

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Ciências e Tecnologia**  
***Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica***

**Validação de uma Metodologia  
de Projeto de Interfaces  
Usuário-Computador**

*José Eustáquio Rangel de Queiroz*

Campina Grande - PB  
Julho - 1994

**Validação de uma Metodologia  
de Projeto de Interfaces  
Usuário-Computador**



*José Eustáquio Rangel de Queiroz*

# **Validação de uma Metodologia de Projeto de Interfaces Usuário-Computador**

*Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para a obtenção do grau de  
Mestre.*

**Área de Concentração: Processamento da Informação**

**M<sup>a</sup> de Fátima Queiroz Vieira Turnell, PhD**

**Orientadora**

Campina Grande - PB

Julho - 1994



Q3v Queiroz, José Eustáquio Rangel de.  
Validação de uma metodologia de projeto de interfaces usuário-computador / José Eustáquio Rangel de Queiroz. - Campina Grande, 1994.  
206 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1994.  
"Orientação : Profa. Dra. Maria de Fátima Queiroz Vieira Turnell".  
Referências.

1. Interação Homem-Computador. 2. Interface. 3. Metodologia de Projeto de Interface. 4. Dissertação - Engenharia Elétrica. I. Turnell, Maria de Fátima Queiroz Vieira. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 004.5(043)

# **Validação de uma Metodologia de Projeto de Interfaces Usuário-Computador**

*José Eustáquio Rangel de Queiroz*

*Dissertação aprovada em \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 1994*

---

*M<sup>a</sup> de Fátima Queiroz Vieira Turnell, PhD*  
Presidente

---

*Carlos Alberto Oliveira, Dr.*  
Componente da Banca

---

*João Marques de Carvalho, PhD*  
Componente da Banca

Campina Grande - PB  
Julho - 1994


VALIDAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE PROJETO DE INTERFACES  
USUÁRIO-COMPUTADOR

JOSÉ EUSTÁQUIO RANGEL DE QUEIROZ

Dissertação Aprovada em 29.07.1994

  
MARIA DE FÁTIMA QUEIROZ VIEIRA TURNELL, Ph.D., UFPB  
Orientadora

  
JOÃO MARQUES DE CARVALHO, Ph.D., UFPB  
Componente da Banca

  
CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA, Dr., INPE  
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB  
Julho - 1994

**Às minhas duas mães, Nêga e  
Lourdes, *in memoriam***

**Ao meu pai, Inácio Queiroz**



# Agradecimentos

À Profª Mª de Fátima Turnell, pela orientação séria e criteriosa, pelas recomendações sempre pertinentes e, sobretudo, pela amizade inestimável.

À amiga Suely Fernandes, pela ajuda significativa durante todo o processo de implementação do projeto e editoração do trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e ao Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMRS/PB), pela infra-estrutura de *hardware* e *software* proporcionada.

A todos os respondentes dos questionários de avaliação, pela disponibilidade, atenção e seriedade com que participaram deste processo.

Aos amigos Mª José dos Santos, Carlos de Oliveira Galvão e Márcia Maria Rios Ribeiro, pela revisão ortográfica e sugestões relevantes para a concepção final desta dissertação.

A Ana Lúcia Bezerra Candeias, pela gentileza em ceder o algoritmo de fusão de dados orbitais para a incorporação ao novo ambiente proposto.

Ao colega Hamílcar Figueira, pela contribuição valiosa na edição final do questionário de sondagem.

Aos membros da banca examinadora, pela gentileza em participar deste processo.

Ao meu pai e irmão, pelo apoio cotidiano e pelo estímulo que me impulsionam sempre a prosseguir.

A Verônica Viana, pela companhia e colaboração contantes.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a concretização deste trabalho.

A Deus, fonte inesgotável de sabedoria, minha fortaleza nas horas difíceis e minha luz nos momentos sombrios.

***"Education is the single most effective and powerful way to change the situation in a permanent way."***

[Participante do CHI'92]

***"Verba volant, scripta manent."***

[Provérbio latino]

# Sumário

## 1 Introdução

1.1	Considerações Iniciais.....	1
	Sensoriamento Remoto .....	1
	Evolução Tecnológica, Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens .....	2
	Processos Interativos Homem-Máquina .....	5
	Interfaces Gráficas de Usuário.....	9
1.2	Proposições Gerais .....	10
1.3	Motivação e Estruturação do Trabalho.....	12
1.4	Organização da Dissertação.....	13

## 2 Diretrizes para Projeto de Interfaces

2.1	Considerações Iniciais .....	16
2.2	Princípios - Usuários e Aplicações .....	19
2.3	Diretrizes para Projetos de Interfaces.....	29
	2.3.1 Diretrizes Genéricas .....	29
	2.3.2 Diretrizes para Projetos de Telas.....	31
	2.3.2.1 Apresentação de Dados .....	31
	2.3.2.2 Apreensão da Atenção do Usuário .....	34
	2.3.2.3 Projetos Gráficos e Formatação de Menus.....	36
	2.3.2.4. Uso de Recursos Cromáticos.....	37
	2.3.2.5 Implementação de Sistemas de Manipulação Direta .....	41
	2.3.3 Diretrizes para Projetos de Diálogos.....	43
	2.3.3.1 Genéricas .....	44
	2.3.3.2 Entrada de Dados .....	45



---

2.3.3.3	Projetos de Menus de Seleção .....	46
2.3.3.4	Definição da Linguagem dos Itens do Menu .....	47
2.3.3.5	Projetos de Formulários (Form Fill-In).....	48
2.3.3.6	Projetos de Abreviação .....	51
2.3.3.7	Projetos de Linguagem de Comandos.....	52
2.3.3.8	Desenvolvimento de Mensagens .....	55
2.3.3.9	Elaboração de Mensagens de Erro.....	56
2.3.4	Diretrizes para a Documentação On-line e Off-line de Interfaces .	58
<b>2.4</b>	<b>Interfaces Gráficas de Usuário - Conceitos e Fundamentação Teórica.....</b>	<b>61</b>
2.4.1	Visão Geral .....	63
2.4.2	Windows: Uma Ferramenta Robusta .....	67
<b>3</b>	<b>Metodologia de Avaliação de Interfaces para Sistemas de Processamento de Imagens</b>	
3.1	Fundamentação Metodológica.....	72
3.2	Caracterização do Objeto de Estudo.....	80
3.3	Definição da Estratégia e dos Instrumentos de Avaliação .....	80
3.4	Universo Amostral .....	81
3.5	O Questionário - Aspectos Gerais .....	81
3.5.1	Concepção Global .....	81
3.5.2	Descrição Detalhada .....	84
3.6	Validação da Metodologia .....	85
<b>4</b>	<b>Pré-avaliação da Interface Convencional do SITIM-150</b>	
4.1	O Sistema de Tratamento de Imagens v. 150 - Generalidades.	87
4.2	Delineamento do Perfil dos Usuários .....	98
4.3	Apresentação dos Resultados do Questionário de Avaliação do Grau de Satisfação dos Usuários SITIM.....	102
4.3.1	Aspectos Técnicos .....	102
4.3.2	Aspectos Relativos a Fatores Humanos.....	109
4.4	Análise dos Resultados Obtidos .....	118
4.4.1	Visão dos Usuários.....	118
4.4.2	Visão Crítica com Base em Diretrizes de Projeto.....	119

---

<b>5</b>	<b>Abordagem Gráfica para Reestruturação do Ambiente SITIM-150</b>	
5.1	SITIM-150 - Aspectos Interativos Funcionais/Conceituais e Lógicos.....	131
5.1.1	Expansão Funcional.....	131
5.1.2	Reestruturação Funcional/Lógica .....	133
5.2	Apresentação do Ambiente SITIM for Windows.....	136
5.2.1	Ferramentas Utilizadas para Implementação da Interface Gráfica.....	136
5.2.2	Estruturação de Famílias de Telas e Recursos Gráficos Empregados .....	137
5.2.3	Usando a Ajuda do SITIM.....	140
<b>6</b>	<b>Avaliação Comparativa das Interfaces Convencional e Gráfica do SITIM</b>	
6.1	Redefinição do Universo Amostral .....	144
6.2	Delineamento do Perfil dos Usuários .....	146
6.3	Apresentação dos Resultados .....	149
6.3.1	Aspectos Técnicos.....	150
6.3.2	Aspectos Relativos a Fatores Humanos.....	156
6.4	Análise dos Resultados Obtidos.....	166
6.4.1	Visão dos Usuários .....	166
<b>7</b>	<b>Considerações Finais e Expectativas</b>	
4.1	O Trabalho e o Contexto Geral.....	168
4.2	Conclusões e Considerações Finais .....	172
4.3	Sugestões para Trabalhos Futuros .....	174
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>178</b>
	<b>Anexo A.....</b>	<b>203</b>



---

## Lista de Figuras

<b>Fig. 1</b>	<b>- Arquitetura do suporte lógico do SITIM .....</b>	<b>89</b>
<b>Fig. 2</b>	<b>- Layout de uma Tela Típica do SITIM-150/v. 2.3.....</b>	<b>96</b>
<b>Fig. 3</b>	<b>- Menu Principal do SITIM-150 v. 2.3 .....</b>	<b>96</b>
<b>Fig. 4</b>	<b>- Tela associada à função Display de Imagens.....</b>	<b>97</b>
<b>Fig. 5</b>	<b>- Perfil dos usuários SITIM: Experiência Computacional.....</b>	<b>98</b>
<b>Fig. 6</b>	<b>- Perfil dos usuários SITIM: Nível Acadêmico .....</b>	<b>99</b>
<b>Fig. 7</b>	<b>- Perfil dos usuários SITIM: Natureza da Interação.....</b>	<b>100</b>
<b>Fig. 8</b>	<b>- Perfil dos usuários SITIM: Frequência de Uso.....</b>	<b>101</b>
<b>Fig. 9</b>	<b>- Perfil dos usuários SITIM: Necessidade de Operador .....</b>	<b>102</b>
<b>Fig. 10</b>	<b>- Aspectos Técnicos: Completitude.....</b>	<b>103</b>
<b>Fig. 11</b>	<b>- Aspectos Técnicos: Rapidez.....</b>	<b>104</b>
<b>Fig. 12</b>	<b>- Aspectos Técnicos: Confiabilidade.....</b>	<b>104</b>
<b>Fig. 13</b>	<b>- Aspectos Técnicos: Indulgência.....</b>	<b>105</b>
<b>Fig. 14</b>	<b>- Aspectos Técnicos: Documentação .....</b>	<b>105</b>
<b>Fig. 15</b>	<b>- Importância do Item: Completitude.....</b>	<b>106</b>
<b>Fig. 16</b>	<b>- Importância do Item: Rapidez.....</b>	<b>107</b>
<b>Fig. 17</b>	<b>- Importância do Item: Confiabilidade.....</b>	<b>107</b>
<b>Fig. 18</b>	<b>- Importância do Item: Indulgência.....</b>	<b>108</b>
<b>Fig. 19</b>	<b>- Importância do Item: Documentação.....</b>	<b>108</b>
<b>Fig. 20</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Universalidade.....</b>	<b>110</b>
<b>Fig. 21</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Usabilidade .....</b>	<b>110</b>
<b>Fig. 22</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Comunicação.....</b>	<b>111</b>
<b>Fig. 23</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Motivação.....</b>	<b>111</b>
<b>Fig. 24</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Memorização.....</b>	<b>112</b>
<b>Fig. 25</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Atenção .....</b>	<b>112</b>
<b>Fig. 26</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Digitação .....</b>	<b>113</b>
<b>Fig. 27</b>	<b>- Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Padronização.....</b>	<b>113</b>
<b>Fig. 28</b>	<b>- Importância do Item: Universalidade .....</b>	<b>114</b>



Fig. 29 - Importância do Item: Usabilidade .....	115
Fig. 30 - Importância do Item: Comunicação .....	115
Fig. 31 - Importância do Item: Motivação .....	116
Fig. 32 - Importância do Item: Memorização .....	116
Fig. 33 - Importância do Item: Atenção .....	117
Fig. 34 - Importância do Item: Digitação .....	117
Fig. 35 - Importância do Item: Padronização .....	117
Fig. 36 - Menu Principal do Ambiente SITIM-150 for Windows.....	137
Fig. 37 - Sub-menus da Operação <i>Transferência de Imagens</i> .....	138
Fig. 38 - Sub-menus da Operação <i>Generalidades</i> .....	139
Fig. 39 - Destaque do Quadro de Diálogo da aplicação <i>Filtragem</i> <i>Espacial</i> .....	140
Fig. 40 - Perfil dos usuários SITIM: Experiência Computacional.....	98
Fig. 41 - Perfil dos usuários SITIM: Nível Acadêmico .....	99
Fig. 42 - Perfil dos usuários SITIM: Natureza da Interação.....	100
Fig. 43 - Perfil dos usuários SITIM: Frequência de Uso.....	101
Fig. 44 - Perfil dos usuários SITIM: Necessidade de Operador .....	102
Fig. 45 - Aspectos Técnicos: Completitude.....	103
Fig. 46 - Aspectos Técnicos: Rapidez.....	104
Fig. 47 - Aspectos Técnicos: Confiabilidade.....	104
Fig. 48 - Aspectos Técnicos: Indulgência.....	105
Fig. 49 - Aspectos Técnicos: Documentação .....	105
Fig. 50 - Importância do Item: Completitude.....	106
Fig. 51 - Importância do Item: Rapidez.....	107
Fig. 52 - Importância do Item: Confiabilidade.....	107
Fig. 53 - Importância do Item: Indulgência.....	108
Fig. 54 - Importância do Item: Documentação .....	108
Fig. 55 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Padronização .....	158
Fig. 56 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Usabilidade .....	158
Fig. 57 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Comunicação.....	159
Fig. 58 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Motivação.....	159
Fig. 59 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Padronização .....	160
Fig. 60 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Atenção .....	161
Fig. 61 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Memorização.....	162
Fig. 62 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: Digitação .....	162
Fig. 63 - Importância do Item: Universalidade .....	114

---

Fig. 64 - Importância do Item: Usabilidade.....	115
Fig. 65 - Importância do Item: Comunicação.....	115
Fig. 66 - Importância do Item: Motivação.....	116
Fig. 67 - Importância do Item: Memorização .....	116
Fig. 68 - Importância do Item: Atenção .....	117
Fig. 69 - Importância do Item: Memorização .....	117
Fig. 70 - Importância do Item: Digitação.....	117



---

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b>	<b>- Avaliação Percentual dos Aspectos Técnicos .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabela 2</b>	<b>- Conceituação dos Aspectos Técnicos.....</b>	<b>106</b>
<b>Tabela 3</b>	<b>- Avaliação Percentual dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos.....</b>	<b>109</b>
<b>Tabela 4</b>	<b>- Conceituação dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabela 5</b>	<b>- Avaliação Percentual dos Aspectos Técnicos - Fases I e II.....</b>	<b>150</b>
<b>Tabela 6A</b>	<b>- Avaliação da Importância dos Aspectos Técnicos - Fase I.....</b>	<b>153</b>
<b>Tabela 6B</b>	<b>- Avaliação da Importância dos Aspectos Técnicos - Fase II.....</b>	<b>153</b>
<b>Tabela 7</b>	<b>- Avaliação Percentual dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos - Fases I e II.....</b>	<b>156</b>
<b>Tabela 8A</b>	<b>- Avaliação da Importância dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos - Fase I.....</b>	<b>157</b>
<b>Tabela 8B</b>	<b>- Avaliação da Importância dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos - Fase II.....</b>	<b>157</b>

---

## Resumo

Nos últimos anos, o aumento considerável da importância do usuário nos processos interativos homem-máquina tem levado grande número de projetistas a buscar melhores soluções em termos de interfaces. Muitos deles vêm incluindo aspectos relativos a fatores humanos em suas atividades, mesmo sem serem necessariamente especialistas nesta área. O crescimento vertiginoso do universo de usuários de computadores, aliado aos avanços da pesquisa em processamento da informação, psicologia cognitiva e engenharia da usabilidade e às sofisticadas opções de *hardware* e *software* disponíveis no mercado multiplicam as possibilidades de projeto. Entretanto, esses fatores *per se* não garantem *bons* resultados. Experiências de projetos, interativos ou não, representam instrumentos valiosos para a geração de novos produtos, seja como exemplos de resultados de projeto a serem evitados ou como diretrizes que auxiliem o projetista a gerar resultados satisfatórios. Outro fator relevante é a participação do usuário no processo criativo e/ou avaliatório do projeto considerado.

O presente trabalho descreve e valida um processo avaliatório da interface orientada a caractere de um sistema de processamento digital de imagens, o SITIM-150, com base na satisfação subjetiva de seus usuários e em uma coletânea de diretrizes de projeto, compilada a partir da literatura consagrada. As diretrizes apresentadas podem dar suporte a projetos de interfaces usuário-computador de sistemas de informação em geral e foram agrupadas em quatro categorias - diretrizes *genéricas*, *para projetos de telas*, *para projetos de diálogos* e *para documentação* de interfaces. O processo avaliatório, subdividido em duas fases, contou com universos amostrais respectivos de 50 e 15 participantes. Os instrumentos de sondagem do grau de satisfação foram questionários abordando aspectos ergonômicos (*universalidade*, *usabilidade*, *comunicação*, *motivação*, *memorização*, *retenção da atenção*, *volume de digitação*, *padronização* e *facilidade de aprendizagem*) e aspectos operacionais (*funcionalidade*, *completitude*, *rapidez*, *confiabilidade*, *indulgência* no processamento de erros e qualidade da *documentação*). A avaliação baseada em diretrizes de projeto aponta deficiências no tocante à *consistência semântica e estrutural*, *uso de recursos cromáticos*, *estruturação de mensagens* e *acesso a listas*. Como solução para os problemas detectados através do estudo avaliatório, propõe-se um ambiente de comunicação baseado em recursos *gráficos* em uso pela maioria dos ambientes aplicativos atuais.



# Abstract

Interactive processes have attached growing importance to the user in recent years. Currently many of the designers try to produce high quality interfaces. Most of them begin to include human factors principles and processes in their activities, without being necessarily human factors experts. Several solutions are possible in interface design owe to a rapid growth in the computer user community and to a number of trends on information processing, cognitive psychology and usability engineering. Sophisticated technologies for interface design commercially available offer also a powerful support. Nevertheless, these factors *per se* do not assure a *good* interface design. Interface design documentation provide a vital contribution to build new products, either as bad examples to be avoided or as a set of consistent guidelines. User involvement in both the development and evaluation of design is another relevant aspect to be taken into account.

The present study reports and validates an evaluation methodology of a character-oriented user interface of a digital image processing system - SITIM-150. Based both on the subjective user satisfaction and on a set of technical strategies and guidelines compiled from the traditional literature, this two-stage approach has reckoned upon 50 and 15 participants. The guidelines set presented here are also useful for the design of most applications which include man-computer interfaces. These are labelled into four groups: general guidelines, guidelines for the design of screens and dialogues and for the design of conventional/online interface documentation.

A questionnaire based on a pair of semantic and numerical differential scales was employed for measuring the user's reactions to various technical and human factors. Faults concerning to structural and semantic consistency, chromatic resources use, message conception and access to lists were registered. An interaction approach based on graphical resources commonly used by most of the interactive application processes was proposed.

# Capítulo 1

## Introdução: Visão Geral do Contexto

*"The medium is the message."*

[Marshall McLuhan]

### 1.1 Considerações Iniciais

#### Sensoriamento Remoto

A ciência e a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno, sem interação direta com este denomina-se **Sensoriamento Remoto** [Lill87, Camp87]. Sensores remotos são dispositivos capazes de coletar energia proveniente do objeto, área ou fenômeno, convertê-la num sinal passível de registro e apresentá-la numa forma adequada à extração de informações [Novo89]. Um exemplo "natural" de sensoriamento remoto é a aquisição de informações, pelo cérebro humano, do texto impresso nesta página, a partir do sensoriamento visual da energia eletromagnética refletida pelas áreas claras e escuras no papel. Outro exemplo, mais formal, é a aquisição de informações de uma região da atmosfera ou da superfície da Terra por um conjunto de sensores multiespectrais acondicionados na plataforma de um satélite (e.g., LANDSAT, NOAA ou SPOT).

As técnicas de sensoriamento remoto evoluíram primariamente de necessidades militares, respaldadas pela astronomia, geofísica e aerofotogrametria clássicas [Amar90]. Nos dias atuais, aliadas a outras ferramentas poderosas, resultantes dos últimos avanços tecnológicos, elas são aplicadas à identificação, ao cadastro e ao mapeamento de recursos naturais, para fins de gerenciamento e manejo humanos.

Hoje em dia, é difícil imaginar uma atividade humana que não utilize, direta ou indiretamente, informações coletadas a partir de sensoriamento remoto [Amar90]. Não apenas aquelas atividades convencionais, relacionadas com áreas do conhecimento como a Cartografia, a



Geologia, a Hidrologia, a Oceanografia e a Engenharia e sua intrincada malha de especializações, mas também atividades diárias as mais diversas, relacionadas com o homem e o meio ambiente.

Imagens de sensoriamento remoto vêm se tornando cada vez mais uma constante no nosso dia-a-dia [Cros92]. Imagens orbitais já começam a se tornar familiares nas reportagens quotidianas sobre previsões meteorológicas e desastres ecológicos, em noticiários na TV, assim como em jornais e revistas populares. Além disso, guias turísticos, catálogos e livros de conhecimentos gerais vem ilustrando cada vez mais seus textos com imagens de satélite, dando ao produto uma nova dimensão de aplicação.

### **Evolução Tecnológica, Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens**

Embora a história da computação moderna tenha tido início por volta de 1945, com a construção do ENIAC, na Universidade da Pensilvânia, a ciência da computação como área de atuação acadêmica data dos anos 60 [Hopc91]. Durante a década de 50, um aumento fenomenal do uso de computadores digitais não só produziu uma nova classe de programadores e analistas, mas também estimulou consideravelmente o crescimento da comunidade de usuários de outras áreas do conhecimento, como físicos, geólogos e médicos, dentre outros [Kler64]. Desde então, graças ao progresso vertiginoso que a eletrônica e a informática vêm tendo nos últimos 35 anos, tem-se produzido ferramentas de *hardware* e *software* cada vez mais compactas e sofisticadas.

A idéia de usar um dispositivo como um teletipo para a entrada de dados computacionais foi anunciada em 1958 por Vanderburgh [Vand58, Kler64] e equipe do *Los Alamos Scientific Laboratory* [Alam58]. O primeiro sistema computacional a empregar tal dispositivo foi implementado em 1961 por Wells [Well61]. Gawlik [Gawl63] também implementou outro dispositivo com propósitos similares, em 1963, no *Royal Armament Research Establishment* (Inglaterra). Klerer e May [Kler64] aperfeiçoaram o sistema de Wells e estão entre os primeiros a mencionar a intenção de desenvolvimento de um sistema computacional orientado ao usuário.

Paralelamente a esses avanços, a invenção do circuito integrado, em 1959, vem estimulando o projeto de máquinas cada vez mais velozes e a redução do tempo/custo computacional das tarefas [Mont65]. Também iniciou um processo tecnológico em espiral, cuja vantagem principal tem sido a duplicação anual do número possível de transistores em um circuito integrado. Três efeitos se complementam para manter esta tendência: o aumento da escala de integração, a retração do nível de especificidade das funções implementadas e o aperfeiçoamento das técnicas de projeto [Tred93]. A integração de circuitos eletrônicos em larga escala acelerou o processo de aperfeiçoamento dos sistemas sensores e possibilitou, por conseguinte, a obtenção



de dados com resoluções melhores e em quantidades cada vez maiores. Esse progresso também propiciou o desenvolvimento de sistemas computacionais cada vez mais rápidos e com capacidades de armazenamento cada vez maiores [Camp87].

Os tropeços cometidos, há cerca de 40 anos, nos cálculos iniciais efetuados pelos primeiros computadores com programas armazenados resultaram na primeira revolução tecnológica desta área, cujos efeitos cumulativos produziram, quinze anos mais tarde, uma nova revolução, após a qual os sistemas *interativos multi-tarefas* passaram a oferecer seus serviços [Gain83]. Durante os seus primeiros vinte anos, a indústria de processamento de dados deu pouca atenção à interface homem-máquina como parte importante no projeto do sistema [Gali85]. O interesse era focalizado no uso eficiente das unidades centrais de processamento e nos meios de armazenamento. O universo limitado de usuários e os custos elevados dos sistemas relegaram durante muito tempo a interação usuário-computador a um plano pouco relevante.

Passados mais 25 anos da segunda revolução, o uso interativo de computadores vem se tornando uma realidade comercial para todos os usuários, graças ao declínio contínuo dos custos computacionais e ao aumento do grau de confiabilidade dos sistemas [Gain78]. Impulsionada pelos avanços do *hardware*, a engenharia de *software* disparou em direção a algoritmos cada vez mais eficientes para processamento de grandes volumes de informações.

Os sistemas computacionais foram rapidamente incorporados à tecnologia de sensoriamento remoto, visto programarem a operação dos sensores a bordo de aeronaves e plataformas de satélites. Não se limitando à operação de sensores, o uso dos recursos computacionais estendeu-se também à análise dos dados por estes produzidos [Novo89].

Paralela a toda essa evolução de equipamentos e aplicações e, em parte, dela resultante, a geração em larga escala de dados digitais de sensoriamento remoto exigiu uma revisão da metodologia de análise, além do desenvolvimento de ferramentas específicas de processamento de dados orbitais. Os métodos convencionais de análise, restritos ao uso de dados pictóricos (fotografias e imagens orbitais reproduzidas em papel fotográfico), logo se mostraram limitados no tocante ao aproveitamento integral da informação remotamente sensoriada [Lill87, Camp87]. Deste modo, os ambientes baseados em sistemas computacionais passaram a ser vistos como uma solução cada vez mais atraente para a manipulação de grandes volumes de informações. Orientados para a análise e o processamento de dados de sensoriamento remoto, ambientes computacionais dedicados denominados inicialmente **sistemas de análise (automática) de imagens digitais** [Novo89], passaram posteriormente a ser conhecidos como **sistemas de processamento digital de imagens**.



O processamento digital de imagens vem ocupando um espaço cada vez mais bem definido como alternativa às limitações dos métodos convencionais de análise e processamento de dados orbitais, já que qualquer produto sob a forma pictórica pode ser também representado como um arranjo matricial bidimensional de valores numéricos relativos às intensidades de brilho associadas aos alvos de uma cena [Gonz87] em uma determinada faixa espectral. Deste modo, os dados de sensoriamento remoto, quando disponíveis sob a forma numérica ou digital, podem ser adicionados, subtraídos, multiplicados, divididos e, em geral, sujeitos a manipulações estatísticas difíceis ou impossíveis de serem realizadas sobre dados pictóricos [Camp87].

Dados espaciais, como aqueles derivados de imagens digitais de satélites e de ortofotos, fornecem informações valiosas sobre medidas e observações relativas à superfície da Terra e sobre o posicionamento de entidades e suas interrelações [Oswa93]. A análise de dados orbitais em ambientes computacionais envolve uma vasta gama de procedimentos, a partir dos quais os dados são sujeitos a operações que produzem imagens realçadas, tornando a interpretação das informações manipuladas mais eficiente e a interação com os dados mais efetiva do que são possíveis a partir de métodos convencionais.

Grande parte da experiência adquirida a partir da análise e do processamento de imagens de sensoriamento remoto advém da aplicação de dados multiespectrais [Rich86]. Todos os dados multiespectrais de um dispositivo de imageamento apresentam o mesmo formato e a posição de um elemento de imagem associado a um valor inteiro na matriz numérica correspondente a uma determinada faixa espectral é a mesma para todas as faixas espectrais imageadas pelo sensor [Drur87]. Eles podem ser apresentados em meio magnético [Novo89] ou ótico e processados normalmente em sistemas com três planos de imagem [Gonz87, Camp87, Drur87]. Assim, diferentes combinações de três informações espectrais distintas podem ser apresentadas como saídas RGB em um monitor de visualização de um sistema típico de processamento digital de imagens, gerando composições coloridas em falsa cor ou em cor real [Camp87, Math87], adequadas para diferentes propósitos de análise multiespectral.

Em princípio, quaisquer tipos de dados espaciais em formato digital podem ser processados a partir de técnicas e procedimentos usuais de processamento de imagens [Rich86]. Informações analógicas, obtidas através de sensores fotográficos, também podem ser analisadas em sistemas de processamento digital, após serem digitalizadas. Assim, fotografias aéreas digitalizadas podem ser processadas em computadores [Novo89], o que constitui uma grande vantagem para intérpretes de dados de sensoriamento remoto, já que as informações nelas contidas poderão ser manipuladas mediante técnicas de processamento de imagens disponíveis e combinadas com dados orbitais.



É verdade que o direcionamento de sistemas computacionais para a resolução de problemas específicos a áreas como Cartografia, Topografia, Planejamento Urbano e Rural, Geologia, Gerenciamento de Processos Agrícolas e Monitoramento de Recursos Naturais, dentre outras, vem tornando possível a automação de tarefas antes executadas manualmente e facilitando análises complexas, graças à possibilidade de integração de dados de origens diversas (e.g. mapas, imagens orbitais, fotografias aéreas e cadastros). O uso do computador como instrumento de cálculo, gerenciador de dados e auxiliar de projeto vem, pouco a pouco, acelerando esse processo de automação de tarefas, facilitando a análise de alternativas viáveis, explorando possibilidades criativas e oferecendo mais respaldo técnico para tomadas de decisão do usuário [Cint90].

No entanto, a aplicação satisfatória de técnicas de sensoriamento remoto na solução de problemas específicos requer conhecimentos e habilidades inerentes a diversas áreas da ciência [Math87]. Compreender como sensores remotos a bordo de aeronaves ou plataformas de satélites coletam dados sobre a atmosfera e/ou sobre a superfície terrestre requer conhecimentos de ótica e física ambiental. Processar e analisar dados digitais de sensoriamento remoto exige o suporte de conceitos matemáticos e estatísticos, além de noções de informática e um certo grau de familiaridade com sistemas computacionais e sua operação. Não se deve deixar de levar em conta o fato de que é necessário o máximo de competência possível na área específica de atuação. Em suma, ser um especialista em sensoriamento remoto demanda uma gama extensa e variada de conhecimentos, boa parte dos quais ele nem sempre possui.

### Processos Interativos Homem-Máquina

A interação homem-máquina convencional tem evoluído, desde os primeiros esforços de comunicação interativa, para os modos atuais de comunicação *peçoal* e *dialogada*. Os primeiros sistemas de computação gráfica apareceram após o advento dos computadores digitais [Mach84]. No entanto, só recentemente é que os estudos voltados para projetos interativos vêm adquirindo a merecida relevância como campo de pesquisa no domínio da ciência e tecnologia da computação [Gain83, Scap90a].

Somente há alguns anos termos como *fatores humanos*, *interface "amigável"* e *interação usuário-computador* foram absorvidos pelo léxico da terminologia computacional [Zloo83], apesar do nascimento da engenharia de fatores humanos haver ocorrido durante a 2ª Guerra Mundial [Mich82]; da proposição do *Sketchpad*, considerado o pioneiro dos padrões de interfaces homem-máquina "amigáveis" [Sant92] e "pai" de muitas das características dos



sistemas interativos atuais, haver sido apresentada por Ivan E. Sutherland em 1963 [Bano89] e do conceito de interação homem-máquina remontar aos primórdios da ciência da computação.

