇÃO**

**ANEXO 4 DOCUMENTO DA JUSTIÇA ELEITORAL DE SANTA CATARINA**

**ANEXO 5 PROTOCOLO DE INTERAÇÃO PARA PESQUISA NACIONAL**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – URNA ELETRÔNICA 96.
- Figura 2 – URNA ELETRÔNICA 98.
- Figura 3 – URNA ELETRÔNICA 2000.
- Figura 4 – Micro Terminal.
- Figura 5 – *Flash card* \_ vista frontal.
- Figura 6 – *Flash card*\_vista posterior.
- Figura 7 – URNA ELETRÔNICA 2002.
- Figura 8 – Exemplo de Presteza.
- Figura 9 – Exemplo de Grupamento/Distinção entre Itens.
- Figura 10 – Exemplo de *Feedback* Imediato.
- Figura 11 – Exemplo negativo de Carga Mental.
- Figura 12 – Exemplo de Controle do Usuário.
- Figura 13 – Exemplo de Mensagem de Erro.
- Figura 14 – Exemplo de Homogeneidade / Consistência
- Figura 15 – Exemplo de um Problema de Usabilidade.
- Figura 16 – Esquema metodológico Guérin (adaptado).
- Figura 17 – Voto impresso.
- Figura 18 – Espelho de visualização do voto no MIE.
- Figura 19 – Gráfico de satisfação dos eleitores.
- Figura 20 – Gráfico de facilidade de utilização da UE2002.
- Figura 21 – Gráfico de confiabilidade no sistema eletrônico de votação.
- Figura 22 – Gráfico de comportamento de dupla confirmação do eleitor.
- Figura 23 – Gráfico de Estratégia Operatória.
- Figura 24 – Gráfico de visualização do MIE.

## **LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1 – Faixa etária da amostra.
- Tabela 2 – Escolaridade da amostra.
- Tabela 3 – Familiaridade com a URNA ELETRÔNICA.
- Tabela 4 – Familiaridade com Computador.
- Tabela 5 – Familiaridade com Terminal Eletrônico Bancário.
- Tabela 6 – Satisfação dos Eleitores.
- Tabela 7 – Facilidade de utilização da UE2002.
- Tabela 8 – Confiabilidade no Sistema eletrônico de votação.
- Tabela 9 – Comportamento de Dupla Confirmação.
- Tabela 10 – Tempo de Interação
- Tabela 11 – Estratégia Operatória.
- Tabela 12 – Conferiu o Voto no MIE.

## **LISTA DE QUADROS**

- Quadro 1 – Municípios Contemplados com o Voto Impresso.
- Quadro 2 – Modelo SRK\_ Rasmussen\_1993 (adapatado)
- Quadro 3 – Modelo SRK\_ Rasmussen\_1993 (readaptado)
- Quadro 4 – Sumário das Técnicas de Avaliação da Usabilidade.
- Quadro 5 – Relatório de Votação \_ La guna.

## RESUMO

SANTOS LIMA, S.L. Ergonomia Cognitiva e a Interação Pessoa-Computador: Análise Ergonômica da Urna Eletrônica 2002 e do Módulo Impressor Externo. 2003, 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, 2003.

Transformar o trabalho e as condições em que este é realizado, visando adaptá-lo às características e às necessidades de quem o executa, constituem os principais objetivos da ergonomia. Desta forma, a análise da URNA ELETRÔNICA segundo o referencial teórico e metodológico desta disciplina diagnostica sua usabilidade e eficácia, ao identificar as estratégias operatórias empregadas pelos eleitores e as dificuldades que estes enfrentam durante a interação.

Esta dissertação tem por fim avaliar a usabilidade da URNA ELETRÔNICA 2002 E DO MÓDULO DE IMPRESSOR EXTERNO, bem como fornecer informações ao Tribunal Superior Eleitoral - TSE para subsidiar a realização de uma pesquisa abrangente em todo o território nacional, buscando a construção de uma versão de interface para a URNA ELETRÔNICA que seja a mais adaptada possível às características e particularidades de seus usuários: os eleitores.

A trajetória metodológica utilizada foi a Análise Ergonômica do Trabalho – AET, proposta por Guérin (2001). Os procedimentos realizados foram a Avaliação Heurística; Inspeção Ergonômica; Observações Globais e Sistemáticas da interação; Inspeção Cognitiva; Entrevistas abertas e semi-estruturadas com profissionais da área de Informática do Tribunal Superior Eleitoral – TSE, Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina – TRE-SC, Tribunal Regional Eleitoral do Distrito Federal – TRE-DF, entrevistas abertas e semi-estruturadas com: profissionais da área de informática do TSE, TRE/DF, TRE/SC, mestrandos e doutorandos de Informática e Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, mestrandos e doutorandos de Psicologia e Desenho Industrial da Universidade de Brasília – UnB, mesários, escrutinadores, eleitores, e outros profissionais envolvidos no sistema de votação eletrônico; validação e aplicação de instrumento tipo survey e Análise da Atividade de votação.

Os resultados indicam uma ótima qualidade na usabilidade da URNA ELETRÔNICA em contraste com a péssima usabilidade do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE. As recomendações apontam para extinção do MIE e para algumas sugestões de aperfeiçoamento da interação na interface da URNA ELETRÔNICA.

Palavras Chaves: Ergonomia Cognitiva, Análise Ergonômica do Trabalho, Urna Eletrônica, Módulo Impressor Externo, Usabilidade.

## ABSTRACT

SANTOS LIMA,S.L. Cognitive Ergonomic and the Interaction People - Computer: the ergonomic analysis of the Eletronic Ballot Box (2002) and of the Extern Printing Module. 2003, 123 p. Master of Science Dissertation. Graduate Program in Systems and Production Engineering, UFSC, 2003.

The main objectives of the Ergonomics are: to transform the work and to change the conditions in which the work is performed. Thus, this dissertation uses a methodological and a theoretical frame of the Ergonomics to analyze the ELECTRONIC BALLOT BOX (in the Brazilian election of 2002) in order to diagnose its usability and its efficacy. Special attention was given to the strategies used by voters and the difficulties faced by them while their interaction with the machine.

More specifically, the research provides information about to the Brazilian Electoral Supreme Court in order to enable this Institution to develop future research in the country. Furthermore, it provides information to deal with the interface voters x electronic ballot box, taking into account the characteristics of the Brazilian voters.

The methodology used was the Ergonomic Work Analysis (EWA), proposed by Guerin (2001). Procedures used include the Heuristic Evaluation; Ergonomics Inspection; Global and Systematic Observations; Cognitive Inspection; and Open and Semi-Structured Interviews with: professionals of the computer departments of the Brazilian Electoral Supreme Court, Regional Electoral Court of the state of Santa Catarina, Regional Electoral Court of the Federal District of Brasília, among others. The goal during these processes was to validate and administer a survey and to develop the Analyses of Activity during the elections.

The findings reveal that the ELECTRONIC BALLOT BOX had an excellent performance, according to its usability. Yet, the extern printing module did not work as expected. It is suggested that it must be eliminated. leading to the recommendation of its extinction. It has also been suggested different ways to develop and enhance the quality of the Voters x ELECTRONIC BALLOT BOX interaction.

Keywords: Cognitive Ergonomics, Ergonomic Work Analysis, Eletronic Ballot Box, Extern Printing Module, usability.



## **Capítulo 1 Introdução**

### **1.1 Problema e contexto da pesquisa**

A utilização da URNA ELETRÔNICA em todo o território nacional tem merecido grande destaque pelo seu caráter pioneiro e pelo avanço expressivo do ponto de vista de inovação tecnológica do processo eleitoral democrático. E neste cenário, alguns aspectos da inserção dessa tecnologia surgem aos olhos do pesquisador, referentes à maneira como essas populações reagem, assimilam ou atribuem significados ao processo de eleição.

A inserção de novas tecnologias quer seja em países em desenvolvimento ou de “primeiro mundo”, é um desafio para todo gestor e pesquisador. Sabe-se hoje, que os processos informatizados possuem um baixo custo, permitem agilização nos processos de coleta e análise de dados e economia de material e de logística. No entanto, essas aplicações em larga escala encontram algumas resistências dadas às características das populações às quais se destinam. O primeiro grande impacto diz respeito à relação de familiaridade e a compreensão do eleitor com a nova tecnologia implantada.

Em estudo da análise da relação entre clientes bancários e os TERMINAIS ELETRÔNICOS DE AUTO-ATENDIMENTO (ALVES JR, R.T., LIMA, S.L.S. e FERREIRA, M.C., 1999), com uma amostra de uma categoria com maior nível de escolaridade e familiaridade com esta tecnologia, apresentaram dificuldades de utilização e navegação no sistema. Logo é lícito pressupor que o mesmo pode ocorrer com os usuários do TERMINAL DE URNA ELETRÔNICA que possuem um perfil mais heterogêneo, principalmente se considerarmos o perfil sócio-educacional dos brasileiros e a distribuição geográfica das populações alfabetizadas.

Esta dissertação sobre a análise ergonômica da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA 2002, tem por fim fornecer informações ao Tribunal Superior Eleitoral - TSE para subsidiar a realização de uma pesquisa abrangente em todo o território nacional, bem como à construção de uma nova versão de interface para a URNA ELETRÔNICA que seja a mais adaptada possível às características e particularidades de seus usuários – os cidadãos brasileiros. Tendo como norte o método e os conhecimentos oriundos da Ergonomia.

A Ergonomia é uma área do conhecimento que tem como um de seus principais objetivos a análise da situação real de trabalho, a fim de construir parâmetros e proposições de transformações que viabilizem o conforto, a segurança e a eficiência na execução do trabalho. Assim sendo, projeta e/ou adapta situações de trabalho, compatíveis com as capacidades e os limites do homem.

Na prática, para produzir e formular conhecimentos a serem utilizados a ergonomia incorpora, na base do seu arcabouço teórico, um conjunto de conhecimentos científicos pertencentes a diferentes áreas do conhecimento: Engenharia de Produção e Sistemas, Desenho Industrial, Fisiologia, Psicologia, Sociologia, dentre outras, e os aplica com vistas a transformação. Possui metodologia própria de intervenção – a Análise Ergonômica do Trabalho.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a usabilidade da URNA ELETRÔNICA 2002 e do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Identificar, na literatura, técnicas de avaliação de interfaces;
- b) Verificar em que situações a competência do eleitor encontra limites na interação URNA ELETRÔNICA-ELEITOR e MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO-ELEITOR;
- c) Identificar as estratégias operatórias empregadas pelos eleitores para responder às exigências da tarefa;
- d) Analisar as propriedades físicas e gráficas que estruturam a organização e apresentação das informações;
- e) Propor recomendações para otimização da interação;
- f) Fornecer subsídios ao TSE para a realização de uma pesquisa abrangente em todo o território nacional;
- g) Formular questões que visem compreender melhor o processo de interação PESSOA-TAREFA-ARTEFATO TECNOLÓGICO a fim de desenvolver hipóteses para realização de futuras pesquisas experimentais.

### **1.3 Importância do Trabalho**

O sucesso da última eleição, caracterizado pelo o uso em larga escala da URNA ELETRÔNICA, atesta a utilidade desta tecnologia, reduzindo o tempo de votação e escrutínio dos votos e a possibilidade de fraudes. Há carência de estudos que apontem como os eleitores se apropriam acessam as informações, as principais dificuldades para o entendimento da lógica envolvida no processo de interação com a URNA ELETRÔNICA, dentre outros, apresento dissertação a fim de compreender melhor este processo e proporcionar uma melhor interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA.

Estas variáveis interferem decididamente na maneira como o eleitor responde aos estímulos proporcionados pela URNA ELETRÔNICA. As respostas podem variar de uma simples rejeição, de uso inadequado, até operações incorretas que demandariam tempo e que poderiam, em algumas circunstâncias, enviesar a intenção de voto do eleitor.

A ergonomia, que busca estudar a relação das pessoas com seu ambiente e as lógicas implícitas e explícitas nos procedimentos adotados para qualquer atividade, tem encontrado algumas respostas relevantes sobre este tema. O referencial metodológico tem se mostrado extremamente eficaz para gerar parâmetros de compreensão do problema e, principalmente, propostas de solução que poderão constituir subsídios para melhoria do sistema.

Assim sendo a importância deste trabalho advém: (1) da realização de estudos que visam compreender melhor este processo particularmente, como também de qualquer pessoa com qualquer ARTEFATO TECNOLÓGICO; (2) da proposta de otimização da interação urna-eleitor ao gerar sugestões e recomendações de uma interface que respeite as particularidades da imensa variabilidade de seus usuários finais, acarretando

numa resposta mais adequada, demandando menos tempo bem como diminuindo o viés da interface na intenção de voto; (3) da identificação de estratégias e dos modos operatórios dos eleitores em votação, e assim, contribuir para o estabelecimento de rotinas e procedimentos para uma pesquisa uniforme a ser realizada em todo país, como também da construção de um instrumento *survey* a ser validado para esta pesquisa;

#### **1.4 Metodologia Geral da Pesquisa**

A pesquisa se classifica, pela sua natureza, como uma pesquisa de campo, com estudo descritivo e exploratório da relação ELEITOR-URNA ELTRÔNICA. É uma pesquisa de campo por consistir na observação dos fatos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados e no registro de variáveis presumivelmente para posteriores análises. É um estudo exploratório, pois avança na questão da compreensão da interação pessoa - ARTEFATO TECNOLÓGICO, estabelecendo perspectiva de novos estudos. É um estudo descritivo tanto qualitativo quanto quantitativo da avaliação da usabilidade da URNA ELETRÔNICA 2002 e do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO - MIE.

Este trabalho também é uma pesquisa bibliográfica ao buscar as diferentes formas de contribuições teóricas e científicas realizadas sobre esta temática e uma pesquisa de opinião que busca saber a satisfação, a percepção subjetiva de facilidade de interação com a URNA ELETRÔNICA e confiabilidade do eleitor no sistema de votação eletrônico do TSE.

### **1.5 Questões de Estudo:**

Q1 – “O MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO - MIE será ignorado pelo eleitor quando em votação?”;

Q2 – “A estratégia operatória proposta pelo TSE é eficiente diminuindo conflitos de interação com a URNA ELETRÔNICA?”;

Q3 – “Pessoas que possuem mais familiaridade com outros artefatos tecnológicos possuirão uma interação mais rápida com a URNA ELETRÔNICA?”.

### **1.6 Limitação do Estudo**

Este trabalho está limitado pelo fato da amostra não ser estratificada. Isto se deve à particularidade da pesquisa que só permite um dia de análise da atividade. Para uma análise ótima seriam necessários vários pesquisadores coletando dados em centros urbanos e rurais nas cinco regiões do Brasil e em seus vários municípios.

O tempo de resposta de cada ação dos eleitores realizada na URNA ELETRÔNICA, não pode ser aferido devido ao sigilo do voto garantido pelo artigo 103 da lei nº 4.737, de 15 de julho de 1965 que institui o Código Eleitoral. Mesmo havendo a possibilidade de realizar este delineamento seria necessária a presença de um cronometrista para auxiliar nas tomadas de tempo da interação. Procedendo assim a Análise da atividade de votação sofreria apenas o prejuízo da impossibilidade de se realizar a tomada de tempo das telas devido à inviolabilidade da cabine de votação.

## **1.7 Estrutura da Dissertação**

A estrutura desta dissertação está dividida em cinco capítulos conforme descrito abaixo:

Capítulo I: introduz o leitor na problemática e no contexto onde a pesquisa se insere. Estão descritos também os objetivos, a importância do trabalho, as hipóteses, a metodologia geral da pesquisa, a limitação e a estrutura da dissertação.

Capítulo II: o texto deste capítulo traz considerações sobre a URNA ELETRÔNICA 2002 seus principais componentes e o processo eletrônico de votação. Depois disserta sobre a variável interveniente: a interface. Logo em seguida identifica a gênese dos problemas de usabilidade da interface: o “fosso” entre duas arquiteturas cognitivas distintas, o projetista e o usuário final, e a tarefa a ser realizada. Assim, o texto apresenta a Análise Ergonômica do Trabalho-AET que com seus conhecimentos e a sua abordagem metodológica tem respondido eficazmente a esta problemática, e prossegue com a ergonomia cognitiva e a ergonomia de software que fornecem fundamentações teóricas e técnicas sobre esta temática.

Capítulo III: é apresentada neste capítulo a abordagem metodológica utilizada para a realização deste trabalho, a característica da amostra, os procedimentos e os instrumentos utilizados.

Capítulo IV: nesta seção encontram-se disponibilizadas a apresentação e a interpretação dos resultados da pesquisa.

Capítulo V: neste capítulo são apresentadas as conclusões e as recomendações geradas pela pesquisa. São inseridas, também, sugestões para futuros trabalhos e estudos.

## **CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA**

O primeiro trabalho sobre a urnas eletrônicas ocorreu nas eleições de 1996 e gerou um artigo: Cybis (1998,a) e uma Dissertação: Couto (1999). Nesta Dissertação foi realizado um estudo na adequação da interface da urna eletrônica aos excluídos das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação – NTIC, mais especificamente idosos e cegos. Neste trabalho, utilizou-se como técnicas a Inspeção Cognitiva, a Avaliação Heurística, Análise Estatística e Ensaio de Interação. Alguns dados deste estudo são interessantes para este trabalho: (a) A análise comparativa dos dados, permitiu constatar as seguintes tendências antagônicas no que se refere aos votos da eleição proporcional: nas cidades com urna eletrônica houve um aumento de 65,73 % dos votos para as legendas e partidos, enquanto que nas cidades não informatizadas, incluídas no estudo, houve uma diminuição de 55,45% desse tipo de voto. Deve-se notar entretanto, que o aumento de votos de legenda foi maior do que o aumento dos votos válidos; (b) Observou-se que um dos modos operatórios dos idosos era de que estes não olhavam para tela, “estando sua atenção exclusivamente voltadas para o teclado, nota-se na apresentação desse, a falta de contraste entre as teclas e fundo do mesmo. Dessa forma, observou-se que o uso desse sistema tela-teclado não parece ser natural.” (COUTO, 1999 p. 91); “Um problema importante com o dispositivo é a falta de feedback, pois no final do processo de votação alguns idosos terminaram a interação sem saber que na verdade não haviam conseguido votar em quem eles queriam”(COUTO, 1999, p.92).

Outro trabalho sobre as urnas eletrônicas foi apresentado pelo Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, que gerou uma dissertação: Uma Análise da segurança da urna eletrônica Brasileira. Neste estudo, Nazário (2003) apresentou um capítulo sobre “uma análise da ergonomia do sistema



eleitoral brasileiro, ou seja, da facilidade de uso da urna eletrônica pela população” (NAZARIO, 2003, p. 121-122). Neste estudo, apesar de Nazário (2003) não apresentar a trajetória metodológica que fundamentou sua análise, uma recomendação merece atenção: “destacar a informação que aparece na tela quando o eleitor digita os dois números do partido, pois se o eleitor confirmar o voto, o mesmo pode estar sendo para a legenda. No entanto, existe a possibilidade de o eleitor desejar votar nulo, e acabar votando na legenda do partido” (NAZARIO, 2003, p.126).

## **2.1 A URNA ELETRÔNICA**

A URNA ELETRÔNICA é um microcomputador fabricado de acordo com as especificações desenvolvidas pelos técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE de São José dos Campos, da Aeronáutica e do Exército, em conjunto com técnicos do Tribunal Superior Eleitoral – TSE. O voto eletrônico foi implantado no Brasil a partir das eleições municipais de 1996, quando, segundo critérios estabelecidos pelo TSE, somente os municípios que possuíssem mais de duzentos mil eleitores utilizariam a URNA ELETRÔNICA. Na eleição de 1998, o processo de ampliação do sistema de votação eletrônica alterou o critério de eleitorado, alcançando todos os municípios com mais de quarenta mil eleitores (LIMA e cols, 2002).

Na eleição subsequente do ano 2000, pela primeira vez no Brasil e no mundo, a votação fora completamente informatizada. Ocorridas três eleições realizadas através do sistema de votação eletrônica, nenhuma fraude fora detectada, pelo contrário. De fato, a apuração foi ágil e certos tipos de fraudes como o voto de cabresto, a troca de urnas e a marcação de votos em branco, foram inibidas (LIMA e cols, 2002). Apesar de diversas

tentativas, não se conseguiu comprovar a falibilidade do sistema brasileiro de votação eletrônica, atestando assim a sua eficácia técnica.

As eleições de 2002 foram as de maior amplitude já realizadas no Brasil, utilizando-se a votação eletrônica, com um número recorde de eleitores, candidatos e opções de voto, que neste pleito foram seis: Presidente da República, Governador, Deputado Federal, Deputado Estadual e dois Senadores. Assim sendo a interface da URNA ELETRÔNICA sofreu modificação. Como foram eleitos dois senadores, o ARTEFATO apresentou dois campos de votação numa mesma tela (SILVA, 2002). O eleitor teve de preencher ambos, e a URNA não aceitou a repetição do número do mesmo candidato (LIMA e cols, 2002).

Além da interface, o sistema eleitoral informatizado de 2002 teve algumas novidades: a impressão do voto e a votação paralela que é uma auditoria de verificação do funcionamento das URNAS ELETRÔNICAS, por amostragem, realizada na presença dos fiscais dos partidos e coligações.

As URNAS ELETRÔNICAS foram fabricadas nas seguintes quantidades: modelo UE96 - 77.000, modelo UE98 - 90.200, modelo UE2000 - 191.800 e modelo UE2002 - 51.560 e 23.200 MIE.

O modelo UE96 (Figura 1) foi fabricada pela empresa americana UNISYS, que foi primeiro fornecedor a tirar o projeto da URNA do papel. Depois deste pleito, a empresa perdeu as duas subseqüentes licitações para a rival PROCOMP (SILVA, 2002). Assim, os modelos UE98 (Figura 2) e UE2000 (Figura 3) foram fabricados, por esta indústria eletro-eletrônica líder em automação bancária no Brasil, que atualmente é subsidiária da empresa canadense DIEBOLD, em parceria tecnológica com a Fundação CERTI (Centro de Referência em Tecnologias Inovadoras) sediada no Campus da

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. A CERTI desenvolveu o projeto mecânico e o *design* da URNA ELETRÔNICA, além de contribuir significativamente no desenvolvimento do *hardware* eletrônico e do *software* de apoio (FUNDAÇÃO CERTI, 2003).



Figura 1 – URNA ELETRÔNICA 96.



Figura 2 – URNA ELETRÔNICA 98.



Figura 3 – URNA ELETRÔNICA 2000.

Além das mudanças no *design*, nas dimensões do gabinete [UE96- 40cm (L) x 32,5cm (P) x 19cm (A) / UE 98 - 42cm (L) x 26,7cm (P) x 14cm (A)] e no peso (UE96- 11kg / UE98 - 10kg), houveram também qualitativas mudanças na URNA ELETRÔNICA: na memória RAM (UE96- 2MB / UE98- 8MB / UE2000- 32MB), no processador das

UEs (UE96- 40MHz / UE98- 133MHz / UE2000- 150MHz MMX) e na autonomia da bateria interna que em UE96 era de uma hora e trinta minutos para quatro horas e trinta minutos na UE98 e doze horas no modelo 2000 (TRE-SC, 2003).

No último pleito, entretanto, a responsabilidade de fornecer a URNA ELETRÔNICA retornou à Unysis. A URNA ELETRÔNICA 2002 é constituída de (1) um micro terminal, (2) o terminal do eleitor e (3) um MÓDULO IMPRESSOR EXTRENO – MIE.