Após décadas de preocupação voltada para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da tecnologia computacional, as tendências da ciência da computação se voltam hoje para estratégias de projeto de sistemas que *realmente* acomodem o usuário. Tal evolução advém do amadurecimento de campos tradicionais da tecnologia correlatos à ciência da computação. Contudo, a principal razão para tal reviravolta no campo da interação usuário-sistema computacional é certamente o uso de microcomputadores em larga escala [Tang70, Raed85].

Embora nos países desenvolvidos os sistemas computacionais já representem um papel ativo no cotidiano da maioria dos pesquisadores e usuários em geral, para muitos eles ainda representam um conjunto de recursos pouco conhecidos em estágios iniciais de disseminação e aperfeiçoamento. A *engenharia do diálogo*, um ramo recente da ciência da computação que trata da comunicação homem-máquina, vem procurando tornar o modo de operação dos sistemas computacionais o mais "natural" possível para os seus usuários [Carl76, Gain83].

Os computadores pessoais e, de um modo mais genérico, os ambientes baseados em microcomputadores, significam não apenas uma transformação tecnológica, mas uma nova força na relação indivíduo-sociedade [Shaw81]. Apesar de ser um quadro em transição, ainda é muito pequeno o contingente de usuários das facilidades computacionais para fins de programação. Em geral, o interesse da maioria volta-se para a aplicação do produto final e é tanto maior quanto mais fácil for manipulá-la [Sond82, Sime83].

O desempenho humano em atividades que requeiram o uso de computadores e sistemas de informações será um tema em alta para fins de pesquisa e desenvolvimento nas próximas décadas, combinando os métodos experimentais e o suporte intelectual da psicologia cognitiva [Ster66, Simo74, Coul83] com ferramentas cada vez mais poderosas e abrangentes desenvolvidas pela ciência da computação e pela eletrônica [Shne87, Lowr92]. A evolução de ambientes baseados em computadores e o aumento da sua complexidade têm acentuado gradativamente a consciência da necessidade de otimização do projeto da interface [Tull81]. A ergonomia da informática também tem evoluído bastante nos últimos 15 anos, tendo se tornado pouco a pouco uma área importante e reconhecida, quer por razões econômicas (redução de custos, expansão do mercado de microcomputadores), sociológicas (extensão do universo de usuários a diversas outras áreas que não a eletrônica e a informática) e tecnológicas (uso cotidiano da informática interativa, distinção entre a camada *aplicação* e a camada *interface*, difusão de ferramentas de prototipagem) [Scap88].



Um dos fatores mais significativos na qualidade de um sistema computacional interativo é a interface apresentada ao universo de usuários das aplicações por ele oferecidas. Nenhum segmento da ciência da computação sofreu mais alterações nos últimos anos do que o domínio da interação usuário-computador: o desenvolvimento de novas técnicas, o aparecimento de novas tecnologias de *software* para a implementação dessas técnicas, novas comunidades de usuários de formações as mais diversas e novas tarefas propostas a cada dia [Care89].

Até o início dos anos 80, grande parte literatura relativa à interação homem-máquina abordava o assunto referindo-se pura e simplesmente à interface de *hardware* e de *software*. Desde então, pesquisadores do mundo inteiro atuantes nessa área têm examinado um leque muito mais abrangente de tópicos, tais como representações formais de interfaces, modelos de usuários, modelos de sistemas na concepção dos usuários e relações entre aptidões cognitivas, habilidades físicas, requisitos das tarefas e meio ambiente envolvendo usuários e sistemas [Schn83].

Dispositivos de interfaceamento mais eficientes e ergonômicos, dotados de recursos gráficos e cromáticos cada vez mais abrangentes, surgem diariamente no mercado, possibilitando a especificação e a implementação de interfaces mais poderosas. Aplicações criadas a partir de princípios e processos ergonômicos surgem em número cada vez maior, inovando o mercado de consumo com recursos muito mais eficientes do que as aplicações convencionais [Shne87].

O propósito-chave da interação homem-máquina é dar ao usuário a possibilidade de usufruir dos recursos das aplicações disponíveis no sistema (para a solução de problemas específicos) de um modo "transparente", i.e., sem preocupação com a estrutura dos algoritmos que as executam o modo como eles interagem com o sistema a fim de executá-las. É transmitir ao usuário o sentimento de domínio do sistema, de confiança em suas ações, de competência no comando das tarefas, de capacidade de aprendizado e de aquisição de novos conhecimentos, de vontade de explorar todo o potencial de recursos que o sistema proporciona; e de bem-estar durante todo o processo interativo [Shne84]. Em suma, a meta principal de qualquer sistema interativo é o estabelecimento de uma relação simbiótica entre o usuário e sua máquina [Fole74].

A eficiência de um processo interativo homem-máquina se traduz na funcionalidade da comunicação entre o usuário e o arsenal de facilidades disponíveis; na segurança que o sistema desperta no usuário ao executar as tarefas por ele solicitadas, permitindo-lhe concentrar-se em seu trabalho, bem como prever o que ocorre após cada uma de suas ações; no desempenho da execução das tarefas pelo sistema e na integridade das informações por ele fornecidas ao usuário; enfim, no tempo/custo computacional exigido para a execução das tarefas e, sobretudo, para a comunicação usuário-computador propriamente dita [Shne87].



Ironicamente, o termo "*interface de usuário*" se baseia quase sempre em considerações tecnológicas, mesmo quando o sistema já é conhecido e o que carece de especificação é o usuário [Bann90]. Além do mais, ao longo de toda evolução tecnológica do últimos 35 anos, o foco principal das atenções no âmbito do desenvolvimento computacional passou inicialmente do *hardware* para o *software*, para só então dirigir-se à criação da interface do usuário [Grud90].

Sistemas computacionais com capacidade gráfica de alta definição, disponibilidade de recursos de processamento os mais variados e custos cada vez mais acessíveis não representam, por si só, uma solução para a especificação e a implementação de interfaces eficientes [Sant92]. Constituem apenas suportes físicos para projetos de ambientes interativos consistentes a partir das ferramentas de prototipagem e desenvolvimento rápido oferecidas pelos novos pacotes de gerenciamento de diálogos que surgem e se superam a cada dia. Todavia, nem mesmo estes dois conjuntos de recursos são suficientes para a concepção de processos interativos satisfatórios.

Mesmo que se defina a funcionalidade adequada, que se assegure a confiabilidade e se otimize o tempo/custo computacional das tarefas, o projeto final da interface poderá ser inadequado para o grupo de usuários ao qual ela se destina [Shne84]. Um dos requisitos essenciais para o sucesso do projeto de uma interface homem-máquina é a familiarização com a comunidade de usuários-alvos e seus problemas. Outro é a definição do conjunto de recursos que serão oferecidos para a solução de problemas e/ou para a execução de tarefas inerentes àquela comunidade. Entretanto, o requisito mais importante em todo o processo de criação do ambiente e do seu modo de interação com os usuários é a consideração de aspectos ergonômicos [Thom84, Shne87].

As tendências atuais do desenvolvimento de sistemas dedicados à análise e ao processamento de imagens confrontam-se com a necessidade crescente de ampliar o nível de interação do usuário com o processo, o que requer a flexibilidade da interface no tocante à admissão automática de parâmetros pelo sistema (*default assumptions*) [Morl83, Novo89], a fim de que o usuário, especialista em uma determinada área, possa tirar o maior proveito possível dos recursos computacionais de seu interesse bastando, para tanto, encontrá-los disponíveis em um ambiente em que a comunicação seja de fácil acesso [Hirs87]. Muitos ambientes dedicados agrupam tarefas consistentes e de grande utilidade para uma extensa comunidade de usuários [Gupt87]. Todavia, o processo de interação destes com o grupo de tarefas é inadequado e, muitas vezes, até mesmo o modo de acesso às tarefas é complexo, desestimulando o uso.

Em ambientes criativos, exploratórios e especialistas, dentre os quais aqueles dedicados à manipulação de dados de sensoriamento remoto, o usuário pode ser um especialista bastante



familiarizado com o seu domínio de atuação, mas principiante com relação ao uso de recursos computacionais. Portanto, a focalização da atenção nas necessidades do usuário conduzirá à produção de ferramentas simples, mas adequadas à realização de suas tarefas [Shne87].

Segundo Gray [Gray93], para interagir satisfatoriamente com um sistema, a fim de solucionar problemas específicos, um usuário deve: (i) identificar o objetivo a ser atingido; (ii) identificar a série de procedimentos necessários para atingi-lo; e (iii) executar a seqüência de procedimentos identificados. A terceira tarefa, que requer uma interação mais efetiva com o computador, completa-se mais eficientemente através do uso da entidade mediadora do processo de comunicação, a **interface homem-máquina**. As interfaces de usuários podem ser classificadas sob vários prismas, segundo o grau de intervenção destes no processo de comunicação e a sua capacidade de alterá-lo [Mitc89]. Deste modo, um projetista de interfaces não pode se dar o luxo de ser dogmático, visto que sua tarefa primordial é fornecer uma base de comunicação eficiente e precisa entre o sistema e seus usuários [Morl83], independente do nível da interação entre eles.

### Interfaces Gráficas de Usuário

O campo dos gráficos interativos parece oferecer um potencial inesgotável ao desenvolvimento de técnicas sofisticadas de comunicação homem-máquina [Raed85]. Mesmo assim, interfaces altamente interativas são difíceis de implementar, visto que devem controlar pelo menos dois dispositivos assíncronos de entrada (e.g., *mouse* e *teclado*) e realimentar informações em tempo real para o meio exterior, além de manipular janelas múltiplas e gráficos complexos e dinâmicos [Myer90]. No entanto, recursos gráficos interativos são atualmente um dos meios mais "naturais" de comunicação usuário-computador, já que a computação gráfica oferece condições de apresentação holística ou espacial da informação como uma alternativa para a informação textual [Myer80]. Adicionalmente, o mecanismo bem desenvolvido de reconhecimento de padrões olho-cérebro humano, orientado bidimensional e tridimensionalmente, nos possibilita perceber e processar diversos tipos de dados a uma taxa muito mais rápida e de modo muito mais eficiente quando estes se apresentam sob a forma pictórica [Fole82].

De fato, à luz da teoria da informação o sistema visual humano dispõe de uma capacidade de canal extremamente alta, sendo portanto considerado o mais poderoso dos sentidos [Barr90a]. A taxa de transferência de informação, o acesso e a decodificação do objeto da comunicação são muito mais eficientes quando se trata de informações gráficas do que textuais, já que o sistema visual humano foi condicionado como um sensor extremamente eficiente para o *processamento de imagens em tempo real* [Raed85]. Gráficos interativos constituem, portanto, uma forma de comunicação homem-máquina que combina os melhores recursos alfanuméricos convencionais



(modo *texto*) com facilidades proporcionadas pela comunicação gráfica (modo *gráfico*) de estruturação bidimensional, permitindo geralmente ao *software* gráfico proporcionar ao usuário a sensação estar *sempre* no controle do sistema [Myer80].

As **Interfaces Gráficas de Usuários - GUI** (*Graphical User Interfaces*) tornam possível o diálogo usuário-computador através da combinação de caracteres alfanuméricos, símbolos gráficos e recursos cromáticos, permitindo a visualização da informação com cores e movimento, ao invés de textos insípidos [Miya92]. Elas sintetizam um vasto arsenal de opções, graças à capacidade e à rapidez de processamento dos computadores atuais, às facilidades de apresentação da informação proporcionadas pelos dispositivos de visualização modernos e também à diversidade de ferramentas de desenvolvimento disponíveis no mercado. Três conceitos regem fundamentalmente a concepção das GUIs: (i) são, acima de tudo, interfaces concebidas para o "usuário", não para o "programador"; (ii) são "orientadas" visualmente, i.e., a saída é dirigida para a tela, sob a forma de texto, figuras ou ícones e a entrada é, direta ou indiretamente, dirigida para a mesma tela; e (iii) não são sistemas operacionais, mas ambientes de aplicações [Gigu90].

O desenvolvimento de ambientes interativos destinados à integração de aplicações específicas de uso comum a diversos ramos do conhecimento, bem como ao processamento de aplicações genéricas para uso específico em áreas de conhecimento distintas, não constitui uma tarefa das mais fáceis. Pelo contrário, pensar *realmente* sobre todos os aspectos correlatos e +propor um projeto de trabalho é uma atividade bastante complexa [Rett92], visto serem inúmeras as variáveis envolvidas nesta equação: aspectos de usabilidade, fatores humanos, diretrizes de projeto adotadas, estilos de interação, grau de complexidade das tarefas, modelos normativos e descritivos, dentre outras [Chig90, Scap90b, Kara92].

## 1.2 Proposições Gerais

Alguns dos conceitos e variáveis mencionados no decorrer deste capítulo introdutório comporão o tema que será desenvolvido e estudado ao longo deste trabalho. Como resultados serão apresentados uma coletânea de diretrizes de projeto de interfaces usuário-computador; um processo metodológico para a avaliação subjetiva do grau de satisfação de usuários de sistemas de processamento digital de imagens; e a especificação de uma das inúmeras soluções possíveis de ambiente interativo, fruto da metodologia adotada e das variáveis consideradas ao longo do processo que orientou esta dissertação.



A interação cotidiana do autor com sistemas de processamento digital de imagens, tanto como usuário, quanto como instrutor; a observação da comunicação de outros usuários, de perfis e áreas de concentração diversas, com tais sistemas, suas queixas sobre as dificuldades advindas da interação homem-máquina e suas sugestões para melhorá-las; e a leitura de vários livros e artigos sobre projetos de interfaces homem-máquina guiaram este trabalho. Não se pretende aqui apresentar uma solução para *todos* os problemas que a especificação e a implementação de uma interface "*amigável*" originam (e.g., escolha dos mecanismos de interação, do padrão de GUI a adotar e dos prototipadores do ambiente que se propõe desenvolver; grau de interação com a comunidade usuária; nível de especialização em interação homem/máquina; e extensão da visão de projeto, como projetista e sob a ótica do usuário, dentre outros), principalmente por ser o processo interativo uma atividade evolutiva, função de novas tecnologias e de novas considerações sobre aspectos humanos envolvidos. Nem tampouco descrever uma metodologia "infalível" para a avaliação subjetiva do grau de satisfação de usuários de sistemas de processamento digital de imagens.

Propõe-se, simplesmente, descrever um procedimento avaliatório que possa suscitar questões, evidenciar pontos críticos do processo e, sobretudo, incentivar a concepção de metodologias mais robustas. E, ao mesmo tempo, busca-se a otimização da comunicação convencional entre usuários e aplicativos SITIM-150 através da proposição de uma interface gráfica, onde os aplicativos aparecem reagrupados em dois níveis de afinidade: *funcional* e *lógico*. Mediante o primeiro nível de reagrupamento, funções afins acessadas separadamente passam a compartilhar da mesma janela de acesso, enquanto que o segundo nível implica o reagrupamento, sob um mesmo rótulo, de funções afins, originalmente alocadas sob rótulos distintos. É conveniente ressaltar que o novo ambiente não constituirá apenas uma nova "face" para o ambiente convencional. Representará a transição deste para um ambiente gráfico, com todos os recursos que uma GUI típica pode proporcionar, além de significar a padronização de um sistema de processamento digital de imagens nacional para um dos ambientes mais populares baseado em microcomputadores, o Microsoft Windows 3.1. Tal escolha é fruto de uma reflexão madura sobre perspectivas futuras para o padrão de GUI adotado, o que envolve tanto aspectos relativos à sua difusão nos ambientes computacionais baseados em PC utilizados pelos usuários de sistemas de processamento digital de imagens aos quais o produto final se destina, quanto aspectos de ordem evolutiva dos recursos interativos da GUI e, por conseguinte, do modo de comunicação do produto final nas suas futuras versões, como indica a discussão apresentada no final do Capítulo 2.



Cada sistema interativo, segundo Shneiderman [Shne87], é uma mensagem do projetista para o usuário. Quiçá a mensagem transmitida através deste trabalho possa ser julgada não pela sua complexidade ou pelo seu poder como ferramenta computacional, mas pela utilidade que porventura venha a ter em um futuro próximo junto à comunidade sempre crescente de usuários de sistemas de processamento digital de imagens multiespectrais.

### 1.3 Motivação e Estruturação do Trabalho

A presente dissertação faz parte das atividades do *Laboratório de Automação e Processamento Digital de Sinais* do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, bem como do *Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba*. Nela são abordados aspectos teóricos e práticos relacionados com o projeto de interfaces de comunicação homem-máquina. A motivação principal do trabalho reside na importância do papel que as interfaces usuário-computador vêm representando nos últimos anos em todos os níveis do processamento computacional da informação e, por conseguinte, no crescente interesse que as metodologias de avaliação de interfaces vêm despertando nos projetistas e nos próprios usuários de sistemas computacionais.

Três aspectos foram decisivos para que o enfoque deste trabalho se direcionasse para uma ferramenta de processamento digital de imagens multiespectrais destinada a ambientes baseados em microcomputadores: (i) a atuação significativa do LMRS/PB no âmbito do processamento e interpretação de dados orbitais; (ii) a difusão cada vez maior dos ambientes de processamento de imagens baseados em microcomputadores; e, finalmente, (iii) a existência de um equipamento de fabricação nacional destinado a tarefas de processamento digital, o *Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM-150*, bastante difundido em universidades e centros de pesquisas afins.

Os estudos e avaliações realizadas evoluíram do *Estudo Crítico da Interface do SITIM-150*, desenvolvido para a versão 2.0 do SITIM-150 como trabalho monográfico para a disciplina Projeto de Interfaces Homem-Máquina, do curso de pós-graduação em Engenharia Elétrica, bem como dos trabalhos realizados por Silva [Silv92] e Estevam [Este90]. As implementações e inclusões de algoritmos àqueles existentes na versão 2.3 da ferramenta derivam das contribuições dos trabalhos realizados por Araújo [Arau85, Arau86, Arau87], Araújo et al. [Arau88, Arau90], Barros [Barr90a] e Barros et al. [Barr89, Barr90b].

Em seu trabalho, Silva [Silv92] realizou uma avaliação qualitativa de interfaces bancárias com base na satisfação dos usuários. Estevam [Este90] desenvolveu duas técnicas de avaliação



do grau de satisfação do usuários com relação a ambientes de processamento computacional. Araújo [Arau85] desenvolveu um algoritmo de suavização espacial denominado suavização com vizinhança selecionada pela soma das diferenças absolutas (SSDA) e apresentou um estudo comparativo do desempenho do seu algoritmo e de diversas outras técnicas de suavização espacial, em diversas condições de ruído e em diferentes tipos de imagens. Barros [Barr90a], por sua vez, prosseguiu o trabalho de Araújo, implementando uma ferramenta denominada FILTRIX e destinada à aplicação e o estudo de filtros no domínio espacial em ambientes baseados em microcomputadores.

A extensão dos trabalhos anteriormente mencionados consistiu, em um primeiro estágio, na proposição de uma pré-avaliação qualitativa da interface homem-máquina do SITIM - 150/versão 2.3, tanto do ponto de vista do usuário, quanto sob o respaldo de diretrizes para projetos de interfaces consagradas na literatura técnica, que exigiu a elaboração de um questionário para a sondagem do grau de satisfação dos usuários SITIM e a compilação de uma coletânea de diretrizes e considerações técnicas destinadas a projetos de interfaces homem-máquina.

Os resultados da pré-avaliação, bastante satisfatórios do ponto de vista de receptividade da comunidade usuária e de direcionamento de esforços, serviram de ponto de partida para todo o estudo. No entanto, as dificuldades encontradas no tocante à orientação à distância do universo de respondentes selecionado e ao resgate dos questionários respondidos conduziram à redução do universo amostral. À pré-avaliação, seguiu-se a primeira fase de avaliação do sub-universo redimensionado, cujos resultados sucitaram a expansão e reestruturação do ambiente SITIM.

A expansão deu-se com a adaptação da ferramenta FILTRIX [Barr90a, Barr90b], desenvolvida em ambiente ANALIX, para ambiente MS-DOS e sua integração ao pacote SITIM-150 convencional. Em seguida, deu-se a reestruturação do processo interativo usuário-SITIM, a partir do reagrupamento lógico dos aplicativos do ambiente convencional e da especificação de uma interface gráfica fundamentada em ambiente Windows. Nesse processo, incluiu-se o item **Fusão de Dados** ao sub-menu de **Realce** de imagens, visando a futura incorporação dos algoritmos de fusão de dados orbitais e de restauração de imagens NOAA através de morfologia matemática, desenvolvidos por Candeias [Cand92] e também discutidos em Mascarenhas et al. [Masc91, Masc92] e Banon et al. [Bano92]. O último estágio do trabalho consistiu na implementação de um protótipo da interface gráfica especificada e a avaliação desse protótipo, segundo os mesmos critérios da primeira fase avaliatória, com o propósito de validação da metodologia anteriormente desenvolvida.



## 1.4 Organização da Dissertação

O Capítulo 2 discute, em linhas gerais, perfis de usuários e de aplicações e discute modos de interação homem-máquina. Em seguida, apresenta uma coletânea de diretrizes para projetos de interfaces usuário-computador, discriminadas como **diretrizes genéricas, diretrizes para projetos de telas e de diálogos e para a documentação de interfaces**. Nele também se encontram conceitos e fundamentação lógica de *Interfaces Gráficas de Usuários* (GUIs), a fim de "situar" o leitor no contexto do trabalho. Uma breve apresentação do ambiente Windows como uma opção robusta e difundida para a especificação de interfaces gráficas encerra a discussão.

O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada para a avaliação da interface em questão, sob o ponto de vista do grau de satisfação de seus usuários, a qual pode ser estendida a quaisquer sistemas de processamento de imagens. A partir da formulação da problemática do objeto de estudo, delimita-se o universo amostral e propõe-se uma estratégia para a sua avaliação.

O Capítulo 4 apresenta aspectos gerais do suporte lógico da série SITIM, bem como uma breve descrição das facilidades oferecidas pelo SITIM-150/v. 2.3 como ferramenta para processamento digital de imagens. Delineia-se o perfil do universo amostral alvo a partir do instrumento de avaliação proposto no Capítulo 3 e apresenta-se os resultados da pré-avaliação se do grau de satisfação, considerando aspectos relevantes de caráter técnico e ergonômico, avaliando-os com base na visão dos usuários e sob a ótica das diretrizes de projeto do Capítulo 2.

O Capítulo 5 aborda a expansão funcional e a reestruturação lógica/conceitual do ambiente SITIM-150 e apresenta resultados da especificação de uma interface gráfica para esse ambiente, bem como detalhes genéricos da implementação de um protótipo da interface especificada, com base na análise dos resultados da avaliação inicial do grau de satisfação dos seus usuários.

No Capítulo 6 reavalia-se o grau de satisfação do universo amostral escolhido, desta feita comparativamente, considerando as interfaces convencional e proposta no Capítulo 5. Os aspectos considerados são aqueles discutidos no Capítulo 4, assim como o são as bases para a análise dos resultados.

O Capítulo 7 procura dar ao leitor uma visão geral do trabalho desenvolvido dentro do contexto de interfaces homem-máquina, situando-o como um dentre uma gama possível de enfoques. Discute-se a relevância do trabalho e apresenta-se conclusões e sugestões para o seu aprimoramento e continuidade.



# Capítulo 2

## Princípios e Diretrizes de Projeto de Interfaces Homem-Máquina

*"Although all the principles of ergonomic dialogue design given here are to be applied without exception, their relative importance for a particular field of application will vary."*

[ DIN 66234, part 8 ]

Em um sistema de informação assistido por computador distingue-se fundamentalmente três subsistemas: o **usuário**, o **suporte computacional físico** (*hardware*) e o **suporte computacional lógico** (*software*); a intersecção destes componentes constitui provavelmente a parte mais importante de qualquer sistema de comunicação homem-máquina - a **interface** [Bø82, Neel90]. Por ser um fenómeno relativamente recente na história das ferramentas humanas, o diálogo com máquinas carece de estudos ergonômicos com um grau de detalhamento mais elaborado [Dzid89], já que os diálogos tradicionais tendem a ser unilaterais, com a largura de faixa para a comunicação computador-usuário muito maior do que a largura de faixa usuário-computador [Jaco91]. Como nesse processo o computador e os algoritmos nele instalados nada mais são do que meros meios para se chegar a um fim, a execução de uma tarefa [Mars90], fica como encargo principal da interação homem-máquina o estabelecimento de um elo de comunicação entre algoritmos computacionais e usuários humanos [Myna92]. Eis porque a interface de usuário e suas facilidades constituem uma etapa crucial da definição da infraestrutura de qualquer ambiente de *software* [Youn88].

Este capítulo delinea, em termos gerais, perfis de usuários e de aplicações, bem como modos de interação homem-máquina típicos de ambientes baseados em sistemas computacionais. Ele também procura fundamentar o conceito de **interface gráfica de usuário - GUI** (*Graphical User Interface*), apresentando o Windows como uma alternativa robusta e de grande difusão em ambientes baseados em microcomputadores.

No entanto, o seu propósito mais significativo é condensar e agrupar sugestões, estratégias de ação e recomendações técnicas relativas ao projeto de interfaces. A coletânea de diretrizes apresentada na seção 2.3 não pretende ser completa, sobretudo porque o processo de produção de documentação nesta área ocorre em ritmo tão acelerado (assim como a oferta de



novos dispositivos interativos, nos últimos anos) que se torna difícil acompanhá-lo na mesma proporção. Redigida de modo a permitir o acréscimo de novos itens às suas diferentes subseções, esta coletânea apresenta diretrizes de projeto de interfaces para sistemas computacionais, estruturadas em quatro grupos: **diretrizes genéricas** para projetos de interfaces, **diretrizes específicas para projetos de telas, de diálogos** e para a **documentação de interfaces**.

## 2.1 Considerações Iniciais

O desenvolvimento satisfatório de novos sistemas de *hardware/software* se afigura uma atividade crítica quanto à aceitação de sistemas de informação baseados em computadores por comunidades de usuários sem conhecimentos prévios de computadores [More88]. A introdução em larga escala de sistemas computacionais junto a comunidades de usuários ocasionais e sem experiência prévia vem representando um desafio cada vez mais tentador para especialistas em ciência da computação e em fatores humanos [Chap79, Scap81, Lee88].

O domínio da interação homem-máquina e do projeto de interfaces de usuário oferece um vasto campo de estudo e desenvolvimento [Laws78, Kuut93], pois lida com aspectos que envolvem desde as ciências psicossociais até a ciência da computação, passando pelos mais variados ramos do conhecimento humano, até mesmo por estudos empíricos de *como* indivíduos os mais diversos reagem aos meios de interfaceamento com os quais interagem [Chig90]. Tal diversidade de conhecimentos conduz o projetista a uma série variada de técnicas de interação, cada uma das quais com um propósito específico e empregando normalmente diferentes recursos de *hardware* e *software* [Fole84, Wass90], bem como a uma reavaliação contínua de conceitos, teorias e princípios que fundamentam a comunicação interativa usuário-computador.

Marsh [Mars90] concebe o processo interativo usuário-computador como uma estrutura de camadas concêntricas, cujo núcleo representa o domínio das tarefas propriamente dito, seguido do **ambiente de aplicações** do sistema (onde se encontram as aplicações que conduzem à realização das tarefas possíveis), do **ambiente operacional** (através do qual o usuário seleciona a aplicação) e, nos níveis mais externos da estrutura, de camadas relativas aos fatores ergonômicos inerentes à estação de trabalho e ao ambiente onde usuário e computador coexistem. Eis porque os aspectos e os termos envolvidos em um processo interativo são tantos e sua conceituação nem sempre tão simples.

Newman e Sproull [Newm79] comentam a imprevisibilidade de desempenho da interface de usuário como elemento de um programa interativo. Eles a vêem como uma estrutura subdividida em quatro níveis principais (o **modelo do usuário**, a **linguagem de comando**, o **mecanismo de realimentação** e a **apresentação da informação**), destacando a importância do



usuário no processo interativo e propondo uma representação de modelo de usuário fundamentada em **objetos** (itens de informação, sobre os quais o usuário exerce algum tipo de controle) **intrínsecos** (inerentes à aplicação) e **de controle** (destinados à assistência ao usuário no controle da aplicação), bem como em **ações** (operações que o usuário pode aplicar aos objetos).

Quanto ao termo **interface homem-máquina**, cuja definição nos parece à primeira vista tão óbvia, tem sido constantemente reavaliado e vem recebendo um tratamento cada vez mais cauteloso da parte de diversos especialistas da área. Myers et al. [Myer90, Myer92], por exemplo, expressam a dificuldade que sentem em defini-lo e esclarecem que dentro do contexto em que empregam o termo significa *a parte de um software aplicativo que traduz uma ação de usuário em uma ou mais solicitações à aplicação propriamente dita e fornece ao usuário um "retorno" sobre as conseqüências de sua ação.*

Muitos recursos de *software* ditos interativos têm surgido nos últimos trinta anos. O que se observa, de um modo geral, é que programadores do mundo inteiro vêm tentando dar o melhor de si para emular as ferramentas que desenvolvem. Infelizmente, muitos dos resultados se apresentam insatisfatórios, tanto do ponto de vista de uso das facilidades contidas na ferramenta desenvolvida, quanto do ponto de vista de princípios básicos que regem um bom projeto visual [Rett92]. Por outro lado, constata-se que diversos projetistas de sistemas de informação baseados em computadores vêm procurando documentar suas experiências de desenvolvimento. O resultado disso se evidencia na diversidade de artigos publicados em revistas especializadas, livros e manuais de projetos de interfaces, relatórios técnicos, dissertações e teses.

Um bom projeto de interface, assim como um estudo crítico consistente de uma interface já implementada, procura se respaldar em aspectos técnicos relativos à entrada/apresentação da informação, ao modo de comunicação usuário-sistema e à documentação sobre o sistema e a aplicação em questão, considerando também fatores humanos e aspectos psicológicos de desempenho envolvidos no processo de comunicação [Sond82], muitas vezes ignorados ou relegados a um plano secundário [Kole81, Bjør85].

Desde alguns anos, tem sido dada uma atenção especial à noção de que fatores relacionados diretamente com a natureza psicológica dos seres humanos representam um papel de destaque no desenvolvimento de aplicações computacionais [Basi79, Carr82]. A psicologia cognitiva vem desempenhando um papel cada vez mais relevante no processo de modelagem dos usuários, visto considerar suas diferenças individuais [Norc89]. À ergonomia vem sendo atribuído um valor sócio-econômico cada vez mais significativo, em virtude de suas implicações junto ao homem e à sociedade [Muni79], já que a meta principal da pesquisa nesta área é a otimização da



interface entre o usuário e o sistema que o auxilia [Sond82]. É unânime a opinião de que a solução de problemas relativos à usabilidade, consistência e avaliação geral de um projeto de interface pode ser facilitada a partir da consideração de fatores humanos. Assim, a consulta a documentos técnicos e estudos de fatores humanos constitui uma etapa indispensável a ser cumprida.

Um meio popular para a difusão de conhecimento sobre fatores humanos tem sido documentos contendo regras gerais ou específicas de projeto de interfaces, sendo as formas mais comuns de apresentação as *diretrizes* e *manuals de regras* (*style guides*) [Sond82, Beny88, Löwg92]. No entanto, a consideração de fatores humanos em projetos de interfaces ainda é vista como um ingrediente crítico, assim como o é o próprio usuário [Mora81]; além do mais, *quando*, *quanto* e *como* tal ingrediente deve ser incorporado a outros elementos de projeto ainda será encarado por muito tempo como um tópico polêmico, graças ao grau de subjetividade envolvido neste contexto.

Via de regra, as *diretrizes de projetos* se apresentam sob a forma de sugestões e recomendações técnicas que sumarizam o conhecimento e a opinião metodológica corrente [Krue83]. Os *manuals de regras*, por outro lado, documentam padrões industriais e contêm informações prescritivas, ao invés de sugestivas, resumindo normas relacionadas com o estado da arte dos dispositivos interativos disponíveis no contexto considerado. Ambas as formas de apresentação de conhecimentos se destinam à vasta gama de indivíduos atuantes no domínio da interação homem-máquina, abrangendo desde estudantes e novos projetistas até especialistas e avaliadores de algoritmos. Também servem como ponto de partida para a implementação de novas aplicações baseadas no grau de satisfação dos usuários.

Entretanto, os diferentes grupos de desenvolvimento de ferramentas de *software*, quer de caráter aplicativo específico ou de caráter criativo, têm dado à documentação de seus trabalhos um enfoque restrito aos seus interesses [Ping89]. Por outro lado, a evolução e diversificação dos sistemas computacionais, tanto no que concerne aos processadores de informação propriamente ditos, quanto aos dispositivos de apresentação da informação ao usuário e à manipulação dessa informação por ele, também têm estimulado a produção de um sem número de documentos específicos. Löwgren [Löwg92] ressalta esse aspecto fracionado das informações relativas ao projetos de interfaces e até mesmo propõe como alternativa o desenvolvimento de um *sistema gerenciador de interface de usuário* (*UIMS - User Interface Management System*) com uma base de conhecimento contendo informações relativas a fatores humanos. Outro fato que deve ser considerado é que embora se tenha escrito muitos livros sobre tópicos de interfaces, poucos deles tratam de como especificá-las e/ou implementá-las [Rett92].



A adição destes três fatores contribui para a dispersão de informações relativas a aspectos particulares da interação homem-máquina, dificultando a tarefa de confrontação de idéias complementares apresentadas em diferentes documentos e tornando o processo de seleção e consulta cansativo e frustrante; afora a dificuldade do acesso simultâneo à diversidade de referências bibliográficas produzida quase que diariamente por equipes de pesquisadores espalhadas pelo mundo inteiro. Daí a importância de se condensar em um único documento o maior número possível de diretrizes para projeto e avaliação de interfaces homem-máquina, facilitando o trabalho de consulta a tópicos genéricos e específicos e de atualização e complementação periódicas.

## 2.2 Princípios - Usuários e Aplicações

Qualquer projeto de sistema interativo requer do projetista muito mais do que apenas julgamentos intuitivos sobre a melhor forma de apresentar a informação ou de resolver problemas surgidos de última hora. Requer a consciência de que uma de suas principais responsabilidades é tornar o sistema o mais simples possível para a aplicação do usuário [Brac70, Newm74]. É necessário adequar os recursos de qualquer projeto aos seus usuários potenciais, diferenciando-os até mesmo entre si segundo critérios relacionados com a formação acadêmica, a frequência de uso, capacidades psicofisiológicas e cognitivas, bem como com aspectos ambientais [Alle82, Watt84, Shne87]. Entretanto, apenas dispor desses critérios não é suficiente para se produzir sistemas interativos consistentes. É necessário integrá-los às tarefas de especificação e implementação da ferramenta ou do sistema considerado [Thom84].

Por muitos anos, grupos da "elite" de programadores da indústria de processamento de dados tornou inacessível às pessoas "de fora" o universo dos sistemas computacionais. Programadores e projetistas preocupavam-se em desenvolver ambientes com base em necessidades próprias ou no que "acreditavam" ser o melhor para os grupos de usuários aos quais aqueles ambientes se destinavam. Aos usuários, por sua vez, cabia apenas o papel de aceitá-los, adaptando-se aos recursos de comunicação, na maioria das vezes precários, adotados pelos projetistas [Otte84].

Muitos autores tentaram persuadir grupos de desenvolvimento a adotar estratégias de participação dos usuários nas fases de definição e criação de projetos de sistemas interativos a eles destinados, sem grande sucesso [Thom84, Shne87]. Até quinze anos atrás, a maioria dos usuários de sistemas computacionais eram engenheiros e programadores, desenvolvendo sistemas para uso próprio ou para outros usuários tecnicamente capacitados para manipulá-los; assim, não havia a necessidade de incluir a participação do usuário no projeto [Grud91]. Além do mais, a participação *ativa* do usuário implicava a dilatação do prazo de especificação e o



comprometimento do trabalho dos projetistas a fim de satisfazer participantes tidos como "incompetentes" no assunto, bem como pressuponha o surgimento de idéias antagônicas à linha mestra do projeto, traçada pela equipe de desenvolvimento [Shne84]. Isto porque tal participação normalmente deve incluir a integração do usuário com a equipe de projetistas, visando a determinação dos requisitos fundamentais do sistema a ser projetado, o desenvolvimento e a avaliação do projeto especificado e o planejamento da fase de implementação do sistema [Hawk91].

De um modo geral, os estudos que tratam do envolvimento do usuário (*projeto evolucionário*, *projeto participativo* ou *influência do usuário*, como o denominam diferentes autores) ressaltam aspectos relativos à qualidade e à usabilidade do sistema, às atitudes e à satisfação do usuário com relação aos mecanismos de informação desse sistema e suas saídas [Deme81, Robe82, Ives84, Baro86]. A medição e a modelagem do desempenho humano em processos interativos vem recebendo uma atenção especial nestes 20 últimos anos e o resultado se traduz na diversidade de abordagens do problema que surgem a cada dia [Dunh83]. Apesar de tantas delas, muitas interfaces ainda são projetadas com base na hipótese de que é o usuário que deve se adaptar ao produto [Norc89], ser treinado para utilizá-lo em uma etapa posterior à etapa de projeto e ter o seu comportamento amoldado às características daquele produto que ele não auxiliou a projetar [Good84].

Embora diversos pesquisadores acreditem que o desenvolvimento participativo traga para o projeto uma contribuição positiva [DeBr77, More88, Hawk91] em termos de medida de desempenho, há pouca concordância na medida de "sucesso" e pouca evidência empírica para substanciar tais crenças [King81]. Segundo Frese e Hesse [Fres93], mesmo nos dias atuais constata-se que a participação do usuário em diversas situações exerce uma influência negativa no processo de projeto, sobretudo por conta da pressão excessiva sobre o tempo gasto pelas equipes de desenvolvimento para a apresentação final do produto e das interrupções "indesejáveis" advindas de sugestões e solicitações dos usuários interagentes.

O conhecimento do que constitui um bom serviço presume um conhecimento das necessidades dos usuários [Abra77]. Um bom projetista deve estar ciente de que a política organizacional e as preferências, necessidades e limitações dos usuários são muito mais importantes do que os aspectos técnicos associados ao sucesso de um sistema interativo [Shne87]; ter em mente que a concepção do problema que o usuário tem em mãos pode ser muito diferente da concepção do projetista [Mora81, Sell90]; ter consciência de que dispõe de suportes de projeto de naturezas as mais diversas, frutos de toda a experiência anterior acumulada em sua área de atuação; envidar esforços conscientes para imprimir clareza e vivacidade à comunicação do usuário com sua máquina, a partir de ações através das quais ele lhe comunique os seus



intentos e de *imagens* através das quais ela lhe envie suas respostas [Fole74]. No entanto e antes de mais nada, deve ser sensato para ponderar sobre o percentual de importância a ser dada a cada um desses suportes para a produção de um ambiente consistente.

Teorias ou modelos, bem como princípios associados às diversas facetas da interação homem-máquina, oferecem condições para a organização do projeto como um todo [Alle82, Shne84]. Diretrizes práticas, genéricas ou específicas, bem como regras de projeto e recomendações técnicas, embora difíceis de ser elaboradas (por conta da diversidade de opiniões e da subjetividade do contexto), representam uma contribuição importante de experiências positivas anteriores, ao mesmo tempo que constituem um ponto de reflexão para o sucesso de novos trabalhos [Shne82, Sond82, Gain83, Shne84] e de referência para o desenvolvimento e a avaliação de novos produtos [Tetz91]. Estratégias de teste e avaliação são, por outro lado, instrumentos que estimulam a pesquisa e conduzem o projetista à correção de decisões de projeto insatisfatórias, com base no grau de satisfação dos usuários finais do produto projetado [Shne87, Este90].

Smith [Smit81] recomenda o emprego de padrões de projeto que reflitam o máximo possível, explícita ou implicitamente, o uso cotidiano de recursos compartilhados pela comunidade de usuários à qual o projeto se destina, devendo as considerações duvidosas (adotadas) ser testadas em fases ligeiramente subseqüentes àquelas de prototipagem das diferentes camadas do produto, a fim de que se possa determinar o nível de satisfação das expectativas mais significantes daquela população de usuários. A adoção de padrões familiares atenua a sensação de deslocamento e insegurança dos usuários sem experiência computacional prévia, além de representar uma transição mais "natural" da tarefa para ambiente computacional [Snee78].

Good et al. [Good84] desenvolveram um método denominado *UDI (User-Derived Interface)*, onde o comportamento de novos usuários serve como força impulsora para novos passos de um projeto interativo. A interface é, então, especificada e implementada com base na observação e na análise do comportamento dos seus usuários potenciais, com um mínimo de modelagem prévia desse comportamento.

Ohlson [Ohls78] e Foley [Fole84] ressaltam a importância da seleção, pelo projetista da interface, dos dispositivos e técnicas através dos quais o usuário realizará tarefas de interesse, dentre os quais inúmeros subconjuntos podem ser empregados para gerar bons projetos de interface [Bail93]. Diversos autores [Shne87, Niel90, Jeff91, Kara92, Bail93] concordam que um projeto satisfatório deve resultar de uma combinação de várias técnicas, restando apenas conhecer a extensão e as limitações de cada uma delas e aplicá-las segundo as conveniências.



Roberts [Robe66] já expressava em seu artigo a preocupação com a flexibilidade de um sistema computacional no tocante às aplicações e ao modo de interação. Compartilhando essa preocupação, Bass [Bass81] descreve a concepção de uma interface generalizada para programas de aplicações, onde se observa a preocupação com o uso de valores *default* e com o nível de auxílio aos usuários do produto. Em outro artigo [Bass85], ele destaca a relevância do processo de "customização" da interface de usuário para aplicações específicas, bem como do desenvolvimento do projeto com base em um grau de flexibilidade suficiente para corresponder às alterações dos requisitos que ocorram em fases posteriores e do gerenciamento das aplicações por profissionais intimamente familiarizados com o seu contexto (não necessariamente programadores ou projetistas de sistemas).

Usuários são processadores de informações muito complexos e muitos dos impactos causados por sistemas computacionais sobre seu desempenho e satisfação não são óbvios. São, pelo contrário, o resultado de interações complexas entre o sistema e a natureza das atividades que eles desenvolvem, bem como de características próprias da comunidade de usuários, introduzidas no processo interativo sob a forma de expectativas, habilidades, experiências e limitações [Krue83, Neel90]. Assim, muitos sistemas atuais oferecem uma grande oportunidade aos projetistas de interfaces, o aperfeiçoamento dos recursos da comunicação usuário-computador. Dentre as diversas estratégias possíveis, três etapas comuns podem ser apontadas: (i) **sondagem preliminar** das características da interface e do grau de satisfação dos seus usuários; (ii) **avaliação dessa interface**, que pode basear-se na opinião dos usuários, em recomendações técnicas e diretrizes de projeto disponíveis, em ambos ou em outros critérios; e (iii) **proposição de uma metodologia de projeto, teste e avaliação de um novo ambiente interativo**, desta feita contando com a participação *ativa* do usuário durante todas as fases ou, caso não seja possível a participação direta, com base nas críticas e sugestões resultantes do processo inicial de sondagem.

Assim como a programação de sistemas computacionais, o projeto de uma interface homem-máquina ainda envolve mais arte do que ciência [Ersh72, Knut74, Gali85, Laur90], graças à notável diversidade de aspectos psicofísicos e psicofisiológicos, de personalidades e de estilos cognitivos envolvidos no processo, bem como devido à necessidade de experiência e criatividade no processo de concepção e, sobretudo, pela geração de produtos estéticos e bem apresentados. Combinada com a extensa variedade de situações, naturezas de tarefas e frequências de uso, esse conjunto de características conduz a uma extensa gama de possibilidades [Shne87]. Cabe ao projetista a escolha da possibilidade que mais se adequa à situação que ele tenha em mãos. Dois fatores se mostram fundamentais para o desenvolvimento satisfatório de qualquer processo interativo: o **perfil do usuário** e o **perfil do conjunto de tarefas** [Shne87, Beny88, Norc89]. Além disso, está a necessidade de integração de fatores relativos ao desempenho global da relação



simbiótica usuário/tarefas (e, implicitamente, usuário/sistema), que refletirá as características psicológicas do usuário e sua interação com a máquina e as tarefas que esta pode desempenhar [Card80, Benb81, Care82].

Nenhum projeto simplista satisfaz a todos os perfis de usuários e de situações [Heck91], de modo que se faz necessário caracterizá-los o mais precisamente possível. No entanto, é conveniente não confundir os termos *simplista* e *simples*. Uma das características mais importantes em um projeto de interfaces é a *simplicidade* [Snee78, Rutk82, Scap90, Heck91], visto reduzir a frequência de erros possíveis em um sistema computacional, bem como limitar suas consequências mais graves [Morl83]. Por outro lado, interfaces complexas podem até ser atrativas visualmente ou mesmo dar a falsa impressão de ser mais vantajosa por conter mais "recursos" em cada tela apresentada; porém uma inspeção mais acurada é suficiente para "quebrar" o encanto inicial. Há dois fatores que provocam a complexidade de um projeto de interface: (i) o fascínio típico de projetistas programadores por mecanismos intrincados, por vezes "indecifráveis" e (ii) a distribuição da responsabilidade do projeto e da sua implementação entre vários profissionais que não constituam uma equipe de projeto bem articulada [Morl83].

Qualquer projeto de interfaces só deveria ser iniciado após o conhecimento preliminar de diversas características da comunidade-alvo do projeto, tais como faixa etária, sexo, capacidades psicofísicas e cognitivas, grau de instrução, formação acadêmica, nível cultural, motivação, metas e personalidade, dentre outras. Obviamente cada projetista deve ter a sensibilidade de distinguir quais das características mencionadas se aplicam ao seu problema. Além disso, é importante uma sondagem do nível de familiaridade com sistemas computacionais, o conhecimento de uma língua estrangeira (para nós, por exemplo, a língua inglesa, adotada como língua técnica mundial), requisitos de relações humanas e a facilidade de interpretação de representações gráficas, dentre outras [Huck81, Palm83, Watt84, Thom84, Shne87].

Uma das recomendações mais relevantes para um projeto satisfatório reside no grau de conhecimento do projetista sobre os usuários do produto final, bem como do reconhecimento das diferenças de concepção que existem sempre entre quem projeta e quem usa um ambiente interativo. Outra é a tomada de consciência de que um projeto nunca acaba, porque há sempre mais a saber sobre uma comunidade de usuários, porque alguns dos aspectos relativos aos seus perfis são dinâmicos [Gain83, Shne87], assim como o são as inovações e tendências tecnológicas neste domínio.

Ao estudar diversos usuários e contextos, o projetista deverá ser capaz de divisar uma metodologia que responda, de um modo sistemático, onde é melhor conceber uma interface "*genérica*" e onde se deve criar uma interface "*específica*" [Laur90]. Ele deverá também antever



uma concepção de "*usuário médio*" do sistema que está para ser projetado, com base em atributos como o grau de diversificação das tarefas do usuário, o grau de autonomia que o projeto deve lhe dar ao realizar suas tarefas, o grau de realimentação do processo interativo, etc. Em suma, o projetista deve formular o modelo de desempenho do usuário para o qual a aplicação será desenvolvida [Dagw83], tomando como base técnicas e conceitos da psicologia cognitiva [Dunh83]. Todavia, é importante não estabelecer uma concepção estática do universo de usuários, suas tarefas e o próprio ambiente onde atuam, visto que a *única* constante em todo o contexto é a *dinâmica* do processo interativo [Niel91].

Costuma-se classificar os usuários de um ambiente interativo em grandes grupos [Beny88], geralmente com base na frequência de uso do sistema e no seu grau de familiaridade com recursos computacionais. Moran [Mora81] e Palme [Palm83] classificam os usuários de um universo experimental como *experientes* e *inexperientes*. Schneider [Schn82, Schn84] chama a atenção para o dinamismo do modo de interação e distribui os usuários numa escala de evolução que emprega termos mais específicos: *leigo (parrot)*, *principliante (novice)*, *intermediário (intermediate)*, *experiente (expert)* e *perito (master)*. Shneiderman [Shne87] emprega uma terminologia mais específica do que a de Palme e mais genérica do que a de Schneider, enquadrando os usuários nas categorias *principliante (novice)*, *ocasional com conhecimento (knowledgeable intermittent)* e *assíduo (frequent)*. Todavia, conquanto suas estruturas taxonômicas sejam apresentadas com um cunho maior ou menor de detalhamento, a verdade é que se pode reconhecer uma categoria de cada modelo nos outros, salvo ligeiras discrepâncias semânticas. Além do mais, todos são unânimes em um ponto: desenvolver um projeto para uma das categorias é fácil; fazê-lo para o modelo completo é muito mais difícil, sobretudo porque a abordagem de estruturação da interface por níveis requer não apenas a discriminação em termos do *software*, mas também ao nível de manuais, facilidades de ajuda, estruturação de mensagens e elaboração de tutoriais.

Apesar das dificuldades implícitas, Scapin [Scap81] comenta que os estudos relativos à diferenciação de estratégias de comunicação para diferentes níveis de perícia tem apresentado resultados bastante satisfatórios em diversas áreas, tais como projetos de telas complexas e de procedimentos de controle de tráfego aéreo, definição de informações de alta precisão nos domínios da diagnose médica, coletas de impostos e controle de tráfego em metrô. Shneiderman [Shne84] propõe uma estratégia de estruturação que consiste em permitir aos usuários o controle do nível de realimentação oferecido pelo sistema, bem como o grau de interação usuário-sistema.

Outros esforços no sentido de estabelecer uma taxonomia relativa à terminologia de interfaces de usuário foram empreendidos por Carter [Cart86], Chignell [Chig90] e Kuutti [Kuut93]. Enquanto o primeiro aborda o assunto sob o ponto de vista da padronização da terminologia de





métodos e ferramentas de *software* [Dunh83]. Adicionalmente, os usuários vêm pouco a pouco se tornando mais exigentes com relação a interfaces ininteligíveis e difíceis de manipular e, ao mesmo tempo, mais cômicos de que a interação usuário-computador pode (e deve) se tornar uma experiência muito mais agradável e estimulante se forem levadas em conta suas opiniões [Shne79, Niel92a]. Estes dois aspectos, somados, só têm servido para indicar a importância cada vez mais significativa dos testes de usabilidade [Cox93] dos produtos computacionais interativos nos dias atuais.

As diferenças individuais entre usuários e a variabilidade das tarefas por eles propostas são dois fatores de grande impacto sobre a usabilidade, com grande repercussão sobre a decisão dos projetistas no tocante à decisão do estilo de interação a ser adotado e no conjunto de ações que deverá ser implementado. Facilidade de aprendizado [Cuad71, Snee78], possibilidade de exploração máxima dos recursos disponíveis após a fase de aprendizado, frequência e gravidade de erros possíveis, possibilidade de adaptação de usuários de outras ferramentas ao ambiente oferecido e, sobretudo, satisfação subjetiva dos usuários são algumas das regras mais importantes da engenharia de usabilidade [Niel92b, Kara92]. Consistência é outro ponto-chave na interação homem-máquina que recebe atenção especial dentre os problemas de usabilidade considerados na atualidade.

A questão da consistência de uma interface, um aspecto que tem gerado grande controvérsia entre especialistas da área, envolve, segundo Grudin [Grud89], a análise de pelo menos três variáveis que se interrelacionam: a consistência interna de um projeto, a sua consistência externa com outros projetos familiares ao usuário e a correspondência metafórica ou analógica de um projeto com características adotadas/aceitas no mundo inteiro, além do domínio dos sistemas computacionais.

Tognazzini [Togn90] aponta a evolução vertiginosa dos sistemas computacionais e aplicações correlatas como um fator preponderante para dificultar a manutenção da consistência completa em um projeto e sugere a escolha de aspectos de consistência mais relevantes que sejam menos complexos de manter. Dentre os princípios que auxiliam essa escolha, ele indica a aplicação de diretrizes de projeto disponíveis, *sempre* que possível; a não alteração de qualquer característica do ambiente estudado que não necessite *realmente* de melhoramento ou modificação; a interpretação consistente do comportamento do usuário pelo sistema (mais importante do que objetos e comportamentos consistentes do sistema); e o registro/destaque de qualquer modificação efetuada.

Nielsen e Molich [Niel90] e Nielsen [Niel92a], bem como Shneiderman [Shne87], conquanto um pouco mais reticentes do que Grudin [Grud89] em seus posicionamentos sobre



consistência, concordam sobre a importância deste fator em qualquer projeto interativo e sobre a sua aplicação aos diferentes meios que compõem a interface, incluindo não apenas o meio de apresentação da informação, como também sua documentação, as estratégias de ajuda *online* propostas e o suporte tutorial do ambiente.

Diversos autores [Krol71, Shne82, Shne84, Gali85, Shne87, Grud89, Mitc89, Dzir89, Nick90, Grud90, Niel90, Grud91, Rett92, Kara92, Niel92b, Niel93, Gill93, Gray93] expressam em diferentes enfoques a importância da consideração de regras, princípios heurísticos e/ou técnicos, diretrizes relacionadas tanto com aspectos operacionais como com fatores humanos, enfim, a necessidade de um respaldo bibliográfico para o desenvolvimento de qualquer *software* interativo.

Shneiderman [Shne79, Shne82, Shne84, Shne87] apresenta em seus livros e artigos grupos de diretrizes aplicáveis à especificação de mensagens, à concepção de telas e de diálogos, ao desenvolvimento de estratégias de manipulação direta e à elaboração da documentação de interfaces. Galitz [Gali85], embora descreva estratégias genéricas para projetos de interfaces usuário-computador, volta-se para a apresentação de diretrizes aplicáveis a projetos de telas. Grudin [Grud89, Grud90, Grud91] dirige sua atenção para a questão da consistência sob seus diferentes aspectos e para os diversos contextos do desenvolvimento de interfaces.

Dzida [Dzir89] ressalta a importância dos padrões para propósitos de projeto e implementação de interfaces, confrontando o emprego de proposições heurísticas com o de proposições normativas e descrevendo a aplicação de princípios de projeto de diálogo ao desenvolvimento de *software* interativo. Mitchell e Shneiderman [Mitc89] e Norcio [Norc89] discutem vantagens e desvantagens do desenvolvimento de interfaces de usuários estáticas e adaptativas. Nickerson e Pew [Nick90] ilustram alguns princípios de projeto com exemplos sucintos e fazem uma avaliação de três ferramentas de prototipagem rápida de ambientes.

Nielsen e Molich [Niel90] apresentam um conjunto de princípios heurísticos de avaliação prática da usabilidade de produtos de *software*. No entanto, o próprio Nielsen [Niel91] comenta que a usabilidade não pode ser definida sem o conhecimento do contexto no qual o sistema projetado será utilizado, ressaltando a inexistência de critérios *absolutos* de usabilidade. Sendo um conceito genérico que não pode ser medido, embora possa ser relacionado com diversos critérios que o podem, Nielsen [Niel94] associa a usabilidade a parâmetros que se enquadram em duas grandes categorias, a saber: *medidas da preferência subjetiva do usuário*, que avaliam o quanto os usuários gostam do sistema, e *medidas de desempenho objetivo*, que estimam quão capazes os usuários são no uso do sistema.

Gould [Goul91] aponta quatro atividades correlatas ao processo de projeto com base na engenharia de usabilidade: (i) o foco inicial no usuário; (ii) a concepção de projeto integrado;



(iii) a avaliação inicial e contínua da interação usuário-sistema desenvolvido; e (iv) a execução de um projeto interativo. Ele também comenta aspectos que limitam o emprego de critérios de usabilidade na criação de aplicações computacionais, apresentando algumas sugestões para tais limitações. Vertelney et al. [Vert90] agrupam os problemas e as soluções relativas ao projeto de interfaces usuário-computador segundo três critérios primários de projeto do *software* da interface - **usabilidade, funcionalidade e comunicação visual**.

Thovtrup [Thov91] comenta a dificuldade de uso dos padrões de interfaces de usuário atuais e avalia um sistema e um padrão de interface desenvolvidos por uma companhia hipotética. Rettig [Rett92] ressalta a Semiótica (o estudos dos símbolos) como a base dos manuais de padrões de interfaces, relacionando-os com aspectos estruturais léxicos e sintáticos, bem como com aspectos semânticos e pragmáticos.

Karat [Kara92] compilou doze diretrizes com base nos estudos heurísticos de Nielsen e Molich [Niel90] e desenvolveu um estudo comparativo entre testes empíricos de avaliação de interfaces de usuário e métodos experimentais individuais e em equipe. Nielsen [Niel92b] dá continuidade à abordagem heurística de seus trabalhos anteriores, desta feita inserindo-a no contexto mais abrangente da engenharia de usabilidade.

Gray [Gray93] aborda a questão do diálogo através de menus e questiona a viabilidade de uso de pilhas hierárquicas de submenus sob cada uma das opções de um menu principal, analisando como exemplo a interface do Quattro Pro, da Borland. Gilland [Gill93] apresenta em seu artigo um conjunto de dez diretrizes para projeto de dispositivos gráficos de apresentação da informação.

Segundo Nielsen [Niel92c], padrões e diretrizes diferem no sentido de que padrões especificam *como* as interfaces deveriam (a)parecer ao usuário, enquanto um conjunto de diretrizes informa sobre *que* características de usabilidade elas deveriam apresentar, listando princípios bem conhecidos que devem ser considerados em projetos de interfaces usuário-computador. Em ambos os casos, no entanto, o projetista deve julgar a *importância relativa* do conteúdo informativo disponível, de acordo com as circunstâncias da tarefa e com aspectos organizacionais do caso prático que pretenda resolver [Dzid89]. Tetzlaff [Tetz91] comenta que o propósito das diretrizes de projeto de interfaces de usuário é fornecer um suporte técnico-experimental ao processo de desenvolvimento de aplicações consistentes e úteis, que se adequem às convenções e tendências tecnológicas correntes. Kruesi [Krue83] ressalta que o uso de diretrizes nunca deve descartar a necessidade de processos de avaliação empírica e sim lhes servir de respaldo.



## 2.3 Diretrizes para Projetos de Interfaces

### 2.3.1 Diretrizes Genéricas

#### i) Revisão da documentação e dos serviços de consultoria [Gali85]

Fazer uma revisão bibliográfica criteriosa do assunto. Consultar manuais, *handbooks*, documentação sobre padrões de interfaces e serviços de consultoria e assistência técnica disponíveis.

#### ii) Identificação de entradas e saídas do sistema [Gali85]

Estudar cuidadosamente os recursos disponíveis no sistema para o qual a interface será implementada.

#### iii) Identificação dos requisitos do usuário [Hans71, Pew75, Gali85, Shne87, Heck91]

Fazer um levantamento das necessidades do usuário para o qual a interface será projetada.

Apreender o perfil do usuário, a fim de desenvolver uma interface com características que lhe sejam simultaneamente aceitáveis, atraentes e úteis.

#### iv) Descrição dos elementos de definição das telas [Gali85]

Especificar algumas das características importantes dos elementos de dados definidos na fase de identificação de entradas e saídas do sistema, tais como *título*, *nome*, *tamanho do campo*, *status* e *relações lógicas*.

#### v) Definição do conjunto de telas de funções [Haye81, Morl83, Gali85, Cox93]

Listar concisamente os requisitos de projeto relacionados com o projeto de telas, tais como requisitos *humanos*, de *hardware*, de *software* e de *aplicação*, dentre outros.

Especificar os elementos de dados que compreenderão cada função, levando em conta requisitos de *aplicação*, de *recursos computacionais* e do *usuário*.

Assegurar que as funções aplicativos reflitam adequadamente os requisitos do usuário e que estas "façam sentido" para todos os usuários do sistema, i.e., que reflitam o ambiente de trabalho e tarefas correlatas como eles o concebem no dia-a-dia.

Organizar os elementos de dados de cada função em seções, a saber: definir o tamanho dos elementos de dados (*número de caracteres dos nomes/abreviações, número de caracteres dos campos, caracteres de atributos dos elementos de dados*); aplicar técnicas de agrupamento de informações (*seqüência e freqüência de uso, função e importância*) e considerações de projeto de telas; e especificar informações suplementares necessárias (*título, número de página/tela, mensagens e instruções, linhas de espaçamento*).

Identificar e esquematizar as telas da interface, aplicando a cada agrupamento de telas as técnicas de agrupamento de informações e as considerações de projeto levantadas na etapa anterior.

Confinar a aproximadamente três quartos da largura disponível (80 caracteres por linha) o uso das linhas da tela destinadas aos elementos de dados.

Desmembrar as telas em pontos naturais, na definição de funções de telas múltiplas.

Conceber *layouts* de telas simples e claros.

Apresentar os esboços finais do estudo esquemático das telas sob a forma de *layouts* em papel ou sob a forma de protótipos, na própria tela do terminal de vídeo do sistema.

Submeter os *layouts* em papel à apreciação da comunidade de usuários do sistema.

Após o processo de depuração das falhas e/ou eventuais modificações porventura apontadas pelos usuários, transferir os *layouts* para o sistema, definindo as *telas de teste* no computador.

Submeter novamente os *layouts*, desta vez apresentados no terminal de vídeo do sistema, ao julgamento dos usuários da interface.

Testar exaustivamente todas as funções disponíveis no sistema, modificando simultaneamente todos os trechos problemáticos que induzam o usuário a cometer erros ou que provoquem interrupções traumáticas das tarefas.

Submeter a concepção final do projeto a uma avaliação criteriosa de um grupo de indivíduos, dentre os quais programadores, usuários e especialistas em fatores humanos (psicólogos, antropólogos, linguistas e profissionais afins).

Monitorar e registrar todas as modificações e acréscimos sugeridos e incorporados ao projeto final da interface.



## 2.3.2 Diretrizes para Projetos de Telas

### 2.3.2.1 Apresentação de Dados

#### l) Consistência no processo de apresentação [Face75, Gebh78, Huck81, Morl83, Gali85, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]

Manter a padronização e o controle da terminologia, das abreviações e das formatações de dados durante o desenvolvimento do projeto. Criar uma espécie de dicionário contendo todas as informações referentes à nomenclatura empregada.

Exemplo 1:

Ao definir **INICIA** como uma função para inicializar um periférico a ser empregado para a entrada/saída de dados, manter a padronização para todas as outras situações que necessitem da inicialização daquele periférico. Evitar denominar ações similares com termos/abreviações diferentes; considerando este exemplo, evitar denominar a mesma função de inicialização com termos diferentes (**INICIA**, **INI**, **INIC**) em ocasiões distintas (telas diferentes ou etapas diferentes na mesma tela).