### 2.1.1 UE 2002 - Micro Terminal

É posicionado na Seção Eleitoral próximo ao presidente da mesa, sendo constituído por um teclado numérico de 0 a 9 teclas “CONFIRMA” e “CORRIGE”, visor de cristal líquido e os “*leds*” de sinalização que, quando acessos, indicam: vermelho – a URNA ELETRÔNICA está sendo alimentada através de bateria interna ou externa; amarelo – a URNA ELETRÔNICA está sendo utilizada por um eleitor; verde – a urna está liberada para a identificação e votação do próximo eleitor (Figura 4).



Figura 4 – Micro Terminal.

É no Micro Terminal que o presidente da Seção Eleitoral digitará o número do título de eleitor e, confirmando a identidade, autoriza-o a votar. É neste ARTEFATO também que o presidente digita a senha de encerramento da votação. Quando a senha de encerramento da votação é confirmada, o Terminal do Eleitor imprime

automaticamente, a primeira via do Boletim de urna - B.U. Se a impressão estiver correta, o presidente da mesa aperta a tecla “confirma” no Terminal do Eleitor e, enquanto são emitidas as outras quatro vias obrigatórias do B.U., os dados da votação são gravados no disquete para exportação dos dados daquela seção: o *flash card*.

O *flash card*, também chamado de cartão de memória não-volátil e ilustrado na Figura 5 e Figura 6, é um dispositivo eletrônico que possui as características de leitura e gravação. A URNA ELETRÔNICA possui dois *flash cards*: (1) *Flash card* interno e (2) *Flash card* externo, que por sua vez se subdivide em: (2.a) *Flash* de votação – FV e (2.b) *Flash* de carga – FC. O *flash card* interno possui capacidade de 15 MB e é responsável pelo armazenamento do sistema operacional, do *software* aplicativo e o banco de dados dos eleitores da Seção Eleitoral a qual se destina cada URNA. O *flash card* externo possui capacidades distintas de acordo com sua função: o FV possui capacidade de 15 MB, fica acoplado durante o processo de votação, contendo as fotografias dos candidatos e os registros dos votos efetivados durante o processo eleitoral; o FC possui 30 MB, é utilizado pela equipe técnica durante a preparação das URNAS ELETRÔNICAS, para realizar a instalação do *flash card* interno e do sistema de votação. As marcas de *flash card* utilizadas pela Justiça Eleitoral nas URNAS ELETRÔNICAS são: Hitachi, Feya e Sandisk (TRE-SC, 2003).



Figura 5 – *Flash card* \_ vista frontal.



Figura 6 – *Flash card*\_vista posterior.

### 2.1.2 UE 2002 - Terminal do Eleitor

O Terminal do Eleitor é constituído por uma Interface de cristal líquido, onde se realiza a interação e por um teclado com teclas de 0 a 9, além das teclas de “BRANCO”, “CONFIRMA” e “CORRIGE”, abaixo do teclado numérico. Todas as teclas têm gravado o código de braile correspondente sendo o número cinco um ponto de referência central para orientação do eleitor deficiente visual que não lê em braile (Figura 7).



Figura 7 – URNA ELETRÔNICA 2002.

### 2.1.3 UE 2002 - MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO - MIE

O MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE é uma impressora acoplada na URNA ELETRÔNICA que imprime o voto e o mostra ao eleitor por meio de um espelho de visualização. O eleitor deve conferir o voto e, em seguida, confirmá-lo ou cancelá-lo. Depois de impresso o voto é depositado automaticamente num recipiente lacrado, sem o contato manual do eleitor. O presidente do Tribunal Superior Eleitoral, Ministro Nelson

Jobim, responsável pela condução do pleito em nível nacional, esclarece o objetivo da inserção deste mecanismo impressor de voto:

*“É uma forma de se aumentar a transparência do processo e trazer tranqüilidade para toda a população. Os equipamentos a serem utilizados não diferenciam em nada das urnas anteriores. Eles só tem condições de acoplar uma impressora externa. De maneira que não trouxe problemas maiores. Evidentemente, deverá se alterar a forma de o eleitor votar, na medida em que ele terá de confirmar uma vez mais, após visualizar todo o voto por um vidro. A campanha publicitária do TSE esclarecerá tudo isso no devido tempo.” (SILVA, 2002, p 44).*

Ainda segundo Silva (2002), o Ministro Nelson Jobim anunciou que a intenção da Justiça Eleitoral é garantir o voto impresso em todas as URNAS ELETRÔNICAS até o ano de 2008, sendo o pleito de 2002 um teste. Em 2004 a implantação da impressão do voto passa a ter caráter obrigatório.

Para tanto a Lei 10.408 de 10 de janeiro de 2002 alterou a Lei no 9.504, de 30 de setembro de 1997, que estabelece normas para as eleições no intuito de ampliar a segurança e a fiscalização do voto eletrônico, assim, a Lei 9.054 foi acrescida, dentre outros, do parágrafo quatro com a seguinte redação: *“A urna eletrônica disporá de mecanismo que permita a impressão do voto, sua conferência visual e depósito automático, sem contato manual, em local previamente lacrado, após conferência pelo eleitor”*.

Considerando a Lei acima, o Tribunal Superior Eleitoral expediu uma Instrução (Resolução 21.129) dispondo sobre a preparação, a votação, a apuração e a totalização de votos nas seções eleitorais que utilizarão a URNA ELETRÔNICA com o MIE nas eleições de 2002. Nesta Instrução foram apontadas as cidades contempladas com o sistema de impressão do voto e estão apresentadas no Quadro 1.

| <b>Estado</b>       | <b>Municípios</b>  |
|---------------------|--|
| Acre                | Xapuri   |
| Alagoas             | Maceió   |
| Amazonas            | Coari, Manacapuru e Tefé.  |
| Amapá               | Santana  |
| Bahia               | Candeias, Lauro de Freitas e Simões Filho.   |
| Ceará               | Baturité, Trairi e Beberibe.   |
| Distrito Federal    | Todos  |
| Espírito Santo      | Viana, Bom Jesus do Norte e Aracruz.   |
| Goiás               | Senador Canedo, Inhumás e Trindade.  |
| Maranhão            | São José de Ribamar e Timon.   |
| Minas Gerais        | João Monlevade, Ouro Preto e Nova Lima.  |
| Mato Grosso do Sul  | Três Lagoas e Dourados.  |
| Mato Grosso         | Cuiabá, tangará da Serra, Sinop, Barra do Garças, Cáceres, Rondonópolis e Várzea Grande. |
| Pará                | São Miguel do Guama, Capanema e Bragança.  |
| Paraíba             | Bayeux, Sapé e Santa Rita  |
| Pernambuco          | Igarassu e Paulista.   |
| Piauí               | Floriano, Campo Maior e Picos.   |
| Paraná              | Cornélio Procópio, Rolândia, Lapa, Telêmaco Borba e Campo Largo.                         |
| Rio de Janeiro      | Iguaba Grande, Búzios, Arraial do Cabo, São Pedro das Aldeias, Araruama e Cabo Frio.     |
| Rio Grande do Norte | Macau, Caico, São Gonçalo do amarante e Parnamirim.                                      |
| Rondônia            | Ariquemes e Ji-Paraná.   |
| Roraima             | Mucajaí.   |
| Rio Grande do Sul   | Esteio, Sapucaia do Sul e São Leopoldo.  |
| Santa Catarina      | <b>Laguna</b> , Camboriú e Brusque.  |
| Sergipe             | Todos  |
| São Paulo           | Valinhos, Indaiatuba, Jacareí e Taubaté.   |
| Tocantins           | Palmas e Gurupi.   |

Quadro 1 – Municípios Contemplados com o Voto Impresso



## 2.2 Interface

Segundo Scapin (1986) a interface é composta por todos os aspectos do sistema informatizado que influenciam a participação do usuário nas tarefas informatizadas. Ainda segundo este autor, os problemas oriundos da interface advêm da falta de conhecimentos prévios sobre a tarefa e os usuários, devido à utilização de uma metodologia de concepção mais funcional em detrimento de uma metodologia operacional. Lévy (1993) acredita ser a interface de grande valor cognitivo, pois nela o usuário adquire aprendizado, seja por instrução ou por descoberta que por consequência gera conhecimento.

Para Cañas & Waerns (2001) ao se falar em interface deve-se incluir o meio pelo qual o ARTEFATO apresenta a informação à pessoa e o meio pelo qual a pessoa introduz informação no ARTEFATO. Para a pessoa, a interface é o meio onde se opera a interação. Ela permite estabelecer um contato físico, perceptivo e conceitual entre a pessoa e o ARTEFATO TECNOLÓGICO. Portanto a interface de cristal líquido da URNA ELETRÔNICA tem como função mediar esta interação estabelecendo uma comunicação compreensível.

Para tanto a qualidade da comunicação depende fortemente da compatibilidade (adequação) entre a representação mental que a pessoa tem e a sua tarefa. Quanto maior o fosso ou distância entre essas representações, maior o esforço sensorio-motor-cognitivo que a pessoa deve despender para realizar sua tarefa com o uso do sistema. (MUÑOZ, 2000).

### 2.3 O fosso – Lógicas Distintas

De acordo com a Teoria da Ação de Donald Norman (1983) existe inevitavelmente um “fosso” entre a maneira pela qual a pessoa concebe sua tarefa e a maneira de realizá-la com apoio de um ARTEFATO TECNOLÓGICO.

Segundo Winckler (2000) a preocupação dos programadores é em obter informações objetivas de como construir o software, enquanto os especialistas em interface estão interessados no trabalho do usuário e princípios de usabilidade, os consultores, por sua vez, dominam a área de conhecimento, mas não necessariamente sabem como construir o software nem conhecem princípios de usabilidade. Muito do processo alcançado com a engenharia da usabilidade depende da boa comunicação entre a equipe para compreender os problemas e necessidades dos usuários com relação à interface do *software*.

É neste hiato entre a representação mental de lógicas de funcionamento distintas, somadas ao desconhecimento da real tarefa realizada pelos usuários que ocorre a gênese dos problemas de usabilidade. Quanto maior for este hiato entre as representações, maior o esforço cognitivo que o usuário despenderá para realizar sua interação. Por outro lado quanto menor a distância, maior será a facilidade de utilização, de aprendizado e de satisfação com a utilização, o que implica numa maior usabilidade do sistema.

Para Santos (2000), existem três formas de abordar a questão do desenvolvimento de interfaces: a abordagem baseada na tecnologia, a abordagem baseada na prática e a abordagem metodológica. A abordagem baseada na tecnologia considera que o conhecimento das ferramentas e programas para desenvolvimento de interfaces é o ponto fundamental para desenvolvimento de projetos. Reflexo deste

pensamento faz com que existam inúmeros cursos e centros de treinamento que dizem formar *designers*, mas que na verdade somente treinam alunos no uso de ferramentas. A abordagem baseada na prática destaca que o fazer e a experiência acumulada darão os subsídios necessários para execução de projetos de interface. A terceira abordagem, a metodológica, tem como ponto principal o conhecimento de procedimentos metodológicos, testados e sedimentados formando uma estrutura para o desenvolvimento de interfaces mais eficazes. Sob esta ótica, quem concebe um sistema interativo elabora uma descrição o mais precisa possível do problema e dos processos cognitivos do usuário para em seguida concretizar o mais fielmente possível esta representação no *software*.

Silva (1999), engenheiro de software, reconhece que a maioria das falhas detectadas em interfaces usuário-computador são decorrentes das deficiências de comunicação entre os profissionais de informática, que desenvolvem as interfaces, e os seus usuários finais, acarretando, além de problemas de usabilidade do sistema pelo usuário, num custo maior para aprendizado do sistema, bem como na produtividade perdida na “luta” contra o sistema e na própria satisfação do usuário.

Portanto conhecer o ponto de vista do usuário é fundamental para a adequação do sistema não só a tarefa como também ao modelo mental que o usuário possui do sistema e da tarefa (MORAES, 1999). Neste cenário a Ergonomia ganha uma conotação imprescindível onde antes era tradicionalmente matéria exclusiva dos profissionais da computação. Dois ramos da Ergonomia se somam para trabalhar com esta solicitação, a Ergonomia de Software com o estudo de técnicas de avaliação da usabilidade e a Ergonomia Cognitiva que tem uma de suas principais fundamentações teóricas na

Psicologia Cognitiva que é o estudo do modo como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam sobre a informação (STERNBERG, 2000).

## **2.4 Ergonomia**

A Ergonomia é uma área do conhecimento que visa transformar o trabalho, adaptando-a às pessoas, às suas características bem como às características de sua tarefa, almejando uma otimização do conforto, da segurança e da eficácia (ABRAHÃO,1993). Possui como fio condutor à análise da atividade em situação real de trabalho. Desta forma a ergonomia promove uma inversão do paradigma Taylorista “one best way”, de filiação tecnocêntrica, onde a performance e a produtividade são seus pilares de sustentação (FERREIRA, 2000). Na contra mão, a ergonomia objetiva humanizar o trabalho defendendo a premissa de que este deve ser adaptado às características das pessoas em articulação com as exigências sócio-técnicas das tarefas, aos objetivos a serem cumpridos e as condições de trabalho efetivas que lhes são dadas. Desta forma, trabalhando em uma perspectiva antropocêntrica, a ergonomia, além de aumentar a produtividade, contribui para uma redução da carga de trabalho (a) em seu componente psíquico, que determina as vivências de prazer da pessoa; (b) em seu componente físico, minimizando os esforços biomecânicos e (c) em seu componente cognitivo, diminuindo suas exigências, como a memória, resolução de problemas, tratamento de informações, dentre outros.

Ao conceber uma interface segundo uma orientação mais funcional que operacional, ou seja, sob uma ótica tecnocêntrica, a concepção da interface privilegia primeiro os aspectos internos ligados ao funcionamento do sistema e depois visa projetar esta interface para o usuário. Como decorrência a utilização do sistema fica

comprometida. Os objetivos, necessidades e expectativas básicas não são satisfeitas. A abordagem ergonômica, por sua vez, privilegia uma ótica antropocêntrica, centrada no usuário, isto implica em afirmar que o usuário-final é considerado tanto na prospecção, concepção quanto na avaliação de todo e qualquer desenvolvimento e implementação do sistema interativo. Nesta perspectiva é o funcionamento do sistema que se adapta à arquitetura cognitiva do usuário, que é a finalidade de todo o sistema interativo.

Para tanto é necessário uma análise cognitiva para adequar ou projetar uma interface. Assim a Ergonomia Cognitiva a luz de seus fundamentos teóricos sobre como as pessoas adquirem, armazenam e utilizam as informações disponíveis para responder à solicitação cognitiva da tarefa, aliada aos critérios ergonômicos de avaliação da usabilidade desenvolvidas pela Ergonomia de Software, compõe os pilares teóricos de sustentação para responder a adequação da interface de sistemas informatizados aos seus usuários finais.

#### **2.4.1 Ergonomia Cognitiva**

Segundo Cañas & Waerns (2001) a ergonomia cognitiva visa analisar os processos cognitivos implicados na interação: a memória (operativa e longo prazo), os processos de tomada de decisão, a atenção (carga mental e consciência), enfim as estruturas e os processos para perceber, armazenar e recuperar informações. A Ergonomia Cognitiva não tem por fim teorizar sobre a cognição humana, seu papel está, de acordo com Marmahas & Kontogiannis (2001), de compatibilizar as soluções tecnológicas às características e necessidades de seus usuários. Para tanto, ela busca entender a cognição de forma situada e finalística, ou seja, dentro de um contexto específico de ação e voltada para alcançar um objetivo (Sarmet, 2003), ou em outras

palavras, como afirma Hollnagel (1997), o objetivo da Ergonomia Cognitiva não é tentar entender a natureza da cognição humana, mas descrever como a cognição humana afeta o processo laborativo e por ele é afetada.

Weill-Fassina (1990) compreende os aspectos cognitivos como sendo constituídos de modos operatórios, de seqüências de ação, de gestos, de sucessões de busca e de tratamento de informações, de comunicações verbais ou gráficas de identificações de incidentes ou de perturbações que caracterizam a tarefa efetiva realizada pela pessoa. Dessa forma, é preciso realizar registros que possam descrever as etapas, o desenvolvimento temporal das atividades, as estratégias utilizadas, verbalizações e as relações entre essas variáveis, bem como identificar variáveis que possam modificar a situação corrente.

Para Abrahão (1993, p.21) “observar uma ação consiste em identificar os gestos, os objetos manipuladores em um contexto cuja combinação tem um significado para o observador. Nesse sentido, é necessário explicar os elementos que compõe a ação para o observador”. Uma ação tem sempre um objetivo para quem a realiza e que nem sempre é acessível simplesmente pela observação, devendo o ergonomista buscar através da verbalização as razões que levam a pessoa a realizar tal ação.

Assim sendo, o ergonomista busca as informações emitidas pelas pessoas, seja em forma de comportamento, seja em forma de verbalização, buscando formar um ‘quadro cognitivo’ claro sobre a pessoa. Este quadro irá subsidiar decisões de como ajustar a interface à pessoa. A conexão entre a tarefa, os modelos cognitivos e as representações disponíveis e utilizadas originam um delineamento das preocupações da pessoa e de sua estratégia operatória.

#### 2.4.1.1 Modelos Cognitivos

Um modelo é sempre uma redução intencional e empobrecida da realidade, “nessa dimensão, a perda ocasionada pela simplificação é compensada pela inteligibilidade que resulta da maior clareza assim expressa entre seus componentes, ou seja: a eliminação (perda quantitativa) dos detalhes resulta em uma visão mais clara (ganho qualitativo) do seu conjunto e, eventualmente, da articulação entre seus componentes na obtenção dos seus elementos de saída (resultado final)” (RIGHI, 2003, p.116).

Vários modelos cognitivos têm sido criados para tentar descrever o trabalho cognitivo realizado em trabalho. Destes o modelo cognitivo de Rasmussen (1993) é a que melhor articula os componentes cognitivos para uma análise cognitiva ótima. Seu modelo descreve qualitativamente diferentes modos do processamento de informação da pessoa em situação real de trabalho.

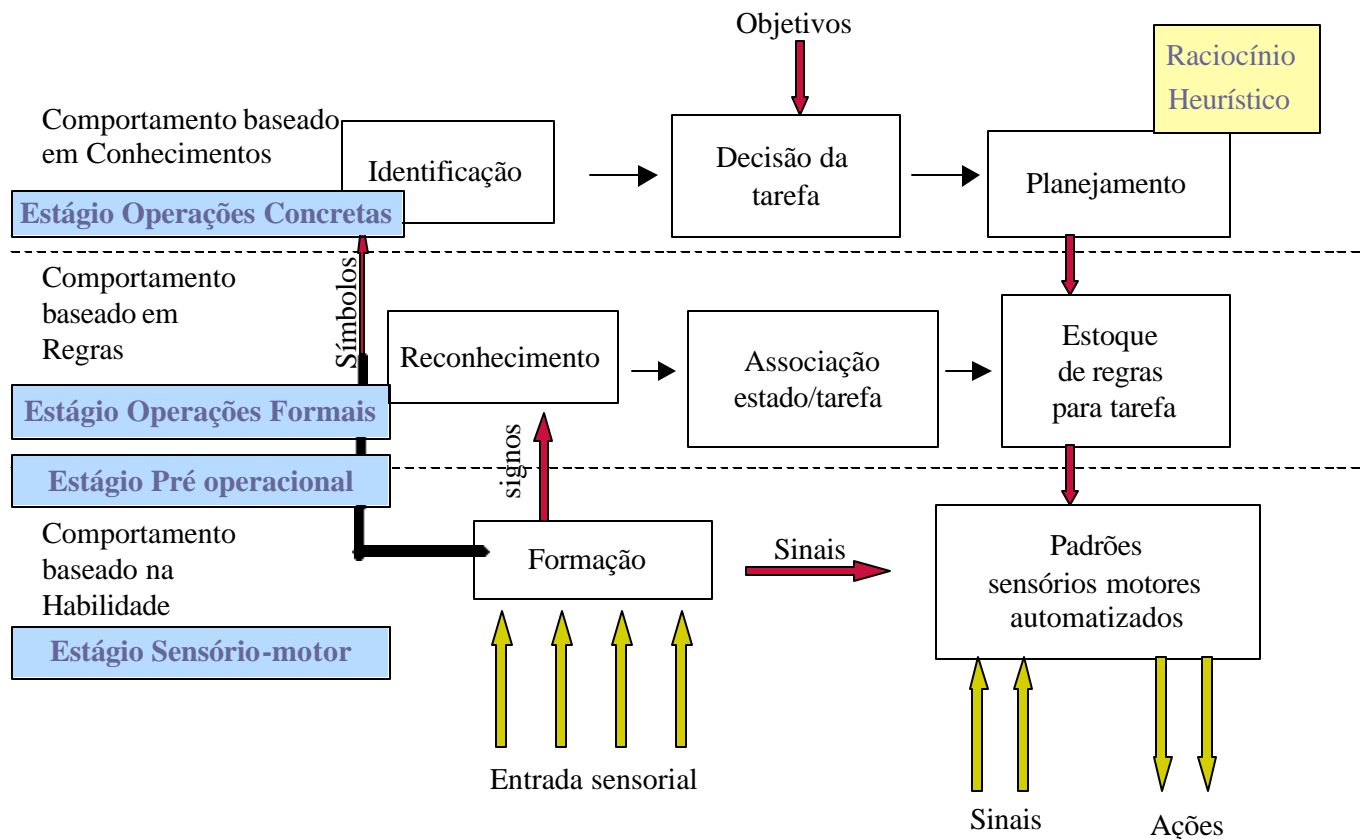
Segundo Rasmussen (1993) quando distinguimos categorias de comportamento humano de acordo com diferentes formas de representar as restrições no comportamento de um determinado ambiente ou sistema, três níveis típicos de performance emergem: (a) a performance baseada em habilidades, (b) a performance baseada em regras, e (c) a performance baseada em conhecimentos (quadro 2).





que os cercam, vendo, tocando, provando, cheirando e manipulando. Em outras palavras, confiam em seus sistemas sensoriais e motores. Seus pensamentos são confinados em grande parte à ação. No estágio pré-operacional o pensamento estrutura-se de uma forma egocêntrica, a criança tende a ver o mundo, em grande parte, de suas próprias perspectivas. No estágio das operações concretas a criança para de confiar tão fortemente nas informações sensoriais simples para compreenderem a natureza das coisas. Quando a criança confia na razão sua capacidade cognitiva aumenta, agora ela classifica e categoriza, entretanto ainda não é capaz de lidar racionalmente com idéias abstratas. No último estágio, o estágio das operações formais, a criança desenvolve a compreensão lógica abstrata. Em outras palavras criança pensa a respeito do pensamento.

Caso Rasmussen continuasse a utilizar analogamente a teoria de Piaget em seu modelo cognitivo, certamente o comportamento baseado em regras descreveria o estágio das operações concretas e o comportamento baseado em conhecimentos o de operações formais. O estágio pré-operacional estaria numa região limítrofe entre os comportamentos baseados em habilidades e em regras (Quadro 3).



Quadro 3 – Modelo SRK\_ Rasmussen 1993 (readaptado).