Exemplo 2:

Um dicionário de funções de listagens de dados de projetos e seus planos de informação para um SIG, dentro de um contexto mais amplo de interfaces, poderia ser:

- **LIST\_DIR** → listagem de dados característicos de um projeto.  
Entrada: opção de saída em tela ou em arquivo em disco.
- **LIST\_LIN** → listagem das linhas de um plano de informação.  
Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
nome do plano de informação  
linha inicial a ser listada  
número de linhas a ser mostradas
- **LIST\_IMG** → listagem dos dados relativos ao dado imagem de um plano de informação.  
Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
nome do plano de informação
- **LIST\_POL** → listagem dos polígonos de um plano de informação.  
Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
nome do plano de informação  
polígono inicial a ser listado  
número de polígonos a ser apresentados
- **LIST\_TAB** → listagem da tabela de classes de um plano de informação.  
Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
nome do plano de informação  
classe inicial a ser mostrada  
número de classes a ser mostradas

- **LIST\_AMO** → listagem de amostras de um MNT (Modelo Numérico de Terreno)  
 Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
 nome do plano de informação  
 ponto inicial  
 número de pontos a ser listados
  
- **LIST\_CEN** → listagem dos centróides de um plano de informação de categoria área.  
 Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
 nome do plano de informação  
 centróide inicial  
 número de centróides a ser listados
  
- **LIST\_ORG** → listagem de pontos organizados de um MNT.  
 Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
 nome do plano de informação
  
- **LIST\_GRD** → listagem dos dados "grade" de um MNT.  
 Entrada: opção de saída em tela ou em disco  
 nome do plano de informação

Padronizar também rotulações e convenções gráficas.

Formatar uniformemente cabeçalhos, rodapés, paginação, menus, i.e., manter coerente a apresentação da informação contida nas diferentes telas da interface.

Exemplo 3:

Uma estrutura coerente para cabeçalhos de um conjunto de telas de uma interface poderia apresentar a seguinte disposição:

DATA	TÍTULO	HORA
------	--------	------

**ii) Eficiência na apresentação da informação [Fole74, Dean82, Morl83, Bass85, Gali85, Scap86, Shne87, Niel92a]**

Adotar formatação familiar ao usuário, procurando relacioná-la com a realização de tarefas permitidas e com os dados solicitados pelo sistema para realizá-las.

Usar regras de simplificação de colunas de dados, justificação de dados alfanuméricos pela esquerda e de inteiros pela direita, alinhamento de pontos decimais, espaçamento conveniente, rotulação compreensível e codificação apropriada de valores.



Utilizar informações gráficas quando for pertinente. Ressaltar a leitura e facilitar a interpretação de dados alfanuméricos com recursos gráficos (marcadores de escala, indicadores de níveis, histogramas e/ou símbolos conhecidos/padronizados).

Apresentar *apenas* informações que auxiliem o usuário. Dispensar o uso de textos e representações gráficas supérfluas.

**iii) Otimização da qualidade do equipamento de apresentação de dados [Gali85, Shne87]**

Empregar equipamentos de alta resolução em processos de apresentação de dados.

Aconselhar/realizar manutenção periódica dos equipamentos de apresentação de dados, a fim de manter a máxima qualidade das informações amostradas.

Projetar as telas no modo monocromático, empregando recursos como *espaçamento* e *disposição* para otimizar a apresentação das informações. Adicionar *cores* apenas quando estas auxiliarem as tarefas desenvolvidas pelo usuário.

**iv) Compatibilidade entre o processo de apresentação e a entrada de dados [Gali85, Scap86, Shne87]**

Manter a formatação dos dados apresentados relacionada *claramente* com a formatação da entrada.

**v) Flexibilidade de controle do processo de apresentação de dados pelo usuário [Cuad71, Mart73, Cher76, Gebh78, Turo78, Morl83, Gali85, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Permitir aos usuários a obtenção das informações na forma mais adequada aos propósitos do processamento que realizem.

**vi) Encadeamento de listas de itens afins [Coma94a, Coma94b]**

Atrelar dados afins sob a forma de arranjos tabulares, que possam ser consultados simultaneamente pelos usuários, e.g., listas encadeadas contendo *quantidade*, *tipo*, *dimensões* e *preço* de um estoque de parafusos de uma casa de ferragens.

Evitar dependências dúbias de sub-itens comuns a itens múltiplos.

**vii) Criação de domínios de informação [Coma94b, Coma94c]**

Organizar as informações apresentadas na tela por domínios bem definidos, i.e., informações afins constituindo blocos consistentes, onde conjuntos de opções e sub-opções aparecem bem posicionados, evitando ambigüidades e interpretações erradas por parte dos usuários.

Distribuir conjuntos de informações afins em itens mutuamente exclusivos dispostos em uma direção preferencial (a direção que sugere uma listagem é, normalmente, a vertical).

**viii) Entrosamento com os usuários [Huck81, Rich84, Gali85, Shne87, Cox93]**

Envolver os usuários no desenvolvimento de novas formas de apresentação de dados.

**ix) Otimização do espaço de apresentação da informação [Coma94a, Coma94b, Coma94c]**

Evitar expansões excessivas e desordenadas das telas da interfaces, procurando distribuir toda a informação no espaço de apresentação disponível.

Quando inevitável, criar expansões lógicas, relativas ao detalhamento dos níveis de informação contidos nas telas-mães.

Evitar a apresentação parcial de dados organizados sob a forma tabular ou de listas encadeadas, a fim de reduzir a taxa de memorização do usuário e permitir a visão global de um dado contexto informativo.

Evitar o uso de subtítulos excessivamente longos para blocos de informações encadeadas ou rótulos verbosos para botões de seleção de informação.

Simplificar rótulos de texto e campos de entrada de dados, alinhando-os consistentemente.

**2.3.2.2 Apreensão da Atenção do Usuário****l) Destaque da informação a partir da variação da intensidade luminosa [Fole74, Fole82, Mori83, Gali85, Scap86, Shne87]**

Empregar *apenas* dois níveis de intensidade luminosa, a fim de permitir a identificação rápida e sem erros de níveis de informação diferentes.



**Exemplo 4:**

Considerando uma tela monocromática contendo uma relação imagem com um documento, poder-se-ia destacar os dados digitados das instruções do sistema mediante o uso de dois níveis de intensidade luminosa, o menos intenso para as instruções do documento e o mais intenso para a apresentação da informação digitalizada pelo usuário.

**ii) Realce da informação a partir de recursos geométricos [Fole74, Knap82, Fole82, Coul83, Shne87, Magu90]**

Sublinhar e enquadrar informações mais importantes.

Limitar em cinco o número de formas geométricas simples (setas, asteriscos, círculos, traços, cruces e xis) empregadas como entidades de realce da informação.

**iii) Destaque da informação a partir da variação de tamanho [Fole74, Knap82, Shne87, Magu90]**

Empregar o atributo *tamanho* (letras, quadros de diálogos, símbolos gráficos e itens diversos envolvidos no projeto de tela) para realçar contextos e níveis de informação distintos.

Utilizar até quatro tamanhos distintos para blocos ou quaisquer outros itens empregados para codificar informações.

**Exemplo 5:**

Numa tela facsímile de legendas de cartas geográficas, uma codificação para a representação de cidades em função do número de habitantes poderia envolver o seguinte destaque gráfico:

CIDADES ●	
·	até 50.000 hab
•	de 50.000 a 100.000 hab
●	de 100.000 a 500.000 hab
●	acima de 500.000 hab

**iv) Codificação da informação a partir da escolha de tipos de caracteres [Fole74, Huck81, Coul83, Rich84, Gali85, Scap86, Shne87]**

Limitar em seis, sendo três um número bastante adequado, os tipos de caracteres empregados para distinguir níveis de informação diferentes.

- v) **Realce da informação a partir dos recursos disponíveis no monitor** [Cuad71, Huck81, Fole82, Morl83, Rich84, Gali85, Scap86, Shne87]

Usar com parcimônia alguns dos recursos visuais disponíveis no monitor, tais como (i) vídeo *normal* e *invertido* e (ii) vídeo *normal* e *piscante* (2 - 4 Hz).

- vi) **Destaque da informação a partir da variação de cor** [Fole74, Huck81, Fole82, Morl83, Rich84, Gali85, Scap86, Shne87, Cox93]

Empregar até 4 cores como padrões. Reservar cores adicionais para uso ocasional.

- vii) **Codificação da informação a partir da variação da intensidade sonora** [Cuad71, Morl83, Gali85, Scap86, Shne87, Cox93]

Convencionar o uso de sons de menor intensidade para respostas positivas e usuais (tons suaves) e sons de maior intensidade para situações de emergência (tons estridentes).

### 2.3.2.3 Projetos Gráficos e Formatação de Menus

- i) **Apresentação de títulos** [Morl83, Gali85, Scap86, Shne87]

Associar a cada tela um título objetivo e pertinente, que permita ao usuário uma identificação rápida da tarefa a ele associada.

Apresentar os títulos das telas centrados ou, se preferir, justificados pela esquerda (principalmente nos casos em que a velocidade de amostragem é baixa).

Exemplo 6:

Um cabeçalho para uma tela associada à escrita de notas musicais sobre pautas de um *Editor de Partituras* poderia ser:

23-09-92	COMPOSIÇÃO SOBRE PAUTA	19:35:25
----------	------------------------	----------

- ii) **Distribuição dos itens** [Huck81, Rich84, Gali85, Scap86, Shne87]

Justificar os itens pela esquerda, fazendo preceder à descrição de cada um deles um número ou uma letra.

Separar grupos significativos de itens com linhas em branco.



Empregar um padrão consistente de numeração ou de marcação com letras em casos onde se utilize múltiplas colunas.

iii) **Apresentação de instruções** [Hans71, Wass73, Kenn74, Cher76, Gebh78, Turo78, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]

Manter a consistência do estilo gramatical e da semântica das instruções contidas em todas as telas da interface, bem como do seu posicionamento em cada tela. Isto é, manter as instruções na mesma área da tela, sejam instruções de prosseguimento, de auxílio ao operador ou de utilização de teclas de função; e fazer uso de instruções idênticas em cada menu.

iv) **Apresentação de mensagens de erro** [Hans71, Kenn74, Gebh78, Huck81, Shne82, Morl83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Niel92a, Heck91, Cox93]

Evitar situações de erro.

Dotar a interface de mensagens de erro compreensíveis, sérias e concisas, mas completas, para quaisquer escolhas inaceitáveis por parte do usuário.

Manter a consistência no tocante ao posicionamento das mensagens de erro apresentadas nas diferentes telas da interface, i.e., reservar sempre a mesma área, independente da tela considerada, para apresentação de mensagens de erro.

v) **Inclusão de relatórios de estado** [Gebh78, Morl83, Gali85, Shne87]

Indicar de forma consistente (quanto ao estilo gramatical e quanto ao posicionamento em tela) que parte da estrutura do menu está sendo utilizada, que página está sendo mostrada ou que itens devem ser escolhidos para completar uma tarefa.

#### 2.3.2.4. Uso de Recursos Cromáticos

i) **Uso moderado da cor** [Bald84, Scap86, Magu90]

Evitar diálogos excessivamente coloridos, que possam resultar em telas confusas e ininteligíveis.

ii) **Limitação do número de cores em telas alfanuméricas** [Snee78, Huck81, Fole82, Durr82, Coul83, Bald84, Gali85, Scap86, Shne87]

Limitar em 4 (ou 5) o número de cores a ser apresentado simultaneamente em cada tela.

Evitar o uso de mais de sete cores ao longo da seqüência completa de telas alfanuméricas da interface.

**iii) Potencialidade da cor como técnica de codificação [Fole74, Cart79, Fole82, Morl83, Bald84, Gali85, Scap86, Shne87, Trum89, Magu90, Wadl91]**

Experimentar relações entre cores que possibilitem usar o recurso da cor como um mecanismo de codificação eficiente e agradável de usar.

Procurar reconhecer as situações em que o uso da cor representa uma estratégia favorável, distinguindo-as daquelas em que tal uso compromete o desempenho das tarefas.

**iv) Apresentação automática de códigos de cores empregados [Gali85, Shne87]**

Criar uma estratégia de apresentação automática de todos os códigos de cores associados pelo projetista às tarefas realizadas pelo sistema.

**v) Emprego da monocromaticidade [Gali85, Shne87, Magu90]**

Ter em mente que um número considerável de indivíduos usuários de interfaces homem-máquina sofre de distúrbios associados à percepção cromática. Considerar como importante a concepção de projeto de interfaces para monitores/dispositivos de apresentação monocromáticos.

Fazer uso da cor como opção, i.e., possibilitar a comunicação via diálogos gráficos monocromáticos ou policromáticos. Atentar para a questão do custo/preferência dos dispositivos monocromáticos *versus* policromáticos.

**vi) Controle do usuário sobre a codificação por cores [Shne87, Wadl91, Baue91]**

Permitir ao usuário desativar a codificação por cores ou recombina cores de acordo com a sua necessidade (e.g., no caso em que a cor que codifica o tema secundário distrai a atenção ou prejudica a compreensão do tema principal).

**vii) Discriminação de cores [Cart79, Bloom79, Durr82, Krue83, Bald84, Gali85, Shne87, Trum89, Magu90]**

Não empregar mais de oito cores em situações onde a cor for usada não como um atributo de separação física ou lógica, mas como um recurso para discriminação, ênfase ou associação de itens.



Selecionar cores contrastantes, aos pares ou em grupos (e.g., **vermelho e verde; azul e amarelo; vermelho, verde e azul**), nos casos onde o objetivo seja o de discriminar e/ou enfatizar itens.

Usar cores similares, associadas aos pares ou em grupos maiores (e.g., **laranja e amarelo; azul e violeta; vermelho, laranja e amarelo**), ao desejar sugerir similaridade de itens.

Usar cores neutras para realçar cores fortes.

Usar cores próximas em matiz (no círculo de matizes), pois formam combinações visualmente agradáveis.

Empregar no máximo 10 matizes distintos.

Usar cores complementares (opostas no círculo de matizes) para produzir efeitos cromáticos contrastantes.

**ix) Combinação de cores [Bloom79, Bald84, Gali85, Magu90]**

Estudar exhaustivamente todas as combinações de pares de cores, tendo em mente que o **contraste** é um elemento-chave para a compreensão de mensagens codificadas por cores.

**x) Consistência na codificação por cores [Bald84, Gali85, Shne87]**

Considerar as mesmas regras de codificação em todas as telas da interface (e.g., ao associar a cor **vermelha** às mensagens de erro de uma tela, manter a padronização em todas as outras telas).

Documentar de forma *on-line* (tutoriais) ou *off-line*, sempre que possível (e necessário), o(s) critério(s) de codificação adotado(s) pelo(s) projetista(s) da interface, a fim de esclarecer possíveis dúvidas do usuário e servir de indicativo em modificações futuras a serem feitas por outro(s) projetista(s).

**xi) Auxílio da cor na formatação [Mor183, Bald84, Gali85, Shne87]**

Empregar cores similares para agrupar itens interrelacionados. Utilizar cores diferentes para distinguir campos fisicamente relacionados porém distintos logicamente.

**xii) Importância e frequência de uso das cores [Krue83, Bald84, Gali85]**

Usar cores mais brilhantes para enfatizar dados e vice-versa.

Exemplo 7:

A seleção de um item em um menu pode ser enfatizada pela mudança na intensidade luminosa dos caracteres da opção considerada.

Apresentar as informações de uso mais freqüente em cores mais brilhantes. Associar informações pouco usadas com cores de menor brilho.

As cores, segundo o brilho, podem ser listadas em ordem decrescente como: **branco, amarelo, verde, azul e vermelho.**

**Amarelo e verde** possibilitam boa visibilidade numa ampla faixa de níveis intermediários de luminosidade. **Vermelho** apresenta boa visibilidade sob níveis de luminosidade altos, mas sua visibilidade torna-se deficiente em condições de baixa luminosidade. **Azul** possibilita boa visibilidade sob condições de baixa luminosidade, porém apresenta a acuidade visual mais baixa.

Ao selecionar uma única cor para apresentação de símbolos e/ou caracteres, considerar a visibilidade desses símbolos e/ou caracteres como elemento-chave para a escolha.

Considerar *sempre* que a sensibilidade do olho humano à cor decresce com o aumento do nível de luminosidade do ambiente.

#### xiii) Aumento da densidade de informação visual pelo uso da cor [Fole74, Gali85, Wadl91]

Empregar o recurso da cor, de modo potencialmente positivo, em interfaces que manipulem gráficos múltiplos ou traçados que exijam a visualização de um número excessivo de detalhes.

Usar bordas coloridas para realçar formas poligonais.

#### xiii) Codificação de mudanças de estado através de cores [Gali85, Shne87]

Empregar variações cromáticas para indicar mudanças de estado de variáveis contidas no domínio da interface.

#### xiv) Associação com denotações familiares [Durr82, Morl83, Bald84, Scap86, Magu90]

Associar, sempre que possível, cores a eventos tomando como base a experiência anterior do usuário.

Usar denotações comuns onde for possível (e.g., usar a cor **vermelha** em circunstâncias que denotem perigo, sugiram atenção extrema ou indiquem o encerramento de uma tarefa sob condições de erro).



**xv) Interação com o usuário na fase de definição da codificação [Gali85, Shne87]**

Interagir com os usuários da interface durante a fase de definição da codificação por cores, a fim de apreender suas expectativas e determinar os códigos de cores mais adequados no domínio das tarefas realizadas pelo sistema.

Procurar identificar códigos de cores familiares ao usuário, a fim de deixá-lo confiante e à vontade ao usar o sistema.

Usar associações de cores que sejam comuns no dia-a-dia, tais como as cores em um semáforo ou as cores resultantes da decomposição da luz branca por prismas.

Reservar uma região da tela ou apresentar em um painel auxiliar as interpretações do código de cores adotado no projeto.

**2.3.2.5 Implementação de Sistemas de Manipulação Direta****i) Reprodução em tela da forma de impressão final da documentação manipulada [Shne83, Shne84, Shne87]**

Evitar o congestionamento do meio de apresentação da informação com comandos de formatação, a fim de simplificar a leitura e a manipulação de cada página do documento sob consulta.

Apresentar a documentação solicitada pelo usuário (seja sob a forma de *tabelas*, *listagens*, *textos centralizados* ou *representações gráficas* em geral) da forma como esta aparecerá na etapa de impressão final.

**ii) Ênfase à visibilidade do cursor [Hero84, Shne87, Cox91]**

Destacar a presença do cursor, qualquer que seja a sua forma (*seta*, *traço de sublinhar* (*underscore*) ou *retângulo piscante*), ao longo de cada tela apresentada, permitindo ao usuário dirigir a atenção para cada ação desenvolvida ao longo do processo de manipulação direta da informação.

**iii) Escolha/definição adequada de ícones [Tekl89, Wadl91, Cox93]**

Lidar diretamente com ícones que possam ser facilmente associados a objetos reais.

Definir ícones simples, claros e facilmente reconhecíveis.

**iv) Deslocamento do cursor por mecanismos físicos naturais [Hero84, Shne84, Shne87, Magu90]**

Empregar dispositivos de movimento de cursor, tais como *mouses*, *joysticks*, tabletes gráficos ou as chaves com setas do teclado, para simular mecanismos físicos "naturais" de deslocamento do cursor, ao invés de usar operadores de comando sob formas sintáticas muitas vezes complicadas para os usuários.

**v) Rotulação de ações [Shne87]**

Desenvolver artifícios de rotulação de teclas, associando-as a ações explicitadas (em menus de seleção) nas telas da interface durante todo o processo de manipulação direta.

Evitar o emprego de sintaxes complexas de linguagem de comandos, fontes de constante frustração dos usuários, devido à incidência de erros que estas provocam frequentemente.

**vi) Rapidez da interação homem-máquina e retorno contínuo da informação [Cuad71, Thom71, Mart73, Ster75, Fole82, Shne84, Shne87, Norm88, Magu90, Niel92a, Cox93]**

Possibilitar a realimentação contínua das ações executadas pelo sistema após cada solicitação do usuário; e.g., a uma solicitação de deslocamento do cursor ou de centralização de um texto, os resultados deverão ser apresentados o mais rapidamente possível na tela da interface, a fim de evitar frustração e dúvida do usuário (devido à espera) e simular a "naturalidade" de um diálogo convencional.

Desenvolver estratégias de execução de ações e de apresentação de resultados em intervalos de tempo os menores possíveis, a fim de reduzir a necessidade de comandos adicionais e, conseqüentemente, de simplificar o projeto da interface e o aprendizado da sua manipulação pela comunidade de usuários.

**vii) Reversibilidade simplificada de ações [Hans71, Mart73, Pew75, Gebh78, Turo78, Huck81, Mori83, Gali85, Shne87, Norm88, Cox93]**

Criar mecanismos simples de reabilitação imediata de erros, incluindo *sempre que possível* operações inversas para cada operação permitida.



Desenvolver artifícios que permitam ao usuário recuperar-se de situações de erro com o mínimo de esforço, criando cadeias de ações onde o usuário possa corrigir um erro voltando um elo na cadeia e tentando novamente.

**viii) Manipulação de ícones para execução de tarefas [Gang82, Knap82, Fole82, Hero84, Shne84, Shne87, Magu90, Cox93]**

Implementar estratégias de consulta e gerenciamento espacial de informações, contidas em bancos de dados, a partir de recursos visuais, tais como *ícones*, *representações gráficas* e *distribuições de dados* que sejam “naturais” e compreensíveis pelo usuário e possam ser acessados com o mínimo grau de dificuldade, através de dispositivos de apontamento de objetos em tela.

Descongestionar telas com informações alfanuméricas excessivas usando ícones, que podem representar uma grande quantidade de informações em pequenos espaços.

### 2.3.3 Diretrizes para Projetos de Diálogos

#### 2.3.3.1 Genéricas

**i) Consistência de ações e de terminologia [Kenn74, Gain75, Gehb78, Frie82, Morl83, Gali85, Shne87, Norm88, Heck91, Niel92a, Cox93]**

Adotar seqüências coerentes de ações para *todas* as situações similares que aparecerem durante a execução das tarefas solicitadas pelo usuário à aplicação.

Empregar a mesma terminologia nos sinais de *prompt*, nos menus, nos comandos e nas telas de auxílio ao usuário.

Tornar as exceções de comandos compreensíveis e limitá-las em número.

**ii) Versatilidade em interações com o sistema [Wass73, Mart73, Ster74, Kenn74, Gain75, Gebh78, Turo78, Morl83, Gain83, Palm83, Good84, Scap86, Shne87, Norc89, Niel92a, Cox93]**

Possibilitar formas de interação diversificadas, a fim de satisfazer tanto aos usuários *frequentes* (menor número de interações e maior velocidade em cada interação) quanto a usuários

*iniciantes e ocasionais* (maior volume de interações e processamento mais lento de cada interação).

Inserir no projeto dos diálogos abreviações, teclas especiais, comandos ocultos e macros, permitindo aos usuários mais experientes o uso de "atalhos" (*shortcuts*).

**iii) Facilidade de reversão das ações [Hans71, Shne87, Norm88, Heck91, Cox93]**

Permitir ao usuário a reversibilidade das ações que executem através de mecanismos tão simples e diretos quanto possível.

**iv) Realimentação informativa [Mart73, Ster74, Gain75, Cher76, Snee78, Frie82, Morl83, Palm83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Norm88, Heck91, Niel92a, Cox93]**

Possibilitar realimentação informativa para o usuário após cada ação realizada pelo sistema, a partir de diálogos mais eficazes entre eles.

Garantir maior satisfação e segurança do usuário no tocante à seqüência de ações por ele desenvolvida junto ao sistema.

**v) Completitude dos diálogos [Gali85, Shne87]**

Organizar cada seqüência de ações associadas de modo coerente, i.e., contendo início (acesso à seqüência), meio (desenrolar da ação/seqüência de ações propriamente dito) e fim (conclusão do processo).

**vi) Simplicidade no tratamento e recuperação de erros [Thom71, Mart73, Kenn74, Pew75, Snee78, Gebh78, Turo78, Huck81, Dean82, Morl83, Gali85, Shne79, Shne87, Heck91, Niel92a, Cox93]**

Evitar, na medida do possível, que o usuário cometa erros.

Possibilitar mecanismos de detecção de erros, quando não puderem ser evitados, e estratégias simples e indulgentes para o tratamento e a recuperação destes.

Considerar o esforço do usuário no processo de realização de uma tarefa. Procurar minimizar, tanto quanto possível, a tarefa de redigitação de comandos para recuperação de um erro.



**vii) Redução do armazenamento na memória de curta duração do usuário [Hans71, Kenn74, Gebh78, Turo78, Mora82, Coul83, Shne87, Norc89, Niel92a, Cox93]**

Desenvolver mecanismos que reduzam a carga de trabalho mental do usuário.

Estruturar as informações associadas aos diálogos de forma simples e clara.

Reduzir a movimentação freqüente de janelas e o uso de códigos, mnemônicos obscuros e abreviações ambíguas.

Possibilitar o acesso *on-line* contínuo e prático a tutoriais, permitindo ao usuário consultar sintaxes de comandos, regras de formação de abreviações e seus significados, códigos e outras informações pertinentes.

### **2.3.3.2 Entrada de Dados**

**i) Consistência nas ações de entrada de dados [Gain75, Gebh78, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Niel92a, Cox93]**

Manter seqüências similares de ações em todas as situações possíveis de entrada de dados.

Manter a coerência no tocante à indicação/aceitação da forma como os dados devem ser passados para o sistema, i.e., sugerir *sempre* o emprego de delimitadores, abreviações e formatações similares nos processos de entrada de dados.

**ii) Otimização do processo de entrada de dados [Hans71, Bate82, Kenn74, Mori83, Gali85, Scap86, Shne87, Coma94b]**

Minimizar o número de telas associadas a cada tarefa realizada pelo sistema.

Reduzir o número de ações de entrada de dados pelo usuário, visando minimizar a ocorrência de erros.

Evitar, sempre que possível, processos de digitação de extensas cadeias de dados.

Empregar listas de escolhas para eliminar a necessidade de memorização, estruturar os processos de tomada de decisão e eliminar/reduzir a possibilidade de erros de digitação.

Criar estratégias de entrada de valores *default*, que reduzem o nível de digitação e a ocorrência de erros.

- iii) **Minimização da sobrecarga da memória do usuário [Hans71, Morl83, Scap86, Shne87, Trum89, Niel89, Niel92a, Cox93, Coma94a, Coma94b, Coma94c]**

Evitar a necessidade de memorização de longas listas de códigos e de cadeias de comandos de sintaxes complexas por parte do usuário.

- iv) **Compatibilização entre a entrada de dados e o processo de apresentação de dados [Gali85, Shne87]**

Manter a formatação dos dados de entrada relacionada *claramente* com o formato das informações apresentadas em tela.

- v) **Flexibilidade de controle da entrada de dados pelo usuário [Cuad71, Mart73, Ster74, Ster75, Gebh78, Turo78, Morl83, Palm83, Schn84, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Permitir vários níveis de entrada de dados, a fim de satisfazer aos diferentes perfis de usuários da interface, sem contudo comprometer a consistência das ações.

### 2.3.3.3 Projetos de Menus de Seleção

- i) **Organização da estrutura do menu [Huck81, Fole82, Gali85, Scap86, Shne87]**

Usar técnicas de análise semântica para organizar a estrutura do menu (simples, seqüência linear, estrutura em árvore ou redes cíclicas).

- ii) **Nomeação de itens [Morl83, Gali85, Shne87]**

Transformar itens em títulos *sempre* que "descer" em uma estrutura em árvore.

- iii) **Posicionamento do usuário na organização da estrutura [Wass73, Gebh78, Scap86, Shne87]**

Fornecer o posicionamento dentro da organização da estrutura através de projeto gráfico, numeração e títulos.

- iv) **Agrupamento e sequenciamento de itens [Gali85, Scap86, Shne87]**

Fazer agrupamentos e seqüências significativas de itens em um menu.



**v) Formação de itens [Morl83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Niel92a]**

Manter o estilo gramatical breve e consistente no processo de formação de itens.

**vi) Controle das ações pelo usuário [Wass73, Kenn74, Cher76, Krue83, Morl83, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Permitir "atalhos" do tipo *digitação adiantada (type-ahead)* e *salto adiantado (jump-ahead)*.

Criar estratégias de "saltos" para menus anteriores e de retorno direto para o menu principal do ambiente.

**vii) Consistência [Morl83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Togn90, Micr92, Cox93]**

Manter a consistência de formatos e terminologia.

**viii) Previsão de novos periféricos [Pfaf82, Gali85, Shne87]**

Considerar novos mecanismos de seleção e prever a instalação de novos periféricos.

**ix) Velocidade da interação [Frie82, Gali85, Shne87]**

Antever e prevenir os impactos de velocidade de apresentação e dos tempos de resposta.

**x) Auxílio ao usuário [Ster74, Kenn74, Pew75, Gain75, Cher76, Gebh78, Turo78, Morl83, Palm83, Otte84, Gali85, Shne87, Heck91, Cox93]**

Oferecer mecanismos de auxílio ao usuário.

**xi) Limitações espaciais da tela do monitor [Carl76, Gali85, Shne87, Gupt87]**

Antever e considerar as limitações espaciais do terminal de vídeo.

**2.3.3.4 Definição da Linguagem dos Itens do Menu****i) Familiaridade e consistência da terminologia [Pew75, Morl83, Otte84, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Selecionar cuidadosamente a terminologia com base no linguajar rotineiro da comunidade de usuários para a qual o sistema é projetado.

Registrar a lista de termos empregados na definição da linguagem dos itens, a fim de facilitar o seu emprego de forma consistente.

**ii) Garantia de distinção dos itens entre si [Gebh78, Scap86, Shne87, Coma94a]**

Assegurar a individualidade dos itens, i.e., garantir a distinção clara entre um item e os demais existentes.

**iii) Completitude e concisão da linguagem [Mart73, Kenn74, Gebh78, Dean82, Mori83, Otte84, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Manter um estilo de linguagem uniforme e objetivo e, no entanto, claro e completo.

**iv) Posicionamento conveniente de palavras-chaves [Gali85, Shne87]**

Elaborar a lista de itens de modo que a primeira palavra possibilite a identificação do item pelo usuário. Ou seja, posicionar as palavras-chaves à esquerda, evitando que usuários desatentos ou precipitados prossigam para o próximo item do menu.

**v) Destaque inadequado de letras associadas a mnemônicos [Coma94c]**

Evitar destacar letras não iniciais de palavras tornando-as maiúsculas.

Preferir sempre a letra inicial de cada item contido no menu para associar a mnemônicos e, quando tal não for possível, empregar uma das outras letras da palavra, destacando-a com o sinal de sublinha (*underscore*) ou mudando sua cor.

### 2.3.3.5 Projetos de Formulários (*Form Fill-In*)

**i) Identificação dos tópicos [Shne87]**

Encabeçar cada tópico com um título significativo, evitando terminologia computacional.

**ii) Inteligibilidade e completitude das estratégias adotadas [Mart73, Shne84, Good84, Gali85, Shne87, Niel92a]**

Empregar terminologia familiar e concisa, porém clara e completa.

Projetar telas de auxílio aos usuários aprendizes e ocasionais.



Utilizar linguagem impessoal ao se dirigir ao usuário, e.g., verbos no imperativo (**DIGITE, PRESSIONE, TECLE**). Evitar o uso de pronomes ou referências *ao usuário*.

Na medida do possível, evitar o emprego direto de termos associados a teclas especiais (**TAB, ENTER**) e teclas de funções programadas (**CTRL+K, ALT+C**), precedendo-os com termos como **PRESSIONE** e **TECLE**.

Após adotar um estilo gramatical para a elaboração das instruções, empregá-lo de forma consistente.

**iii) Agrupamento lógico e sequenciamento dos campos [Gali85, Shne87, Coma94b]**

Manter os campos relacionados entre si adjacentes e alinhados, intercalados por espaços em branco para as separações entre grupos.

Estruturar os campos de forma sequenciada, refletindo padrões comuns (e.g., **NOME, RUA, CIDADE, ESTADO, CEP**).