Assim, no comportamento baseado em regras, surge a categorização e tomadas de decisão abalizadas por um raciocínio procedimental para resolução de problemas. Ao falar de resolução de problemas alude-se a uma seqüência de processos cognitivos que implicam na identificação, definição e representação do problema, em seguida numa formulação de uma estratégia para resolução do problema. Depois da estratégia estar planejada passa-se a uma organização da informação disponível, de tal forma que se capacite a executar a estratégia. Neste momento a pessoa está organizando e reorganizando constantemente e estrategicamente as informações disponíveis, alocando recursos, encontrando representações que a habilite na melhor forma de executar sua estratégia. Finalmente passa-se a monitorização do processo de resolução de problemas

e sua conseqüente avaliação. O objetivo da tomada de decisão é selecionar dentre as escolhas possíveis ou avaliar oportunidades, o objetivo do raciocínio é extrair conclusões a partir de princípios e da evidência (STERNBERG, 2000).

No terceiro nível, o comportamento baseado em conhecimento, a performance se desenvolve através do raciocínio que a pessoa utiliza para desenvolver competências e desta forma poder navegar sobre um domínio não familiar, inédito (RASMUSSEN, 1993). Neste nível de performance as pessoas que possuem raciocínio heurístico são o diferencial competitivo de qualquer Organização.

Para Rasmussen (1993) um aspecto da categorização da performance humana no comportamento baseado em habilidades/regras/conhecimento é o papel da informação observada no ambiente. A informação pode ser percebida como símbolos, signos e/ou sinais.

Sinais (*signals*) são informações sensoriais representando variáveis espaço-tempo para uma configuração espacial dinâmica do ambiente, e podem ser processadas pelo organismo como variáveis contínuas. Assim quando percebemos sinais emitimos o comportamento baseado em habilidades.

No nível do comportamento baseado em regras a informação é tipicamente percebida como signos (*signs*). A informação é definida como um signo quando serve para ativar ou modificar determinadas ações ou manipulações. Entretanto signos não podem ser usados para gerar novas regras ou predizer a resposta do ambiente a distúrbios inéditos. Para predizer ou explicar comportamentos inéditos do ambiente, a informação tem de ser percebida como símbolo (*symbols*). Enquanto signos referem-se a percepção e regras para ação, símbolos não podem ser reduzidos meramente a signos. Signos não podem ser processados diretamente, eles servem para ativar estoque de

padrões de comportamento, ou as representações para a ação, como afirmaria Silvino (1999). Silvino (1999) sugere que os signos, no caso a linguagem, são estímulos eliciadores das representações para ação dos usuários do sistema. Segundo este autor, os mesmos símbolos assumem significados diferentes para os sujeitos, ativando representações diferenciadas.

Para Rasmussen (1993), símbolos e signos são partes de dois universos distintos. Um signo é parte do mundo físico enquanto o símbolo é parte do universo do pensamento humano. Símbolos referem-se a conceitos ligados por propriedades funcionais e podem ser usados para raciocínio e a computação por meio de apropriadas representações de propriedades semelhantes”. Símbolos representam outras informações, variáveis, relações e propriedades e podem ser formalmente processados. São construtos abstratos relatados para definir por uma estrutura formal de relações e processos aos quais por convenção podem ser relatados por aspectos do universo externo.

#### **2.4.1.2 Representação**

Segundo Le-Ny (1994), a noção de representação pode ser entendida tanto em um sentido técnico, quanto em um sentido psicológico. Num sentido psicológico, a representação é como um conjunto de propriedades, relações e valores ligados a um objeto de pensamento. Num sentido técnico é como a expressão de um conhecimento por meio de um conjunto de signos.

A fim de compreender o papel das representações como norteadora das tomadas de decisão da pessoa e da relação existente entre 'ação' e 'representação', Teiger (1993) indica uma divisão na noção de representação entre um 'processo de representação' e de

um ‘objeto das representações’. A primeira diz respeito ao processo de elaboração das representações, a partir de elementos disponíveis na atividade executada. Pode ser considerada como uma representação pela ação que se manifesta desde o estágio sensório motor, proposto por Piaget, e se encontra em constante (re)elaboração, resultado de seu caráter dinâmico com o ambiente. A segunda, ‘objeto das representações’, possui um caráter mais específico de uma ação finalística sobre objetos, desta forma se aproxima de uma imagem formada a partir da interpretação da pessoa que considera suas experiências e seus objetivos atuais. É a representação para ação.

Segundo Weill-Fassina, Rabardel e Dubois (1993), as ‘representações para ação’, possuem um conjunto de características que podem ser assim condensadas:

- ✓ Atuam como processos mentais ativos de tomada da consciência e apropriação das situações;
- ✓ Seu aspecto essencial reside nos conteúdos e significados construídos em função do contexto e da atividade executada;
- ✓ Para abordagem ergonômica a questão central relativa às ‘representações para ação’ é compreender como as pessoas constroem os problemas encontrados e como elaboram soluções apropriadas;
- ✓ As ‘representações para ação’ possuem como função primeira construir significados de uma situação que permitam a pessoa agir sobre ela, desta forma seu caráter finalístico atua como “organizador de suas atividades cognitivas”;
- ✓ O agir permite a (re)estruturação das representações, fornecendo novos elementos e situações que enriquecem o conteúdo que a pessoa formou anteriormente;

- ✓ O desenvolvimento das 'representações' é um processo qualitativo onde a aprendizagem ocorre por meio de uma reorganização dos conteúdos e do funcionamento cognitivo, e não através de um acúmulo quantitativo de conhecimentos;
- ✓ Este desenvolvimento é contínuo onde, mesmo que parte do conteúdo venha a se constituir parte integrante da memória permanente, o processo representativo não se cristaliza e continua a modificar no contato com a atividade.

Para Teiger (1993) as representações, de forma geral, apresentam um caráter: (a) **funcional**, pois estão relacionadas sempre a uma ação finalística; (b) **operativo**, pois sua eficácia pode ser menor ou maior; (c) **dinâmico**, pois as representações estão sempre se alterando em função das características do sistema de trabalho em que a pessoa se insere; (d) **compósito**, podendo conter elementos comuns nas representações coletivas; e (e) **de construção subjetiva**, no qual o critério de verdade não se aplica. As representações são válidas para a pessoa que as possui. Outras pessoas podem possuir representações diferenciadas sobre uma mesma situação. Weill-Fassin (1990), por sua vez, afirma que as representações possuem um caráter: (a) **finalístico**, uma vez que são criadas para alcançar um objetivo específico em determinada situação; (b) **seletivo**, considerando somente o que é relevante para a pessoa na situação de trabalho; (c) **lacunar**, conseqüência do caráter anterior, nem todas as informações do contexto são utilizadas para a estruturação das representações. São, portanto, incompletas; e (d) **conciso**, pressupondo que as representações agregam informações de forma objetiva e econômica.

Estas propriedades apontadas por diferentes autores demonstram a flexibilidade e dinamicidade das representações em situação real de atividade. Considerando que a ação da pessoa, ou seja a sua própria atividade, é guiada pela representação que ela tem do trabalho, é factível supor que uma mudança na ordem do comportamento é precedida por uma transformação das estruturas cognitivas. Vale a pena resgatar que a todo o momento é buscado um equilíbrio entre a dimensão do prescrito e a do real exigindo da pessoa uma redefinição constante do que deve ser executado, face à variabilidade inerente ao trabalho. Vistas como um sistema funcional que permite à pessoa agir de forma eficaz, as representações para ação auxiliam aa gestão desse compromisso entre a tarefa e a atividade (WEILL-FASSINA, 1990).

De acordo com Sarmet (2003), para o ergonomista, é interessante compreender como as representações são (re)constituídas e utilizadas nas situações de trabalho. Como nem todos os elementos da ação humana são conscientes e verbalizáveis, cabe ao ergonomista explicitar as representações juntamente com a pessoa, por meio de observações da atividade, verbalizações espontâneas e entrevistas. A partir da conscientização da pessoa sobre as representações e os elementos relevantes da situação do trabalho, é possível estruturar sistemas informatizados mais eficientes e eficazes, uma vez que a partir deles pode-se conceber sistemas que forneçam ao usuário pistas claras que indiquem as possibilidades mais adequadas de ação. Contudo, não basta ao ergonomista a busca pelas representações para ação. Para a compreensão da competência da pessoa, é preciso compreender como ele utiliza essas representações durante o seu trabalho. Nesse sentido, a Ergonomia faz uso dos conceitos de estratégia e modos operatórios. As estratégias podem ser entendidas como um conjunto ordenado de

passos que envolvem raciocínio e a resolução de problemas, possibilitando a ação (MONTMOLLIN, 1995).

#### 2.4.1.3 Estratégia Operatória

A estratégia operatória é o processo cognitivo de categorização, resolução de problemas e tomada de decisão que resulta em um modo operatório adotado pela pessoa na interação (SILVINO & ABRAHÃO, 2003). Segundo Guérin e cols (2001) os modos operatórios são resultado de uma regulação entre (a) os objetivos, (b) os meios de trabalho, (c) os resultados produzidos e (d) o estado interno do operador. A relação entre estratégia e modo operatório fica evidenciada quando estes autores ressaltam a necessidade de elaborar novos modos frente a diferentes limites impostos pela tarefa. Elaborar novos modos, ou ações, implica (re)interpretar a situação presente e formular estratégias para solucionar os problemas, bem como antecipar incidentes.

No entanto, todo este processo depende da categorização, segundo Silvino (1999) a categorização é a forma como reconhecemos padrões entre diferentes estímulos e os agrupamos de maneira a elaborar modelos ou identificar características de um dado contexto ou situação. Assim sendo a categorização é um processo cognitivo que antecede a resolução de problemas e tomada de decisão.

Para Sternberg (2000) a resolução de problemas implica numa série de passos que inclui a identificação do problema, a construção de uma estratégia de resolução, a organização das informações, a alocação de recursos cognitivos, a monitoração e a avaliação da resolução. A tomada de decisão, por sua vez, está embasada nas estratégias que a pessoa utiliza para julgar a probabilidade de acerto entre diferentes escolhas (SILVINO, 1999).



Pressupõe-se, então, que as estratégias operatórias designam as ações que implicam em um processamento controlado. Assim a introdução de um novo ARTEFATO TECNOLÓGICO exige que a pessoa se adeque à nova realidade, influenciando a adoção de estratégias operatórias em função das exigências decorrentes das alterações do contexto. Assim cada nova situação vivida é um acréscimo à experiência da pessoa. Conforme a estrutura de seus saberes, ela relacionará a situação atual com casos anteriores, e poderá deduzir regras mais gerais ou, ao contrário, elementos novos virão apenas se justapor aos anteriores, sem que novas relações sejam estabelecidas. (GUÉRIN e cols, 2001).

#### **2.4.2 Ergonomia de Software: o estudo da usabilidade**

Na literatura, a definição de usabilidade é diversificada. Para Moraes (1999, p 17) “usabilidade diz respeito à habilidade do software em permitir que o usuário alcance facilmente suas metas de interação com o sistema. Desta forma, problemas de usabilidade estão relacionados com o diálogo da interface. Algumas deficiências deste tipo incluem: incompatibilidade entre produtos, inconsistência, decodificação difícil e estranheza”.

Para Santos (1997) usabilidade pode ser compreendida como a capacidade, em termos funcionais humanos, de um sistema ser usado facilmente e com eficiência pelo usuário. Bastien e Scapin (1993) consideram que usabilidade é a capacidade do software em permitir que o usuário alcance suas metas de interação com o sistema.

Para norma internacional ISO 9241 - que trata das recomendações ergonômicas, a usabilidade é a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e agradável, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários.

A definição da norma ISO 9241 agrega bem a multiplicidade deste conceito. Esta definição abrange também as características físicas do hardware, as sinalizações, as informações prestadas ao usuário para uma utilização eficiente do sistema.

Cabe ao ergonômista o estudo da usabilidade, de forma a garantir produtos e sistemas adaptados às habilidades de quem os utiliza e apropriados à tarefa que as pessoas desempenham, buscando por fim atingir uma solução de compromisso entre a eficiência e eficácia do desempenho do sistema de um lado e a satisfação dos usuários por outro.

Santos (2002) afirma que as deficiências na usabilidade e incompatibilidade da interação pessoa-computador, que propiciam erros durante a operação dos sistemas informatizados e trazem dificuldades para o usuário, deve-se ao desconhecimento, por parte do projetista, da tarefa, do modo operatório e da estratégia de resolução de problemas do componente humano do sistema, assim como de métodos e técnicas para teste de usabilidade. Santos segue afirmando que uma avaliação de usabilidade pode ser entendida como o procedimento para aquisição de informação sobre a usabilidade ou potencial de usabilidade de um sistema a fim de tanto aprimorar recursos numa interface em desenvolvimento e seu material de suporte quanto avaliar uma interface já finalizada.

Padovani (2002) aponta que a diferença fundamental da abordagem da Ergonomia para as outras disciplinas envolvidas na área de interação pessoa-computador é a aplicação das informações sobre as características comportamentais e psicológicas humanas ao *design* de sistemas que facilitem a interação com o usuário. Segundo Dillon (1997), o estudo dos usuários permite conhecer as maneiras como as tarefas de busca de informação são realizadas dentro dos sistemas computadorizados,

como a informação é estruturada, como as experiências prévias influenciam as interações e como as estratégias dos usuários mudam com o passar do tempo.

Desta forma extrapola a abordagem bipolar clássica pessoa-computador, realizando uma abordagem tripolar: pessoa-computador-tarefa. Desta forma, a ergonomia adapta os sistemas às características dos usuários finais e às exigências sócio técnicas de suas tarefas visando uma melhora na eficácia da interação, do conforto e da satisfação do usuário final. Assim sendo, mais especificamente neste estudo, a URNA ELETRÔNICA deve satisfazer aos objetivos do TSE, estar adaptado aos eleitores e adequada à sua tarefa: votar.

Para tanto a usabilidade é analisada sob duas dimensões: (1) a dimensão intrínseca que se refere às propriedades físicas e gráficas que estruturam a organização e apresentação das informações, na qual a análise se dá através do conhecimento das características internas do funcionamento do ARTEFATO TECNOLÓGICO e às informações que orientam a utilização do instrumento. (2) a dimensão extrínseca ligada às exigências técnicas e administrativas da tarefa e aos objetivos, experiências e características dos usuários, na qual a análise se dá através da investigação da interação do usuário com o ARTEFATO. O conflito entre estas duas dimensões evidencia os problemas de usabilidade que acarretarão em custos para a instituição e seu cliente, o usuário.

Os princípios orientadores da análise da dimensão intrínseca da interface da URNA ELETRÔNICA foram os critérios ergonômicos de Scapin (1986), Bastien (1991), o Guia de Estilos de Parizotto (1997), as qualidades do software de Cybis (1996), bem como os estudos realizados por Bodart & Vanderdonckt (1993), Smith & Monsier (1986) e Brown (1988) citados em Cybis, além da norma ISO 9241, que define requisitos ergonômicos para o trabalho de escritório com computadores.

### 2.4.2.1 Critérios Ergonômicos

O primeiro estudo sobre critérios ergonômicos na concepção de interface foi proposto por Scapin (1986). Ele organizou os critérios ergonômicos em 8 categorias: 1. Compatibilidade; 2. Homogeneidade; 3. Concisão; 4. Flexibilidade; 5. Orientação e feedback; 6. Carga de Informação; 7. Controle explícito; 8. Gestão de erros. Em 1990, Scapin elabora uma lista de critérios ergonômicos comportando três níveis, o primeiro nível constitui-se de oito critérios principais decompondo-se em outros dois níveis de critérios, os critérios elementares. No total a lista contém dezoito critérios assim descritos:

#### 1. Orientação.

##### 1.1. Presteza.

##### 1.2. Grupamento/ Distinção entre Itens.

##### 1.2.1. Grupamento/ Distinção por Localização.

##### 1.2.2. Grupamento/ Distinção por Formato.

##### 1.3 *Feedback* Imediato.

##### 1.4 Clareza (Legibilidade).

#### 2. Carga de Trabalho.

##### 2.1. Brevidade.

##### 2.1.1. Concisão.

##### 2.1.2. Ações Mínimas.

##### 2.2. Carga Mental.

#### 3. Controle Explícito.

##### 3.1. Ações Explícitas.

##### 3.2. Controle do Usuário.

4. Adaptabilidade.
  - 4.1. Flexibilidade.
  - 4.2. Consideração a Experiência do Usuário.
5. Gestão de Erros.
  - 5.1. Proteção Contra os Erros.
  - 5.2. Mensagens de Erros.
  - 5.3. Correção de Erros.
6. Homogeneidade/ Consistência.
7. Significado dos Códigos.
8. Compatibilidade.

Bastien (1991) valida os critérios ergonômicos para avaliação da interface, identifica as categorias, define e justifica os critérios e as categorias dos critérios:

**2.4.2.1.1.** Orientação – refere-se ao conjunto de meios empregados para aconselhar, informar e conduzir o usuário na interação com o COMPUTADOR.

Justificativa – uma boa orientação facilita a aprendizagem e a utilização do sistema, permitindo que o usuário tenha conhecimento, a qualquer momento, de onde se encontra na seqüência da interação ou na execução de uma tarefa. A facilidade de aprendizagem e de utilização permite uma melhor performance e ocasiona menos erros.

**2.4.2.1.1.1.** Presteza – corresponde às informações fornecidas aos usuários, relativas ao estado na qual ele se encontra; às ações possíveis e como acioná-las; às ajudas disponíveis e aos formatos de entradas de dados. A Figura 8 ilustra um exemplo presteza.

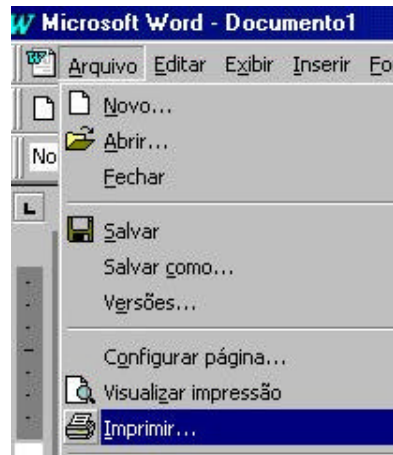


Figura 8 – Exemplo de Presteza.

Justificativa – uma boa presteza guia o usuário e lhe poupa, por exemplo, o aprendizado de uma série de comandos. Ela permite, também, que o usuário saiba em que modo ou em que estado ele está, onde ele se encontra no diálogo e o que ele fez para se encontrar nessa situação. Uma boa presteza facilita a navegação no aplicativo e diminui a ocorrência de erros.

#### 2.4.2.1.1.2. Grupamento/ Distinção entre Itens

2.4.2.1.1.2.1. Grupamento/ Distinção por Localização – refere-se particularmente ao posicionamento dos itens uns em relação aos outros e a distinção entre diferentes classes.

Justificativa – a compreensão de uma tela pelo usuário depende, entre outras coisas, da ordenação dos objetos (imagens, textos, comandos, etc.) que são apresentados. Os usuários irão detectar os diferentes itens mais facilmente se eles forem apresentados de uma forma organizada (em ordem alfabética, frequência de uso, etc.). Além disso, a aprendizagem e a recuperação de itens será melhorada.

2.4.2.1.1.2.2. Grupamento/ Distinção por Formato – refere-se às características gráficas (formato, cor, etc.) permitindo que se faça uma distinção entre diferentes classes.

Justificativa – será mais fácil para o usuário perceber relacionamento(s) entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem suas similaridades ou diferenças. Tais relacionamentos serão mais fáceis de aprender e de lembrar.

Na Figura 9, da interface de um TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO, tem-se um exemplo de Grupamento/Distinção entre Itens, na correta ordenação das informações e na distinção visual clara entre as diferentes classes de itens, tanto de formato quanto de posicionamento (setas vermelhas).

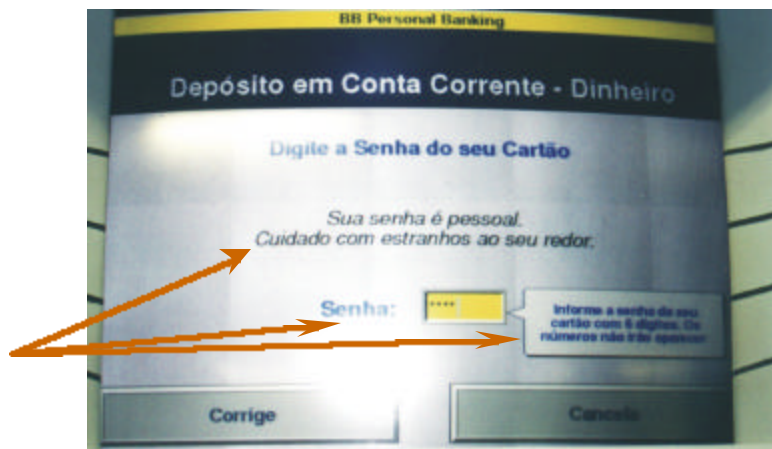


Figura 9 – Exemplo de Grupamento/Distinção entre itens.

**2.4.2.1.1.3 Feedback Imediato** – refere-se às respostas do sistema consecutivas às ações do usuário. O sistema deve responder às ações do usuário o mais rapidamente possível. Na Figura 10, um exemplo de *Feedback Imediato*, o sistema fornece um histórico de toda a operação.

Justificativa – a qualidade e a rapidez do *feedback* são dois fatores importantes para estabelecer a satisfação e a confiança do usuário, assim como a compreensão do diálogo. Esses fatores possibilitam que o usuário tenha uma boa representação do sistema. Respostas lentas freqüentemente ocasionam ações que podem ser fontes de

erros. Quando o sistema está em curso de operação o usuário deve ser informado. A ausência de *feedback* ou sua demora podem ser desconcertantes para o usuário. Os usuários podem suspeitar de uma falha no sistema e podem realizar ações prejudiciais para os processos em andamento.

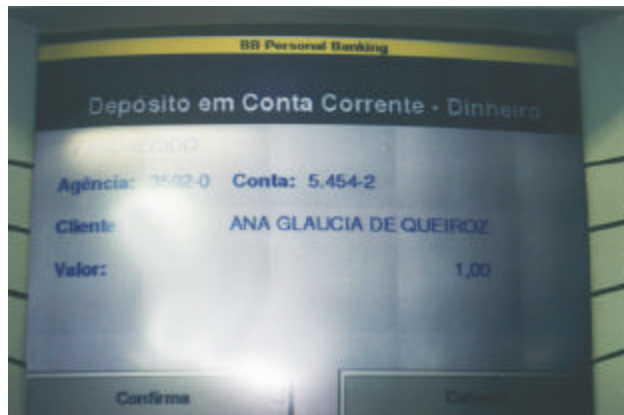


Figura 10 – Exemplo de *Feedback*.

**2.4.2.1.1.4. Clareza (Legibilidade)** – refere-se às características lexicais da apresentação das informações.

Justificativa – a performance melhora quando a apresentação da informação leva em conta as características cognitivas e perceptivas dos usuários. Uma boa clareza (legibilidade) facilita a leitura da informação apresentada. Por exemplo, letras escuras em um fundo claro são mais fáceis de ler que letras claras em um fundo escuro (Figura 10).

**2.4.2.1.2.Carga de Trabalho** – consiste no conjunto de elementos da interface que desempenham, para o usuário, um papel na redução de sua carga perceptiva ou mnemônica e no aumento da eficiência do diálogo.



Justificativa – quanto maior a carga de trabalho, maior os riscos de erros. Da mesma forma, quanto mais o usuário for distraído por informações não pertinentes, menor será a eficiência da tarefa.

**2.4.2.1.2.1. Brevidade** – refere-se a dois critérios: ações mínimas e concisão.

**2.4.2.1.2.1.1. Concisão** – refere-se à carga de trabalho e nível perceptivo e mnemônico em relação aos elementos de entrada e de saída.

Justificativa – a capacidade da memória de curto termo é limitada. Conseqüentemente, quanto menos entradas, menor serão os riscos de cometer erros. Além disso, quanto mais sucintos forem os itens, menor será o tempo de leitura, maior será a eficiência da interação.

**2.4.2.1.2.1.2. Ações Mínimas** - refere-se à carga de trabalho ao nível das opções e meios disponíveis para atingir um objetivo.

Justificativa – quanto mais numerosas e complexas forem às ações necessárias para se alcançar um objetivo, a carga de trabalho aumentará e, com ela, a probabilidade de riscos de erros.

**2.4.2.1.2.2. Carga Mental** – refere-se à carga de trabalho no nível perceptivo e mnemônico no conjunto dos elementos.

Justificativa – na maioria das tarefas, a performance dos usuários piora quando a carga mental é muito alta ou muito baixa. Nesses casos, é mais provável a ocorrência de erros. Os itens que não são relacionados à tarefa devem ser removidos. A memória de curto termo é limitada, portanto a carga de memorização dos usuários deve ser minimizada. Eles não devem ter que memorizar informações procedimentos complicados. Não devem, também, ter que executar tarefas cognitivas complexas quando estas não estão relacionadas com a tarefa em questão.

A tela, ilustrada pela Figura 11, apesar de ser um exemplo do critério ergonômico de *Feedback* Imediato pelo sistema informar o curso de sua operação ao usuário, é um exemplo negativo do critério de Carga Mental. Numa tela de Interface, somente as informações necessárias devem ser apresentadas, a tradução além de ocupar mais espaço na tela aumenta a carga mnemônica de seu usuário e constrange aqueles que não possuem o domínio em língua inglesa.

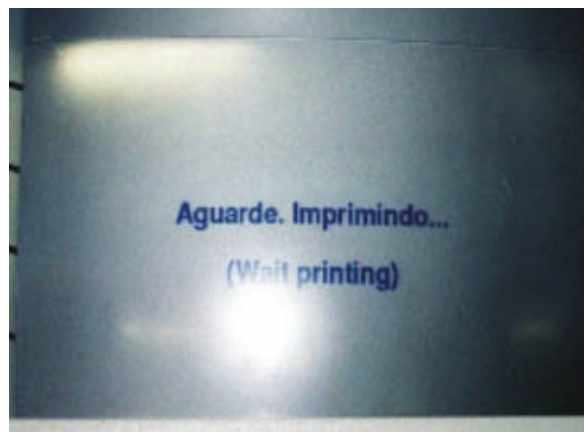


Figura 11 – Exemplo negativo de Carga Mental.

**2.4.2.1.3. Controle Explícito** – refere-se ao controle que o usuário tem sobre a interface e, também, ao caráter explícito de suas ações.

Justificativa – quando as entradas do usuário são explicitamente definidas, por eles próprios e sob o seu controle, as ambigüidades e os erros são limitados. Quando o usuário controla o diálogo, há uma maior aceitação do sistema.

**2.4.2.1.3.1. Ações Explícitas** – refere-se ao fato da interface executar somente as ações solicitadas pelo usuário.

Justificativa – quando as operações da interface resultam das ações do usuário, observam-se menos erros.

**2.4.2.1.3.2. Controle do Usuário** – refere-se ao sistema antecipar-se ao usuário e lhe fornecer as opções apropriadas a cada ação, permitindo que o usuário tenha sempre o controle da interação. Na Figura 12, o usuário vislumbra quais as possibilidades possui para sua tomada de decisão.

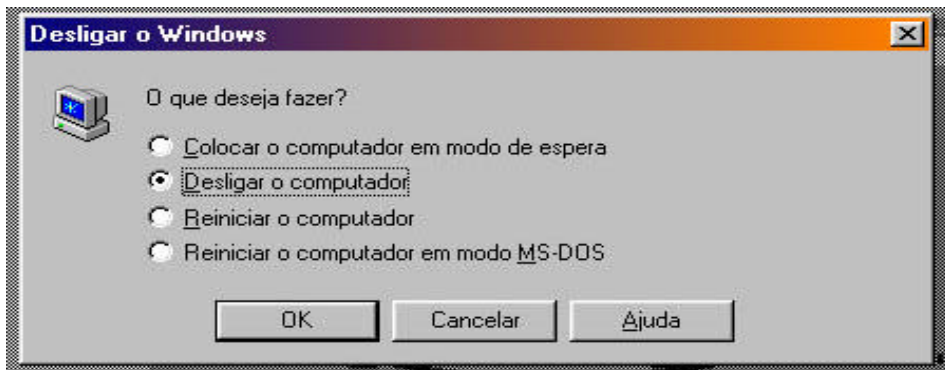


Figura 12 – Exemplo de Controle do Usuário.

Justificativa – quando o usuário controla a interface, o sistema se torna mais previsível, a aprendizagem é mais fácil e os riscos de erros diminuem.

**2.4.2.1.4. Adaptabilidade** - refere-se à capacidade da interface reagir segundo o contexto e segundo as necessidades e preferências dos usuários.

Justificativa – quanto mais numerosas forem as diferentes opções de efetuar uma mesma tarefa, maiores serão as possibilidades dos usuários dominarem uma delas no decorrer de seu aprendizado. Desta forma interface se adapta ao usuário.

**2.4.2.1.4.1. Flexibilidade** – refere-se aos meios que são disponíveis aos usuários para personalizar a interface e adapta-la às exigências das suas tarefas, de suas estratégias ou habilidades no trabalho.

Justificativa – quanto mais formas de efetuar uma tarefa existirem, maiores serão as chances de que o usuário possa escolher e dominar uma delas no curso de sua aprendizagem.

**2.4.2.1.4.2. Consideração a Experiência do Usuário** – refere-se aos meios que o sistema oferece para o nível de expertise do usuário.

Justificativa – a interface deve ser concebida para lidar com as variações de expertise. Usuários experientes não têm as mesmas necessidades de informações que os novatos. Todas as informações e opções de comandos visíveis, bem como os diálogos de iniciativa exclusiva do COMPUTADOR, podem atrapalhar, entediar e diminuir o rendimento do usuário experiente. Meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças de experiência, permitindo que o usuário delegue ou se aproprie da iniciativa do diálogo.

**2.4.2.1.5. Gestão de Erros** – refere-se às possibilidades de evitar ou diminuir a ocorrência de erros e de corrigi-los.

**2.4.2.1.5.1. Proteção Contra Erros** – refere-se aos meios disponíveis para detectar os erros nas entradas.

Justificativa – é preferível detectar os erros na entrada do que na validação.

**2.4.2.1.5.2. Mensagens de Erros** – consiste na pertinência e exatidão da informação fornecida ao usuário sobre a natureza do erro cometido e das ações a executar para corrigi-lo. A Figura 13 traz um exemplo deste Critério Ergonômico.

Justificativa – a qualidade das mensagens favorece o aprendizado do sistema, indicando ao usuário a razão ou a natureza do erro cometido, o que ele fez de errado, o que ele deveria ter feito e o que ele deve fazer.

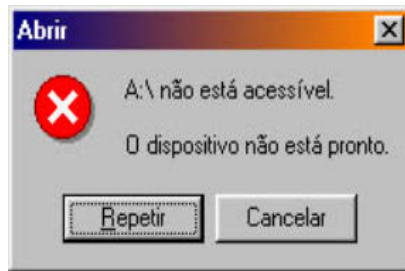


Figura 13 – Exemplo de Mensagem de Erro

**2.4.2.1.5.3. Correção de Erros** – consiste nos meios disponíveis ao usuário para permitir a correção dos erros.

Justificativa – Os erros são bem menos perturbadores quando eles são fáceis de corrigir.

**2.4.2.1.6. Homogeneidade/ Consistência** – refere-se a aquelas escolhas de objetos de interface (códigos, procedimentos, denominações, etc.) que são idênticos para contextos idênticos e diferentes para contextos diferentes. A Figura 14, na tela do TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO, é estabelecido uma posição consistente para os rótulos, entrada de comandos e as informações (setas azuis).

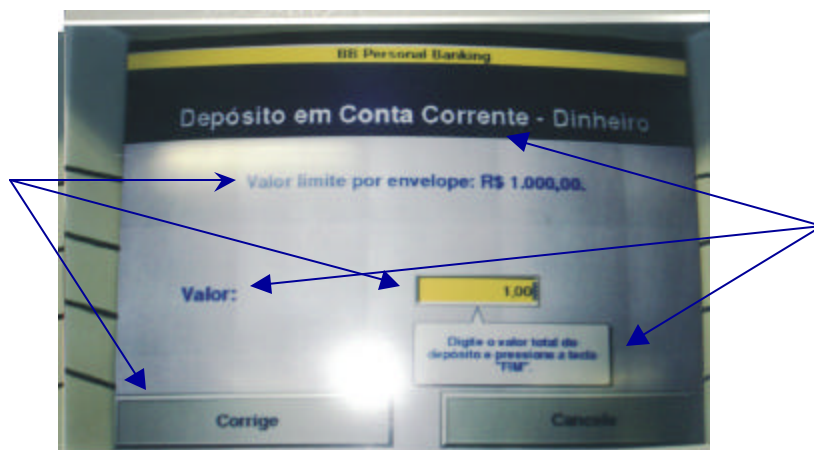


Figura 14 – Exemplo de Homogeneidade / Consistência

Justificativa – Os procedimentos, rótulos, comandos, etc., são mais bem reconhecidos, localizados e utilizados, quando seu formato, localização ou sintaxe são estáveis de uma tela para outra, de uma seção para outra. Nessas condições, o sistema é mais previsível e a aprendizagem mais generalizável; os erros são diminuídos. É necessário escolher opções similares de códigos, procedimentos, denominações para contextos idênticos, e utilizar os mesmos meios para obter os mesmos resultados. É conveniente padronizar tanto quanto possíveis todos os objetos quanto a seu formato e a sua denominação, e padronizar a sintaxe dos procedimentos. A falta de homogeneidade nos menus, por exemplo, pode aumentar consideravelmente os tempos de procura. A falta de homogeneidade é também uma razão importante da recusa de utilização.

**2.4.2.1.7. Significado dos Códigos** – refere-se à adequação entre a referência e o objeto ou a informação demandada.

Justificativa – Quando a codificação é significativa, a recordação e o reconhecimento são melhores. Códigos e denominações não significativos para os usuários podem sugerir operações inadequadas para o contexto, aumentando os riscos de erros.

**2.4.2.1.8. Compatibilidade** – refere-se ao acordo existente entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, etc.) e a organização das entradas e saídas e dos diálogos, de forma que se tornem compatíveis entre si.

Justificativa – A transferência de informações é mais rápida e eficaz quanto menor é o volume de informação que deve ser recordada pelo usuário. A eficiência é aumentada quando: os procedimentos necessários ao cumprimento da tarefa são

compatíveis com as características psicológicas do usuário; os procedimentos e as tarefas são organizados de maneira a respeitar as expectativas ou costumes do usuário; quando as traduções, as transposições, as interpretações, ou referências à documentação são minimizadas. O desempenho é melhor quando a informação é apresentada de uma forma diretamente utilizável (telas compatíveis com o suporte tipográfico, denominações de comandos compatíveis com o vocabulário do usuário, etc.).

#### **2.4.2.2 Taxonomia dos problemas de usabilidade**

Segundo Cybis (2002) a taxonomia dos problemas de usabilidade é classificada, em relação à estrutura, como: (a) Barreira, quando o usuário esbarra sucessivas vezes e não suplanta um problema de usabilidade; (b) Obstáculo, quando o usuário esbarra em um problema de usabilidade, contudo aprende a suplantá-lo; e (c) Ruído, quando um aspecto da interface, sem que se constitua em barreira ou obstáculo, causa uma diminuição do desempenho do usuário sobre a tarefa. Ruídos na interação repercutem no usuário uma má impressão sobre o sistema. Em relação ao tipo de tarefa, o problema de usabilidade pode ser classificado como Principal, quando compromete a realização de tarefas frequentes e importantes, ou Secundários quando compromete a realização de tarefas pouco frequentes ou pouco importantes. Em relação ao tipo de usuário, o problema de usabilidade pode ser classificado como: (1) Geral, quando atrapalha qualquer tipo de usuário; (2) Inicial, quando atrapalha o usuário novato ou o intermitente; (3) Avançado, quando atrapalha o usuário especialista; e (4) Especial, quando atrapalha tipos de usuários especiais (portadores de deficiência) durante a realização de tarefas que outros são capazes de suplantarem.

A classificação de Nielsen (1999) estabelece uma escala de 0 a 4 para determinar o nível dos problemas de usabilidade:

- 0 – não é necessariamente um problema;
- 1 – problema estético;
- 2 – baixa prioridade de correção;
- 3 – alta prioridade de correção;
- 4 – é imperativo a correção.

Para fins deste estudo, será definido como problema de usabilidade qualquer interferência na realização da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA, em relação a sua eficácia ou/e eficiência, gerando conseqüente insatisfação e/ou desconforto para o usuário. Será utilizada a taxonomia de Nielsen (1999) para classificar estes problemas de usabilidade.

Um exemplo de problema de usabilidade é ilustrada na Figura 12, onde o usuário não encontra a tarefa “Depósito” no menu, tendo em seu lugar a opção de “Envelopes” (seta verde). Nesta tela o usuário é obrigado a fazer um aprendizado do sistema, muito provavelmente através de tentativa-erro, para poder compreender que o sistema considera a opção de operação depósito como envelopes. A lógica do *designer*, nesta tela, é o fato do usuário precisar utilizar um envelope para poder realizar a tarefa de depósito no TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO.



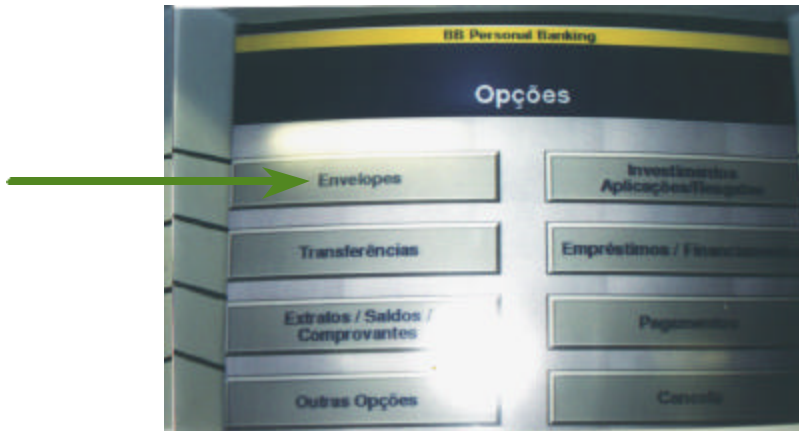


Figura 15 – Exemplo de um Problema de Usabilidade.

Este problema de usabilidade, na taxonomia de Cybis (2002), é categorizado: (a) quanto à estrutura como um Obstáculo, isto porque o usuário esbarra neste problema, mas aprende a suplantá-lo; (b) quanto ao tipo de tarefa, Principal e (c) quanto ao tipo de usuário, é tido como um problema de usabilidade Geral.

### 2.4.3 Técnicas de Avaliação

Existem na literatura ergonômica três tipos de técnicas utilizadas na avaliação ergonômica: 1) Técnicas Prospectivas; 2) Técnicas Analíticas; 3) Técnicas Empíricas. (CYBIS, 2002)

Existem diversos métodos para a avaliação da usabilidade de uma interface computacional. Entretanto método nenhum é mais eficaz que outro. A excelência de uma avaliação está em mesclar corretamente os diversos métodos provindos das três técnicas descritas acima. De acordo com Moraes (1999, p 18) “a avaliação não está limitada a apenas um único método, pois considera-se que a conjunção das potencialidades de vários métodos pode gerar resultados mais confiáveis”.

### 2.4.3.1 Técnicas Prospectivas

As técnicas prospectivas são utilizadas para aumentar a efetividade das avaliações analíticas, orientando o especialista para a análise sobre os pontos problemáticos no sistema, na medida em que é o usuário a pessoa que melhor conhece o sistema, seus defeitos e qualidades em relação aos objetivos em suas tarefas.

#### 2.4.3.1.1 Questionário (survey)

O questionário é um “conjunto de perguntas sobre um determinado tópico que não testa a habilidade do respondente, mas mede sua opinião, seus interesses, aspectos de personalidade e informação biográfica” (YAREMKO e cols, 1986, apud GÜNTER, 1999).

O desenvolvimento de um instrumento questionário possui as seguintes sessões (Günter, 1999):

1. Bases conceituais e populacionais;

Qual o objetivo da pesquisa em termos dos conceitos a serem pesquisados e a população alvo?

O objetivo do estudo determinará os conceitos a serem investigado. A população alvo definirá os diferentes tipos de amostra.

2. Contexto social da aplicação do instrumento;

Diz respeito a como o pesquisador convence o respondente de que vale a pena participar da pesquisa.

3. Estrutura lógica do instrumento;

Uma estrutura bem pensada contribui significadamente para reduzir o esforço físico e/ou mental do respondente, além de assegurar que todos os temas de interesse do

pesquisador sejam tratados numa ordem que sugira uma “conversa com objetivo”, mantendo-se o interesse do respondente em continuar.

Um primeiro princípio de estruturação é partir do geral para o específico do menos pessoal para o mais pessoal. Um segundo princípio é seguir uma ordem lógica. Um terceiro princípio, implícito no segundo, sugere que itens da mesma temática fiquem juntos e recebam uma introdução que auxilie o respondente a concentrar-se na temática a ser tratada. Segundo Günter (1999) além dos princípios, ainda há três coisas que necessitam ser realizadas:

(a) Minimizar o custo para o respondente:

- i. Faça com que a tarefa pareça breve;
- ii. Reduza o esforço físico e o mental requeridos;
- iii. Elimine as possibilidades de embaraçamento;
- iv. Elimine qualquer implicação de subordinação;
- v. Elimine qualquer custo financeiro imediato.

(b) Maximizar as recompensas:

- i. Demonstre consideração;
- ii. Ofereça apreciação verbal usando uma abordagem consultativa;
- iii. Ofereça recompensas concretas;
- iv. Torne o instrumento interessante.

(c) Estabelecer confiança:

- i. Ofereça um sinal de apreciação antecipadamente;
- ii. Identifique-se com uma instituição conhecida e legitimada;

iii. Aproveite outros relacionamentos de troca.

#### 4. Elementos do instrumento;

A parte central de um instrumento *survey* são as perguntas pelas quais se tenta obter a informação desejada.

Fowler (1998) define um bom item como aquele que gera respostas fidedignas e válidas. Apresenta cinco características básicas:

- A. A pergunta precisa ser compreendida consistentemente;
- B. A pergunta precisa ser comunicada consistentemente;
- C. As expectativas quanto á resposta adequada precisam ser claras para o respondente;
- D. A menos que se esteja verificando conhecimento, os respondentes devem ter toda informação necessária;
- E. Os respondentes precisam estar dispostos a responder.

Para assegurar tais atributos, cada pergunta deve ser específica, breve, clara, além de escrita em vocabulário apropriado e correto.

As perguntas, a serem respondidas pelo instrumento *survey*, serão transformadas operacionalmente em variáveis e indicadores, apresentadas ao respondente em forma de itens. Dessa maneira, é perpassando os itens que se estabelece a relação entre objetivo de uma pesquisa e os conceitos pesquisados, enquanto as respostas representam o grau de conceituação que o respondente tem acerca do assunto sob investigação.

Adiante são apresentadas as escalas de mensuração:

- A. Escala Nominal – neste tipo de escala utilizam-se números ou símbolos somente para identificar pessoas, objetos ou categorias.
- B. Escala Ordinal – Numa escala ordinal além de identificarem pessoas, objetos ou categorias, números ou símbolos os ordenam numa dimensão subjacente. Exemplo para as ciências sociais seria hierarquização de preferências ou importância entre pessoas ou objetos, *status* social ou ordem de chegada. Desta forma pode-se determinar uma distribuição de frequência: quantas vezes uma categoria foi primeira, segunda terceira e quarta escolhida. A partir disso infere-se sua importância.
- C. Escala Intervalar – numa escala intervalar, as características não somente podem ser ordenadas conforme uma dimensão subjacente, mas os intervalos entre as alternativas têm tamanho conhecido e podem ser comparados.
- D. Escala Lickert – esta mensuração é mais utilizada nas ciências sociais, especialmente em levantamentos de atitudes, opiniões e avaliações. Nela pede-se ao respondente que avalie um fenômeno numa escala de, geralmente, cinco alternativas: aplica-se totalmente, aplica-se, nem sim nem não, não se aplica, definitivamente não se aplica.

É essencial realizar um estudo piloto para verificar se e como as perguntas estão sendo entendidas pela população alvo, a fim de validar o questionário. O questionário, depois de redigido, precisa ser testado antes da utilização definitiva, aplicando-se alguns exemplares em uma pequena população escolhida. As análises de dados, após a tabulação, evidenciarão possíveis falhas existentes (LAKATUS & MARCONI, 1997).

O pré-teste para Lakatus & Marconi (1997) serve também para verificar se o questionário apresenta três importantes elementos:

Fidedignidade – qualquer pessoa que o aplique obterá sempre os mesmos resultados.

Validade – os dados recolhidos são necessários à pesquisa.

Operatividade – vocabulário acessível e significado claro.

Alguns questionários de satisfação encontram-se disponíveis na Internet, como o QUIS – *Questionnaire for User Interaction Satisfaction* – Universidade Maryland (NORMAN, 1989) (<http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>)

#### 2.4.3.1.2 Observação Global

É empregada em estudos exploratórios e não tem planejamento e controle previamente elaborados. Consiste em recolher e registrar os dados da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais (LAKATUS & MARCONI, 1997).

#### 2.4.3.1.3 Grupo Focal

Grupo focal tem sido empregado em pesquisas mercadológicas desde a década de 50 e a partir da década 80, começaram a despertar o interesse dos pesquisadores em outras áreas do conhecimento, como as ciências Sociais, a Ergonomia, as Ciências Médicas, a ciência da informação, entre outras (DIAS, 2000).

O principal objetivo desta técnica é identificar percepções subjetivas, grau de satisfação, atitudes e opiniões dos usuários envolvidos. A técnica é realizada por meio de discussões entre seis e nove usuários, orientadas por um moderador, que interfere ou não na troca de idéias e comentários.

Para preparação desta técnica, é necessário que o moderador prepare uma lista de questões para serem discutidas. Além disto é necessário que o moderador tenha a habilidade de manter a discussão do grupo sem inibir o livre desenvolvimento das idéias, bem como, controlar para que as idéias de um único participante domine indevidamente as discussões (NIELSEN, 1993).

Esta técnica pode ser adotada também na elaboração de novas idéias, novos conceitos. Neste caso, os usuários são convidados a fornecer opiniões sobre uma interface existente e sugerir modificações para a sua melhoria. Desta forma agrega-se valor ao produto avaliado, atendendo às expectativas de seus usuários finais.