**iv) Apresentação atrativa dos formulários [Gali85, Shne87]**

Desenvolver um padrão de formatação atrativo para os usuários.

Preferir distribuições uniformes de campos na tela à super-utilização de algumas regiões e sub-utilização de outras.

Alinhar os rótulos à direita, permitindo ao usuário concentrar sua atenção nos campos de entrada de dados.

**v) Familiaridade na rotulação [Dean82, Mori83, Shne87]**

Rotular os itens procurando empregar termos familiares ao usuário.

**vi) Consistência da terminologia e das abreviações [Mori83, Shne84, Shne87, Wadi91, Heck91, Niel92a, Cox93]**

Elaborar uma lista de termos e abreviações aceitáveis a restringir-se a ela. Adicionar novos termos e/ou abreviações *apenas* após cuidadosas considerações.

**vii) Apresentação de informações sobre o espaçamento e a limitação dos campos de entrada de dados [Morl83, Gali85, Shne87]**

Informar ao usuário o número de caracteres requisitados usando travessões de *sublinhado* (*underscore*), a fim de que este possa prever a necessidade de abreviar termos.

Criar mecanismos de segmentação visual de longas seqüências de caracteres em grupos menores e mais fáceis de conferir.

**viii) Sinalização de conclusão de preenchimento de campo [Shne87]**

Manter a consistência quanto ao estilo gramatical e posicionamento das mensagens na tela.

Evitar a conclusão automática do preenchimento de uma cadeia de campos, a fim de permitir ao usuário o retorno ao início desta para fins de revisão/alteração de dados.

Criar um mecanismo de sinalização de conclusão de preenchimento de cada cadeia de campos do questionário.

**ix) Movimentação do cursor [Shne87]**

Desenvolver mecanismos visuais simples para movimentar o cursor por sobre os campos (e.g., uso da tecla **TAB** ou *setas de movimentação - four keys arrows*).

**x) Correção de erros [Hans71, Kenn74, Ster75, Pew75, Muth77, Snee78, Gebh78, Dean82, Morl83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Nick90, Heck91, Cox93]**

Criar mecanismos para reabilitação do usuário em caso de erro a nível de caracteres ou de campos inteiros (e.g., uso da *tecla de retrocesso - back space*)

**xi) Apresentação de mensagens de erro para valores inaceitáveis [Hans71, Kenn74, Cher76, Gebh78, Dean82, Morl83, Otte84, Scap86, Shne87, Niel92a]**

Elaborar um conjunto de mensagens de erro concisas e consistentes, embora claras e completas, para auxiliar o usuário na correção de erros cometidos.

**xii) Explicitação de campos opcionais [Gali85, Shne87]**

Manter, sempre que possível, um sequenciamento lógico na apresentação de campos obrigatórios e opcionais.



Explicitar a existência de campos facultativos no questionário com termos pertinentes, como **OPCIONAL** e **FACULTATIVO**, escritos sobre os referidos campos.

**xiii) Apresentação de mensagens explicativas [Gebh78, Morl83, Shne87, Sell90]**

Criar um mecanismo de fornecimento de informações explicativas sobre um campo (ou seus valores), *sempre* que o cursor estiver sobre ele.

**2.3.3.6 Projetos de Abreviação**

**i) Emprego de truncamento de palavras [Scap86, Shne87]**

**Truncamento simples:** Empregar a primeira, segunda e terceira letras de cada comando, diferenciando-os pela cadeia de caracteres iniciais. Considerar abreviações com o mesmo número de caracteres ou não.

**Truncamento simples com retirada de vogais:** Eliminar as vogais dos comandos e considerar algumas das consoantes restantes. Conservar ou não o primeiro caractere do comando, caso seja uma vogal (H, Y e W podem ou não ser consideradas como vogais).

**Emprego do primeiro e último caractere:** Por serem bastante evidentes o primeiro e o último caractere de um comando, usá-los sempre que possível.

Ter em mente que, embora sendo uma regra fácil de usar, o truncamento normalmente produz um grande número de colisões de abreviações.

**ii) Emprego da primeira letra de cada palavra em expressões [Shne87]**

Usar como abreviação de expressões, *sempre* que possível e pertinente, a primeira letra de cada palavra da expressão (e.g., para a expressão inglesa *Look-Up Table* costuma-se usar a abreviação LUT).

**iii) Uso de abreviações padrões de outros de contextos [Shne87]**

Empregar abreviações familiares, tais como **QUANT** para **QUANTIDADE**, **MOV** para **MOVIMENTO** ou **RET** para **RETORNO**.

**iv) Consistência da fonética das abreviações [Shne87]**

Focalizar a atenção para o som associado às abreviações dos comandos (aquelas onde o número de consoantes se equilibra com o de vogais soam mais familiares para usuários latinos).

**v) Geração de regras de formação de abreviações [Shne87]**

Criar uma regra primária *simples* de formação de abreviações para a maioria dos itens e uma regra secundária (também *simples*) para os itens cujas abreviações pela regra primária coincidam.

Indicar de alguma forma (e.g., com um asterisco incorporado ao nome) as abreviações geradas a partir da regra secundária.

Procurar restringir ao máximo o número de palavras abreviadas pela regra secundária.

**vi) Documentação das regras de geração de abreviações [Shne87]**

Registrar no tutorial da interface ou sob a forma de documentação *off-line* as regras empregadas na geração das abreviações existentes (para conhecimento do usuário).

**vii) Preferência por abreviações de tamanho fixo [Shne87]**

Preferir as abreviações de tamanho fixo às de tamanho variável.

**viii) Eliminação de terminações [Shne87]**

Evitar abreviações que incorporem terminações (e.g., ADO, MENTO, AGEM).

**2.3.3.7. Projetos de Linguagem de Comandos****i) Explicitação de um modelo de objetos e ações [Gain75, Shne87, Cox93]**

Desenvolver estratégias de apresentação que evidenciem e reforcem o princípio de estruturação lógica da linguagem de comandos adotada no projeto.

**ii) Interação com a comunidade de usuários durante a fase de definição da nomenclatura [Smit81, Morl83, Palm83, Otte84, Gali85, Scap86, Shne87, Niel92a]**

Envolver o usuário no processo de definição da nomenclatura.

Interagir com a comunidade de usuários do sistema, procurando conhecer *sempre* seu ponto de vista.



Definir nomes de comandos familiares aos usuários e relacionados com as suas tarefas cotidianas.

**iii) Consistência estrutural [Shne87, Grud89, Cox93]**

Fornecer uma estrutura consistente (hierarquia, ordem dos argumentos, ação-objeto).

**iv) Definição da nomenclatura [Shne87, Heck91, Cox93]**

Escolher nomes significativos, que sugiram o mais claramente possível a natureza de cada comando e sua relação com os demais.

Evitar ambiguidades de interpretação de nomes, procurando definir palavras específicas e distinguíveis entre si.

**v) Estruturação hierárquica [Gebh78, Shne87]**

Definir uma regra de estruturação para a população de comandos, distribuindo-os em agrupamentos lógicos.

**vi) Flexibilidade estrutural [Cuad71, Mart73, Cher76, Gebh78, Good84, Scap86, Shne87, Cox93]**

Criar mecanismos que permitam aos usuários atribuir nomes de sua escolha a seqüências de comandos mais frequentes.

**vii) Consistência das regras de abreviação [Shne87]**

Empregar regras de abreviação consistentes, preferindo o truncamento ao uso de uma só letra.

**viii) Realimentação contínua [Mart73, Ster74, Snee78, Morl83, Gali85, Shne87, Niel89, Niel92a, Heck91, Cox93]**

Criar mecanismos que dêem *sempre* ao usuário uma idéia de diálogo contínuo com o sistema, informando sobre todas as etapas que a máquina completa ao realizar as tarefas solicitadas.

**ix) Possibilidade de criação de macros [Mart73, Schn84, Shne87]**

Dotar o ambiente de estratégias de concatenação de comandos para a estruturação de *macros*.

- xii) **Minimização do processo de digitação** [Bass81, Morl83, Scap86, Shne87, Nel89, Trum89, Heck91, Cox93]

Criar ou empregar (caso já estejam disponíveis; e.g., *chaves de função* e *funções de controle*) mecanismos que reduzam ao máximo a tarefa de digitação do usuário, a fim de reduzir requisitos de memória, permitir entradas de dados mais rápidas e reduzir a incidência de erros.

- xi) **Limitação do número de comandos e dos modos de execução de cada tarefa** [Shne87, Cox93]

- xiii) **Possibilidade de reabilitação do usuário em situações de erro** [Kenn74, Snee78, Gebh78, Morl83, Shne84, Gali85, Scap86, Shne87, Dzid89, Niel89, Heck91, Niel92a, Cox93]

Desenvolver estratégias de ação que permitam ao usuário reabilitar-se face a erros por ele cometidos, revertendo ou "desfazendo" ações ou comandos e/ou retornando à etapa ligeiramente anterior àquela em que o erro ocorreu.

- xii) **Gerenciamento de erros** [Hans71, Ster74, Cher76, Snee78, Gebh78, Morl83, Schn84, Scap86, Shne87, Niel89, Heck91, Niel92a, Cox93]

Desenvolver estratégias de detecção imediata de todos os erros cometidos pelo usuário e formas de apresentação visual desses erros.

Estudar exaustivamente todos os erros possíveis, a fim de suprimir todas as possibilidades de travamento do sistema ou de correção de um erro com o cancelamento da tarefa onde ele foi cometido.

Apresentar mensagens de erro explícitas, concisas e completas, explicando ao usuário como reabilitar-se após cometer algum erro.

Desenvolver um artifício de armazenamento dos erros cometidos, para auxiliar na avaliação da interface e possibilitar a implementação de programas de prevenção apropriados.

- x) **Velocidade de apresentação da informação** [Hans71, Gain75, Ster75, Frie82, Morl83, Shne87]

Considerar menus de comando em *displays* de alta velocidade.



Evitar trechos de diálogos em que o usuário permaneça sem *nenhuma* resposta do sistema por mais de três segundos.

#### 2.3.3.8 Desenvolvimento de Mensagens

##### i) Inclusão de mensagens à estrutura da interface na fase de projeto [Morl83, Gali85]

Evitar deixar a inclusão do conjunto de mensagens do sistema para a fase terminal do projeto da interface e manter uma interação constante com a comunidade de usuários, a fim de registrar suas opiniões sobre as mensagens criadas.

##### ii) Formação de uma equipe de controle de qualidade de mensagens [Morl83, Gali85, Shne87]

Definir um grupo de indivíduos, dentre os quais programadores, usuários e especialistas em fatores humanos (psicólogos, antropólogos, linguistas e profissionais afins), para testar e aprovar as mensagens elaboradas durante a fase de projeto da interface.

Registrar todas as modificações e acréscimos sugeridos e incorporados ao conjunto de mensagens da interface.

##### iii) Tentativa de redução do número de mensagens [Shne87]

Projetar as telas de modo a reduzir/eliminar a necessidade de mensagens adicionais.

##### iv) Revisão das mensagens durante a fase de desenvolvimento [Gali85, Shne87]

A medida que a implementação do conjunto de mensagens evolui, rever a consistência do estilo gramatical empregado junto ao comitê de controle de qualidade, para depurar possíveis falhas de semântica e melhorar o desempenho da interface.

##### v) Execução de testes de aceitação [Gali85, Shne87]

Submeter as mensagens do sistema a testes de aceitação pela comunidade usuária, a mais apropriada para decidir se estas são compreensíveis.

Elaborar testes que simulem experiências rigorosas em situações reais, para o caso de sistemas de alto risco ou de alta confiabilidade; ou que sugiram *apenas* leituras informais e

revisões por usuários interessados, em casos de sistemas pessoais ou em aplicações de baixo risco.

**vi) Armazenamento de dados sobre a frequência de cada mensagem [Morl83, Shne87]**

Implementar um modo de coleta e armazenamento de dados sobre cada condição de erro que ocorra no sistema, a fim de poder dotá-lo com um indicativo de qualidade (visando a detecção das dificuldades dos usuários, à revisão das mensagens associadas a tais dificuldades e/ou ao melhoramento da qualidade do treinamento).

### 2.3.3.9 Elaboração de Mensagens de Erro

**i) Precisão e especificidade da linguagem [Mart73, Morl83, Scap86, Shne87, Heck91, Cox93]**

Planificar atentamente as mensagens, consultando especialistas em semântica sobre a escolha da terminologia mais conveniente no tocante à clareza e à consistência.

**ii) Concisão do texto sem subjetividade [Ster74, Kenn74, Gebh78, Dean82, Morl83, Scap86, Shne87, Trum89, Heck91, Cox93]**

Evitar a redundância de informação nas mensagens *sem* o truncamento exagerado de termos que comprometam a sua compreensão.

Evitar colocações reticentes, permitindo ao usuário o controle das ações com base em informações objetivas, mas completas.

Exemplo 8:

Ao invés de mensagens como DADO INVÁLIDO ou COMANDO INCORRETO, poder-se-ia empregar, respectivamente, FAIXA DE GANHOS PERMITIDA VARIA DE 0 A 15 ou Comandos Permitidos: RECUPERE, ARMAZENE ou ENCERRE.

**iii) Consistência no estilo gramatical, na terminologia e nas abreviações empregadas [Krue83, Gali85, Shne87, Norm88, Niel89, Heck91, Cox93]**

Padronizar o estilo gramatical do conjunto de mensagens de erro da interface.

Manter a coerência de terminologia em todas as telas existentes.



Ao usar abreviações, consultar normas oficiais de abreviação de palavras, a fim de evitar ambiguidades e más interpretações.

**iv) Positividade e seriedade do texto [Ster74, Krue83, Morl83, Shne87, Cox93]**

Evitar condescendência, ironia ou reprovação nos textos das mensagens de erro. Eliminar termos desencorajadores e manter um tom de seriedade junto ao usuário.

Exemplo 9:

Alternativas para mensagens do tipo VOCÊ ERROU, MAS NÃO SE PREOCUPE, NOVATO É ASSIM MESMO!; VEJA SE NÃO ERRA DE NOVO! ou ERRO FATAL - OPERAÇÃO CANCELADA poderiam dar lugar, respectivamente, a mensagens como VERIFIQUE COM ATENÇÃO TODOS OS DADOS DIGITADOS (ou OBSERVE SEMPRE AS INSTRUÇÕES DA ÁREA DE HELP), REDIGITE COM MAIOR ATENÇÃO OS DADOS DIGITADOS ou NÃO FOI POSSÍVEL EXECUTAR O REGISTRO DE IMAGENS - É NECESSÁRIO DEFINIR ANTES MATRIZ DE REAMOSTRAGEM.

**v) Direcionamento da linguagem para o usuário [Pew75, Smit81, Morl83, Shne87, Niel89, Heck91, Cox93, Wind94]**

Evitar frases vagas e códigos internos obscuros. Empregar nomes de variáveis e conceitos conhecidos pelo usuário.

**vi) Consistência na formatação visual [Ster75, Shne87, Niel89, Togn90, Micr92]**

Empregar um padrão de formatação simples, compreensível e coerente para todas as telas. Evitar o projeto de telas com padrões de formatação complexos e ininteligíveis, que atrapalhem e/ou dificultem a ação do usuário face ao sistema, bem como procurar manter o padrão escolhido em todas as telas, evitando alterações de padronização que confundam o senso de familiarização do usuário.

Evitar códigos numéricos longos, mnemônicos obscuros e amostragens amontoadas, que obscurecem a compreensão das idéias e desestruturam a estética da tela.

**vii) Estruturação de mensagens em níveis múltiplos [Shne87]**

Consultar os usuários sobre a inteligibilidade e o teor de informação das mensagens.

Convidar uma equipe composta por programadores, usuários e especialistas em fatores humanos (psicólogos, antropólogos, linguistas e profissionais afins), para testar e avaliar as mensagens de erro escritas na fase de projeto. Analisar e inserir todas as modificações e acréscimos sugeridos. Documentar (*on-line e/ou off-line*) todas as alterações realizadas.

#### viii) Registro e computação de condições de erro [Mor183, Shne87]

Desenvolver uma estratégia de coleta e armazenamento de dados referentes a cada condição de erro no sistema, a fim de poder contar com um indicativo da qualidade do sistema (com vistas à detecção das dificuldades dos usuários, à revisão das mensagens associadas a tais dificuldades e/ou ao melhoramento da qualidade do treinamento).

### 2.3.4 Diretrizes para a Documentação On-line e Off-line de Interfaces

#### i) Compilação convencional das características do sistema [Mart73, Shne87]

Elaborar um documento (Manual do Usuário) contendo o máximo de informações sobre o sistema, tais como *descrição detalhada dos comandos*, *sumário de sintaxes*, *pontos de compatibilidade com outros sistemas* e *níveis de consulta variados* (para atender as necessidades de categorias distintas de usuários).

#### ii) Redação de documentação eletrônica para o sistema [Wass73, Mart73, Kenn74, Cher76, Shne87, Trum89, Heck91, Neer93, Cox93]

Converter as informações do manual impresso em uma espécie de manual *online*, facilmente acessível ao usuário durante a manipulação do sistema e acrescido das facilidades gráficas e de animação que a tela de um terminal de vídeo proporciona.

Incluir facilidades de ajuda *online*, sob a forma de um glossário hierárquico de palavras-chaves na linguagem de comandos, onde o usuário possa selecionar or digitar uma palavra e "acessar" uma ou mais telas de texto informativo sobre o comando de interesse.

Projetar estratégias de aprendizagem *em tela* que contenham *simulações de operação do sistema*, *exemplos de aplicações e de recuperação de erros*, lançando mão dos recursos gráficos (*cor*, *tipo de caractere*, *ícones*, etc), de seqüências de animação e facilidades de mudança de telas proporcionadas por sistemas computacionais.

#### iii) Inovação na apresentação da informação [Shne87, Heck91, Cox93]

Oferecer aos usuários recursos inovadores de apresentação da informação, tanto no caso da documentação impressa em papel, quanto na descrição eletrônica das características do sistema. Ao invés do detalhamento *total* de cada comando, empregar subgrupos de conceitos relativos e descrições progressivas de cada um deles. Em vez de notações formais abstratas para a descrição sintática dos comandos, apresentar exemplos detalhados de uso.



Evitar a prolixidade e a redundância de informação da documentação tradicional, bem como o uso excessivo de jargões técnicos. Preferir explicações menos formais e mais aplicativas, claras e objetivas, porém completas.

**iv) Modelagem semântica versus estruturação sintática [Shne87, Cox93]**

Preferir *sempre* a apresentação preliminar das tarefas às quais o sistema se destina sob o prisma semântico, para só então introduzir os conceitos computacionais e detalhes sintáticos correlatos. Quer dizer, procurar auxiliar inicialmente o usuário a compreender a importância e o sentido de cada tarefa, para em seguida mostrar-lhe a estruturação sintática correspondente à realização da tarefa pela máquina.

**v) Apresentação de diagramas de transição completos [Shne87, Sell90]**

Conceber um tipo de mapa de orientação das transições entre atividades possíveis, onde símbolos (e.g., setas e retângulos) indiquem as ações dos usuários e as respostas correspondentes do sistema.

**vi) Preparação de facilidades eletrônicas informativas [Trum89, Sell90, Neer93, Cox93]**

Apresentar glossário com termos e conceitos que os usuários possam não conhecer.

Introduzir a informação de modo que ela seja facilmente acessível e claramente visível ao usuário principiante.

Apresentar informações que esclareçam ao usuário as limitações de todas as aplicações disponíveis no seu ambiente computacional de trabalho, principalmente aquelas relativas ao uso e à funcionalidade, que eles normalmente não descobririam sem ajuda.

Criar mecanismos de consulta *online* que permitam aos usuários um acesso mais imediato a informações de interesse sem ter que consultar sempre a documentação em papel, muitas vezes extensa e de difícil manuseio em ambientes de trabalho exíguos.

**vii) Organização da documentação e estilo de escrita [Ster75, Shne87, Russ93]**

Expor os conceitos de interesse numa seqüência lógica, aprofundando o grau de dificuldade passo-a-passo, a partir de novas seções escritas num estilo coerente e permeado de exemplos suficientes e apresentação de sessões completas de trabalho.

Procurar apresentar os conceitos a partir de motivações preliminares; em seguida, descrevê-los ao nível semântico e, só então, oferecer ao leitor a estruturação sintática de cada conceito.

Evitar o uso exagerado de jargões e terminologia técnica não familiar ao universo de leitores da documentação.

Facilitar a consulta das informações, através da inclusão de índices alfabéticos e listas de assuntos e da estruturação consistente dos capítulos, dos tópicos abordados e dos parágrafos feitos.

Facilitar a compreensão das informações, escrevendo-as num estilo fluente e simples, com idéias concretas e uma evolução natural.

Evitar conceitos e definições desnecessárias, incluir todos os pontos necessários à compreensão de cada idéia transmitida e assegurar-se sempre de que as informações contidas ao longo de todo o texto são corretas e isentas de ambiguidade.

#### viii) **Concepção do manual [Krue83, Gali85, Shne87, Heck91, Cox93]**

Iniciar a redação do manual antes da implementação da interface e evoluir com o desenvolvimento do projeto, a fim de garantir uma revisão reflexiva do texto e de possibilitar a sua análise detalhada pela comunidade de usuários e por redatores profissionais (bem como por outros profissionais afins, tais como artistas gráficos, instrutores, clientes em potencial e outros projetistas), facilitando a correção e o aprimoramento do texto final.

Considerar as sugestões de modificação, o trabalho revisivo e as críticas apresentadas pelos leitores aos quais o texto for submetido. Registrar todas as modificações pertinentes necessárias ao enriquecimento da documentação escrita.

#### ix) **Revisão criteriosa de textos, diagramas e esquemas [Shne87]**

Analisar e considerar minuciosa e exaustivamente todos os diagramas e esquemas empregados na ilustração das idéias expostas no texto. Enfim, revisar inteiramente toda a documentação elaborada, visando a depuração de possíveis erros, a inclusão de informações importantes e o melhoramento de seções confusas.

#### x) **Avaliação contínua de uso da interface e da sua documentação [Shne87]**

Desenvolver estratégias de avaliação da satisfação dos usuários do sistema projetado, tais como *correio eletrônico*, *entrevistas*, *avaliação escrita*, *discussões grupais* e/ou *experimentos controlados adicionais* e *estudos de campo*.

Desenvolver artifícios de indexação eletrônica ou busca automática de informações durante a realização de tarefas, impossível em consultas a documentações *offline* muito extensas.



Empregar recursos gráficos e técnicas de animação de quadros para explicar ações complexas, difíceis de descrever através de palavras.

Implementar ferramentas com as quais os usuários possam "diagnosticar" suas próprias ações (e.g., histórico de ações passadas, lista de erros comuns cometidos durante a(s) tarefa(s) em curso, etc.).

Possibilitar acesso a um nível de ajuda procedural, via menu, de modo que o usuário possa reconhecer suas questões, sem que sejam forçados a formulá-las.

Criar mecanismos de *browsing* na estrutura informativa da interface.

Implementar recursos que habilitem o sistema a tomar iniciativa de apresentar ao usuário, no momento adequado, o conhecimento do qual ele necessite, referindo-se *apenas* à informação relevante ao contexto da tarefa executada.

## 2.4 Interfaces Gráficas de Usuário - Conceitos e Fundamentação Lógica

Cor é um fenômeno psicofísico e psicofisiológico no qual se percebe visualmente alguma função do conteúdo espectral da energia radiante proveniente de um objeto, implicando assim um processo de filtragem do sinal de entrada e a codificação deste em uma forma à qual o sistema cognitivo associa *um* dentre um conjunto de nomes pré-definidos [Levi85]. A percepção humana de cor é função da sensibilidade dos receptores visuais (*cones*) presentes na retina a uma faixa de comprimentos de onda do espectro eletromagnético visível [Vaug90, Schn93]. O fenômeno da cor pode ser descrito e questionado de dois ângulos: o *técnico*, que trata de explicar a sua produção e o funcionamento do sistema visual; e o *psicológico/estético*, que tenta explicar a percepção e a interpretação cognitiva/emocional do fenômeno.

De um modo geral, o sistema visual humano tem uma capacidade extraordinária de detectar luz [Drur87], embora as sensações causadas por estímulos luminosos cromáticos sejam muito mais impressivas do que aquelas provocadas por luz acromática [Fole82]. Enquanto limitado à percepção de cerca de 20 a 30 níveis de cinza, o olho humano é capaz de distinguir facilmente dezenas de milhares de cores diferentes, estando o limite em torno de 7 milhões. Entretanto, é conveniente observar que em termos de resolução espacial o sistema visual apresenta maior eficiência para informações em preto-e-branco do que para informações cromáticas, visto que as bordas entre cores de igual *luminância* tendem a desaparecer [Myer80].

Além da capacidade de processar informações cromáticas, o sistema visual constitui a ferramenta sensorial mais poderosa de comunicação do indivíduo com o meio ambiente ao seu



redor e, conseqüentemente, a mais explorada. A mente humana é fortemente orientada para o domínio da visão. Os seres humanos adquirem informações a uma taxa consideravelmente mais alta através da descoberta de relações gráficas em imagens complexas do que através da leitura de textos [Myer80, Raed85]. Assim, eles tendem a se relacionar mais facilmente com representações gráficas e a usá-las em seu dia-a-dia [Graf85]. A introdução de recursos cromáticos em projetos de interfaces homem-máquina pode fornecer aos seus usuários mecanismos inovadores de manipulação da informação [Bryd74, Baue81].

Quatro particularidades do sistema olho-cérebro são essenciais para o uso de informações gráficas interativas: a **estereoscopia** (integração de cenas captadas por cada olho em uma cena tridimensional, realizada pelo sistema psicofísico humano); a **persistência visual** ("congelamento" e "colagem" visual de quadros sucessivos de uma cena animada); a **fusão cromática** (integração de estímulos primários em transições suaves de cores, como em cenas "naturais"); e o **conceito de perspectiva** (ilusão de tridimensionalidade diante da visualização de cenas bidimensionais geradas com base em recursos de luz e sombra, afastamento do observador, e transparência e opacidade) [Myer80, Stap93].

Cores e informações gráficas andam juntas e há várias boas razões para o seu uso na comunicação cotidiana. Cor é um atributo de grande importância em projetos de telas de interfaces, já que o seu emprego de forma apropriada pode torná-las mais fáceis de entender e de usar [Baue91]. O seu uso tem se mostrado uma das formas mais significativas de codificação da informação [Trum89]. Além dos recursos de movimento e de simulação de profundidade, os recursos cromáticos capacitam o terminal gráfico do sistema computacional a atingir a mente do observador de um modo muito mais eficaz do que tabelas e figuras convencionais [Myer81]. A comunicação baseada em atributos cromáticos é indubitavelmente mais impressiva do que outras formas e, no entanto, ela é muito mais importante por ser mais inteligível. A cor acentua o delineamento de objetos [Bryd74], substituindo padrões informativos obscuros e desordenados por representações muito mais significativas [Mill91], podendo ser usada com um alto grau de eficiência para aumentar a densidade de informação no processo de comunicação [Myer80, Tuft90]. Um único *pixel* em um monitor colorido pode apresentar três dimensões da informação, i.e., é possível "mapear" a informação em três dimensões cromáticas sobre um único plano [Ware92].

Embora a complexidade do *software* venha aumentando consideravelmente nos últimos anos, a programação visual vem descobrindo estratégias de redução dessa complexidade, com base em modos de representação claros e concisos da informação envolvida na comunicação usuário-computador [Mart73], tanto ao nível estático quanto dinâmico, em duas ou três dimensões, através de recursos cromáticos e técnicas de realce visual [Graf85]. Os dispositivos gráficos



desenvolvidos nos últimos 30 anos e, mais particularmente, os equipamentos gráficos de apresentação da informação têm conseguido melhorar consideravelmente a qualidade da interação usuário-sistema [Newm78]. Graças a essa evolução, gráficos de alta resolução podem ser empregados para ilustrar tanto quanto possível o comportamento interno de sistemas computacionais (durante um processo interativo homem-máquina) na tela de um terminal de vídeo, dando um cunho de detalhamento e significado ao objeto da comunicação que dificilmente poderia ser dado por sistemas tradicionais [Raed85].

O desenvolvimento de processos interativos usuário-computador requer do projetista o uso de cores múltiplas como recurso de codificação da informação, pelo seu atrativo visual, pela familiaridade do sistema visual com cores, pelo seu conteúdo informativo adicional e pela sua utilidade em comparações de dados e reconhecimento de padrões [Rutk82]; também requer o emprego de estratégias de combinação de imagens não codificadas com dados codificados na tela do dispositivo de visualização do sistema [Cart76].

É indiscutível a facilidade e a eficiência de criação, manipulação e avaliação de informações por computador através do uso de ferramentas gráficas visuais [Rand90]. De sistemas baseados em menus de caracteres (em muitos casos mal projetados e difíceis de usar) que requeriam chaveamentos freqüentes entre modos, o *software* de comunicação evoluiu para interfaces gráficas, nas quais objetos podem ser adicionados e alterados através de manipulação direta [Fole82, Knap82, Hero84, Shne83, Shne87] em dispositivos de visualização WYSIWYG, a partir de novos estilos de diálogo e recursos mais sofisticados e úteis de *hardware* (e.g., dispositivos de entrada e de apresentação de informações) e *software* (e.g., gerenciadores de janelas, UIMS, construtores e ferramentas de prototipagem rápida e avaliação de desempenho de interfaces) [Myer92].

O uso da cor em gráficos avançados é um campo que está tendo um progresso significativo nos últimos anos [Upst90]. Além do mais, hoje em dia, gráficos, fotografias e imagens em geral parecem ter se fundido, ou pelo menos é o que se pensa estar ocorrendo ao visualizar as telas de um sistema gráfico interativo típico [Taze90].

#### 2.4.1 Visão Geral

A qualidade de uma interface usuário-computador é função do nível tecnológico do *hardware* [Haye90]. A comunicação nos primeiros sistemas computacionais interativos se dava através de teletipos - *TTY* (*teletypewriters*) - terminais que só aceitavam como entrada caracteres digitados em um teclado e só respondiam em papel, um caractere após outro. A medida que a tecnologia evoluiu, os terminais de vídeo - *VDT* (*video display terminals*) tornaram-se pouco a pouco um meio



de comunicação familiar. Por cerca de 5 décadas os CRTs vêm dominando o campo das aplicações de apresentação de informações gráficas/pictóricas, devido à sua robustez e eficiência como interface visual de custo moderado [Bryd74, Cost84, Gupt87]. Atreladas a sistemas computacionais, essas "TTYs de vidro" podiam posicionar um caractere em qualquer região da tela, tendo se tornado rapidamente o meio padrão de processamento de palavras e apresentação de dados nos anos 70 [MacD82]. Por muitos anos, um simples CRT de traçado de pontos foi empregado como saída gráfica para um computador *Homeywell DDP-224* para pesquisas na área de processamento de voz e comunicação homem-máquina, no *Bell Telephone Laboratories*.

Nos primórdios da comunicação interativa, a interface homem-máquina era uma **interface de linha de comando - CLI** (*command-line interface*), originada das TTYs que foram empregados como os primeiros terminais para *mainframes*. A CLI mais conhecida é, talvez, o *prompt DOS A>*. Quando as TTYs cederam o espaço aos VDTs, surgiu uma nova facilidade, a de alteração da posição do cursor. Isto permitia a escrita em qualquer ponto da tela, bem como a correção de erros e a atualização das informações apresentadas na tela.