#### 2.4.3.1.4 Avaliação Cooperativa

Segundo Monk (1993) a avaliação cooperativa é um procedimento para obter dados sobre problemas experimentados ao se trabalhar com um protótipo de um *software*, de modo que realize mudanças para melhorá-lo. O que distingue este tipo de avaliação é a cooperação que ocorre à medida que usuários e *designers* avaliam o sistema juntos. Os usuários são encorajados a perguntar ao avaliador sobre o processo de interação com o sistema. O avaliador, por sua vez, questiona sobre o entendimento em relação ao sistema. A avaliação cooperativa funciona da seguinte forma: os usuários trabalham em tarefas representativas escolhidas pelo *designer* e, à medida que trabalham, eles explicam para o *designer* o que estão fazendo e fazem perguntas; o *designer* permite que o usuário cometa erros e utiliza suas perguntas para obter mais informações sobre problemas em potencial, comportamentos inesperados e comentários a respeito da interface são vistos como sintomas de problemas de usabilidade em potencial.

### 2.4.3.2 Técnicas Analíticas

Buscam prever erros de projeto de interfaces dispensando a participação direta dos usuários. É realizada por especialistas que diagnosticam os problemas de usabilidade. As técnicas são: (a) Avaliação Heurística; (b) Análise Hierárquica da Tarefa; (c) *Cognitive Walkthrough*; (d) Inspeção Ergonômica via *checklist*; (e) Inspeção Cognitiva.

#### 2.4.3.2.1 Avaliação Heurística

A Avaliação Heurística é uma técnica eficaz na melhoria da interação usuário-computador, além de possuir um baixo custo. Foi inicialmente proposta por Nielsen e Molich (1990), descreve um método no qual um pequeno grupo de avaliadores realizam um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces. Essa avaliação é realizada por especialistas em ergonomia, baseados em sua experiência e competência no assunto tendo como base os princípios heurísticos. Os avaliadores examinam o sistema interativo a procura de problemas que violem alguns princípios gerais do bom *design* de interface, diagnosticam ruídos, obstáculos ou barreiras que os usuários provavelmente encontrarão durante a interação.

É um excelente método para detecção de problemas de usabilidade. No entanto, por ser uma técnica subjetiva, exige um grupo de no mínimo três ergonomistas, de preferência de formações distintas, de modo a identificar a maior parte dos problemas ergonômicos das interfaces. (BASTIEN & SCAPIN 1993; NIELSEN 1999 e CYBIS 2002). No estudo de Nielsen & Molich (1990), os princípios utilizados foram:

- ✓ Usar linguagem simples e natural;
- ✓ Falar a linguagem do usuário;



- ✓ Minimizar a carga de memória do usuário;
- ✓ Ser consistente;
- ✓ Prover *feedback*;
- ✓ Prover saídas bem indicadas;
- ✓ Possibilitar uso de atalhos;
- ✓ Apresentar boas mensagens de erro;
- ✓ Prevenir erros

Shneiderman (1987) apresenta o que chamou de “*golden rules*”. *Golden rules* são princípios de projetos de interface derivados heurísticamente da experiência, e que ainda devem ser avaliados e refinados. São elas:

- ✓ Esforçar-se pela consistência;
- ✓ Possibilitar que usuários freqüentes usem atalho;
- ✓ Oferecer *feedback* informativo;
- ✓ Prevenir erros e modos simples de correção;
- ✓ Permitir fácil reversão de ações;
- ✓ Suportar pontos de controle interno;
- ✓ Reduzir a necessidade de uso da memória;
- ✓ Projetar um diálogo que possibilite um fechamento.

Em uma análise crítica sobre a utilização do método de Avaliação Heurística Winckler (2000) afirma que:

- ✓ O método é de fácil aprendizado
- ✓ O método mostra-se de fácil adaptação, permitindo que os avaliadores possam criar heurísticas específicas do domínio;

- ✓ Os avaliadores tendem a dar soluções para os problemas, comentando inclusive quais restrições do uso de tais soluções, dando margem a um melhor aproveitamento dos conhecimentos do profissional;
- ✓ O avaliador tem total liberdade de explanação e de investigação. Desta forma o avaliador pode inferir todo o seu conhecimento sobre o problema em si;
- ✓ A classificação dos problemas dá uma idéia clara de prioridade de solução;
- ✓ Há uma otimização no tempo de participação dos consultores no projeto.

Portanto a Avaliação Heurística é uma técnica imprescindível para uma ótima análise da usabilidade.

#### **2.4.3.2.2** Análise Hierárquica da Tarefa

A Análise Hierárquica da Tarefa é uma descrição pormenorizada da seqüência das ações necessárias para realizar uma tarefa específica de navegabilidade.

#### **2.4.3.2.3** *Cognitive Walkthrough*

Conforme Monk (1993) a técnica *cognitive walkthrough* é uma análise do processo cognitivo requerido para usar a interface e consiste no seguinte procedimento: o *designer* propõe uma tarefa hipotética para o usuário; o *designer* especifica as ações a serem realizadas para completar a tarefa e o efeito de cada ação tem na apresentação das respostas na tela; o *designer* responde às perguntas dos usuários a respeito das supostas metas e submetas do sistema e como isto se organiza em relação às ações requeridas e às mudanças na tela.

#### 2.4.3.2.4 Inspeção Ergonômica via *checklist*

“O *checklist* ergonômico é uma ferramenta ou técnica para avaliação da qualidade ergonômica de um *software*, que se caracteriza pela verificação da conformidade da interface de um sistema interativo com normas ou recomendações ergonômicas”. (MATIAS, HEEMANN e CYBIS, 1998)

As inspeções ergonômicas têm o sentido de vistorias baseadas em recomendações, através das quais profissionais não necessariamente especialistas em Ergonomia, como por exemplo, programadores e analistas, diagnosticam rapidamente problemas gerais e repetitivos das interfaces (JEFRIES e cols, 1991).

Neste tipo de técnica, ao contrário das avaliações heurísticas, são as qualidades da ferramenta (*checklist*) e não dos avaliadores, que determinam as possibilidades para a avaliação.

Segundo Cybis (2002) a utilização de *checklist* apresenta as seguintes potencialidades:

- a. Possibilidade de ser realizada por projetistas, não exigindo especialistas em interfaces usuário-computador, que são profissionais mais escassos no mercado. Esta característica deve-se ao fato do conhecimento ergonômico estar embutido no próprio *checklist*.
- b. Sistematização da avaliação, que garante resultados mais estáveis mesmo quando aplicada separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões/recomendações constantes no *checklist* sempre serão efetivamente verificadas;
- c. Facilidade na identificação de problemas de usabilidade, devido a especificidade das questões do *checklist*;

- d. Aumento da eficácia de uma avaliação, devido a redução da subjetividade normalmente associada a processos de avaliação;
- e. Redução do custo da avaliação, pois é um método de rápida aplicação.

#### 2.4.3.2.5. Inspeção Cognitiva

Para Kieras e Polson (1991, apud CYBIS 2003) esta técnica visa inspecionar os processos cognitivos que se estabelecem quando o usuário realiza a tarefa interativa pela primeira vez. No entanto a inspeção cognitiva é utilizada sempre que se deseja analisar os processos cognitivos, não importando se é a primeira vez. Baseia-se num modelo de como se desenvolvem as ações cognitivas dos usuários. Assim, visa avaliar as condições que um *software* oferece para que a pessoa faça um rápido aprendizado das telas e das regras de diálogo. A validade desta técnica está justamente em seu enfoque nos processos cognitivos. Para realizá-la o avaliador deve atentar para aquilo que o usuário conhece da tarefa e da operação de sistemas informatizados. Deve também conhecer o caminho previsto para a realização das principais tarefas do usuário.

#### 2.4.3.3 Técnicas Empíricas

As técnicas empíricas são originárias da Psicologia Experimental e são capazes de coletar dados quantitativos e/ou qualitativos a partir da observação do usuário interagindo com o sistema. Refere-se basicamente aos Ensaios de Interação (Teste de Usabilidade), Observações Sistemáticas e sessões com sistema espião.

#### 2.4.3.3.1 Ensaios de Interação ou Testes de Usabilidade

“Um ensaio de interação consiste de uma simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas de sua população alvo, tentando fazer tarefas típicas de suas atividades, com uma versão do sistema pretendido. Sua preparação requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário alvo e de sua tarefa típica, para a composição dos cenários que serão aplicados durante a realização dos testes”.(CYBIS, 2003, p.117).

Testar a usabilidade de uma interface é certificar-se de que os possíveis usuários utilizarão facilmente o sistema interativo.

Para Moura (1997) a tarefa de testar a usabilidade de um produto de *software* não é uma tarefa tão simples. Para se realizar um teste de usabilidade é necessário um grande número de técnicas e investimento em recursos, incluindo especialistas treinados trabalhando em laboratórios especiais e equipamento de registro sofisticado. Entretanto, mesmo o investimento mais simples, de um escritório ou sala de conferência, filmadora, cronômetro e bloco de notas envolve um grande número de técnicas.

Moura (1997) nos ensina como deve ser a montagem do cenário do ensaio de interação. A montagem possui três etapas:

(1) Análise preliminar

Reconhecimento do *software*

Pré-diagnóstico Ergonômico

(2) a definição dos cenários e da amostra

Reconhecimento do perfil do usuário;

Coleta de informações sobre o usuário e sua tarefa;

Definição de tarefas para o usuário.

### (3) Realização dos Ensaios

Obtenção da amostra de usuários;

Ajuste nos *scripts* e cenários;

Preparação dos ensaios;

Realização dos ensaios;

Coleta e análise dos dados;

Diagnóstico e relatório final.

O cenário ideal deve induzir à realização das tarefas, encobrendo a artificialidade do teste sendo realizado. Cada cenário deve dar aos participantes todas as informações necessárias para a execução da tarefa, estando diretamente ligado à situação que se quer criar. A idéia é fazer com que os usuários recrutados para o teste sintam-se como usuários reais, que estão usando o produto em seus ambientes naturais.

#### 2.4.3.3.2 Sistemas de Monitoramento

Sistemas de monitoramento ou “espões” são utilitários de *software* que permanecem residentes no ARTEFATO TECNOLÓGICO simultaneamente ao aplicado em uso. Trata-se de uma excelente técnica para realizar uma validação empírica da interação usuário-computador. Estes sistemas são concebidos de maneira a capturar e registrar todos os aspectos das interações em situação real de utilização.

Para o Cybis (2003, p.126 e 127):

“(…)esta técnica permite contornar dois inconvenientes dos ensaios de interação. Pois mesmo que os usuários estejam cientes dos testes, os sistemas espões não causam constrangimentos ao usuário e capturam as interferências causadas por sua realidade do trabalho. Por outro lado, não há como incentivar ou registrar as verbalizações dos usuários. Os sistemas espões apresentam também limitações de ordem técnica, relacionadas principalmente, a portabilidade das

ferramentas de espionagem face a diversidade de ambientes de programação existentes. A quantidade de dados a tratar pode se tornar muito grande. Dessa forma, a duração dos testes deve ser bem planejada pelos analistas.”

#### 2.4.3.3.3 Observações Sistemáticas

A observação sistemática realiza-se em condições controladas, para responder propósitos pré-estabelecidos. O observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação; deve ser objetivo, reconhecer possíveis erros e eliminar sua influência sobre o que vê ou recolhe (LAKATUS & MARCONI, 1997).

#### 2.4.3.3.4 Verbalização ou Protocolo Verbal

Esta técnica é utilizada com frequência durante testes empíricos de usabilidade, quando os usuários são solicitados a verbalizar seus pensamentos, sentimentos e opiniões enquanto realizam uma ou mais tarefas no sistema em avaliação. Trata-se de uma boa técnica de coleta de informações subjetivas.

Em função do perfil do usuário e do tipo de dado que se deseja coletar, a verbalização pode ocorrer simultaneamente, no momento em que o usuário interage com o sistema, ou em entrevista logo após a realização da interação. Essas duas variantes são denominadas, respectivamente, verbalização simultânea e consecutiva. Para usuários *experts*, o ato de falar enquanto realizam uma tarefa pode levar a uma sobrecarga mental a ponto de acarretar erros na interação, devida a velocidade em que interage com o sistema. Para este tipo de usuário sugere-se a verbalização consecutiva. Em viés, é possível que o usuário esqueça a origem ou causa de algum problema enfrentado durante o teste. Para solucionar este impasse, por exemplo, pode-se realizar a

verbalização consecutiva analisando, junto ao usuário, o conteúdo da fita de vídeo que registrou a interação.

Em compreendendo o trabalho para transforma-lo, Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg, Keguellen (2001), ergonomistas francofônicos de grande expressão, nos orientam sobre a necessidade de se recorrer às verbalizações em diferentes etapas de qualquer ação ergonômica:

- a) Nos primeiros contatos com o usuário, o objetivo é compreender as principais características da atividade, os constrangimentos sob as quais ela se realiza, suas flutuações e suas conseqüências mais evidentes para a saúde e para a produção. Nessa fase, o ergonomista descobre o funcionamento do sistema técnico tal como é apresentado pelo usuário, do ponto de vista do que este deve efetivamente realizar. O ergonomista se familiariza com o vocabulário profissional utilizado. Todas estas trocas vão contribuir para a elaboração das primeiras hipóteses e para a escolha dos momentos e dos métodos de observação que virão a seguir.
- b) No decorrer dos períodos de observação mais sistemática, as verbalizações vão permitir compreender melhor o desenvolvimento da atividade observada. Elas se referem então aos eventos que se produzem e às ações efetivamente realizadas. Assunto: constatações e os resultados provenientes das observações servem então de apoio às verbalizações. Modalidades precisas de coleta das verbalizações podem ser definidas. Além disto, as observações dos usuários poderão conduzir a ajustes ou correções na escolha dos observáveis e das condições de seu registro.



- c) No momento da interpretação dos resultados, as trocas com os usuários vão contribuir para a elaboração e validação do diagnóstico final.

Além de compreender melhor a atividade as verbalizações são imprescindíveis para que o ergonômista possa identificar a representação mental que o usuário possui do ARTEFATO TECNOLÓGICO. Entretanto, a qualidade das informações obtidas nas verbalizações dependerão das relações que o ergonômista consegue estabelecer com os usuários.

Nielsen em *Usability Engineering* (1993), resume, numa tabela, as principais vantagens e desvantagens dos principais técnicas comentadas nesta revisão de literatura. Reforço o comentário de que não se deve adotar um único método de avaliação sendo altamente recomendado a adoção de vários métodos que se complementem.

| Técnica   | No. De usuários | Principal Vantagem   | Principal desvantagem  |
|---|-----------------|--|--|
| Avaliação Heurística                            | Nenhum          | Encontra problemas individualizados de usabilidade.  | Não envolve usuários reais, logo não encontram “surpresas” relacionadas às suas necessidades.  |
| Observação em ensaios de Interação Verbalização | Mínimo 3<br>3-5 | Validação ecológica. Revela a interação real dos usuários na realização de tarefas.<br>Identifica problemas de interpretação do usuário. Teste barato. | Dificuldade de agenda com os usuários. Não há qualquer controle experimental.<br>Não natural para usuários. Difícil para usuários <i>experts</i> verbalizarem. |
| Questionário                                    | Mínimo 30       | Encontra preferências subjetivas dos usuários. Fácil replicação.   | Necessita de pré-teste para evitar problemas de interpretação das questões.  |
| Entrevistas                                     | 5               | Flexível, sonda atitudes e experiências dos usuários.  | Consome tempo. Difícil para analisar e comparar.   |
| Grupo Focal                                     | 6-9 por grupo   | Reações espontâneas e dinâmicas de grupo.  | Análise difícil. Baixa validade  |
| Sistemas de Monitoramento                       | Mínimo 20       | Detecta funcionalidades mais usadas ou ignoradas pelos usuários. Pode ser usado continuamente.   | São necessários programas de análise para uma grande massa de dados. Viola a privacidade do usuário.   |

Quadro 4 – Sumário das Técnicas de Avaliação da Usabilidade

## **CAPÍTULO 3 - MÉTODO DE PESQUISA**

### **3.1 Abordagem Metodológica**

A abordagem metodológica utilizada como fio condutor deste trabalho foi a Análise Ergonômica do Trabalho - A.E.T. de matriz francofônica proposto por Guérin e cols (2001).

Segundo Silvino (1999), Abrahão e Pinho (1999), Wisner (1994) e Abrahão (1993) a ergonomia possui dois objetivos que compõe a sua gênese: (a) produzir conhecimentos científicos sobre a inter-relação pessoa/trabalho e (b) formular recomendações, instrumentos e princípios orientadores da ação humana, a fim de transformar o contexto laborativo. Para tanto possui como metodologia própria a Análise Ergonômica do Trabalho – AET.

A base para Análise Ergonômica do Trabalho – AET originou-se de contradições entre estudos experimentais e o que se observa nas situações reais de trabalho. Ela conduziu os ergonomistas franceses a abandonar as situações experimentais em laboratório e a fazer das situações reais de trabalho o seu local de pesquisa. O ponto central da AET é o estudo da interação entre as pessoas e o sistema de trabalho por meio das atividades das pessoas, em todas as suas formas: física, mental, de comunicação, etc. Analisando as atividades e considerando, ao mesmo tempo, as características das pessoas observadas e os elementos do ambiente de trabalho e como eles são apresentados e percebidos pelas pessoas, podemos fazer emergir as causas que levaram ao desempenho degradado e, partir disso, formular as modificações necessárias (MARMARAS & PAVÁRD, 2000).

Segundo Abrahão (1993) a fundamental exigência científica reside na observação de situações reais de trabalho, não existindo um modelo pré-determinado de intervenção e sim princípios comuns, oriundos de conhecimentos gerais de ergonomia. Contudo, é justamente a análise da atividade efetiva de trabalho em situação real, que distingue a ergonomia das demais disciplinas e que a reveste de uma singularidade: a flexibilidade procedimental. De acordo com Ferreira (2000) é esta flexibilidade procedimental imposta pelas propriedades do objeto de investigação: a atividade de trabalho, que permite à ergonomia apreender, analisar e diagnosticar a dinâmica do trabalho, os problemas e dificuldades enfrentados pelos sujeitos e propor as transformações necessárias. A trajetória metodológica utilizada pela AET se flexibiliza em função das características e da natureza do objeto de análise. Essa premissa favorece a escolha dos procedimentos mais adequados, em função das características do objeto. (Sarmet, 2003).

A Figura 16 é uma adaptação do enfoque metodológico da "Análise Ergonômica do Trabalho - AET", proposto por Guérin e cols (2001). É ilustrado, de forma sucinta, as etapas e os procedimentos principais que caracterizam o trajeto metodológico.

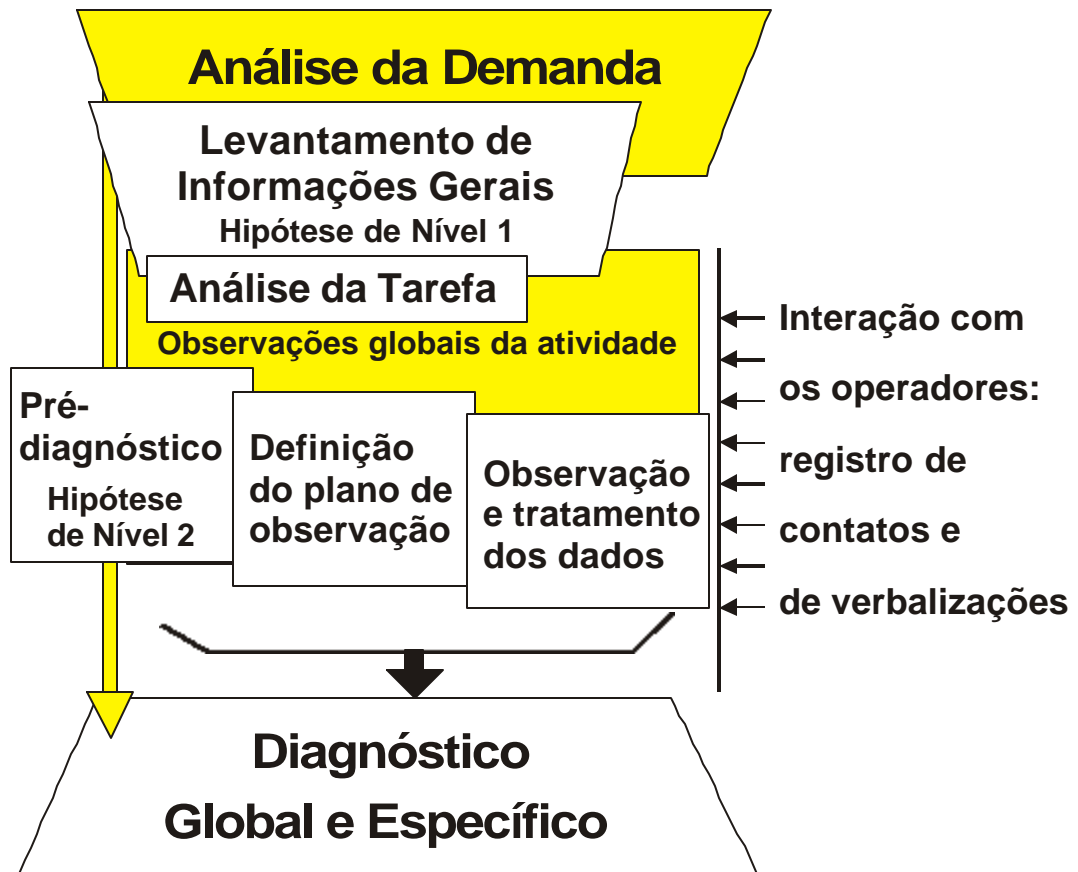


Figura 16 – Esquema metodológico Guérin (adaptado).

### Análise da Demanda

A intervenção ergonômica pressupõe uma demanda, desta forma, o processo é iniciado a partir da identificação dos elementos gerais da demanda formulada. Isto permite o procedimento de análise da demanda e do contexto, bem como, a reformulação da demanda quando esclarecidos os interesses com relação à proposta de intervenção ergonômica. (Abrahão, 1993).

Para Guérin e cols. (2001, p.89) “o ergonomista deve detectar a natureza dos outros problemas potenciais, interrogando-se sobre o grau de importância daqueles que

foram apontados, e reformular a demanda inicial numa problemática de natureza ergonômica, centrada na atividade de trabalho”.

O recorte da demanda é usualmente formulado num contexto de sistema determinista. Logo é imprescindível ao ergonomista analisar os diferentes pontos de vista sobre o funcionamento da Organização, mais especificamente (a) os resultados desta Organização, (b) as condições de trabalho e (c) a atividade real de trabalho.

Assim, uma *demanda inicial coloca um problema*, a ergonomia esclarece e propõe formas de intervenção. A partir deste esclarecimento, *aprofunda* os aspectos que permitem uma melhor *compreensão do contexto* onde se insere o trabalho. Tendo esgotado esta fase de análise e aprofundamento da demanda, passa-se à análise da tarefa e posteriormente à *análise da atividade* cujo objetivo é a análise real da atividade e das funções efetivamente utilizadas na realização da tarefa.

Neste estudo, para a análise da demanda, procedeu-se uma entrevista aberta com profissionais do Tribunal Superior Eleitoral – TSE onde foi colocada a preocupação destes profissionais com a interação do eleitor frente às novas modificações implementadas neste pleito: a dupla confirmação da votação e a utilização do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE. Assim sendo, seguiu-se uma Análise Contextual e Documental tanto da Instituição como das Organizações envolvidas no sistema eletrônico de votação, como também do ARTEFATO TECNOLÓGICO estudado.

### **Análise da Tarefa**

Segundo Maxwell (2000), a Análise da Tarefa é um termo genérico que representa métodos e processos a fim de aplicar a informação da tarefa para aperfeiçoar as decisões da engenharia. Para Abrahão (1993) são realizadas, nesta etapa, observações

globais e abertas da atividade, com objetivo de elaborar pré-diagnóstico, com hipóteses de nível 2, buscando identificar as variáveis que contribuem para solução dos problemas levantados na análise da demanda.

Na análise da tarefa considera-se o que a pessoa deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais para esta realização, ou seja, a análise das prescrições de trabalho, que nem sempre se coaduna com o trabalho realizado efetivamente em situação real. Em outras palavras a análise da tarefa integra a definição de modos operatórios e as instruções de trabalho.

A Análise da Tarefa foi subdividida em um estudo do processo técnico e em duas dimensões de análise: (I) dimensão intrínseca – orientada para as características técnicas e funcionais da interface em termos de coerência interna de funcionamento e de suas propriedades físicas e gráficas que estruturam a organização e apresentação das informações e (II) dimensão extrínseca – ligada às exigências técnicas da tarefa e aos objetivos, experiências e características dos eleitores. O conflito entre estas dimensões evidenciará os problemas de usabilidade da URNA ELETRÔNICA.

As técnicas utilizadas para Avaliação Intrínseca da Tarefa foram: (1) Avaliação Heurística; e (2) Inspeção Ergonômica via listas de verificação.

Na Avaliação Heurística e na Inspeção Ergonômica a interface foi avaliada segundo os seguintes critérios já descritos no capítulo 2: 1. Orientação (Presteza, Grupamento/ Distinção por Localização, Grupamento/ Distinção por Formato, Feedback Imediato, Legibilidade); 2. Carga de Trabalho (Concisão, Ações Mínimas, Carga Mental); 3. Controle Explícito (Ações Explícitas, Controle do eleitor); 4. Adaptabilidade (Consideração a experiência do eleitor); 5. Gestão de Erros (Proteção

contra os erros, Qualidade das mensagens, Correção de Erros); 6. Homogeneidade/ consistência; 7. Significado dos códigos; 8. Compatibilidade.

### **Análise da Atividade**

Esta etapa considera o comportamento em situação real, as estratégias operatórias que a pessoa efetivamente utiliza para executar uma tarefa. Segundo Abrahão (1993) a Análise da Atividade é o fio condutor da intervenção ergonômica. A abordagem ergonômica é centrada sobre o estudo da atividade real de execução da tarefa.

Para Abrahão (1993) a presença do ergonomista na situação de trabalho e durante a realização do mesmo, é um fator determinante. Essa presença constitui uma diferença fundamental entre a ergonomia e as outras abordagens do trabalho.

### **3.2 Características da Amostra**

Segundo Stevenson (1981, apud HAHN e FLORIANO JUNIOR, 2002) o universo de pesquisa ou população consiste no todo pesquisado, do qual se extrai uma parcela que será examinada e que recebe o nome de amostra. De acordo com Oliveira (1997) existem duas divisões no processo de amostragem: a probabilística estratificada e a amostragem não probabilística. Segundo Gil (1995) os tipos de amostragem probabilística mais usuais são: aleatórias simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapas. Dentre os tipos de amostragem não probabilística, os mais conhecidos são: por acessibilidade, por tipicidade e por cotas. Para este trabalho utilizou-se a amostragem por acessibilidade.

A amostra consistiu de 70 eleitores das zonas 224 e 74 da sessão 117, sendo 48,6% do sexo masculino e 51,4% do feminino. A faixa etária variou conforme ilustra a tabela 1.

| Faixa Etária      | Frequência | Porcentagem |
|-------------------|------------|-------------|
| 16 anos -25 anos  | 25         | 35,7%       |
| 26 anos – 35 anos | 20         | 28,6%       |
| 36 anos – 45 anos | 8          | 11,4%       |
| 46 anos – 55 anos | 11         | 15,7%       |
| + de 56 anos      | 6          | 8,6%        |
| Total             | 70         | 100%        |

Tabela 1 – Faixa etária da amostra.

A escolaridade da amostra mostrou-se baixa, como ilustra a tabela 2, sendo que 87,1% possuíam até o primeiro grau. Não fora encontrado nenhum sujeito que tivesse ingressado ou concluído o terceiro grau.

|                    | Frequência | Porcentagem | Porcentagem<br>Acumulativa |
|--------------------|------------|-------------|----------------------------|
| 1o.Grau Incompleto | 53         | 75,7%       | 75,7%                      |
| 1o.Grau Completo   | 8          | 11,4%       | 87,1%                      |
| 2o.Grau Incompleto | 3          | 4,3%        | 91,4%                      |
| 2o.Grau Completo   | 6          | 8,6%        | 100,0%                     |
| Total              | 70         | 100%        |                            |

Tabela 2 – Escolaridade da amostra.



Quanto à familiaridade computacional, a amostra apontou para uma certa familiaridade com a tecnologia da URNA ELETRÔNICA, apenas 10% da amostra nunca teve uma interação com este ARTEFATO (tabela 3). Entretanto em relação a outras tecnologias computacionais a amostra assinalou baixa familiaridade tanto à tecnologia computacional, apenas 12,5% utilizam (tabela 4) quanto aos TERMINAIS ELETRÔNICOS BANCÁRIOS onde 28,6% da amostra utiliza esse serviço (tabela 5).

|                  | Frequência | Porcentagem |
|------------------|------------|-------------|
| Nunca Votou      | 7          | 10,0%       |
| Votou Uma Vez    | 24         | 34,3%       |
| Votou Duas Vezes | 30         | 42,9%       |
| Votou três vezes | 9          | 12,9%       |
| Total            | 70         | 100%        |

Tabela 3 – Familiaridade com a URNA ELETRÔNICA.

|                                      | Frequência | Porcentagem |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| Nunca Utilizei                       | 54         | 77,1%       |
| Já Utilizei e não Utilizo mais       | 8          | 11,4%       |
| Utilizo uma/duas vezes por semana    | 3          | 4,3%        |
| Utilizo três/quatro vezes por semana | 3          | 4,3%        |
| Utilizo + de quatro vezes por semana | 2          | 2,9%        |
| Total                                | 70         | 100%        |

Tabela 4 – Familiaridade com COMPUTADOR.

|                                | Frequência | Porcentagem |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Nunca Utilizei                 | 46         | 65,7%       |
| Já Utilizei e não Utilizo mais | 4          | 5,7%        |
| Utilizo                        | 20         | 28,6%       |
| Total                          | 70         | 100%        |

Tabela 5 – Familiaridade com TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO.

### 3.3 Procedimentos

Para delimitação da demanda foram utilizadas as seguintes técnicas:

(1) Análise Contextual e Documental;

(2) Entrevistas com profissionais do Tribunal Superior Eleitoral – TSE, profissionais do Tribunal Regional Eleitoral do Distrito Federal – TRE/DF;

(3) Observações globais da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA.

As técnicas utilizadas para Avaliação Intrínseca na Análise da Tarefa foram:

(1) Avaliação Heurística;

(2) Inspeção Ergonômica.

As técnicas adotadas para a Avaliação Extrínseca da Análise da Tarefa e Análise da Atividade foram:

(1) Observações Globais e Sistemáticas da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA e ELEITOR-MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO;

(2) Inspeção Cognitiva;

(3) Entrevistas abertas e semi-estruturadas com profissionais da área de Informática do TSE, TRE-SC, TRE-DF, entrevistas abertas e semi-estruturadas com: profissionais da área de informática do TSE, TRE/DF, TRE/SC, mestrandos e

doutorandos de Informática e Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC, mestrandos e doutorandos de Psicologia e Desenho Industrial da UnB, mesários, escrutinadores, eleitores, e outros profissionais envolvidos no sistema de votação eletrônico;

- (4) Validação de Instrumento tipo survey;
- (5) Aplicação de Instrumento survey;
- (6) Análise da Atividade de interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA.

### **3.5 Instrumento**

A utilização de um instrumento *survey* se justifica em virtude da facilidade de aplicação e interpretação dos resultados. Assim, partindo dos objetivos traçados neste estudo, elaborou-se um instrumento capaz de abranger todas as questões levantadas. Para tanto, estruturou-se inicialmente o seguinte delineamento, a fim de que nenhum aspecto da pesquisa permanecesse descoberto:

- (1) A percepção subjetiva do eleitor quanto à facilidade de utilização da URNA ELETRÔNICA;
- (2) A percepção subjetiva do eleitor quanto à confiabilidade no sistema eletrônico de votação;
- (3) O grau de satisfação do eleitor quanto ao processo de votação eletrônico;
- (4) A estratégia operatória dos eleitores;
- (5) Características dos eleitores: (a) dados gerais – sexo, faixa etária; (b) nível de escolaridade; (c) familiaridade com a tecnologia computacional (URNA ELETRÔNICA, TERMINAL ELETRÔNICO e COMPUTADOR).

A partir do estabelecimento destes pontos a serem trabalhados na elaboração do questionário, analisaram-se as possibilidades de estruturação deste instrumento. Para identificar a estratégia operatória dos eleitores foi realizada uma questão fechada, do tipo dicotômica, que consiste em pergunta no qual o respondente escolhe sua resposta entre duas opções: sim e não. Optou-se também pela elaboração de perguntas com respostas em escala do tipo *Lickert*, onde o respondente é solicitado a escolher qual ponto da escala de valores melhor corresponde à sua opinião a respeito do que está sendo pesquisado. Por fim, verificou-se a necessidade de uma questão aberta para o respondente verbalizar o que desejar.

Participaram, para a construção do instrumento, 19 estudantes universitários da Universidade Federal de Santa Catarina, 10 do sexo masculino e 9 do sexo feminino e 20 eleitores com baixo nível de escolaridade sendo 14 do sexo masculino e 6 do feminino, entrevistados na Plataforma Rodoviária de Brasília.

Para a entrevista foi realizada uma apresentação do pesquisador, onde o nome, vinculação institucional e os objetivos da pesquisa eram esclarecidos. Após o consentimento verbal em participar, era solicitado que o indivíduo respondesse sobre a facilidade de utilização da URNA ELETRÔNICA, sobre as características de uma boa interação e sobre a qualidade do serviço oferecido pela URNA ELETRÔNICA.

Após o instrumento estar devidamente construído, foi realizada uma aplicação piloto, com o objetivo de verificar o seu grau de adequação. Participaram desta etapa do estudo 13 sujeitos, sendo 5 funcionários do Tribunal Regional Eleitoral do Distrito Federal e 6 estudantes da Universidade de Brasília, 7 do sexo feminino e 4 do sexo masculino, com idades variando entre 17 e 46 anos. Os respondentes foram

selecionados, em uma amostra de conveniência. Com isto, buscou-se coletar dados de categorias distintas da população para realizar uma reconfiguração do instrumento.

Em seguida, visando aprimorar o instrumento desenvolvido, realizou-se um pré-teste aplicado entre 30 de julho a 2 de agosto de 2002, no Tribunal Regional Eleitoral do Distrito Federal, contando com a colaboração de 16 pessoas, que analisaram os seguintes atributos: (a) vocabulário (quanto à compreensão das palavras e o sentido da pergunta), questões (quanto à demasia, escassez ou necessidade) e alternativas de respostas (quanto à demasia, escassez ou necessidade). Além disso, foi solicitado que os colaboradores fizessem críticas e sugestões quanto a qualquer aspecto percebido que fosse passível de aperfeiçoamento.

Para aplicar o instrumento survey o eleitor foi abordado da seguinte forma: “Sou pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina e estou realizando um trabalho sobre a qualidade do serviço oferecido pela URNA ELETRÔNICA. Gostaria de saber sua opinião sobre o seu uso destes terminais. Espero que suas informações possam auxiliar na melhoria do serviço oferecido pelos terminais de URNA ELETRÔNICA”.

Para realização dos cálculos estatísticos foi utilizado o *software* SPSS 10.

## **CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo são apresentados conjuntamente os resultados obtidos com a coleta de dados bem como a sua análise. Este procedimento objetiva articular os dados oriundos das diversas técnicas utilizadas.

### **4.1 Análise da Demanda:**

Após entrevistas com profissionais do Tribunal Superior Eleitoral – TSE a formulação da demanda ficou por assim construída: “avaliar a usabilidade da URNA ELETRÔNICA 2002 e do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE”. Num segundo momento, visando direcionar a escolha das situações a serem analisadas, a demanda sofreu um recorte e conseqüente reconstrução: “avaliar a usabilidade da URNA ELETRÔNICA 2002 e do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE, dando relevância a reação do eleitor frente à inserção do MIE e do comportamento do eleitor frente a confirmação dupla”.

### **4.2 Análise da Tarefa de Votação**

Como delineado no capítulo 3, a Análise da Tarefa se subdividiu em duas dimensões de análise: (I) dimensão intrínseca e (II) dimensão extrínseca.

#### **4.2.1 Análise da Dimensão Intrínseca da Tarefa:**

Para esta etapa foram utilizadas as técnicas de Avaliação Heurística e Inspeção Ergonômica via listas de verificação.

A Avaliação Heurística foi realizada pelos seguintes especialistas: Alexandre Silvino, Maurício Sarmet, Andréa Castello Branco, Sergio Luis dos Santos Lima e

Marcelo Júdice. Todos estes especialistas são ergonomistas com formação em Desenho Industrial e Psicologia, com pós-graduação e foco de atuação em ergonomia de sistemas informatizados. Foram realizados três encontros. O primeiro encontro aconteceu no TRE-DF e durou duas horas. O segundo encontro resultou em duas horas de análise da interação e foi realizado no Laboratório de Ergonomia da Universidade de Brasília – UnB. O último encontro teve como finalidade fechar a análise, durou uma hora e foi realizado no mesmo Laboratório com os seguintes resultados:

- a. A mensagem ‘voto nulo’ é muito pequena;
- b. Intermitência do “voto nulo” é alta sendo de 6 segundos. O recomendado varia de 2-5 Hz. Indicamos a intermitência de 2 Hz.
- c. A tela única para votação de senador não foi uma boa solução. O fato das fotografias e nomes aparecerem na mesma tela, provavelmente dificulta o entendimento por parte dos eleitores que muitas vezes poderão confirmar o voto nulo para o 2º senador tentando mudar de tela.
- d. O papel de *feedback* da votação do MIE possui uma péssima legibilidade, a fonte não é de serifa, é pequena e o espaçamento entre as linhas é curto, não obstante o espelho de visualização ainda distorce a leitura. Esta péssima qualidade ergonômica provavelmente causará conflitos de interação. A Figura 17 mostra dois votos impressos de *feedback* da votação, o papel da esquerda é de um voto impresso cancelado enquanto o da direita é de um voto válido. A Figura ilustra bem a qualidade ergonômica das informações inseridas.

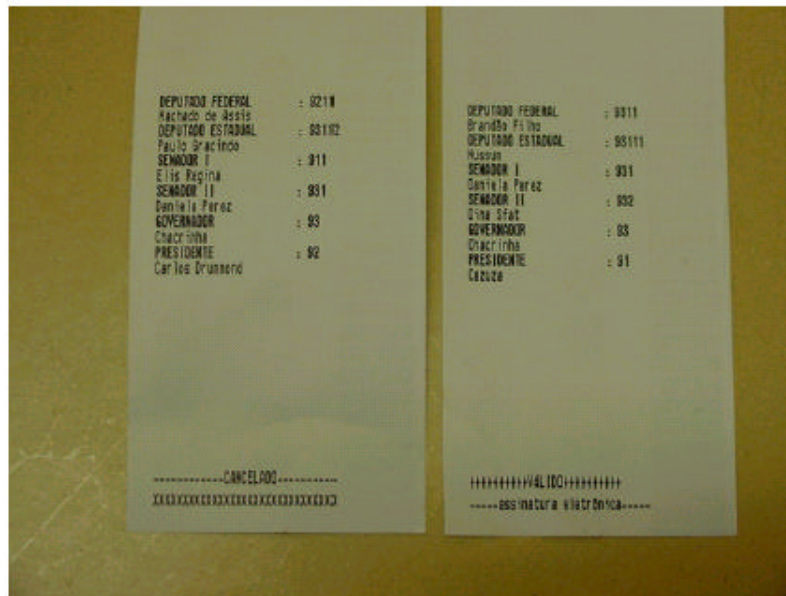


Figura 17 – Voto impresso.

Os resultados obtidos com a Inspeção Ergonômica encontram-se detalhados no relatório em anexo (ANEXO 2). Apresentam-se aqui, resumidamente, os Pontos Positivos encontrados por esta técnica e posteriormente as situações onde podem ocorrer conflitos de interação apresentada conjuntamente com sua respectiva taxonomia de problema de usabilidade.

Em seus aspectos positivos a interface da URNA ELETRÔNICA:

- ✓ Informa e conduz o eleitor a uma boa navegação.
- ✓ Facilita a aprendizagem e a utilização do sistema, permitindo que o eleitor tenha conhecimento, a qualquer momento de onde se encontra na seqüência de interação e de execução da votação;
- ✓ É concisa, reduz a carga mnemônica e perceptiva, proporcionando baixo tempo de leitura e eficiência de interação;



- ✓ Possui um bom posicionamento quanto aos itens, bem como uma característica gráfica que estabelece distinção entre diferentes classes da interação;
- ✓ É homogênea e consistente;
- ✓ Possui legibilidade clara e sucinta;
- ✓ Tem boa gestão de erros.

A seguir são sugeridas intervenções na interface da URNA ELETRÔNICA, encontradas pela técnica de inspeção ergonômica, que podem melhorar a interação ELEITOR-URNA:

- A. Colocar a taxa de intermitência de aviso de voto nulo entre 2 e 5 Hz;

Taxonomia de Nielsen: 4

- B. Manter os formatos de apresentação de dados consistentes (tela de senador);

Taxonomia de Nielsen: 3

- C. Realizar uma distinção melhor da ação voto nulo, que ao menos tenha a mesmo tamanho das outras fontes e que seja centralizado na tela;

Taxonomia de Nielsen: 2

- D. Corrigir apenas a última entrada de dados do eleitor (ex: o eleitor, após errar, tem que digitar novamente toda a numeração do candidato);

Taxonomia de Nielsen: 2

- E. Separar os parágrafos de texto por no mínimo uma linha em branco; (ex. a informação de CORRIGE ou CONFIRMA nos finais de todas as telas);

Taxonomia de Nielsen: 2

- F. Fornecer um posicionamento automático do cursor;

Taxonomia de Nielsen: 1

G. Subdividir campos numéricos de entradas de dados em grupos menores e pontuados pelo espaço;

Taxonomia de Nielsen: 1

#### **4.2.2 Análise da Dimensão Extrínseca da Tarefa**

As técnicas adotadas para a Avaliação Extrínseca da Análise da Tarefa foram:

Observações Globais e Inspeção Cognitiva

As observações globais da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA 2002 e a técnica de inspeção cognitiva foram realizadas conjuntamente e sempre com o apoio de funcionários dos Tribunais Regionais.

Observação Global 1 e Inspeção Cognitiva 1– Observação da interação realizada na Universidade Federal de Santa Catarina com 12 mestrandos e doutorandos de Informática e Engenharia de Produção e Sistemas durante uma hora e trinta minutos. Desta amostra foram realizadas duas inspeções cognitivas. Os resultados destas técnicas são pontuados conjuntamente abaixo:

1. Os sujeitos navegam com o olhar fixo no teclado da URNA ELETRÔNICA, e não na interface como se esperava;
2. Os sujeitos sentiram estranheza na tela de Senador. A poluição visual e a inconsistência desta tela pode gerar um problema de usabilidade;
3. Ao final da votação, alguns sujeitos focaram o olhar na impressora e por vezes esqueceram de confirmar pela segunda vez a votação;
4. Os sujeitos reclamaram da péssima visualização fornecida pelo MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO;
5. Um sujeito confirmou duas vezes quando desejava ter mudado o voto;

6. Um sujeito votou na legenda quando queria ter executado a ação de anular o voto.

Observação Global 2 e Inspeção Cognitiva 2 – Observação realizada com eleitores na Plataforma da Rodoviária de Brasília – DF, com duração de duas horas. A inspeção Cognitiva foi realizada com 6 sujeitos.

1. Os sujeitos, em sua grande maioria, focaram o olhar no teclado;
2. Alguns sujeitos confirmam o voto antes de olhar a interface da URNA;
3. A tela de votação para senador causou impacto (estranheza) na grande maioria dos sujeitos;
4. Os sujeitos encontram dificuldades de visualização do resumo da votação, provavelmente por uma dupla hipótese: (a) a tela de vidro da MIE causa distorções; (b) a fonte é pequena e as informações muito compactas;
5. Dois sujeitos votaram na legenda quando gostariam de anular o voto;
6. Um sujeito confirmou duas vezes, finalizando a votação, quando sua intenção era a modificação do voto que houvera anulado sem querer;
7. Dois eleitores, ao final da votação, focaram o olhar na impressora e por vez esqueceram de confirmar a votação;

Os resultados obtidos da verificação e confrontação das dimensões Extrínseca e Intrínseca na Análise da Tarefa geraram hipóteses secundárias assim formuladas:

H2 (1) – “O conflito de interação será evidenciado na visualização do espelho do voto impresso e na dupla confirmação”.

H2 (2) – “A poluição visual gerada pela tela de senador enviesa a intenção de voto”;

H2 (3) – “O eleitor ao tentar anular o voto pode estar votando na legenda”;

H2 (4) – “A intermitência longa do voto nulo induz o eleitor ao erro”.

Destas hipóteses geradas apenas a segunda hipótese secundária: “A poluição visual gerada pela tela de senador enviesa a intenção de voto” foi corroborada por documento da Justiça Eleitoral de Santa Catarina (ANEXO 4) onde demonstra que a votação para senador obteve disparidades em relação aos dados dos outros cargos (Quadro 3). Esta mesma disparidade foi encontrada em todas as Sessões Eleitorais de Santa Catarina pesquisadas.

|                      | <b>Abstenção</b> | <b>Votos Válidos</b> | <b>Branco</b> | <b>Nulos</b>  |
|----------------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Presidente           | 10,14 %          | 92,03 %              | 2,70 %        | 5,26 %        |
| Governador           | 10,14 %          | 91,98 %              | 3,84 %        | 4,18 %        |
| Senador              | 10,14 %          | <b>84,74 %</b>       | <b>7,42 %</b> | <b>7,83 %</b> |
| Deputado<br>Federal  | 10,14 %          | 93,45 %              | 4,35 %        | 2,20 %        |
| Deputado<br>Estadual | 10,14 %          | 95,16 %              | 3,20 %        | 1,65 %        |

Quadro 5 – Relatório de Votação \_ Laguna.

A hipótese H2 (1) “O conflito de interação será evidenciado na visualização do espelho do voto impresso e na dupla confirmação”, também foi corroborada e ainda será discutida na Análise da Atividade. As outras hipóteses secundárias necessitam, para sua comprovação, de ensaios de interação que serão propostos ao Tribunal Superior Eleitoral – TSE.

A hipótese H2 (3) – “O eleitor ao tentar anular o voto pode estar votando na legenda”, foi apresentada por Couto (1999) como uma conclusão de sua Análise

Estatística e por Nazário (2003) como um comentário. Esta hipótese merece uma pesquisa experimental.