Os conceitos básicos que regem a computação gráfica são razoavelmente antigos. No início dos anos 50, o computador *Whirlwind*, do MIT, já era dotado de terminais com CRTs. Em meados dos anos 50, o sistema de controle e de defesa aérea *SAGE* já havia conseguido converter uma entrada de radar em imagens geradas por computador, permitindo a um operador selecionar alvos na tela, a partir de uma caneta ótica [Mach78, Mach84]. Em um ambiente não militar, durante os anos 50, o computador *TX1*, do MIT, já possuía um tipo similar de console gráfico interativo. Um dos primeiros dispositivos gráficos de visualização interativa, o *Type30*, foi desenvolvido pela *Digital Equipment Co.*, algum tempo depois da concepção do *MIT TX1*. Outro desenvolvimento da *DEC*, resultante da evolução do *Type30*, foi o *DEC338*, introduzido no mercado em 1968 e, provavelmente, o primeiro terminal gráfico inteligente comercializado [Mach78]. Entretanto, os processos interativos só se tornaram uma realidade a partir da concepção do *Sketchpad* por Ivan Sutherland, reconhecido hoje como o pai da computação gráfica [Biss90], em 1962; do *mouse*, desenvolvido por Douglas Engelbart em 1964; dos vários sistemas computacionais de pesquisa, desenvolvidos ao longo dos anos 60 [Pyle65] e 70; e, finalmente, dos diversos sistemas comerciais surgidos no mercado de consumo no início dos anos 80 [Niel92a].

A evolução dos dispositivos de comunicação visual de alta resolução possibilitaram o advento das **interfaces gráficas de usuário - GUI** (*Graphical User Interfaces*). Os sistemas interativos gráficos, em sua maioria, permitem a manipulação direta de objetos gráficos e, por conseguinte, são reconhecidamente mais eficientes do que os sistemas interativos convencionais [Shne83].



Entretanto, o desenvolvimento das GUIs com a concepção de ambientes interativos que se tem hoje remonta, na verdade, aos anos 70 e tem como base os trabalhos realizados no Xerox's Palo Alto Research Center (PARC), que resultaram em produtos como o *Smalltalk*, o *Star* (e o seu sucessor, o *ViewPoint*), o *Bravo Editor* e o ambiente de desenvolvimento *Cedar*. Outras bases igualmente importantes foram projetos acadêmicos tais como o sistema *Andrew* da Carnegie-Mellon University; sistemas de pesquisas, como *Diamond* e *Sapphire*; além de muitas aplicações em áreas como CAD e editoração eletrônica [Hoeb88]. Estes sistemas contribuíram com muitos conceitos e idéias que se tornaram os princípios básicos que regem os atuais processos interativos gráficos, dentre os quais *janelas*, *ícones*, *menus de barra* e *manipulação direta de objetos em tela*.

No início dos anos 80, inspirado na grande ênfase dada à consistência da interface usuário-computador pelos projetistas da década anterior, Steve Jobs e a sua equipe desenvolveram o *Macintosh*, absorvendo muitas daquelas idéias e as incorporaram em um projeto voltado para uma máquina, um mercado e uma faixa de preços específicos. Eles implementaram a primeira GUI a aparecer em um computador pessoal e a tornar-se um modelo para todas as outras que a sucederam, com seus ícones (representando programas e arquivos) apontados por *mouse*, seus menus de comandos *pull down* ou *pop up* e suas janelas. O Mac revolucionou a história da computação gráfica, possibilitando aos usuários de sistemas computacionais recursos gráficos que antes de janeiro de 1984 eram um *luxo* caro para a maioria e provando ser possível usar a computação gráfica para criar um ambiente abstrato que usuários comuns podiam manipular facilmente em seus próprios computadores pessoais [Brya93].

As interfaces descendentes da concepção do Macintosh, apesar das inovações que apresentam a cada nova versão, usam os quatro elementos básicos que a tornaram um padrão: **janelas, ícones, menus e dispositivo de apontamento - WIMP** (abreviação dos termos ingleses correspondentes: *Windows*, *Icons*, *Menus* e *Pointing device*) [Shel91]. Definições e estudos desses recursos podem ser encontrados em diversas referências [Hart89, Fole84, Chig91, Myer92]. As interfaces comerciais mais importantes - dentre elas os *interpretadores de comandos* do DOS e Unix, o *Finder* do Macintosh, o *Windows*, o *NextStep*, o *Presentation Manager* do OS/2, o *Workbench* do Amiga, o *X Window System*, o *Open Look* e o *Motif* - oferecem diferentes níveis de funcionalidade e inteligibilidade [Eglo90, Haye90, Shel91].

Muitas organizações de grande porte que empregam recursos computacionais em larga escala ainda continuam a usar interfaces de usuário orientadas a caracteres por diversas razões, dentre as quais a necessidade de manter o suporte alfanumérico de apresentação da informação conectado à estrutura computacional tradicional [Niel92c]. É que a decisão sobre qual interface de usuário deve ser adotada requer mais do que uma simples análise comparativa das facilidades



oferecidas. Requer a transferência de competência profissional em projetos de interfaces baseadas em caracteres para a especificação e implementação de interfaces gráficas, o que implica em o treinamento e/ou aperfeiçoamento do quadro de desenvolvimento. Além do mais, demanda da equipe de desenvolvimento uma visão ampla do mecanismo de definição das chamadas ao sistema operacional da estrutura computacional existente; ou seja, exige familiarização com aspectos estruturais da **interface de programação da aplicação - API (Application Programming Interface)** que se encontra por trás do que se vê nas telas dos terminais de vídeo, pois é através dela que se tem acesso aos recursos do sistema [Eglo90].

No nível mais baixo, a API é justamente a definição das chamadas ao sistema operacional. No nível ligeiramente superior, as linguagens de alto nível incorporam chamadas ao sistema operacional e possibilitam um certo grau de portabilidade de código. A API mais interessante é, talvez, um ambiente de janelas orientado a eventos. Do "*lado de fora*" do sistema, um programa baseado em janelas acessa a aplicação através de menus de barras e janelas móveis, usando algum tipo de dispositivo de apontamento (o *mouse* é o mais corrente) para manipular diretamente objetos na tela.

Uma interface baseada em janelas combina chamadas básicas ao sistema operacional com bibliotecas especiais, dotadas de recursos para controle do periférico de apresentação gráfica e do dispositivo de apontamento, para alocação de memória e, quando o sistema oferece suporte, gerenciamento de multi-tarefas. Normalmente, uma linguagem de alto nível se encontra "atrelada" a tais ambientes. Entretanto, ao contrário das aplicações convencionais baseadas em textos, o modo orientado a eventos que caracteriza as interfaces baseadas em janelas controla todas as atividades de entrada do usuário. As interações usuário-sistema podem ser visualizadas como *eventos* que ocorrem em tempo real, incluindo normalmente diversos processos que podem ser ativados simultaneamente [Kuo88].

Enquanto o Macintosh incluiu uma GUI em seu projeto inicial, o PC foi projetado com CLIs, extraídas de um arquivo COMMAND.COM, que gera o *prompt A>*, executa comandos DOS simples e carrega e executa aplicações e arquivos *batch*. As versões mais antigas do DOS exigiam a instalação do COMMAND.COM, mas as mais recentes permitem substituí-lo por outros interpretadores de comandos, inclusive GUIs. Todavia, adicionar uma GUI a um PC apresenta inconvenientes, visto que o DOS não dispõe de muitos dos recursos básicos das GUIs, tais como sistema de janelas, suporte para mouse e manipulação direta de objetos. Deste modo, criar um sistema de janelas para o DOS significa desenvolver todos os recursos gráficos que ele não possui e empilhá-los no topo da estrutura orientada a comandos do DOS. O que normalmente ocorre é que as GUIs baseadas em PC resultantes de procedimentos como estes são lentas, além de exigirem muito espaço de memória [Haye90]. No entanto, uma interface gráfica de usuário para os



comandos do sistema operacional facilita bastante a interação com o sistema computacional e o torna mais atrativo aos olhos de usuários principiantes [Ebne90]. Diversas tentativas para trazer ambientes baseados em janelas para o DOS têm sido empreendidas, dentre as quais os desenvolvimentos do *GEM* (Digital Research, Inc.), do *Windows* (Microsoft) e o *DESQview* (Quaterdeck).

#### 2.4.2 Windows: Uma Ferramenta Robusta

As GUIs, também conhecidas como **interfaces de usuário de manipulação direta - DMUI** (*Direct Manipulation User Interfaces*), são quase tão antigas quanto as CLIs. Na **ACM Conference on the History of Personal Workstations**, Doug Ross mencionou o fato de ter usado o dedo para mover um feixe luminoso na tela de um osciloscópio em 1954. Assim, constata-se que os primeiros passos na direção da manipulação direta foram dados desde os anos 50. Englebart já manipulava textos diretamente nos anos 60. O estilo das atuais interfaces de manipulação direta, como já foi comentado na seção anterior, adveio das pesquisas do PARC da Xerox nos anos 70 e, posteriormente, dos esforços de pesquisadores da Apple, que resultaram no lançamento do Macintosh no mercado, no início dos anos 80 [Press90].

A maioria das ferramentas de construção de interfaces são desenvolvidas de modo que o projetista tenha um controle total sobre os elementos envolvidos no projeto. Em muitos casos, o aspecto visual e a funcionalidade são rigidamente controlados pelo *software* de desenvolvimento com base nos "padrões" que são adotados pela plataforma de *hardware* em uso. Apesar desses "pseudo-padrões", se tem demonstrado que sistemas como o Macintosh, da Apple, e o Windows, da Microsoft, podem permitir a definição de uma metodologia de projeto aplicável a todos os sistemas, capacitando o projetista a fazer pleno uso das facilidades do sistema de que disponha, enquanto ainda realiza tarefas de natureza artística aplicáveis ao projeto em curso [Russ92].

O Windows, anunciado pela Microsoft Corporation no final de 1983, só apareceu no mercado dois anos depois (a empresa já o desenvolvia há anos, sob o nome de Interface Manager [Mill92]). Nos dois anos seguintes, a primeira versão oficial do Windows (a 1.01) sofreu várias atualizações, tanto a fim de atender o mercado internacional, quanto para introduzir *drivers* adicionais para dispositivos de visualização e impressoras [Petz90]. A versão 1.01 oferecia uma forma exclusiva de GUI, semelhante a um casamento entre os domínios dos caracteres alfanuméricos e dos recursos gráficos [Lebl92].

A versão 2.0 surgiu em 1987, incorporando alterações à interface de usuário que a tornavam consistente com o OS/2 e o seu Manager Presentation, prestes a ser lançado pela IBM e



a Microsoft [Petz90]. Dentre as alterações mais significativas podem ser citadas a possibilidade de superposição de janelas e melhoramentos nas interfaces do teclado e do *mouse*, especialmente no tocante aos menus e às "áreas de diálogos" (*dialog boxes*) [Petz90, Lebl92]. Entretanto, do mesmo modo que para primeira versão, a base instalada do *hardware* capaz de executar o Windows 2.01 de maneira eficiente ainda era muito pequena, tornando o seu funcionamento bastante lento. A rápida aceitação do PC 386 deu um grande impulso ao Windows, pois a versão Windows/386, lançada pouco tempo depois da versão 2.0, aproveitava o modo "virtual 8086" do processador 80386 para acessar diversas aplicações do DOS no modo *multi-tarefa*. No mesmo ano, a versão 2.1 foi reintroduzida no mercado pela Microsoft com o nome de Windows/286.

O Windows 3.0 foi anunciado em 22 de maio de 1990 [Petz90], mas cópias *beta* já tinham estado circulando em ambientes de pesquisa e desenvolvimento meses antes do anúncio oficial [Pres90]. A nova versão incorporava as versões Windows/286 e Windows/386 e liberou a capacidade dos PCs 80286 e 80386, acessando as possibilidades de modo protegido de seus processadores. Se o sistema dispusesse de memória estendida acima dos 640 Kbytes convencionais, esta versão poderia ser executada nos modos *real*, *standard* ou *386 enhanced*, de acordo com o processador existente e com o espaço de memória [Pres90, Lebl92]. A GUI da versão 3.0 recebeu um novo visual, pois em lugar do antigo **MS-DOS Executive**, dois *shells* poderosos passaram a ser disponíveis, o **Program Manager** (configuração da aplicações sob a forma de ícones, acessados através de um "clique duplo" do *mouse*) e o **File Manager** (elo entre Windows e DOS para interação com este ao nível de arquivos e diretórios). Ao contrário das versões anteriores, que não chamaram muito a atenção do mercado, pode-se dizer que esta versão foi a responsável pela popularização do ambiente Windows. O resultado se traduziu na diversidade de aplicativos "*for Windows*" que surgiram nos dois anos que precederam a versão mais recente.

A versão 3.1 do Windows, lançada em abril de 1992, apresenta melhoramentos consideráveis quanto à robustez, às fontes internas e à interface do **File Manager** do Windows [Lebl92] e apresenta suporte instalado para OLE (*Object Linking and Embedding* - linkedição e implantação de objetos), que permite o embutimento e a ligação de dados de um aplicativo aos de outro [Mill92]. Além do mais, esta versão possui suporte para som no pacote básico e apresenta um *cache* de disco SMARTDrive totalmente refeito, que inclui *cache* de escrita. O **File Manager** foi reescrito e os salvadores de tela, *drives* e suporte para redes são bem melhores. De um modo geral, o ambiente 3.1 apresenta maior rapidez na execução das tarefas.

Os dois últimos anos têm sido palco de alterações decisivas no domínio do *hardware* gráfico (placas de vídeo), uma das áreas mais intensamente competitivas da computação pessoal, visando atender a demanda sem precedentes criada pela popularidade crescente do Windows e,



por conseguinte, das interfaces gráficas de usuários associadas e das ferramentas de aplicação que "rodam" neste ambiente [Myer93]. Usuários de sistemas baseados em microcomputadores vêm se defrontando cada vez mais com ambientes interativos gráficos que exigem resoluções mais altas e, pelo menos 256 cores por plano de processamento, tais como processadores gráficos de texto, aplicativos de desenho e traçado de gráficos, bancos de dados e ambientes de processamento digital de imagens e de informações geográficas (GIS - *Geographic Information Systems*), dentre outros.

O desenvolvimento de aplicativos para Windows passou por problemas similares àqueles ocorridos com o DOS. Até a versão 2.0, as únicas ferramentas para escrita de aplicações eram o SDK e o C da Microsoft, desvantajosas quanto ao tempo de produção da interface de usuário [Camp92]. As atuais linguagens compradas pela Borland e Microsoft à Ashton-Tate já possuem "caixas de ferramentas" voltadas para a geração de interfaces com um alto grau de produtividade.

O Windows é um ambiente gráfico que se tornou um padrão de interação bastante difundido entre usuários de computadores pessoais [Mota93]. Dentre as características funcionais mais relevantes do ambiente Windows para programadores se encontram a operação padronizada e previsível, que facilita o aprendizado do sistema; o fornecimento de *drivers* para suporte de periféricos, que elimina a necessidade de inicialização/atualização de dispositivos para cada aplicação; o modo *não-preemptivo* de gerenciamento simultâneo de diversas aplicações, denominado multi-tarefas; e a versatilidade de funcionamento em diferentes tipos de dispositivos físicos, graças à sua biblioteca física (GDI). Em ambientes que executam tarefas no modo *preemptivo*, cada aplicação age como se fosse a única a "rodar" no sistema, que controla o tempo de cada uma delas (é o que ocorre no Windows NT). Nos sistemas multi-tarefas que operam no modo *preemptivo*, como o Windows, as aplicações recebem mensagens do sistema, as processam e respondem, controlando o tempo de cada uma delas e devolvendo sempre o controle de volta para o sistema.

Em aplicações mono-tarefa, o usuário digita e valida um comando, o próprio programa processa e fica aguardando uma nova entrada para continuar. Em aplicações multi-tarefas do Windows, qualquer *evento* que ocorra em uma janela, e.g. o acionamento do *mouse*, ativa a aplicação, comunica o evento e retoma o controle para atuar sobre outras aplicações, até receber a mensagem com a resposta do processamento [Camp92]. Como todas as GUIs, o Windows faz uso de gráficos em um terminal de vídeo "bitmapeado", possibilitando uma melhor utilização da área real da tela, bem como a visualização WYSIWYG de gráficos e textos formatados de documentos a serem impressos [Petz90].



Até recentemente, computadores pessoais IBM e compatíveis não ofereciam as mesmas facilidades de processamento de cor que o Mac. A maioria do *software* MS-DOS é escrito para usufruir de vantagens disponíveis em adaptadores de vídeo padrões (placas CGA, EGA, VGA e SVGA), limitados quanto ao número de cores que podem apresentar. Dentro deste contexto, para desenvolver aplicações que manipulem imagens em cores reais torna-se necessário o uso de uma placa de visualização específica (e.g., placa Targa). O advento do Windows tem revolucionado esse quadro, já que além da GUI, tão apropriada para aplicações gráficas, o Windows 3.0 e seus descendentes dispõem de uma interface de dispositivo gráfico, a GDI (*Graphical Device Interface*), que isenta os projetistas de aplicações gráficas do processo de criação de suporte para adaptadores de vídeo já prontos [Bell90]. A GDI cria todos os atributos de comunicação exigidos por aplicações Windows, seja caracteres alfanuméricos ou símbolos gráficos, de modo que todos os recursos de saída são gráficos, facilitando a concatenação de textos e representações geométricas (através de um tratamento gráfico para os blocos de texto) [Mota93].

Talvez a característica mais relevante da GDI do Windows seja o suporte fornecido a gráficos de 24 bits, permitindo que se visualize em tela, tal como aparecerão impressas, imagens resultantes de processos gráficos criativos. Isso possibilita o desenvolvimento de aplicações que incorporem imagens realísticas [Bell90]. Aliada a outras facilidades como maior disponibilidade de opções de *software* gráfico, maior velocidade de desempenho, *hardware* mais acessível economicamente e integração sem dificuldades com sistemas baseados em PCs, essa característica tem atraído cada vez mais projetistas, artistas gráficos e usuários em geral, mesmo aqueles adeptos do Mac [Grun93]. Este fato, por outro lado, tem servido para estimular a busca por monitores de alta resolução com recursos de apresentação gráfica cada vez mais sofisticados [Gart93].



# Capítulo 3

## Metodologia de Avaliação de Interfaces para Sistemas de Processamento Digital de Imagens

*"...magicians, if they are strictly ethical, are morally under obligation to insist that their methods are purely natural."*

[Dariel Fitzroy]

A diversificação do universo de usuários e a multiplicidade das tarefas que executam com o auxílio de sistemas computacionais, somadas aos progressos conquistados pela ergonomia e pela engenharia da usabilidade e à proliferação de novas ferramentas para desenvolvimento e validação de projetos, têm alterado profundamente os rumos da especificação e implementação de interfaces homem-máquina [Laws78]. O sucesso da comercialização de um produto de *software*, assim como a aceitação de um sistema computacional por seus usuários [Deme81], está intimamente relacionado com o projeto de sua interface de usuário, já que estes possuem pelo menos três opções comportamentais: usar o produto oferecido, caso ele se mostre adequado aos seus interesses; recorrer a procedimentos tradicionais de execução de suas tarefas; ou ainda procurar um outro produto que preencha melhor os seus requisitos de desempenho e satisfação pessoal [Krue83].

Este capítulo apresenta uma revisão de estratégias metodológicas para a avaliação do grau de satisfação de usuários quanto a um determinado sistema por eles utilizado. Em seguida, tendo focalizado um sistema de processamento digital de imagens - o **SITIM-150** - como objeto de estudo, define-se a estratégia e os instrumentos de avaliação grau de satisfação dos seus usuários quanto a interface existente, discute-se o universo amostral considerado e o processo de concepção global e detalhado do questionário de sondagem adotado neste processo.

### 3.1 Fundamentação Metodológica

O fator mais empregado para a avaliação do sucesso de um processo interativo e do desempenho de um sistema de informação tem sido a *satisfação do usuário* [Meln72]. Um bom motivo para tal escolha reside no fato de que o efeito de um bom projeto de interface usuário-



computador se traduz tanto no aumento da produtividade do processo interativo, quanto na satisfação do usuário e na facilidade de exploração do potencial global do sistema [Neel90]. A satisfação do usuário, por sua vez, se encontra fortemente atrelada à sua concepção e avaliação da natureza da aplicação considerada, bem como da interface como um todo. Daí, sem uma estrutura adequada de especificação, implementação e avaliação da interface proposta para um sistema específico, muito da sua funcionalidade estará comprometida.

A estratégia tradicional de avaliação de interfaces de usuário envolve procedimentos de projeto interativo e testes experimentais centrados no usuário, métodos muitas vezes difíceis de implementar (e.g., inadequação de procedimentos de projeto interativo em sistemas críticos de segurança desenvolvidos a partir de métodos de especificação formal e dificuldade de aplicação de testes centrados numa comunidade de usuários dispersa em diferentes regiões) [Niel91].

Estratégias baseadas em diretrizes de projeto, na participação ativa da comunidade de usuários à qual a interface se destina, em estudos-pilotos, em sistemas de prototipagem rápida e/ou métodos de avaliação são suportes de grande importância para a produção de bons ambientes interativos [Shne87]. Relatórios verbais também podem ser considerados como indicadores de processos a serem estudados [Lep181]. Dentre eles, entretanto, os métodos de avaliação se destacam como um conjunto de critérios a partir dos quais se pode avaliar/mensurar aspectos relacionados com o processo interativo usuário-computador.

Métodos de avaliação do tempo de aprendizado de funções específicas, testes de rapidez no desempenho das tarefas, estratégias de detecção de taxas de erros, de sondagem da satisfação subjetiva dos usuários e do seu grau de retenção de conhecimentos ao longo do tempo são extremamente úteis no desenvolvimento de novos ambientes, bem como na avaliação de ambientes já implantados, para fins de reestruturação e/ou produção de novas versões [Shne87].

Os métodos qualitativos abordam *processos, estruturas e estratégias cognitivas* [Este90], enquanto os quantitativos lidam com a *representação matemática* do desempenho do sistema e, sobretudo, do usuário [Silv92]. As abordagens avaliatórias empregadas no dia-a-dia envolvem normalmente *critérios heurísticos, características relativas à engenharia da usabilidade, diretrizes de projeto e aspectos de direcionamento cognitivo (cognitive walkthrough)* [Jeff91].

Os *processos cognitivos* se aplicam à representação e à avaliação dos procedimentos cognitivos do usuário durante a execução de uma tarefa. A avaliação e a representação da estrutura do conhecimento que incorpora os procedimentos necessários à execução de uma tarefa se dá através de *estruturas cognitivas*. As *estratégias cognitivas* tratam dos modos de



gerenciamento empregados na seleção da estrutura de conhecimento mais adequada a tais procedimentos [Este90].

Os métodos quantitativos prognosticam a qualidade das interfaces, tomando como base características da tarefa, do usuário ou do ambiente de trabalho. Utilizam, para tanto, quatro tipos de representações matemáticas, a saber: (i) **representação do desempenho**, relativa a estimativas do desempenho do usuário e suas habilidades/limitações na execução de tarefas com auxílio de computadores; (ii) **representação ergonômica**, associada à obtenção de informações antropométricas e biomecânicas relativas à interação homem-máquina; (iii) **representação de simulação por computador**, voltada para a especificação de modelos matemáticos lógicos da interação homem-máquina e seu teste via computador; e (iv) **representação estatística**, associação de procedimentos estatísticos empregados na construção de modelos baseados diretamente no comportamento do usuário [Silv92].

Cooper [Coop74] desenvolveu um modelo matemático para estudos de minimização de custos operacionais de sistemas de informação e uma estratégia de avaliação destes através de tal modelo.

Dzida et al. [Dzid78] descrevem um estudo experimental realizado para avaliar a qualidade de sistemas interativos sob o ponto de vista do usuário. Desenvolvido a partir da aplicação de um questionário de sondagem, abordando os aspectos **auto-descrição**, **controle das ações pelo usuário**, **facilidade de aprendizado**, **usabilidade** (adequação aos problemas propostos pelos usuários), **correspondência com as expectativas do usuário**, **flexibilidade** e **tolerância a erros**. A análise dos questionários foi diferenciada a partir dos aspectos **freqüência de uso**, **modo de operação** e **experiência computacional prévia**.

Penniman e Dominick [Penn80] apresentam em seu artigo um quadro resumando estudos de coleta de informações para avaliação da atitude e comportamento do usuário de sistemas de informação, relacionando estratégias adotadas, trabalhos associados e comentários pertinentes sobre cada estratégia analisada.

Diversos autores têm proposto métodos de avaliação de sistemas interativos. Card et al. [Card80, Card83] propuseram o modelo GOMS (Goals, Operator, Methods, and Selection rules), baseado em observações e medições de procedimentos de usuários, principalmente experientes, ao longo da execução de uma tarefa em um sistema, no intuito de inserir aprimoramentos em projetos futuros de sistemas similares [Silv92]. GOMS destina-se à modelagem do processamento da informação realizado pelo cérebro humano [Souz93]. **Metas** e **submetas** (*goals* e *subgoals*) são conceitos associados às proposições de usuários, atingidas a partir de métodos ou



consensual, envolvimento em projeto, operação), o *método de avaliação* (questionário, entrevista, manipulação experimental), o *alvo da avaliação* (qualidade do sistema, uso do sistema, satisfação, alteração de atitudes/comportamento do usuário), a *natureza da avaliação* (objetiva, perceptual) e o *tipo de sistema* (específico, não-específico).

Wasserman [Wass86] desenvolveu uma técnica denominada **USE (User Software Engineering)**, cujo propósito é servir de suporte para o desenvolvimento de sistemas de informação interativos, da fase inicial do projeto até a especificação e implementação da interface usuário-sistema, com base em 7 aspectos: **funcionalidade, confiabilidade, utilidade, capacidade de evolução, apoio automatizado, produtividade, capacidade de reutilização**. O desenvolvimento de sistemas no USE se dá em 5 etapas - **análise de requisitos** (estabelecimento do domínio do problema e das limitações específicas da aplicação), **projeto externo** (especificação *outside in* da interface, com a assistência do usuário), **criação do protótipo da interface, avaliação do protótipo** (avaliação da interface junto aos usuários), **criação de sistema executável** (ampliação do protótipo pré-desenvolvido; abandono do protótipo e continuação do projeto em uma linguagem de programação convencional; ou abandono do protótipo e continuação do projeto, através de uma especificação formal de todo o sistema).

Payne e Green [Payn86] especificaram as **TAG (Task-Action Grammars)**, um modelo da representação mental de linguagens de tarefas. TAGs são um formalismo muito próximo das regras de reescritura BNF, comuns em processos de especificação de linguagens de programação. Elas possuem uma espécie de dicionário, contendo ações básicas de interfaces e um conjunto de esquemas de regras de combinação. São capazes de associar diretamente o que os usuários sabem e desejam com elementos concretos da interface [Souz93].

Shneiderman [Shne87] propôs três esboços de estratégias de avaliação de aspectos relativos a interfaces homem-máquina. A primeira estratégia proposta consiste na aplicação, junto à comunidade de usuários do sistema que se deseja avaliar, de um questionário com 8 questões, a ser respondidas de acordo com uma escala semântica pré-estabelecida. Os aspectos sondados são **facilidade de uso, confiabilidade, universalidade, memorização, indulgência, comunicação, assistência**. Os intervalos semânticos considerados são **strongly agree** (concordo totalmente), **agree** (concordo), **neutral** (neutro), **disagree** (discordo), **strongly disagree** (discordo totalmente). A segunda estratégia, associada ao estudo de mensagens de erro, propõe 4 escalas numéricas de conceitos variáveis entre 1 e 7, delimitada pelos extremos semânticos **hostile** (hostil) e **friendly** (amigável), **vague** (vaga) e **specific** (específica), **misleading** (enganosa) e **beneficial** (proveitosa) e **discouraging** (desencorajadora) e **encouraging** (encorajadora). A terceira estratégia consiste na avaliação de diversos aspectos inerentes ao projeto de interfaces



usuário-computador, através de duas versões do mesmo instrumento avaliatório - **USER EVALUATION OF INTERACTIVE COMPUTER SYSTEMS FORM** - versões *resumida* (*short form*) e *completa* (*long form*). Cada aspecto é avaliado segundo uma escala numérica com conceitos que variam de 0 a 10, delimitada por um par de conceitos semânticos (e.g., *poor* (ruim) e *excellent* (excelente), *inconsistent* (inconsistente) e *consistent* (consistente), e *ambiguous* (confuso) e *precise* (claro)). Os aspectos abordados referem-se à *apresentação dos resultados*, ao *realce da informação*, à *terminologia* empregada, à *inteligibilidade* e *consistência* das instruções, à *relação entre as operações e as tarefas*, à *realimentação informativa*, aos *layouts* e ao *sequenciamento de famílias de telas*, ao *tratamento de erros*, à *ajuda online*, ao *processo de aprendizagem*, ao *uso em diferentes níveis de experiência*, às *limitações da memória humana*, aos *materiais suplementares de referência* e às *reações globais dos usuários* quanto ao processo interativo.

Young et al. [Youn89, Clem90] implementaram o método **PUM** (**Programmable User Models**), uma arquitetura cognitiva, programável para simular a execução de uma série de tarefas por um usuário hipotético através de uma interface proposta. Os propósitos principais desse método são a avaliação preditiva do protótipo sem a necessidade da presença do usuário; a focalização da atenção do projetista em aspectos relativos à utilidade; e o apoio quanto à inclusão de aspectos de cunho psicológico ao projeto em desenvolvimento.

Dumas [Duma89] faz recomendações válidas para alterações em ambientes interativos com base em testes de usabilidade, dentre os quais a identificação dos propósitos das tarefas, a revisão dos métodos de teste existentes, a identificação das características associadas ao teste, a seleção do teste mais adequado para a situação em questão, a criação de tarefas realísticas que possibilitem uma avaliação real do produto testado, a ordenação e priorização das tarefas, a definição das medidas de desempenho e de medidas subjetivas necessárias, a criação de material específico para a realização dos testes e o envolvimento dos projetistas/avaliadores em todas as fases de planejamento mencionadas.

Estevam [Este90] desenvolveu duas técnicas de avaliação de interfaces: **CAIO** (**Classificação dos Aspectos da Interface em Intervalos Ótimos**) e **SUSI** (**Satisfação do Usuário de Sistemas Interativos**). **CAIO** é uma técnica cujo objetivo é classificar em ordem de prioridade, com base na opinião dos usuários, aspectos técnicos e de fatores humanos relativos ao sistema interativo sob avaliação. **CAIO** permite a identificação tanto de aspectos que devem ser otimizados, quanto de aspectos a ser desprezados em função de outros mais prioritários. Esta técnica permite a análise e a organização de dados numéricos, com base em um questionário de sondagem aplicado a um universo amostral de usuários, em classes conceituais/intervalos, de acordo com uma escala semântica pré-estabelecida. Estevam considerou 4



classes/intervalos: *ótimo, bom, deficiente* e *ignorado*. SUSI visa a identificação do grau de satisfação dos usuários de sistemas interativos, estabelecendo um critério de medição de aspectos significativos associados ao sistema interativo avaliado. SUSI foi idealizada de modo a utilizar os intervalos propostos em CAIO e consiste na associação do conceito mais freqüente (a *moda*) de cada aspecto (dentre os conceitos propostos - *ótimo, bom, deficiente, ignorado* e *não avaliável*) ao seu respectivo intervalo, determinado por CAIO.

Ebner et al. [Ebne90] desenvolveram uma metodologia para avaliação comparativa de três interfaces gráficas de usuário para os comandos do sistema operacional DOS (GEM, Windows 1.04 e Windows 2.01) com base em duas estratégias: (i) um questionário, contendo questões relativas a 7 critérios avaliatórios (*estética, estrutura, aprendizagem, manipulação das janelas, uso interativo do mouse, método de acesso aos menus e manipulação de ícones*) e escalas gráfico-numéricas (escalas numeradas de 1 a 10, onde os participantes deviam dar uma resposta comparativa a cada questão) com delimitadores semânticos (extremos *bad* (ruim) e *very good* (muito bom)); e (ii) um teste empírico de acumulação de erros associados a cada tarefa designada, para cada grupo de erros e para cada sistema, bem como de medição do tempo para desempenhar um determinado grupo de tarefas.

Carter [Cart91] propôs a metodologia MOST (Multi-Oriented Structured Task), que estrutura a análise de uma tarefa e a integra a outras metodologias de especificação mais formais, incluindo metodologias de interação homem-máquina e de engenharia de *software*, bem como modelos explícitos de usuários; e armazena essas especificações em uma base de conhecimentos estruturada sobre quatro pilares indispensáveis (*usuários, tarefas, dados e ferramentas*) e um opcional (*limitações*), que facilita a estruturação flexível e reestruturação de registros de alterações, modelando projetos alternativos e/ou caminhos através dos quais um sistema pode adaptar sua interface sem alterar a consistência funcional.

Lewis [Lewi91] elaborou o ASQ (After-Scenario Questionnaire), cujo propósito é a avaliação de três aspectos relativos à usabilidade do sistema e à satisfação do usuário, durante a sua participação em estudos de usabilidade baseados em *cenários* (*scenarios* - transcrições visuais rotuladas das interações entre o usuário final e o sistema computacional, incluindo *imagens* de cada tela, *rótulos* para identificação de cada tela e *regras* de definição dos processos de entrada do usuário e transcrições das telas baseadas em tais processos [Hart90]). Os itens relacionam-se com a *completitude* das tarefas, ao seu *tempo de execução* e à satisfação do usuário com relação à *ajuda online*, ao *sistema de mensagens* e à *documentação escrita*.

Pollier [Poll91] descreve um estudo avaliatório de uma interface com base em diagnósticos de 4 especialistas em ergonomia. Nele, os especialistas empregam, em uma etapa



inicial, o método da **verbalização da opinião** (*thinking aloud*) para emitir opiniões sobre problemas ergonômicos detectados. Pollier ressalta que na etapa inicial teve que considerar a heterogeneidade de critérios, prioridades e técnicas de medida dos diagnósticos efetuados pelos diferentes peritos. Posteriormente, esses especialistas reexaminaram e reavaliaram o produto com base nos seguintes critérios: **carga de trabalho** (abrangendo os aspectos **carga mental** e **carga de digitação**); **compatibilidade**; **consistência**; **controle das ações**; **adaptabilidade** (ao nível da **flexibilidade** e **consideração da experiência prévia** do usuário); **gerenciamento de erros** (envolvendo os aspectos **qualidade das mensagens** e **mecanismos de correção**); **orientação** (em termos de **rapidez**, **distinção/reagrupamento de itens**, **realimentação** e **clareza**); **importância dos códigos** (abrangendo os aspectos **clareza** e **objetividade** dos títulos das telas, dos nomes de comandos ou de opções, etc.).

MacLean [MacL91, Mack93, Mcke93] discutiu no CHI'92 um método denominado QOC (Question-Option-Criteria), em desenvolvimento há três anos por ele e sua equipe, que delinea **questões** (ou aspectos) de projeto e desenvolve para cada uma delas uma árvore de decisão com **opções** de implementação, associada a **critérios** de decisão sobre a melhor opção para uma situação específica. Mckerlie [Mcke93] comenta que o QOC representa um raciocínio de projeto traduzido por uma rede de questões que destaca aspectos chaves de projeto interativo, por um conjunto de opções associadas a soluções alternativas desses aspectos e por uma série de critérios relativos aos prós e contras de cada opção disponível.

Norman e Shneiderman desenvolveram o **QUIS** (Questionnaire for User Interface Satisfaction), que cobre quatro domínios do projeto interativo - **telas**, **terminologia e informação do sistema**, **aprendizado** e **facilidades disponíveis no sistema** [Rett92]. Em cada domínio especificado são avaliados diversos aspectos em escalas numéricas de 9 pontos, delimitadas por atributos semânticos (e.g., **barely legible** (precariamente legível) e **very legible** (bastante legível), **confusing** (confuso) e **clear** (claro), **difficult** (difícil) e **easy** (fácil)). O QUIS se propõe à sondagem da reação subjetiva global de um usuário a um sistema interativo e ao diagnóstico de seus pontos fracos e fortes, a partir da avaliação de aspectos relacionados com a satisfação do usuário com a **apresentação gráfica** da informação, a **legibilidade** da comunicação, a **confiabilidade** dos resultados, com a **compreensibilidade** do processamento, etc.

Norman [Norm83], Carroll et al. [Carr84], Prümper et al. [Prüm91] e Frese et al. [Fres91] tratam de erros de usuário e sua manipulação. O primeiro aborda questões relativas ao estabelecimento de regras de projeto com base em análises de erros humanos. Carroll et al. [Carr84] desenvolveram um inventário de erros típicos de usuários principiantes e, tomando-o como base, modificaram a interface de um sistema com estratégias de **bloqueio dos erros**,



facilitando o processo de *aprendizado*. Prümper et al. [Prüm91] lidam com erros cometidos por usuários principiantes e experientes e discutem três critérios para a determinação do grau de perícia (*experiência computacional*, *número de aplicativos conhecidos* e *período diário de uso*). Os últimos tratam do modo de lidar com erros cometidos por usuários, assim como da relação entre esses erros e a estruturação das tarefas, comentando em linhas gerais uma estratégia de avaliação de tais erros através de um questionário.

Jeffries et al. [Jeff91] desenvolveram um estudo envolvendo quatro abordagens de avaliação de interfaces de usuário - *avaliação heurística*, *testes de usabilidade*, *avaliação com base em diretrizes de projeto* e *aspectos de direcionamento cognitivo (cognitive walkthrough)* - e apresentam em seu trabalho um quadro comparativo que aponta vantagens e desvantagens de cada uma dessas abordagens.

Tetzlaff e Schwartz [Tetz91] comentam a diversidade contextual das diretrizes disponíveis para projetos de interfaces, as vantagens e os inconvenientes de uso em situações particulares, descrevendo em seguida uma metodologia para a avaliação do papel das coletâneas de diretrizes no desenvolvimento de interfaces homem-máquina baseadas em regras.

Lundell e Notess [Lund91] desenvolveram, juntamente com equipes de engenheiros de fatores humanos e de pesquisa e desenvolvimento, questionários para uma avaliação preliminar de projeto sobre *quais* aspectos ergonômicos devem ser incluídos no desenvolvimento de *software* interativo.

Hix [Hix91] descreve em seu artigo uma metodologia de avaliação de ferramentas de desenvolvimento de interfaces e especifica indicadores numéricos para a representação desse processo de avaliação.

Silva [Silv92] apresentou um estudo avaliatório qualitativo de interfaces bancárias com base em aspectos técnicos (*completitude* do serviço, *rapidez* de execução, *confiabilidade* e *sigilo* das informações, *localização* dos terminais, *acesso* ao sistema, *indulgência* no tratamento de erros, *documentação* e *funcionalidade* do sistema) e de fatores humanos (*aprendizagem*, *usabilidade*, *clareza*, *motivação*, *universalidade*, *digitação*, *memorização*, *atenção* e *padronização*).

Bastien [Bast91] e Bastien e Scapin [Scap92] apresentaram em seu trabalho os resultados de um experimento planejado para validar um conjunto de critérios ergonômicos para a avaliação de interfaces usuário-computador. O experimento se baseia no trabalho de Pollier [Poll91] no que diz respeito à lista de critérios adotados no processo avaliatório. Os critérios adotados foram adaptados para os propósitos do experimento e passaram a ser os seguintes: *orientação*



(abrangendo os aspectos *rapidez, distinção/ reagrupamento de itens por localização e por formatação, realimentação imediata e clareza*); *carga de trabalho* (abrangendo os aspectos *carga mental e carga de digitação* em termos de *minimização de ações e concisão*); *controle das ações* (avaliando *explicitação das ações e grau de controle do usuário*); *adaptabilidade* (ao nível da *flexibilidade e consideração da experiência prévia* do usuário); *gerenciamento de erros* (envolvendo os aspectos *proteção contra erros, qualidade das mensagens e mecanismos de correção*); *consistência; importância dos códigos* (abrangendo os aspectos *clareza e objetividade* dos títulos das telas, dos nomes de comandos ou de opções, etc.) e *compatibilidade*.

Thévenod-Fosse e Waeselynck [Thév93] discutem processos estatísticos para a verificação/avaliação de *software* complexo, descrevem um projeto de teste estatístico funcional e processos de interpretação de resultados experimentais.

### 3.2 Caracterização do Objeto de Estudo

A caracterização deste estudo pode ser estabelecida com base de três questões:

- **Qual** o grau de satisfação (em termos qualitativos) dos usuários do SITIM-150 em termos da comunicação com os aplicativos disponíveis?
- **Como** os usuários SITIM classificam o sistema em termos do grau de importância atribuído a aspectos técnicos e de fatores humanos pré-selecionados?
- **Quais** os aspectos que podem ser considerados inconsistentes, com base em diretrizes clássicas para projetos de interfaces usuário-computador, que estão presentes na concepção da interface textual do SITIM ?

### 3.3 Definição da Estratégia e dos Instrumentos de Avaliação

A fase inicial da formulação metodológica caracterizou-se pela definição de estratégias que resultassem em instrumentos avaliatórios, tomando como base principalmente os estudos de Bailey[Bail83], Shneiderman [Shne87], Estevam [Este90] e Silva [Silv92].

A avaliação crítica, à qual o trabalho se propunha, deveria ter um caráter qualitativo que abrangesse, simultaneamente, fatores de ordem técnica e fatores relativos ao grau de satisfação



dos usuários da interface. A fim de atingir os propósitos planejados, estabeleceu-se duas estratégias de ação, a saber:

i) A **compilação de um conjunto de diretrizes para projetos de interfaces computacionais**, apresentadas no capítulo anterior, por questões organizacionais, a ser empregada como referência no processo avaliatório ao nível da concepção técnica da interface e

ii) A **elaboração e a aplicação de um questionário de sondagem**, envolvendo aspectos técnicos operacionais e fatores humanos, objetivando a avaliação qualitativa do produto em termos do grau de satisfação pessoal dos seus usuários.

### 3.4 Universo Amostral

Embora nos quatro últimos anos os sistemas de processamento digital de imagens multiespectrais baseados em microcomputadores tenham conquistado uma posição relevante no cenário nacional, o sistema SITIM ainda se encontra confinado a um universo restrito, constituído em sua maioria de instituições federais e estaduais de pesquisa e desenvolvimento no domínio do Sensoriamento Remoto e aplicações/áreas afins. Esse quadro limita bastante o universo de usuários que emprega tais sistemas como suporte para a realização de tarefas de pré-processamento e classificação de padrões, principalmente nas regiões Norte e Nordeste.

O universo amostral deste estudo contou com a colaboração de **60** usuários SITIM (pesquisadores, técnicos de aplicação e desenvolvimento e alunos de pós-graduação), na primeira fase, e **15** usuários, na segunda fase, vinculados a cinco instituições: **Universidade Federal da Paraíba - UFPB; Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba - LMRS/PB (PB); Departamento Nacional de Meteorologia - DNMET (PE); Universidade Federal do Pará - UFPA; e Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM (PA).**

### 3.5 O Questionário - Aspectos Gerais

#### 3.5.1 Concepção Global

Diversos aspectos considerados por Bailey [Bail83] e alguns daqueles apontados nas sugestões propostas por Shneiderman [Shne87] e assumidos nos trabalhos de Estevam [Este90] e Silva [Silv92] não se aplicam ao caso específico das interfaces de sistemas de processamento digital de imagens, motivo pelo qual não figuram no conjunto de aspectos seleccionados no processo de



elaboração do questionário de sondagem do grau de satisfação dos usuários SITIM, que serão discutidos a seguir. O questionário visa a sondagem de três níveis de informação distintos, a saber:

**1) O SISTEMA COMO UM TODO** - Avaliação de aspectos operacionais técnicos relevantes ao objeto de estudo. Tais aspectos estão incorporados ao mecanismo de interação homem-máquina e, embora seja a interface que os exterioriza para o usuário, referem-se comumente ao desempenho do *hardware* do sistema analisado. Os aspectos considerados foram:

- **FUNCIONALIDADE** (do sistema)

Aspecto relativo ao atendimento satisfatório das necessidades do usuário, qualitativa e quantitativamente, a partir do cumprimento dos objetivos propostos para cada uma das funções do sistema, desde as mais freqüentes às mais ocasionais, assim como aquelas invocadas em situações emergenciais [Shne87, Silv92].

- **COMPLETITUDE** (do serviço)

Refere-se à garantia de disponibilidade de todas as funções integrantes do ambiente de trabalho e do uso de todo o seu potencial em quaisquer circunstâncias delineadas.

- **RAPIDEZ** (do serviço)

Aspecto referente não apenas à capacidade de fornecer respostas imediatas a solicitações do usuário, mas também aos mecanismos de realimentação das ações do sistema para o usuário, durante a execução de procedimentos mais longos.

- **CONFIABILIDADE** (dos resultados)

Traduz-se pela capacidade que o sistema (deve) possuir de fornecer respostas corretas ao usuário, transmitindo-lhe sentimentos de segurança e competência e permitindo-lhe predizer todas as etapas que compõem cada uma das ações possíveis.

- **INDULGÊNCIA** (no processamento de erros)

Refere-se ao desempenho do sistema no tocante à minimização do número de erros cometidos durante a comunicação homem-máquina, à limitação da extensão de danos provocados por ações erradas e ao fornecimento de estratégias de recuperação de erros simples e rápidas.

- **DOCUMENTAÇÃO** (ajuda *online/offline*)

Aspecto relativo à disponibilidade e à qualidade do material preparado pelo fabricante do produto analisado para a orientação adequada do usuário quanto ao uso da interface.

**2) O MODO DE COMUNICAÇÃO** - Avaliação de aspectos associados a fatores humanos fundamentais ao contexto estudado. São aspectos vivenciados pelos usuários, exclusivamente por intermédio da interface, que atuam diretamente sobre as habilidades pessoais de cada um deles. Para este estudo, foram selecionados oito aspectos de maior representatividade para o contexto abordado, embora outros estudos possam considerar um número maior ou menor de aspectos, como é o caso do trabalho de Bailey e Pearson [Bail83] e Shneiderman [Shne87]. Os aspectos considerados nesta abordagem foram os seguintes:

- **UNIVERSALIDADE** (da informação)

Relaciona-se com a consideração, ao nível de proposição do modo de comunicação da interface, do conhecimento prévio do usuário, função da sua experiência com outros sistemas similares ou mesmo da prática adquirida com a execução de suas tarefas [Shne87, Gali85].

- **USABILIDADE** (do sistema)

Facilidade de manipulação dos recursos disponíveis no sistema.

- **COMUNICAÇÃO** (da informação)

Traduz-se pela fluência do processo de comunicação usuário-aplicação via interface e está intimamente relacionado com a elaboração e o fornecimento dos dados de entrada e com a forma e o conteúdo das informações de saída equivalentes [Shne87].

- **MOTIVAÇÃO** (na utilização da ferramenta)

Capacidade do sistema de estimular os usuários a utilizarem os seus recursos via interface sem receio ou desconforto, convertendo a comunicação em uma atividade segura, desejável e produtiva.

- **MEMORIZAÇÃO** (facilidade de)

Aspecto referente tanto ao tempo de retenção dos conhecimentos sintáticos e semânticos da interface após períodos de não utilização do sistema, quanto à recordação instantânea de símbolos e informações genéricas necessárias à operação adequada do sistema.



- **ATENÇÃO** (retenção da)  
A retenção da atenção do usuário está intimamente ligada à análise do seu perfil, bem como dos propósitos a que a interação se destina e à forma de comunicação que será proposta.
- **DIGITAÇÃO** (volume de)  
Traduz-se pela quantidade de informações passadas pelo usuário para o sistema, via teclado, a fim de atingir resultados satisfatórios no tocante à tarefa proposta.
- **PADRONIZAÇÃO** (da metodologia)  
Refere-se sobretudo à consistência sintática e semântica empregada em seqüências de ações afins e, por conseguinte, à uniformização de comandos e informações de entrada/saída trocadas entre o usuário e o sistema [Gali85, Shne87].
- **APRENDIZAGEM** (facilidade de)  
Aspecto associado com a facilidade de assimilação dos conhecimentos indispensáveis ao uso da interface [Shne87].

3) **VOCÊ E O SITIM** - Avaliação do perfil técnico do usuário, com base em:

- **NÍVEL ACADÊMICO**
- **FREQÜÊNCIA DE USO** (do sistema)
- **NATUREZA DA INTERAÇÃO** (das atividades desenvolvidas)
- **EXPERIÊNCIA COMPUTACIONAL**
- **NECESSIDADE DE OPERADOR**

### 3.5.2 Descrição Detalhada

O questionário, impresso em formulário contínuo de 80 colunas, apresenta quatro páginas, a primeira contendo o nível de informação **O SISTEMA COMO UM TODO**, as duas seguintes contendo **O MODO DE COMUNICAÇÃO** e a última **VOCÊ E O SITIM**.

As dezesseis primeiras linhas da primeira página contêm o **título** da pesquisa, a **entidade executora** e **resumo do objetivo** do trabalho. As linhas restantes contêm o primeiro nível de informação (**O SISTEMA COMO UM TODO**) com todos os aspectos correlatos. Os **ITENS**

sondados no questionário, num total de 18 (07 no primeiro nível de informação e 11 no segundo), ocupam a primeira coluna de cada uma das duas primeiras páginas.

Há mais duas colunas: a segunda contém a **AVALIAÇÃO DOS ITENS**, enquanto que a terceira está associada à **IMPORTÂNCIA DOS ITENS**. A coluna **AVALIAÇÃO DOS ITENS** apresenta como cabeçalho os critérios de avaliação, expressos pelos conceitos **CONCORDO TOTALMENTE (CT)**, **CONCORDO EM MAIOR PARTE (C+)**, **CONCORDO EM MENOR PARTE (C-)**, **DISCORDO TOTALMENTE (DT)** e **INDECISO (I)** (ao invés dos tradicionais **ÓTIMO, BOM, DEFICIENTE, RUIM E INDECISO**). A avaliação é feita assinalando-se um x em um dos espaços associados ao conceito que o usuário acredita melhor expressar sua opinião a respeito de cada item considerado. A coluna **IMPORTÂNCIA DOS ITENS** apresenta em seu topo uma linha numerada de 0 a 10, dígitos que representam as possíveis notas que o usuário atribuirá a cada item avaliado.

A terceira página contém um conjunto de 09 questões de múltipla escolha reunidas sob o rótulo **VOCÊ E O SITIM** e associadas ao delineamento do perfil dos usuários SITIM.

Devido à concisão do texto avaliatório do questionário de sondagem, faz-se conveniente ressaltar a necessidade de uma estreita interação com o universo amostral *antes* da aplicação do questionário, visando o esclarecimento de detalhes que porventura possam vir a gerar dúvidas e/ou mal-entendidos *durante* o seu preenchimento. Assim, convém dissecar o questionário junto aos seus respondentes, enfatizando nuances não exploradas no texto (por conta do seu estilo condensado), esclarecendo os objetivos aos quais a sua aplicação se destina e discutindo com eles a essência das escalas de semântica diferencial empregadas. Destacar o caráter subjetivo do processo avaliatório e a necessidade de reflexão sobre cada item, ponderação de cada aspecto avaliado e, sobretudo, imparcialidade no decorrer de todo o processo, a fim de que suas respostas possam refletir o mais fielmente possível a sua satisfação com relação ao produto analisado.

O questionário de sondagem contendo os três níveis de informação discutidos nas duas últimas seções encontra-se no Anexo 1.

### 3.6 O Processo de Validação da Metodologia

Como foi mencionado no capítulo introdutório, este trabalho está inserido no contexto das atividades desenvolvidas pelo *Laboratório de Automação e Processamento Digital de Sinais* do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, assim como do *Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba*. Eis



porque se procurou conduzir a sua abordagem de modo a atender os interesses de ambos os órgãos, enfocando aspectos teóricos e práticos relativos ao projeto de interfaces de comunicação homem-máquina destinadas a sistemas de processamento digital de imagens.

A atuação quotidiana do LMRS/PB no domínio do sensoriamento remoto orbital, aliada à crescente proliferação dos ambientes de processamento digital de imagens baseados em microcomputadores (e, por conseguinte, do universo de usuários desses sistemas) e à disponibilidade de um equipamento de fabricação nacional destinado a tarefas de processamento digital de imagens, o *Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM-150* - impulsionaram a validação da metodologia aqui descrita nesta direção.

Entretanto, é conveniente salientar que o cerne da questão reside na avaliação de uma ferramenta de processamento computacional da informação com base no grau de satisfação de seus usuários e em um conjunto de diretrizes de projeto previamente compilado. A composição dessas duas estratégias avaliatórias resultam na metodologia ora apresentada, servindo também de respaldo para a especificação e implementação do protótipo descrito no Capítulo 5. O processo de validação se completa com uma segunda etapa avaliatória, dentro dos mesmos moldes da etapa inicial, desta feita direcionada para o protótipo da nova interface proposta, seguida de um estudo comparativo dos critérios avaliados nas duas etapas.

O próximo capítulo descreve generalidades sobre o sistema sob avaliação e apresenta os resultados da pré-avaliação que serviu de ponto de partida para este trabalho, realizada junto a uma amostra de 60 usuários do SITIM-150.

# Capítulo 4

## Pré-avaliação da Interface Convencional do SITIM

*"Find out what users expect, what would stimulate them to change their expectations, and what would make such a change worth the trouble."*

[Bruce Tognazzini]

Este capítulo descreve características gerais do **Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM - 150/v2.3**, delinea o perfil dos seus usuários com base no universo de respondentes do questionário de sondagem do seu grau de satisfação, apresenta os resultados da sondagem com relação aos aspectos técnicos e ergonômicos pré-selecionados e analisa a interface com base na visão de sistema dos usuários e no conjunto de diretrizes de projeto compiladas e apresentadas no Capítulo 2.

### 4.1 O Sistema de Tratamento de Imagens v. 150 - Generalidades

O **SISTEMA DE TRATAMENTO DE IMAGENS - SITIM** é um sistema destinado ao processamento digital de imagens multiespectrais, embora também possa ser empregado para a análise de imagens convencionais em geral. O processo de extração da informação se dá de forma qualitativa, através da observação e análise de imagens realçadas pelo sistema ou de forma quantitativa, através da utilização de procedimentos de classificação de padrões espectrais, cujas saídas são representações temáticas e tabelas de áreas associadas a classes discriminadas na imagem [Enge91]. Os dois grandes grupos de tarefas às quais o SITIM se propõe são o pré-processamento e a classificação de padrões. Os procedimentos de pré-processamento têm como objetivo o realce de características de interesse presentes na imagem a partir da manipulação do contraste dos níveis de cinza dos seus *pixels* e/ou de suas características espaciais.



Por outro lado, os objetivos dos procedimentos de classificação de padrões, fundamentados nos dois princípios seguintes:

- Cada componente de uma imagem pode ser caracterizada pelo conjunto de suas respostas em regiões distintas do espectro eletromagnético (também denominadas *assinaturas espectrais*)

e

- Alvos pertencentes a uma mesma classe apresentam assinaturas espectrais similares, o que não ocorre com alvos de classes distintas, conduzindo a representações temáticas onde cada classe discriminada na imagem multiespectral é associada a uma cor na tela do monitor de visualização de imagens

visam a associação de regiões homogêneas, segundo critérios de avaliação visual (intérprete visual) e/ou regras determinísticas/estatísticas (algoritmo classificador), a cores distintas, gerando no plano gráfico de uma unidade de visualização de imagens uma representação temática da imagem analisada.

A arquitetura do suporte lógico da série SITIM apresenta-se conforme o diagrama de blocos da Fig. 1. O início da execução das funções aplicativos do sistema é definido pelo **módulo de ativação**. Os aplicativos podem ser ativados através de um menu ou diretamente pelo sistema operacional.

O **módulo de aplicativos** contém o conjunto de funções de processamento de imagens e de aplicação geral que o sistema oferece. O início da execução dessas funções é determinado pelo módulo de ativação e o seu acesso pelo usuário dá-se através do módulo de interação.

O **módulo de interação** é responsável pelo intercâmbio de informação do usuário com o módulo de aplicativos. Os modos de interação do sistema com o usuário baseiam-se em dois estilos de diálogo, (i) **menus e comandos** e (ii) **comandos**.

O modo de interação usuário-sistema, baseado no estilo *menus e comandos* destina-se ao interfaceamento da máquina com usuários ocasionais e inexperientes, já que permite aos principiantes, em uma fase inicial de aprendizado, acessar as aplicações a partir da seleção de rótulos em *menus* a elas associadas e, em uma fase posterior, acessá-las através da chamada

direta das aplicações via *comandos*. O modo de interação via *comandos* é normalmente utilizado por usuários assíduos e familiarizados com a operação do sistema.

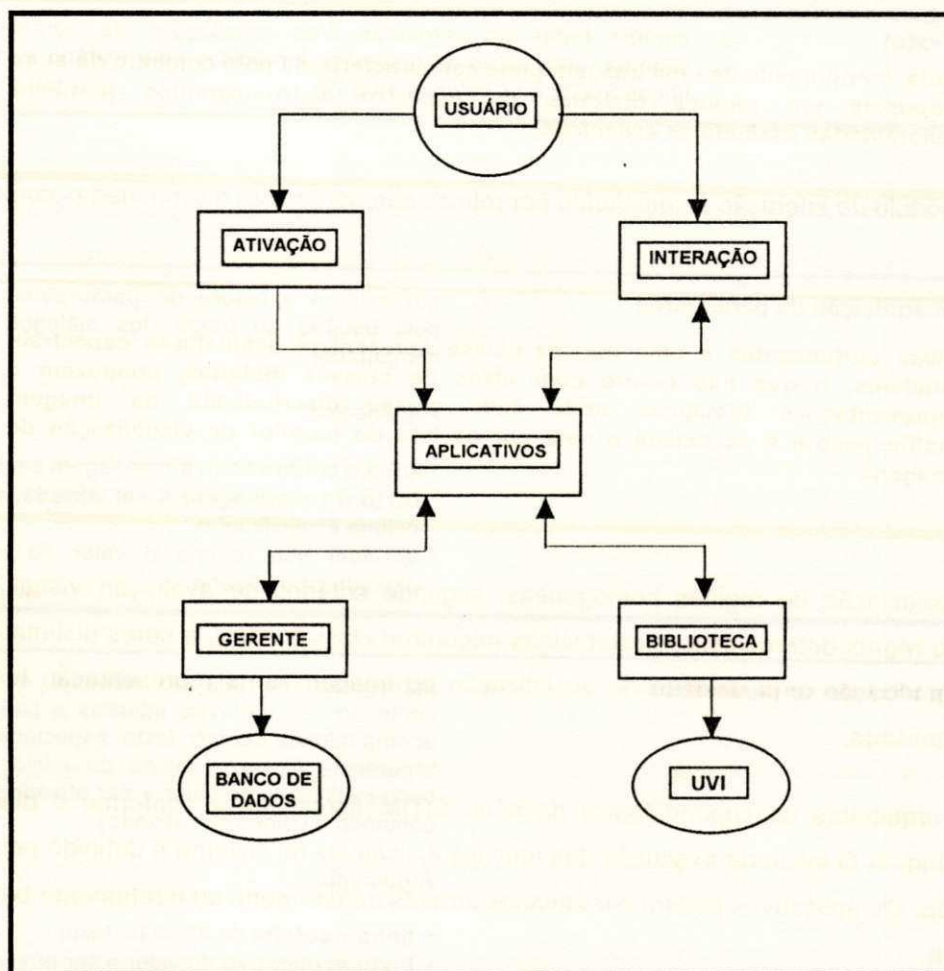


Fig. 1 - Arquitetura do suporte lógico do SITIM

A tela do terminal, composta de 25 linhas de 80 caracteres cada, é formatada para conter basicamente as seguintes regiões:

• **título** → contém o nome da função em uso, a data e a hora da sua ativação e ocupa as linhas 0 e 1 do terminal.

• **ajuda (help)** → contém informações úteis à operação de cada função acessada pelo usuário, sendo mostrada em vídeo reverso com fundo amarelo em monitores coloridos e ocupando as colunas de 0 a 16 a partir da linha 3 até a linha necessária para a apresentação das informações de interesse.



• **mensagem de erro** → ocupa a última linha do terminal; em monitores coloridos se apresenta em cor vermelha piscante, sendo acompanhada de um sinal sonoro.

• **diálogo (texto)** → contém todas as perguntas e/ou solicitações de parâmetros do sistema, bem como as respostas fornecidas pelo usuário e ocupa as linhas 3 a 22 e as colunas 18 a 79.

O módulo de interação é constituído por rotinas que podem ser discriminadas como segue:

• **rotinas de aquisição de parâmetros** → possibilitam a leitura de parâmetros digitados pelo usuário ao longo dos diálogos usuário-computador.

Argumentos:

- **linha e coluna** onde a mensagem será afixada
- **texto da mensagem** a ser afixada na linha e coluna especificadas
- **variável** que retorna o valor do parâmetro digitado pelo usuário

• **rotinas de afixação de parâmetros** → apresentam na tela do terminal de vídeo o conteúdo das variáveis internas a cada função, acompanhado de um texto especificado como argumento (linha e coluna do início do texto, texto explicativo do valor a ser afixado e variável contendo o valor a ser afixado).

Argumentos:

- **linha e coluna** do início do texto
- **texto explicativo** do valor a ser afixado
- **variável** contendo o valor a ser afixado

• **rotina de indicação de erro** → afixa na tela do terminal de vídeo, centrada na linha 23 e acompanhada de um sinal sonoro, uma mensagem associada a condições de erro.

• **rotina de título** → escreve o título da função corrente após o apagamento total da tela anterior.

• **rotinas auxiliares** → executam o apagamento da tela, a partir de uma dada linha e coluna, e da área de ajuda (help); e apresentam uma área de ajuda independentemente do emprego das rotinas de aquisição de parâmetros.

O **módulo gerente** permite acessar, de forma transparente à função aplicativa, as imagens existentes no sistema (registradas em disco ou unidade de visualização). Cada imagem em disco compõe-se de várias bandas, armazenadas em arquivos individuais (acrescidos da extensão ".i"), bem como por um arquivo descritor (com terminação ".d") contendo um registro para cada banda.

A **biblioteca** contém todas as rotinas do sistema, classificadas em dois níveis, a saber: i) **básico**, rotinas de baixo nível de controle e de acesso à unidade de visualização de imagens e ii) **superior**, rotinas especializadas correspondentes a atividades comuns a diversos aplicativos.