#### Entrevistas abertas

Esta técnica foi utilizada para realizar a construção e validação do instrumento *survey*, analisar o processo técnico e verificar as vantagens, as queixas e os disfuncionamentos ocorridos no processo eleitoral, mais especificamente, esta técnica buscou realizar uma pesquisa qualitativa sobre as vantagens e desvantagens da inserção do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE nas eleições.

Quanto ao processo eleitoral, surgiram verbalizações negativas sobre o fato dos Juízes eleitorais, amparados na Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997 que estabelece normas para as eleições, em seu artigo 59, § 6º. Parágrafo este incluído pela Lei nº 10.408, de 10/01/2002 e assim redigido: “*Na véspera do dia de votação, o juiz eleitoral, em audiência pública, sorteará três por cento das urnas de cada zona eleitoral, respeitando o limite mínimo de três urnas por município, que deverão ter seus votos impressos contados e conferidos com os resultados apresentados pelo respectivo boletim de urna*”. (Grifos meus)

O sorteio das URNAS ELETRÔNICAS a serem conferidas na véspera da eleição pode gerar comentários negativos sobre o sistema de votação da URNA ELETRÔNICA, tal como Brunazo (2003) que em artigo “*Medidas Estúpidas de Segurança*”, publicado no site [www.votoseguro.org](http://www.votoseguro.org), afirmando que isso é o mesmo que “sortear na véspera de um jogo de decisão do campeonato quais jogadores passarão pelo teste anti-doping.”

A vantagem da inserção do MIE é a possibilidade de apuração da votação na seção em caso de falha nos procedimentos normais de contingência ou quando algum

procedimento é posto em xeque. Outra vantagem foi o oferecimento de *feedback* da votação do eleitor ao final da interação.

Quanto às desvantagens da inserção deste ARTEFATO, são muitas e estão pontuadas abaixo:

1. Maior tempo de duração da interação nas seções onde haviam o voto impresso ocasionando constrangimentos;
2. O eleitor, no momento da votação não deu muita importância ao MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE, realizando a votação como se não existisse o IMPRESSOR; como consequência foi reduzida a quantidade de eleitores que realmente conferiram o voto e significativo o número dos que saíram da cabina de votação sem realizar a dupla confirmação após a impressão do espelho, aumentando o tempo de votação e causando constrangimentos;
3. Aqueles eleitores que deram importância ao MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE, foram prejudicados pela baixa qualidade do espelho de visualização do voto. O espelho de visualização, ilustrado na Figura 18, possui uma lente de aumento que não amplia o suficiente e ainda causa distorções, sofre ofuscação da claridade do ambiente e da luminosidade da lâmpada do MIE, dificulta a interação principalmente para o deficiente físico, acarretando em conflitos de interação e contribuindo para o atraso na votação;

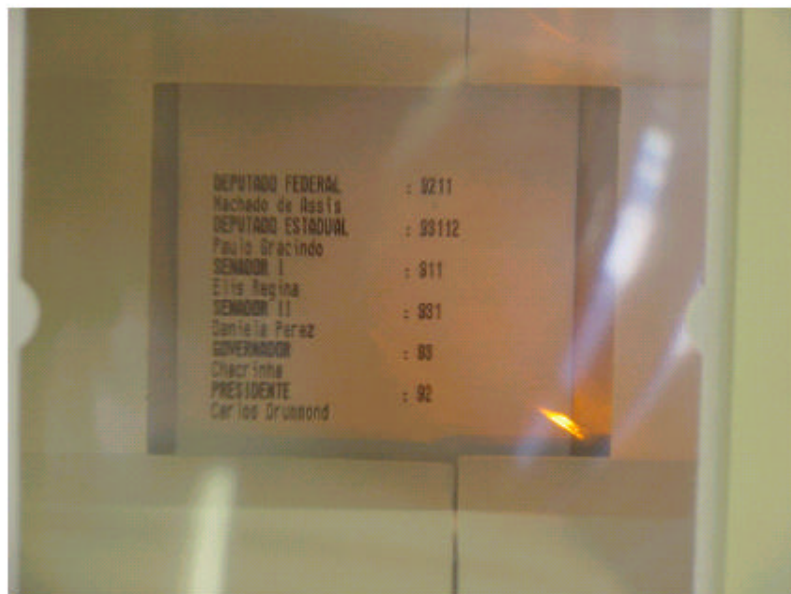


Figura 18 – Espelho de visualização do voto no MIE.

4. Dificuldade na visualização do voto impresso: tamanho da letra, o espaçamento entre as informações. Como pode ser visualizado na Figura 16, página 95.
5. Maior complexidade para a montagem das seções devidas: (a) ao transporte e manuseio dos MIEs pelos técnicos e mesários, mais especificamente pela dificuldade no encaixe do MIE com o TERMINAL DO ELEITOR;
6. O elevado número de panes no MIE, em grande parte devido ao atolamento do papel na impressão;
7. Maior solicitação de servidores do TRE, devido à locomoção destes às localidades com voto impresso;
8. Necessidade de mais espaço de armazenamento nas seções;
9. Provável aumento do custo ao erário público do processo eleitoral pelas aquisições de MIE; bem como pelo custo logístico (pessoal/veículos/apoio do TRE) nos municípios com voto impresso. Segundo o TRE-MG, foram

adquiridas 23.300 URNAS ELETRÔNICAS com MÓDULO IMPRESSOR ELETRÔNICO. Também segundo o TRE-MG, o custo unitário da URNA ELETRÔNICA 2002 com o MÓDULO IMPRESSOR ELETRÔNICO acoplado é de U\$ 440,00 enquanto o custo unitário da URNA ELETRÔNICA 2002 sem o MIE é de U\$ 350,00, assim, perfaz um custo adicional de U\$ 2.097.000,00 apenas com a aquisição deste ARTEFATO em 2002, excluindo-se deste total, ainda, o custo de logística. Caso o MIE seja implantado em todas as URNAS ELETRÔNICAS, que são mais de 400.000 unidades, este custo ultrapassará a cifra de cem milhões de reais.

As diversas disfuncionalidades encontradas na inserção deste ARTEFATO, que a Justiça Eleitoral pretende implantar em todas as URNAS ELETRÔNICAS até 2008 como uma obrigatoriedade (capítulo 2), atestam a fragilidade desta decisão.

### **4.3 Análise da Atividade de Votação**

A Análise da Atividade verificou as estratégias operatórias utilizadas pelos eleitores em situação real de interação, o tempo médio de interação, as dificuldades encontradas na interação com a URNA ELETRÔNICA e com o MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO, tanto dos eleitores quanto também dos profissionais envolvidos na realização do processo eleitoral. Para tanto foram realizadas diversas entrevistas com diferentes atores envolvidos no processo eleitoral e foi utilizado um protocolo de interação (ANEXO 1) que continha o tempo médio de interação, pesquisa de opinião e o questionário survey.

Na aplicação do questionário survey, foi entregue aos sujeitos uma escala de satisfação com notas que variavam de 0 a 10 (ANEXO 3), foi pedido aos eleitores que



dessem notas quanto à sua satisfação em relação ao processo eleitoral informatizado. As notas encontram-se distribuídas na Tabela 6 e na Figura 19, de onde se visualiza a grande satisfação dos eleitores: 92,9% deram a nota máxima.

|       | Frequência | Porcentagem |
|-------|------------|-------------|
| 4,00  | 1          | 1,4%        |
| 8,00  | 3          | 4,3%        |
| 9,00  | 1          | 1,4%        |
| 10,00 | 65         | 92,9%       |
| Total | 70         | 100%        |
| Média |            | 9,81        |

Tabela 6 – Satisfação dos Eleitores

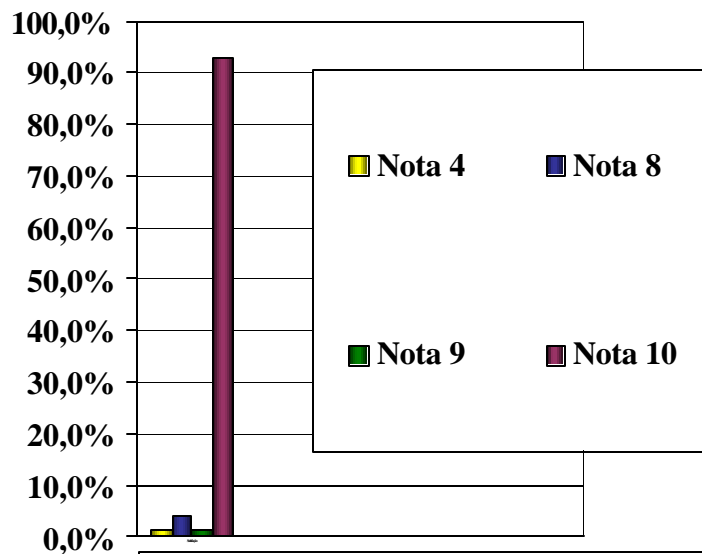


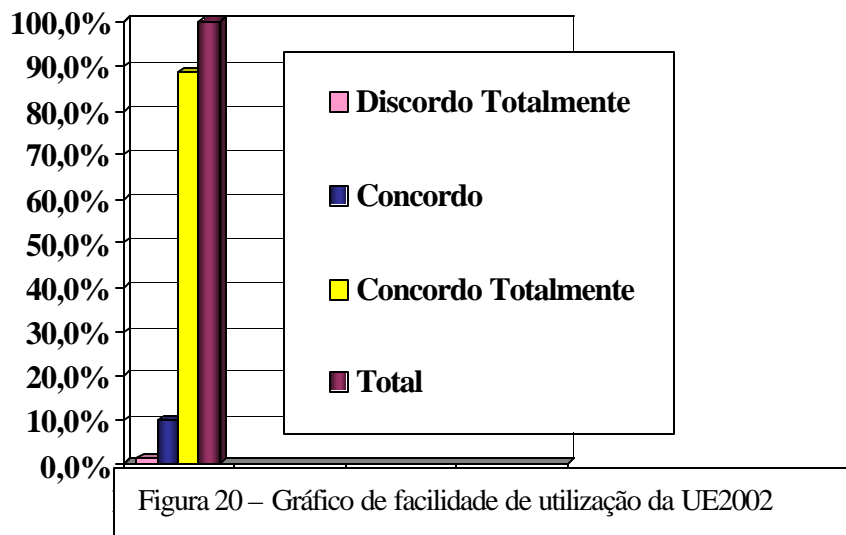
Figura 19 – Gráfico de satisfação dos eleitores

Outra escala foi entregue aos eleitores: a escala de concordância (ANEXO 3). Esta escala, tipo *Lickert*, possuía cinco pontos assim lançados: Discordo Totalmente, Discordo parcialmente, nem Discordo nem Concordo, Concordo parcialmente Concordo Totalmente. De posse desta escala foi perguntado ao eleitor se era fácil votar na URNA

ELETRÔNICA. Apenas 1,4% da amostra discordou da afirmativa, demonstrando que os eleitores, mesmo possuindo baixa escolaridade e pouca familiaridade com ARTEFATOS COMPUTACIONAIS, tiveram facilidade de utilização da URNA ELETRÔNICA (Tabela 7 e Figura 20).

|                     | Frequência | Porcentagem |
|---------------------|------------|-------------|
| Discordo Totalmente | 1          | 1,4%        |
| Concordo            | 7          | 10,0%       |
| Concordo Totalmente | 62         | 88,6%       |
| Total               | 70         | 100%        |

Tabela 7 – Facilidade de utilização da UE2002.



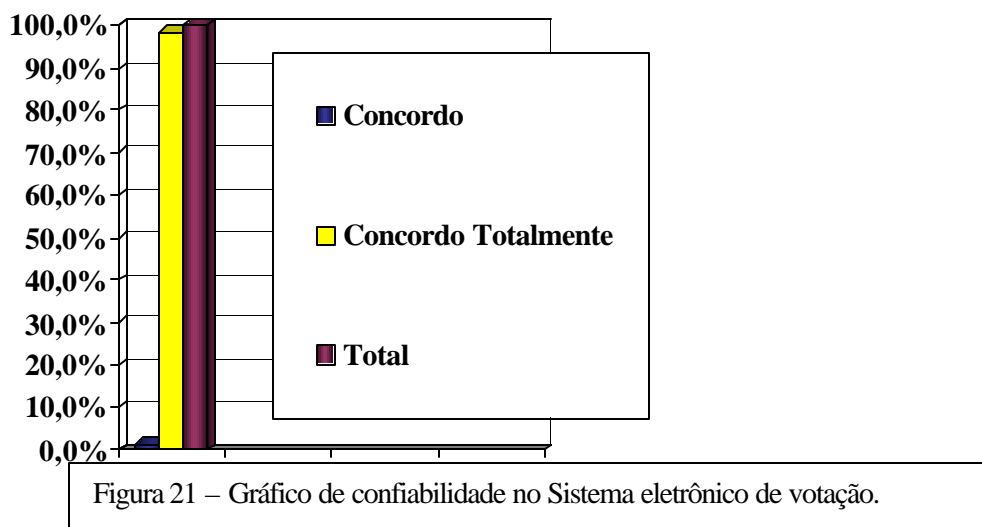
A altíssima satisfação e percepção subjetiva de facilidade de interação com a URNA ELETRÔNICA já são indícios de excelente usabilidade desta.

Seguidamente foi questionado ao eleitor, de posse desta mesma escala de concordância, à confiabilidade no sistema eletrônico de votação. Da amostra estudada nesta pesquisa, 98,6 % concordam totalmente quanto à confiabilidade (Tabela 8 e

Figura 21). Não houve quem discordasse ou que verbalizasse desconfiança quanto ao sistema eletrônico de votação. Isto coloca em cheque o argumento da Justiça Eleitoral em acrescentar o MIE nas URNAS ELETRÔNICAS como forma de sensibilizar os eleitores leigos quanto à confiabilidade no processo eleitoral (Capítulo 2).

|                     | Frequência | Porcentagem |
|---------------------|------------|-------------|
| Concordo            | 1          | 1,4%        |
| Concordo Totalmente | 69         | 98,6%       |
| Total               | 70         | 100%        |

Tabela 8 – Confiabilidade no Sistema eletrônico de votação.

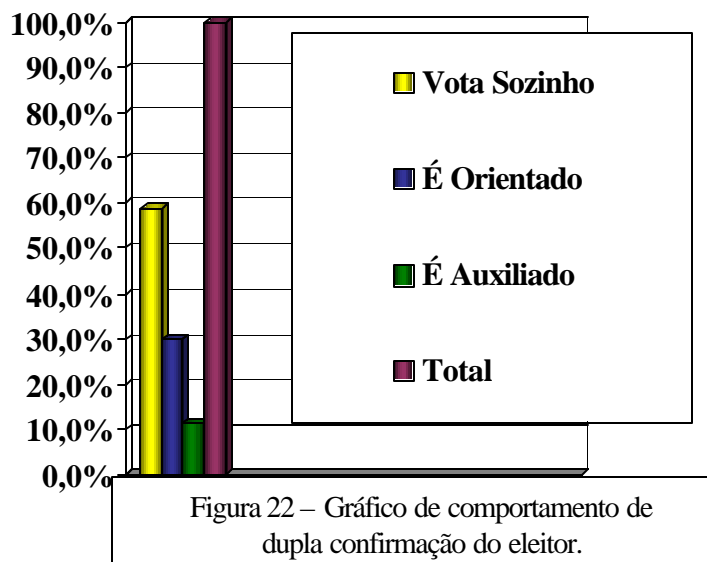


Uma dificuldade encontrada durante a interação com a URNA ELETRÔNICA foi a grande quantidade de eleitores que tiveram de ser auxiliados nesta interação: 41,4% (Tabela 9 e Figura 22). Isto ocorreu, principalmente, devido a inovação de ter que confirmar duas vezes a mesma votação. Todavia a análise ergonômica que tem por diferencial a análise da situação em tempo real mostrou que 11,4% dos eleitores foram auxiliados dentro da cabine. Prática esta ilícita, entretanto utilizada na realidade do

contexto de votação. Cabe à Justiça Eleitoral a ciência deste fato para que tome as devidas providências.

|   | Frequência | Porcentagem |
|---|------------|-------------|
| Vota Sozinho  | 41         | 58,6%       |
| É Orientado para confirmar novamente                  | 21         | 30,0%       |
| É auxiliado dentro da cabine para confirmar novamente | 8          | 11,4%       |
| Total   | 70         | 100%        |

Tabela 9 – Comportamento de Dupla Confirmação.



O tempo médio de interação na eleição foi de um minuto e quatorze segundos (Tabela 10), variando de vinte oito segundos a interação mais rápida para duzentos e sessenta e cinco segundos a mais demorada, coincidentemente foi este mesmo eleitor o único a discordar da facilidade de utilização da URNA ELETRÔNICA e um dos oito eleitores a não utilizarem a estratégia operatória proposta e difundida pelo Tribunal Superior Eleitoral – TSE que foi a dos eleitores levarem a “cola” para auxiliar a

memorização dos diversos dígitos numéricos (Tabela 11 e Figura 23). Esta estratégia, apoiada por um excelente treinamento e divulgação realizados pelo Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina – TRE-SC contribuíram em muito para o sucesso da votação no Estado de Santa Catarina.

| <b>Interação + Rápida</b> | <b>Tempo Médio</b> | <b>Interação + Lenta</b> |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| 28''                      | 74''               | 265''                    |

Tabela 10 – Tempo de Interação

|            | Frequência | Porcentagem |
|------------|------------|-------------|
| Trouxe     | 62         | 88,6%       |
| Não Trouxe | 8          | 11,4%       |
| Total      | 70         | 100%        |

Tabela 11– Estratégia Operatória.

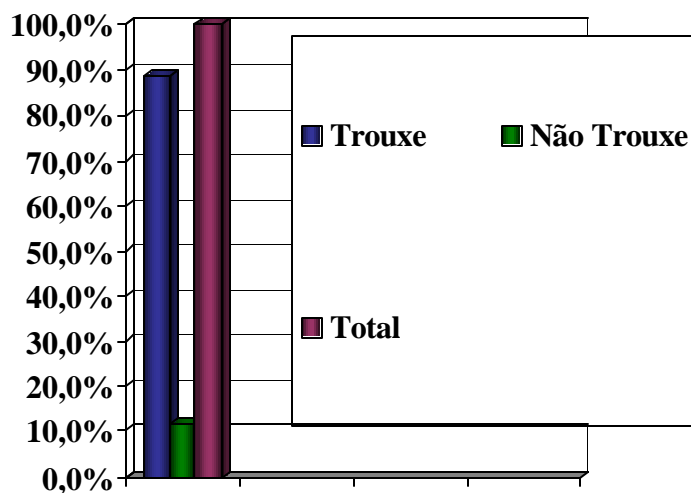


Figura 23 - Gráfico de Estratégia Operatória

Entretanto cabe uma breve ponderação quanto à utilização do termo “cola” que remete a uma representação de algo proibido, não recomendado a um Órgão Federal, entretanto que serve perfeitamente ao objetivo a que se propõe.

O próximo tópico da análise extrínseca versa sobre a utilização do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO - MIE pelo eleitor, foco principal da demanda delineada. A Tabela 12 e a Figura 24 mostram que apenas 24,4% daqueles eleitores que puderam ser visualizados interagindo com a URNA ELETRÔNICA conferiram o *feedback* da votação no MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE, sendo que 75,6% ignoraram as informações fornecidas pelo MIE. Destes que observaram, grande parte, mostraram comportamentos de estranheza ao visualizar a impressão. Denotando a ineficácia do ARTEFATO incorporado ao processo de votação. Pelo menos no que tange ao critério ergonômico de *feedback*.

|                 | Frequência | Porcentagem | Porcentagem Válida |
|-----------------|------------|-------------|--------------------|
| Sim             | 10         | 14,3%       | 24,4%              |
| Não             | 31         | 44,3%       | 75,6%              |
| Não Visualizado | 29         | 41,4%       |                    |
| Total           | 70         | 100%        | 100%               |

Tabela 12 – Conferiu o Voto no MIE.

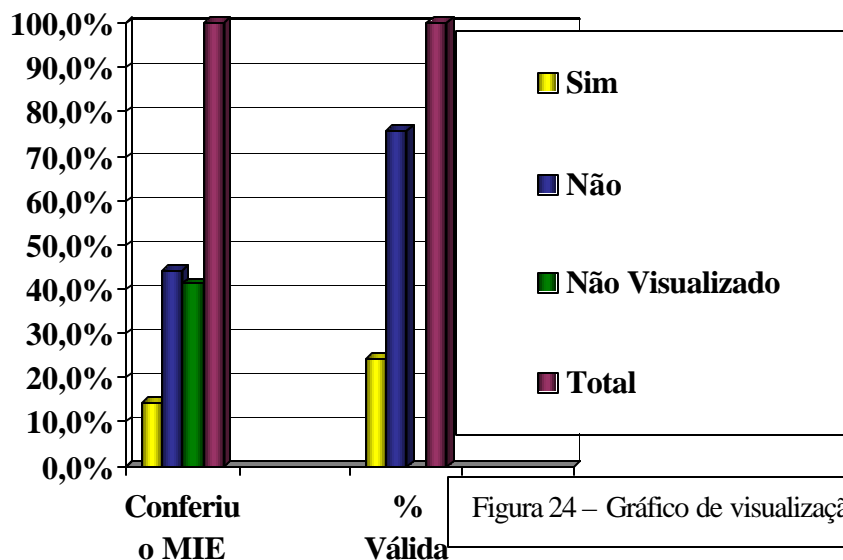


Figura 24 – Gráfico de visualização do MIE

A questão de estudo sobre as pessoas que possuem mais familiaridade com ARTEFATOS TECNOLÓGICOS possuem uma interação mais rápida com a UE foi corroborada pelas correlações realizadas entre o tempo de interação na votação e a familiaridade com outros ARTEFATOS TECNOLÓGICOS populares: o TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO e o COMPUTADOR.

Na correlação dos dados observou-se que dos eleitores que possuem familiaridade com o TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO, 66,7 % obtiveram uma interação rápida e apenas 4,2 % destes obtiveram uma lenta interação ( $X_2 = 6,694$ ;  $gl = 2$ ;  $p < 0,035$ ). Em contrapartida dos eleitores que não possuem familiaridade com o TERMINAL ELETRÔNICO BANCÁRIO, ou seja, nunca utilizaram este ARTEFATO TECNOLÓGICO, 92,3 % obtiveram uma lenta interação. Foi categorizado como interação rápida a votação realizada em menos de 1 minuto, como interação intermediária a votação realizada entre 1 minuto e 1 minuto e 30 segundos e como interação lenta a votação com a duração de mais de 1 minuto e meio.

A correlação dos dados do tempo de interação com a UE e a familiaridade com COMPUTADORES evidenciaram mais ainda a hipótese sobre a questão de que as pessoas que possuem mais familiaridade com outros ARTEFATOS TECNOLÓGICOS possuirão uma interação mais rápida com a URNA ELETRÔNICA. Daqueles eleitores que já utilizaram ou utilizam COMPUTADORES 87,5 % obtiveram uma interação rápida e 95,7 % daqueles que obtiveram uma interação intermediária e 92,3 % daqueles que obtiveram uma interação lenta jamais utilizaram este tipo de ARTEFATO TECNOLÓGICO ( $X_2 = 12,635$ ;  $gl = 2$ ;  $p < 0,002$ ).

Um outro dado interessante observado na correlação entre os dados demográficos foi razão inversamente proporcional entre idade e familiaridade com

ARTEFATOS TECNOLÓGICOS. Esse achado permite conjecturar que pessoas mais idosas possuem maiores dificuldades com a utilização de ARTEFATOS TECNOLÓGICOS, entretanto para validar esta hipótese, que me parece evidente, será necessária outra pesquisa com uma amostra estratificada.

Ao se analisar os resultados obtidos na análise da atividade de votação, estes apontam para algumas considerações relevantes. Em primeiro lugar, a amostra utilizada, de acessibilidade, não garante a representatividade e a generalização dos resultados de tal forma que se possa tecer comentários mais proveitosos. No entanto quanto à realização da pesquisa e a análise da usabilidade da UE 2002 e do MIE, acredita-se que tenha servido aos propósitos esperados, já foi possível identificar constrangimentos e as recomendações para otimização da interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA, bem como a recomendação para realização de uma pesquisa nacional.



## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

A URNA ELETRÔNICA apresenta uma ótima usabilidade. Não obteve nenhuma Barreira, apenas um Obstáculo, a dupla confirmação da eleição, e apresentou alguns Ruídos: (a) a inconsistência da tela de votação de Senador, que enviou a intenção de voto e (b) a informação de voto nulo na tela da interface da URNA, tanto a intermitência quanto o tamanho de sua fonte e a centralização na tela. Já o MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE apresentou uma péssima usabilidade e qualidade ergonômica. Os eleitores ignoraram as informações apresentadas no visor do MIE e aqueles eleitores que tentaram visualiza-lo, foram prejudicados pela qualidade do espelho de visualização de votos e pela falta de clareza (legibilidade) das informações no voto impresso. Outro problema de usabilidade foi a inserção da dupla confirmação, que causou constrangimentos na interação.

Os resultados demográficos sugerem que os problemas de usabilidade na interação PESSOA-TAREFA-ARTEFATO TECNOLÓGICO não é diretamente proporcional à escolaridade e sim à familiaridade.

Da necessidade do eleitor interagir com o artefato URNA ELETRÔNICA, o processo de votação eletrônico mobiliza, então, um processo de aquisição de aprendizagem que gera uma competência para a ação na população brasileira. Os modos operatórios dos eleitores são gerados através de uma regulação entre as representações que o eleitor possui, seu objetivo, seu estado interno, os meios disponibilizados pela URNA ELETRÔNICA e com os resultados obtidos na interação. Por conseguinte surge uma nova Estratégia Operatória. Quando a Estratégia já se reconfigura pode-se dizer que houve a aprendizagem, onde já ocorre, por parte do eleitor, a incorporação e a interpretação do novo ARTEFATO TECNOLÓGICO.

Assim sendo a URNA ELETRÔNICA contribui para a inserção da população brasileira na futura Era da Informação, gerando competência para o agir, diminuindo o impacto da inserção de novas tecnologias, incutindo uma alfabetização digital na população brasileira fornecendo a possibilidade desta obter um comportamento baseado em habilidades.

A estratégia operatória proposta pelo o TSE foi muito bem delineada e facilitou a interação ELEITOR-URNA ELETRÔNICA. Aqueles eleitores que não a utilizaram obtiveram problemas de usabilidade. Através dos resultados obtidos pela Análise Ergonômica e de usabilidade permitem concluir que a estratégia operatória bem delineada é capaz de transformar uma demanda cognitiva complexa em uma ação simples e familiar. Logo é válido pressupor que ergonomistas podem se preocupar com a questão de incluir em seus relatórios finais de análise cognitiva de tarefas complexas uma sugestão de Estratégia Operatória que busque facilitar a regulação dos indivíduos em sua atividade de trabalho. Provavelmente esta Estratégia será delineada no estudo do enfrentamento das complexidades realizadas pelos *experts* de cada domínio.

## **5.1 Recomendações**

### **A. Extinção do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE:**

Justificativa: as formas de auditoria da votação eletrônica podem e devem se manter no escopo do processo eletrônico, não havendo prejuízo à segurança e confiabilidade do sistema eletrônico de votação. A inserção deste ARTEFATO não contribui para usabilidade e nem contribui para a confiabilidade do eleitor no processo eletrônico de votação, demandando, ainda, custos financeiros e de logística.

Entretanto o *feedback* da votação é a única vantagem da inserção do MIE, assim recomenda-se manter a confirmação dupla ao final da votação e, entre estes modos operatórios, uma tela de feedback com a votação realizada pelo eleitor.

Na impossibilidade, por força do ambiente sócio técnico, de haver a extinção do

MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE:

- a. Melhora do MIE com relação ao próprio hardware, aumentando a robustez e a confiabilidade; evitando assim os atolamentos de papel e os problemas de encaixe;
- b. Melhora dos aspectos ergonômicos da MIE tais como: (a) modificar o espelho de visualização do voto; (b) melhorar a legibilidade: trocar a fonte, aumentar seu tamanho e o espaçamento entre suas respectivas linhas;

### **B. Realizar pesquisas aplicadas da interação**

Em uma primeira etapa para a cronometragem dos tempos médios de interação de cada tela. Em seguida a realização de outro ensaio de interação, com a interface já modificada, a fim de validar as sugestões de modificação na Interface da URNA ELETRÔNICA geradas no Capítulo 4.

O presente trabalho abordou a avaliação ergonômica da usabilidade da interação eleitor – UE 2002 e MIE. Os resultados mostraram que a URNA ELETRÔNICA possui uma ótima usabilidade e qualidade ergonômica em contraste com a péssima usabilidade e

qualidade do MÓDULO IMPRESSOR EXTERNO – MIE. No entanto, apesar da recomendação de extinção do MIE, é válido manter a sua vantagem ergonômica ao prover seus usuários finais com o *feedback* da votação. Para tanto indico que seja adicionada uma tela de *feedback* na interface de cristal líquido da URNA ELETRÔNICA. Essa inserção manteria o comportamento de confirmação dupla do eleitor, comportamento este que demandou mais tempo na interação do eleitor com a UE. Entretanto, numa relação custo-benefício, recomendo a tela de *feedback* da votação.

## **5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros**

Sugere-se a realização de pesquisas empíricas utilizando a técnica de ensaio de interação para verificar as hipóteses secundárias geradas na análise ergonômica e na recomendação da inserção de uma tela de *feedback* da votação, bem como para a verificação de existência de uma relação de causalidade entre a votação em nulo e o voto em legenda.

Sugere-se, também, que seja realizada uma pesquisa em todo o território nacional, com populações urbanas e rurais tendo como norte este trabalho. Para tanto segue em anexo (ANEXO 5) protocolo de interação, já reconfigurado para esta fase. Neste sentido pretende-se compreender as variáveis que compõe a atividade de votação, visto a limitação da amostra deste estudo evidenciada pela adoção, da população estudada, de apenas uma estratégia operatória: a preconizada pelo Tribunal Superior Eleitoral – TSE. Assim essa pesquisa provavelmente contribuirá para o aperfeiçoamento do serviço de padrão de qualidade oferecido até então pela URNA ELETRÔNICA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. I. & PINHO, D. L. M. (2002). As transformações do trabalho e desafios teóricos metodológicos da Ergonomia. *Estudos de Psicologia*, 7 (edição especial), 45-52.

ABRAHÃO, J.I. & PINHO, D. (1998). Teoria e Prática Ergonômica: Seus Limites e Possibilidades. Em: Paz, M.G.T. e Tamayo, A, (orgs). *Escola, Saúde e Trabalho: estudos psicológicos*. Editora Universidade de Brasília.

ABRAHÃO, J.I. (1993). Ergonomia: modelos, métodos e técnicas. Em 2º Congresso Latino-americano e 6º Seminário Brasileiro de Ergonomia, UnB/IP.

ALVES JR, R.T., LIMA, S.L.S. & FERREIRA, M.C. (1999). Atendimento clássico do "auto-atendimento"? Análise de um serviço bancário de atendimento ao público. Em Resumos do IX Congresso da Associação Brasileira de Ergonomia.

BASTIEN, C. (1991). Validation de Criteres Ergonomiques Pour L'evaluation D'interfaces utilisateurs. *Rapports de Recherche*, no 1427, INRIA-ROCQUENCOURT.

BASTIEN, C; SCAPIN, D.L. & LEULIER, C. (1996). Looking for Usability Problems With the Ergonomic Criteria and the ISO 9241-10 dialogue principles, em *Proceedings of CHI'96*. Vancouver. Canadá.

BODART, F. & VANDERDONCKT, J. (1993). *Guide Ergonomique de la Présentation des applications hautment interactives*. (1ª ed.) Namur, Belgique: Presses Universitaires de Namur.

BRUNAZO, A. F. (2003). Medidas Estúpidas de Segurança. Disponível em <http://www.votoseguro.org>. Acesso em 10/12/2003.

CAÑAS, J.J. & WAERS, Y. (2001). Ergonomia Cognitiva – Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información. Ed. Medica Panamericana.

COUTO, I.C. (1999). Avaliação Ergonômica de Interfaces da “Urna Eletrônica” com o Eleitor Utilizada no Processo Eleitoral Municipal Brasileiro de 1996. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção – UFSC.

CYBIS, W.A.(1998,a). A Interferência das Novas Tecnologias e os Perigos de sua Generalização: uma Avaliação Ergonômica do Voto Eletrônico no Brasil. LabIUtil, Laboratório de Utilizabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, Relatório Técnico.

CYBIS, W.A.; PARIZOTTO, R. (1998,b). Guia de Estilos Para Sistemas de Informações em Ciência e Tecnologia Via Web, 4o. Congresso Latino Americano de Ergonomia.

- CYBIS, W.A. E COLS (1998,c). Estudo de Exploração de Técnicas Preditivas de Avaliação, 4o. Congresso Latino Americano de Ergonomia.
- CYBIS, W.A.; MATIAS, M. & HEENANN, V. (1998,d). Avaliação Ergonômica de Interfaces de Bases de Dados Por Meio de Checklist Especializado, 8o. Congresso Brasileiro de Ergonomia.
- CYBIS, W.A.; PARIZZOTTO, R. & AZEVEDO, G.D.F.(2000). Avaliação de Usabilidade de Escritório: Uma Perspectiva Ergonômica. Comissão de Estudos CE-21:101.08 Ergonomia de Software. Curitiba.
- CYBIS, W.A.; PIMENTA, M.S.; SILVEIRA, M.C. & GAMEZ, L.(2000). Uma Abordagem Ergonômica para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos. I Encontro Pan Americano de Ergonomia.
- CYBIS, W.A.(2002). Ergonomia de Interfaces Homem-Computador. Apostila para o curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção -Universidade de Santa Catarina, Florianópolis. (última atualização 05/11/2002) disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br>. Acesso em 12/12/2002.
- CYBIS, W.A.(2003). Engenharia de Usabilidade, uma Abordagem Ergonômica - Universidade de Santa Catarina, Florianópolis. disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br>. Acesso em 20/05/2003.
- DIAS, C. A. (2000). Grupo Focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. Informação e Sociedade, v.10, no.2 <http://www.informacaoesociedade.ufpb.br/1020006.pdf> . Acesso em 10/12/2001.
- DILLON, A. (1997). Introduction to Human –Computer Interaction (HCI). Em <http://memex.lib.indiana.edu/hcilab/1542syll.html>. Acesso em 10/10/2002.
- FERREIRA, M.C., CARVALHO, R. S. & SARMET, M. M.(1999). Ergonomia do serviço de atendimento ao público: Um estudo de caso. Em Resumos do IX Congresso da Associação Brasileira de Ergonomia.
- FERREIRA, M.C. (1997). Conflito de interação instrumental e falência cognitiva no trabalho bancário informatizado. Em Revista Produção, vol. 7, no 2, pp. 203-219, UFMG, Belo Horizonte - MG.
- FERREIRA, M.C. (1999,a). A "Síndrome de Utilizabilidade". Jornal Correio Brasiliense, Caderno de Informática, 1o de junho de 1999. Brasília - DF.
- FERREIRA, M.C.(1999,b). Serviço de Atendimento ao Público: O que é ? Como analisá-lo? Esboço de uma Abordagem Teórico- Metodológica em Ergonomia. Revista Multitemas, UCDB.
- FERREIRA, M.C. (2000). Atividade, Categoria Central na Conceituação de Trabalho em Ergonomia. Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília – UnB.

- FOWLER, F. J. (1998). Design and evaluation of survey questions. Em L. Bickman & D. J. Rog (Eds.), Handbook of applied social research methods (pp. 343-374). Thousand Oaks, CA: Sage.
- GIL, A.C. (1995). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. Ed. ATLAS S.A. – São Paulo.
- GONÇALVES, R.M. & FERREIRA, M.C. (1999). Home-pages e o serviço de atendimento ao público. Em Gazeta Mercantil, p. 2, quinta-feira, 15 de julho.
- GUÉRIN, F; LAVILLE, A., DANIELLOU F., DURAFORG J. & KEGUELLEN A. (2001). Compreender o Trabalho para Transformá-lo. A Prática da Ergonomia. Ed Edgar Blücher LTDA. São Paulo.
- GÜNTER, H. (1994). Desenvolvimento de Instrumento para Levantamento de Dados Survey, Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília – UnB.
- GÜNTER, H. (1998). Algumas Sugestões para a Elaboração de um Relato de Pesquisa, Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília – UnB.
- GÜNTER, H. (1999), Como Elaborar um Questionário, Instituto de Psicologia. Universidade de Brasília – UnB.
- HAHN, M.H., FLORIANO JUNIOR, P.R.(2002). Nível de Satisfação dos Eleitores do Estado de Santa Catarina em Relação ao Sistema de Votação Eletrônica. Tribunal Regional Eleitoral de Santa Catarina. Projeto de Pesquisa. Disponível em: <http://www.tre-sc.gov.br/eleicoes>. Acesso em 21/07/2003.
- HOLLNAGEL, E. (1997). Cognitive Ergonomics: It's all in the Mind. Ergonomics, 40 (10): 1170-1182.
- ISO 9241 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, part 1 General Introduction; International Standard ISO 9241-1
- ISO 9241 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, part 1 General Introduction; International Standard ISO 9241-11.
- ISO 9241 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, part 14; Menu dialogues; Draft International Standard ISO 9241-14.
- ISO 9241 (1993). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, part 16; Direct Manipulation Dialogues; Draft International Standard ISO 9241-16.
- JEFFRIES, R.; MILLER, J.; WHARTON, C. & UYEDA, K.(1991). User Interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. Em CHI 91 Human Factors in Computing Systems, New Orleans.
- LAKATUS, E.M. & MARCONI, A.M. (1991). Fundamentos de Metodologia Científica. Ed. Atlas – São Paulo.

- LE-NY, J-F. (1994). Les representations mentales. Em M. Richelle, J. Requin, & M. Robert (Eds), *Traité de Psychologie expérimentale*, vol.2, chap. V/1. Paris: PUF.
- LIMA, S.L.S.; DEMÉTRIO, D.B.; FERRARI, S.; CABRAL, D.; COSTA, V. (2002). *Análise Ergonômica da Urna Eletrônica Brasileira*. Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.
- MATIAS. M. (1995). *Checklist: uma ferramenta de suporte à avaliação ergonômica de interfaces*. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção Florianópolis:
- MARMARAS N. & KONTOGIANIS, T. (2001). Cognitive Task. Em: G. Salvendy, *Handbook of Industrial Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- MARMARAS N. & PAVARD B. (2000). Problem-driven approach to design of information Technology Systems Supporting Complex Cognitive Tasks. *Cognition, Technology & Work*, Springer-Verlag London Limited (1:222-236).
- MAXWELL, K.J. (2000). High-Level Task Analysis: Mental Components. Em *The Biomedical Engineering Handbook: Second Edition*. Ed. Joseph D. Bronzino. Boca Raton: CRC Press LLC.
- MOON, J.Y. & KIM, J. (1997). Emotional Usability of Customer Interfaces – Focusing on Cyber Banking System Interfaces. Disponível em URL <http://www.acm.org/sigchi/chi97/proceedings/short-talk/jki.htm> Acesso em 10/09/1999.
- MONK, A.; WRIGHT, P.; HABER, J. & DAVENPORT, L.(1993). *Improving your human-computer interface: a practical technique*. New York, Prentice Hall.
- MONTMOLLIN, M. (1995). *Vocabulaire de l'Ergonomie*. Toulouse: Octarés Éditions.
- MORAES, A.; AGUIAR, J. & PINHEIRO, V.B.; (2000). Ergonomia e Usabilidade de Interfaces: Avaliação Heurística do Diálogo Pesquisador-Computador, 1o. Encontro Pan-Americano de Ergonomia.
- MORAES, A.; SANTOS, R.; EUSTÁQUIO, J.R.(1999). Usabilidade de Interfaces: Ergonomização do Diálogo Pesquisador-Computador, 5o. Congresso Latino Americano de Ergonomia.
- MORAES, A. (2002). *Design e Avaliação de Interface: Ergodesign e interação humano-computador*. R.J.:iUsEr. 148p.
- MUÑOS, I.K. (2000). *Validação do Formalismo TAOS para a Análise da Tarefa no Contexto da Concepção de Interfaces Homem Computador*. Dissertação de mestrado apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande.
- NAZÁRIO, D.C. (2003). *Uma Análise da Segurança da Urna Eletrônica Brasileira*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação – UFSC.



- NIELSEN, J. & MOLISH, R. (1990). Heuristic Evaluation of user interfaces. Pro. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1-5/05/1990), p. 249-256.
- NIELSEN, J. (1993). Usability Engineering. Boston, MA AP Professional Ed. Academic Press.
- NIELSEN, J. (1999). Ten Usability Heuristic. In Nielsen, J. & Mack, R. (eds) Usability Inspection Methods. New York: John Wiley & Sons. Disponível em URL <http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic.html>.
- NORMAN, D.A., (1983). Some Observations on Mental Models. Mental Models, 7-14. Editado por Dedre Gentner & Albert Stevens, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.
- NORMAN, D.A., (1984). Cognitive Engineering principles in the design of human-computer interfaces. Em G. Salvendy (Eds.), Human Computer Interaction Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- OLIVEIRA, S.L. (1997). Tratado de Metodologia Científica. Ed. Pioneira. São Paulo.
- PADOVANI, S. (2002). Avaliação Ergonômica de Sistemas de Navegação em Hipertextos Fechados. Em Design e Avaliação de Interface: Ergodesign e interação humano-computador / Organizadora Anamaria de Moraes. R.J.:iUsEr
- PARIZOTTO, R. (1997). Elaboração de um Guia de Estilos para Serviços de Informações em Ciência e Tecnologia Via Web. UFSC.
- PBQP-SSQP/SW (2000) Qualidade e Produtividade em Software.
- PINHO, D. & ABRAHÃO, J.I. (2003). As estratégias operatórias e a gestão da informação no trabalho de enfermagem no contexto hospitalar. Revista Latino-Americana de Enfermagem. V.11, nº 2, p.168-176.
- RABARDEL, P. (1995). Les hommes & les Technologies. Approach cognitive des instruments contemporains. Armand Colin, Paris.
- RASMUSSEN, J. (1983). Skills, rules, and knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models. IEEE Trans Syst Man Cybernet SMC-13: 257.
- RASMUSSEN, J. (2000). Human Factors in a Dynamic Information Society: where are we heading?. Ergonomics, 43(7) 869-879.
- SARMET, M.M. & SILVINO, A.M.D. (2002). Elaboração de um instrumento para validação de páginas de Internet: a perspectiva do usuário. Em: Anais do Abergó 2002 – VII Congresso Latino-Americano, XII Congresso Brasileiro. Recife. Pôster 040. 1 CD-ROM.

- SARMET, M.M. (2003). Análise Ergonômica de Tarefas Cognitivas Complexas Mediadas por Aparato Tecnológico. Dissertação não publicada apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília. UnB, Brasília.
- SANTOS, R.L.G. (2000). Usabilidade e Métodos de Avaliação de Usabilidade de Interfaces WEB.
- SANTOS, R.L.G. (2002). Abordagem Heurística para Avaliação da Usabilidade de Interfaces. Em Design e Avaliação de Interface: Ergodesign e interação humano-computador / Organizadora Anamaria de Moraes. R.J.:iUsEr
- SCAPIN, D.L., (1986). Guide Ergonomique de Conception des Interfaces Homme-Machine. Rapports Techniques, no. 77, INRIA-ROCQUENCOURT.
- SHNEIDERMAN, B. (1987). Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction (1ª ed.). Addison-Wesley Publishing Company.
- SILVA, E. J. (1999). Projeto de Interfaces Homem-Máquina. Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Software. PUC-MG/ IEC.
- SILVA, M. C. (2002). Voto Eletrônico: É mais seguro votar assim? Florianópolis, Ed. Insular.
- SILVINO, A.M.D. (1999). A Análise Ergonômica do Trabalho como suporte à formação profissional: a articulação entre estratégia operatória e expertise. Dissertação não publicada apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília. UnB, Brasília.
- SILVINO, A.M.D. & ABRAHÃO, J.I. (2003). Navegabilidade e inclusão social: usabilidade e competência. Revista de administração de empresas (FGV).
- STERNBERG, R.J. (2000). Psicologia Cognitiva. Porto Alegre: Ed. ArtMed.
- TEIGER, C. (1993). Représentation du travail, travail de la représentation. Em A. Weill-Fassina, P. Rabardel e D. Dubois (orgs). Représentation pour l'action. Toulouse: Octarès Editions.
- VERGARA, W.R.H.(1997). Análise da Atividade: a Extração de Conhecimentos, disponível em URL <http://www.scielo.br/cgi-bin/ibpe/fbtext?...id=so102-79721997000100012&ing=pt&nrm=iso>
- VICENTE, K.J. (1999). Cognitive Work Analysis: toward safe, Productive, and Healthy Computer-Based Work. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- WEILL-FASSINA, A. (1990). A Análise dos Aspectos Cognitivos do Trabalho. Tradução da Introdução do Livro "Les Analyses du Travail. Engeux et Formes. Cerea: Paris. Nº 54:193-198. Texto pedagógico do Laboratório de Ergonomia – PST/IP/UnB.

WEILL-FASSINA, A., RABARDEL, P. & DUBOIS, D.(1993). Introduction. Em A. Weill-Fassina, P. Rabardel e D. Dubois (orgs). Représentation pour l'action. Toulouse: Octarès Editions

WINCKLER, M.A.A.; NEMETZ, F. & LIMA, J.V.(2000). Estudo de Caso da Aplicação do Método de Avaliação Heurística em um Projeto Multidisciplinar.

WISNER, A. (1987). Por Dentro do Trabalho. Ergonomia: método e técnica. Tradução Flora Maria Gomide Vezzà. São Paulo:FDT: Oboré, 1987.

WISNER, A. (1994). A Inteligência no Trabalho. Textos Seleccionados em Ergonomia. São Paulo: FUNDACENTRO.

Documentos Eletrônicos:

Guia de Estilos e Ergolist : [www.labiutil.in.ufsc.br](http://www.labiutil.in.ufsc.br)

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis?L9504.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis?L9504.htm)

<http://www.tre-sc.gov.br/eleicoes>

<http://www.tre-df.gov.br>

<http://www.tre-sp.gov.br>

<http://www.tre-mg.gov.br>

<http://www.tse.gov.br>

<http://www.certi.org.br>

<http://www.votoseguro.org>