Ambos os modos de interação homem-máquina anteriormente mencionados permitem o acesso às seguintes operações:

- **TRANSFERÊNCIA DE IMAGENS** → agrupa um conjunto de funções relativas à transferência de imagens entre o disco rígido, o monitor de visualização e a impressora do sistema.
- Funções Subordinadas:
- **Display de Imagens** → transferência disco → tela
  - **Armazenamento de Imagens no Disco** → transferência tela → disco
  - **Impressão de Imagens** → transferência tela/disco → impressora
  - **Lista de Imagens no Disco** → lista de arquivos de imagem

- **MANIPULAÇÃO DE IMAGENS/ FITA** → incorpora todas as funções de transferência de imagens entre a unidade de fita convencional e o disco rígido ou o monitor de visualização e vice-versa.
  - **MANIPULAÇÃO DE IMAGENS/ CARTUCHO** → incorpora todas as funções de transferência de imagens entre a unidade de fita convencional e o disco rígido ou o monitor de visualização e vice-versa.
- Funções Subordinadas:
- **Leitura de Fita/Cartucho TM-BSQ** → transferência fita/cartucho → disco de imagens TM formato BSQ
  - **Leitura de Fita/Cartucho TMPT-BSQ** → transferência fita/cartucho → disco de imagens TMPT formato BSQ
  - **Leitura de Fita/Cartucho SPOT/BIL** → transferência fita/cartucho → disco de imagens SPOT formato BIL
  - **Leitura de Fita NOAA** → transferência fita → disco de imagens NOAA
  - **Armazenamento/Recuperação de Imagens** → transferência fita/cartucho ↔ disco de módulos de imagens orbitais em geral
  - **Listagem de Imagens em Fita/Cartucho**



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>TRATAMENTO DE IMAGENS</b></li> </ul> <p>Funções Subordinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Geração de Tabela</b></li> <li>• <b>Aplicação de Tabela</b></li> <li>• <b>Lista de Tabelas</b></li> <li>• <b>Deteção de Bordas</b></li> <li>• <b>Operações Aritméticas</b></li> <li>• <b>Eliminação de Ruído</b></li> <li>• <b>Uniformização de Temas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ engloba o conjunto de funções disponíveis no sistema para a realização de tarefas de realce radiométrico de imagens.</li> <li>→ criação de LUT para realce radiométrico de imagem</li> <li>→ realce radiométrico de imagem a partir de uma LUT anteriormente gerada</li> <li>→ lista de arquivos LUT existentes em disco</li> <li>→ delimitação de regiões por realce de detalhes finos de uma imagem</li> <li>→ soma, diferença e razão de canais</li> <li>→ filtragem passa-baixas de regiões de uma imagem a partir níveis de cinza limites</li> <li>→ uniformização cromática de áreas de representações temáticas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>FILTRAGEM ESPACIAL</b></li> </ul> <p>Funções Subordinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Criação de Máscara</b></li> <li>• <b>Lista de Máscaras</b></li> <li>• <b>Filtragem</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ contém as funções destinadas ao realce geométrico de imagens.</li> <li>→ definição de pesos para uma sub-matriz destinada à filtragem espacial de imagens</li> <li>→ lista de arquivos .MASC</li> <li>→ execução da operação de filtragem espacial sobre uma imagem com base em uma máscara previamente definida</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS</b></li> </ul> <p>Funções Subordinadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Classificação por Máxima Verossimilhança</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inicialização da Sessão</b></li> <li>• <b>Lista de Arquivos MAXVER</b></li> <li>• <b>Aquisição de Amostras</b></li> <li>• <b>Subtração de Amostras</b></li> <li>• <b>Matriz de Classificação</b></li> <li>• <b>Análise de Amostras</b></li> <li>• <b>Apresentação de Amostras</b></li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ incorpora os algoritmos de classificação supervisionada e não-supervisionada de imagens, determinísticos e probabilísticos, oferecidos pelo sistema.</li> <li>→ criação/abertura de arquivo MAXVER</li> <li>→ seleção/inserção de amostras em arquivo MAXVER</li> <li>→ exclusão de amostras do arquivo MAXVER</li> <li>→ apresentação da matriz de classificação associada a um procedimento em curso</li> <li>→ apresentação numérica das amostras selecionadas, para fins de exclusão de amostras inconsistentes</li> <li>→ apresentação gráfica colorida (sobre a imagem considerada no processo) das amostras selecionadas, para fins de visualização de escolhas inadequadas</li> </ul>

• Classificação	→ execução do processo de classificação de padrões considerados sobre uma imagem pelo método da máxima verossimilhança
• Display de Imagem Temática	→ apresentação em tela de uma representação temática armazenada em disco
• Apresentação de Arquivo MAXVER	→ apresentação do conteúdo de um arquivo MAXVER em tela/impressora
• Reaquisição de Bandas	→ redefinição do universo multiespectral considerado no processo de classificação
• <u>Classificação Euclidiana</u>	
• Inicialização da Sessão	→ criação/abertura de arquivo CLASEUC
• Treinamento Automático	→ realização do treinamento do classificador com base em amostras sobre as quais não se possui conhecimento <i>a priori</i> de sua classificação correta
• Classificação	→ classificação de uma imagem pelo método da distância euclidiana
• <u>Classificação - Outros</u>	
• Método do Paralelepípedo	→ classificação de uma imagem pelo método do paralelepípedo (single cell)
• Fatiamento de Níveis de Cinza	→ atribuição de cores a regiões de uma imagem associadas a faixas de níveis de cinza definidas por método supervisionado ou não-supervisionado
• Fatiamento de Temperaturas	→ atribuição de cores a regiões de uma imagem termal associadas a faixas de temperaturas definidas por método supervisionado ou não-supervisionado

• REGISTRO DE IMAGENS	→ agrupa as funções que permitem o acesso às diversas etapas do registro ortogonal de imagens.
Funções Subordinadas:	
• Inicialização da Sessão	→ inicialização do processo de registro de imagens
• Definição das Imagens	→ montagem das cenas a ser registradas
• Aquisição de Pontos de Controle para Registro I x I	→ seleção de pontos de controle para orientação imagem x imagem
• Aquisição de Pontos de Controle para Registro I x M	→ seleção de pontos de controle para orientação imagem x carta
• Cálculo do Mapeamento	→ geração das equações de mapeamento
• Aquisição da Matriz de Reamostragem	→ criação da matriz de reamostragem do processo
• Precisão do Registro	→ cálculo da precisão do sistema registro
• Registro	→ execução do processo de orientação pré-definido



- **ROTAÇÃO ESPECTRAL**

→ reúne um conjunto de funções de transformação para procedimentos de rotação espectral de bandas de imagens multiespectrais.

Funções Subordinadas:

- **Principais Componentes**

→ seleção das bandas a ser utilizadas, aquisição de amostras sobre a imagem e cálculo da matriz de transformação pela técnica das *principais componentes*

- **Análise Canônica**

→ cálculo da matriz de transformação pela técnica de *análise canônica*

- **Aplicação da Transformação**

→ aplicação da transformação sobre a imagem, gerando novas componentes

- **Lista de Arquivos Aquisição**

→ listagem dos arquivos de aquisição armazenados em disco

- **Transformação IHS**

→ conversão do espaço de componentes *RGB* para o espaço *IHS* e vice-versa

- **Realce por Decorrelação**

→ realce de uma imagem a partir de uma transformação denominada *whitening*

- **OPERAÇÕES NO VISUALIZADOR**

→ incorpora o conjunto de aplicativos destinados a realizar operações na unidade de visualização.

Funções Subordinadas:

- **Manipulação de Contraste**

→ ajuste do ganho e do *offset* dos planos de imagens da unidade de visualização

- **Animação de Imagens**

→ sequenciação animada programável os planos de imagens da unidade de visualização

- **Colocação de Legendas**

→ conjunto de recursos gráficos para inserção de textos e legendas em representações temáticas resultantes de processos classificatórios

- **Lectura de Pixels**

→ apresentação de janelas 5x5 contendo matrizes numéricas de elementos de imagem nos planos RGB, selecionados via cursor

- **Cálculo de Parâmetros Estatísticos**

→ cálculo e apresentação de dados estatísticos associados a imagens apresentadas no visualizador

- **Apagar Imagem**

→ apagamento de áreas de um dos planos de imagens selecionado

- **Delimitação de Regiões**

→ delimitação de áreas na imagem armazenada na unidade de visualização

- **Densitômetro**

→ apresentação de perfil de linha ou coluna previamente selecionada

- **Tabela de Cores**

→ apresentação da tabela de cores padrão do sistema no plano gráfico da unidade de visualização

- **Edição de Mapas Temáticos**

• UTILITÁRIOS	→ funções destinadas à execução de tarefas de caráter genérico na unidade de visualização de imagens.
Funções Subordinadas:	
• Padrão de Calibração	→ apresentação de padrão de barras coloridas na tela de visualização de imagens, para fins de calibração
• Inicialização da UVI	→ inicialização da <i>unidade de visualização de imagens</i> do sistema
• Monitor Apagado	→ apagamento dos 4 planos da memória de imagens do sistema
• Teste de Fita Magnética	→ apresentação do número e tamanho de registros em <i>bytes</i> dos arquivos contidos em fita CCT
• Leitura de Atributos de Imagem	→ apresentação dos atributos de uma imagem em tela
• Inicialização de Fita Magnética	→ inicialização de fita CCT
• Impressão de Níveis de Cinza	→ impressão numérica de matrizes de níveis de cinza
• Eliminação de Arquivos em Disco	
• Subtração de Bandas	→ eliminação de bandas pré-selecionadas
• Teste de Fita Cartucho	→ execução de teste em fita cartucho
• Inicialização de Fita Cartucho	→ inicialização de cartucho
• Backup/Recuperação de Arquivos em Fita	→ transferência de arquivos fita CCT ↔ disco
• Backup/Recuperação de Arquivos em Cartucho	→ transferência de arquivos fita cartucho ↔ disco
• Lista de Arquivos em Fita	
• Lista de Arquivos em Cartucho	

A Fig. 2 ilustra o *layout* genérico do padrão de tela adotado para o SITIM-150/v. 2.3, contendo todas as regiões discutidas anteriormente (*título, data/hora, área de ajuda, menus - tela principal/área de diálogo - telas secundárias, área de mensagens*).

A Fig. 3 apresenta a tela de abertura da versão 2.3 do SITIM-150, com o seu conjunto de operações e a janela de funções associadas à operação **Transferência de Imagens**. A Fig. 4(a) ilustra a tela da função **Display de Imagens**, a primeira opção do sub-menu relativo à operação **Transferência de Imagens**, quando de sua abertura, enquanto a Fig. 4(b) apresenta a mesma tela completamente preenchida segundo um dos modos de transferência disco → tela adotado pelo SITIM, o modo *terminal*.



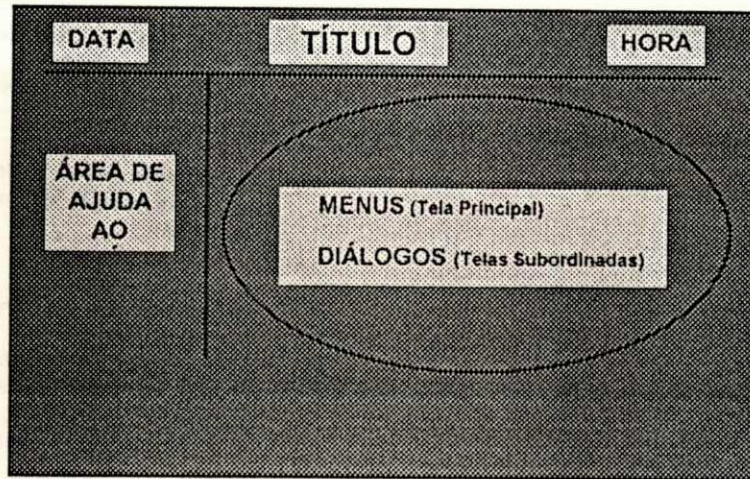


Fig. 2 - Layout de uma Tela Típica do SITIM-150/v. 2.3

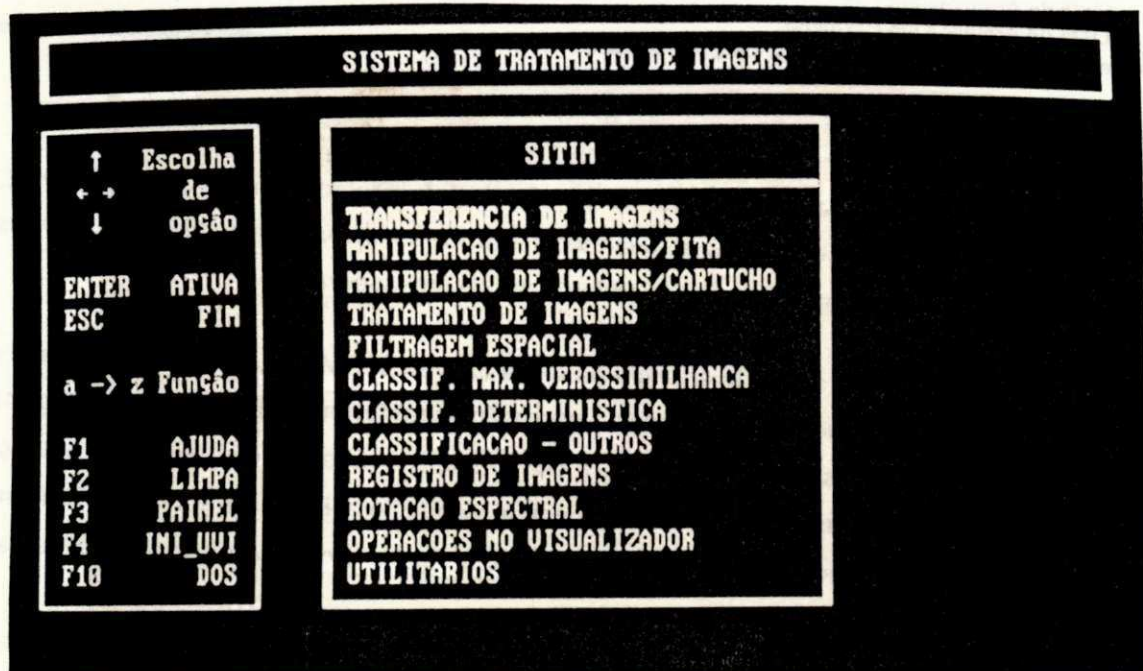


Fig. 3 - Menu Principal do SITIM-150 v. 2.3

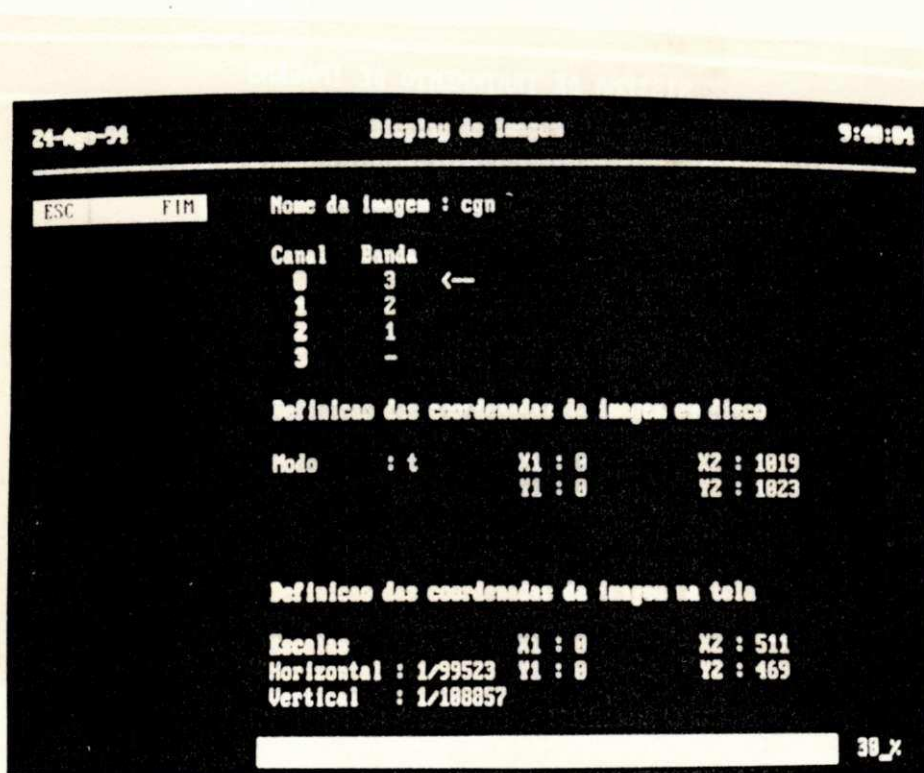
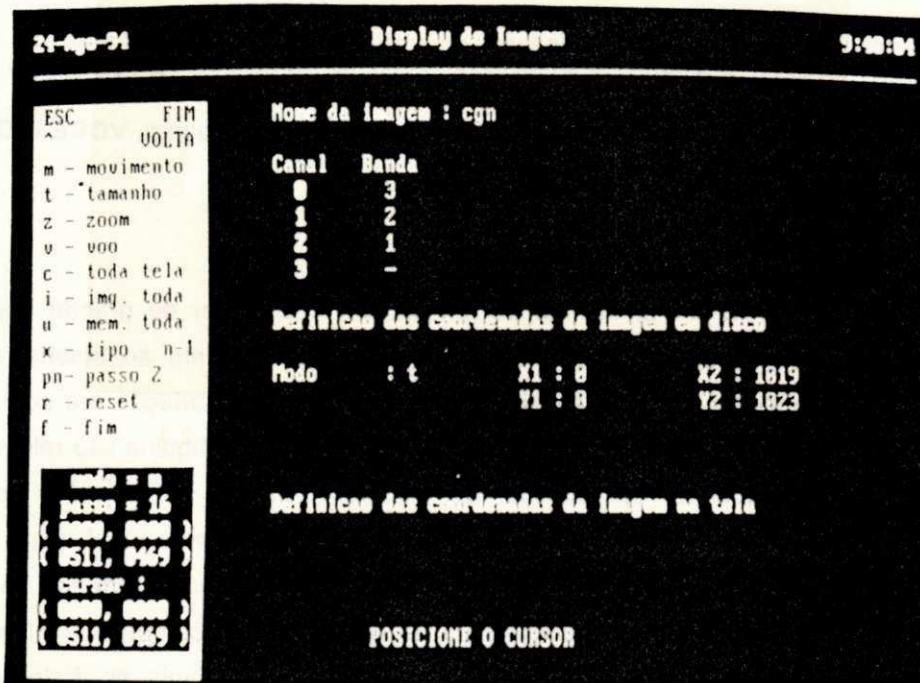


Fig. 4 - Tela associada à função *Display de Imagens*



## 4.2 Delineamento do Perfil dos Usuários

Antes de avaliar a opinião dos participantes da pesquisa para a constatação do seu grau de satisfação enquanto usuários SITIM, é conveniente delinear o seu perfil com base nos critérios discutidos no capítulo anterior (terceira parte do questionário de sondagem, **VOCÊ E O SITIM**).

### 1) Experiência Computacional

A experiência computacional de um usuário é um fator de grande importância no aprendizado de novas facilidades que venham a ser incluídas junto ao arsenal existente. O conhecimento de conceitos relativos ao domínio da ciência da computação e a compreensão de diversos procedimentos envolvidos no processo interativo homem-máquina são relevantes para a otimização do desempenho operacional do usuário. Embora a difusão dos sistemas computacionais no mercado cresça a cada dia, observa-se pelo quadro atual que a maioria dos usuários SITIM pertencentes à amostra analisada não possuía experiência anterior com computadores. Este fato enfatiza a necessidade de uma interface computacional que facilite o máximo possível a sua comunicação com os aplicativos disponíveis no sistema. A Fig. 5 representa a experiência do universo amostral de usuários SITIM com sistemas computacionais.



Fig. 5 - Perfil dos usuários SITIM: *Experiência Computacional*

## 2) Nível Acadêmico

O gráfico da Fig. 6 mostra que a maioria dos usuários SITIM que responderam ao questionário de sondagem é composta por *profissionais graduados* (72 %); em segundo plano estão os *usuários pós-graduados* (28 %). Na amostra de questionários coletada neste estudo não se encontrou estudantes de graduação ou profissionais não graduados.

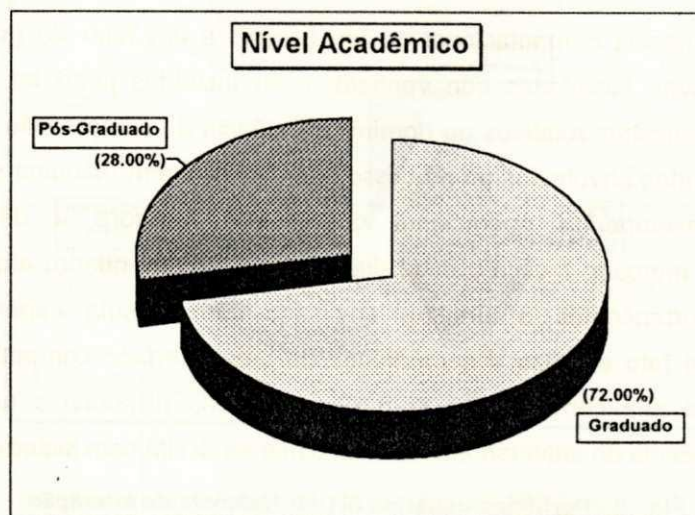


Fig. 6 - Perfil dos usuários SITIM: *Nível Acadêmico*

## 3) Natureza da Interação

Tem-se observado que, via de regra, a natureza das interações com o SITIM está voltada para três grandes grupos de atividades: **pesquisa e desenvolvimento**, **aplicação direta de utilitários** e **treinamento e aprendizagem**. No primeiro grupo de atividades se encaixam trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de novos algoritmos que supram as deficiências daqueles já existentes e/ou a depuração e o melhoramento dos aplicativos que fazem parte da versão corrente. A aplicação direta de utilitários está intimamente relacionada com as atividades quotidianas, já que usuários em geral (professores universitários, pesquisadores de instituições públicas e privadas, alunos de graduação e pós-graduação) empregam os utilitários disponíveis no sistema na solução dos seus problemas imediatos. O último grupo de atividades, de caráter periódico, abrange todos os aspectos do aprendizado da ferramenta SITIM como um todo ou de conhecimentos que envolvam o uso de um sistema de processamento digital de imagens.



O universo amostral explorado neste estudo, representado na Fig. 7, mostra que 52 % dos usuários SITIM interagem com o sistema a nível de atividades de aplicação direta dos recursos oferecidos; 28 % desenvolvem atividades de pesquisa e desenvolvimento, enquanto 20 % realizam atividades voltadas para treinamento e aprendizagem dos aplicativos SITIM.

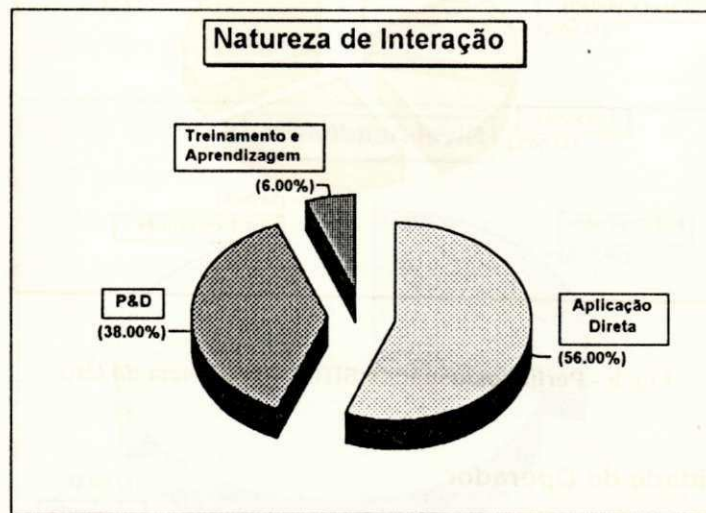


Fig. 8 - Perfil dos usuários SITIM: *Natureza da Interação*

#### 4) Frequência de Uso

A frequência de uso de um sistema computacional está intimamente associada à familiarização do usuário com aspectos conceituais, linguísticos, visuais e funcionais relativos àquele sistema. Outro aspecto que se relaciona significativamente com a frequência de uso é o tipo de atividade que o usuário desenvolve junto ao sistema, que pode requerer períodos menores ou maiores de interação homem-máquina.

Quanto mais freqüente o uso de um sistema por um usuário, menor a necessidade de treinamento quando da introdução de novas aplicações, maiores as suas chances de acompanhar as sucessivas evoluções das aplicações existentes, menor a sua insegurança ao "navegar" por entre as aplicações e maior o seu respaldo para sugerir alternativas que otimizem o processo de interação homem-máquina.

Constata-se, a partir da Fig. 8, que a maioria dos participantes da pesquisa em questão (34 % do universo amostral) só utilizam o SITIM uma vez por semana, seguido dos que o empregam 2 a 3 vezes por mês (24 %). Iguais percentuais (14 %) são atribuídos aos usuários que usam o sistema diariamente, 2 a 3 vezes por semana e uma vez por mês.

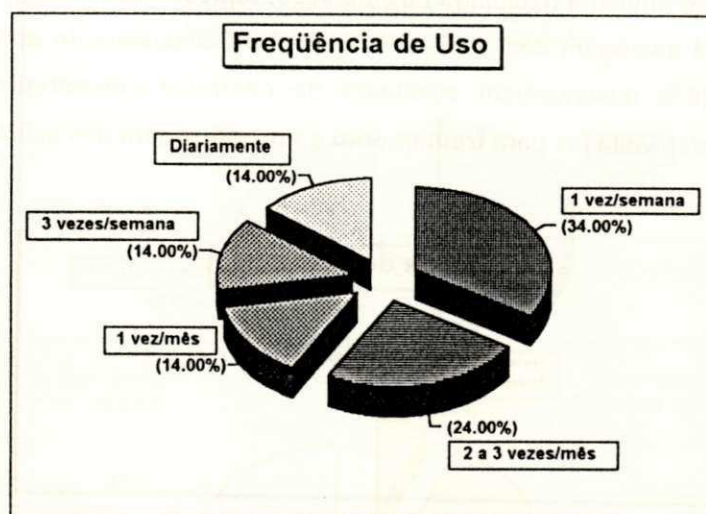


Fig. 9 - Perfil dos usuários SITIM: *Frequência de Uso*

## 5) Necessidade de Operador

A necessidade de operador se relaciona com um sem número de fatores, dentre os quais a experiência computacional do usuário, o seu grau de familiarização com as aplicações de interesse e a facilidade de comunicação e aprendizado oferecida pela interface do sistema. É evidente que a experiência computacional do usuário também representa um aspecto significativo no tocante à necessidade de acompanhamento ou supervisão do seu procedimento durante a realização das tarefas de interesse. A finalidade da interação usuário-computador também é outro aspecto a ser levado em conta, já que atividades de pesquisa e desenvolvimento são normalmente realizadas por usuários experientes/freqüentes, que mantêm uma relação constante com as aplicações e com as características gerais do ambiente onde elas "rodam".

Embora a maioria dos participantes da pesquisa não tenham tido nenhuma experiência anterior com sistemas computacionais, observa-se na Fig. 9 que a maior parte dos usuários (64%) prefere interagir *diretamente* com o SITIM, enquanto que apenas 36 % atua com *auxílio de um operador*. Vale salientar que grande parte desse último grupo é composto de usuários em fase de *treinamento/aprendizagem*. Já as atividades de treinamento requerem usualmente o acompanhamento de operadores.





Fig. 9 - Perfil dos usuários SITIM: *Necessidade de Operador*

### 4.3 Apresentação dos Resultados do Questionário de Avaliação do Grau de Satisfação dos Usuários SITIM

Esta seção apresenta os resultados da avaliação dos níveis de sondagem das duas primeiras páginas do questionário **AVALIAÇÃO DA INTERFACE DE COMUNICAÇÃO COM O SITIM**. Dos **60** questionários distribuídos entre os usuários das três instituições participantes da pesquisa, **53** foram resgatados, **50** dos quais corretamente preenchidos.

Da mesma forma que aparecem separados no questionário, por apresentarem relações em diferentes níveis com o *hardware* e o *software* (aplicativo e "da interface" propriamente dito), os aspectos técnicos e de fatores humanos são avaliados separadamente nesta seção.

#### 4.3.1 Aspectos Técnicos

Explorados na primeira parte do questionário de sondagem (intitulada **O SISTEMA COMO UM TODO**) do grau de satisfação dos usuários SITIM no tocante à interface de comunicação, foram escolhidos **5** aspectos operacionais técnicos, considerados mais relevantes para o estudo:

- **COMPLETITUDE** (do serviço)
- **RAPIDEZ** (do serviço)
- **CONFIABILIDADE** (dos resultados)
- **INDULGÊNCIA** (no processamento de erros)
- **DOCUMENTAÇÃO** (ajuda online/offline)

Estes aspectos aparecem listados e avaliados percentualmente na Tabela 1, de acordo com os critérios anteriormente discutidos na seção 3.5., e graficamente conforme as ilustrações das Figs. 10 a 14.

Tabela 1 - Avaliação Percentual dos Aspectos Técnicos

ASPECTO TÉCNICO	CONCORDO TOTALMENTE	CONCORDO EM MAIOR PARTE	CONCORDO EM MENOR PARTE	DISCORDO TOTALMENTE	INDECISO
COMPLETITUDE	24	48	24	2	2
RAPIDEZ	28	48	20	0	4
CONFIABILIDADE	18	64	12	0	6
INDULGÊNCIA	2	40	52	0	6
DOCUMENTAÇÃO	2	52	42	4	0

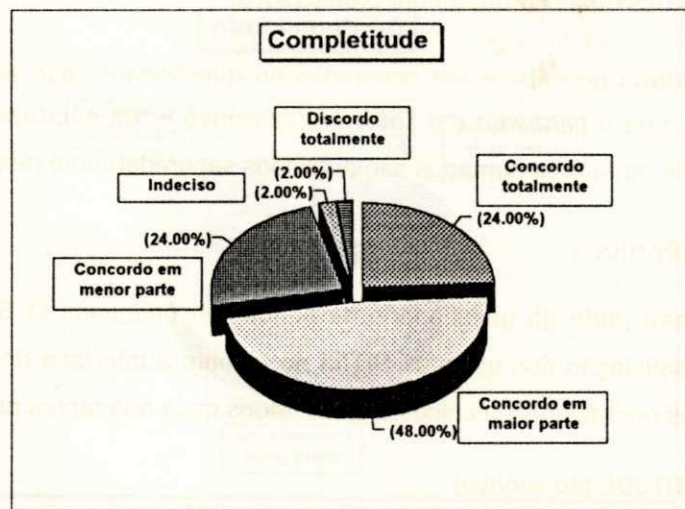


Fig. 10- Aspectos Técnicos: *Compleitude*



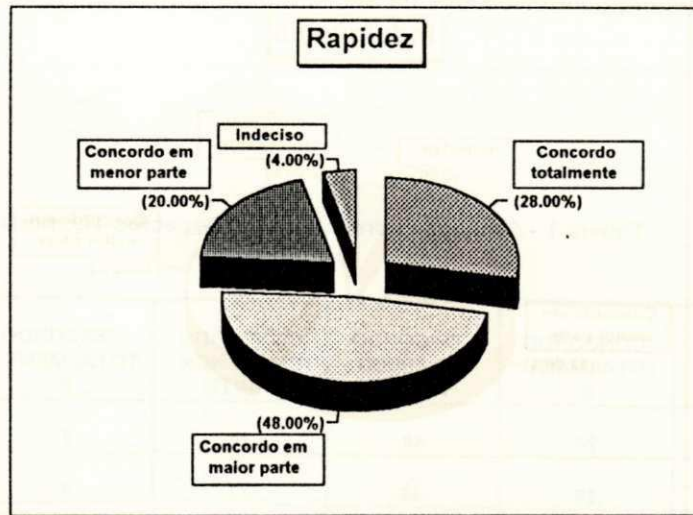


Fig. 11 - Aspectos Técnicos: *Rapidez*

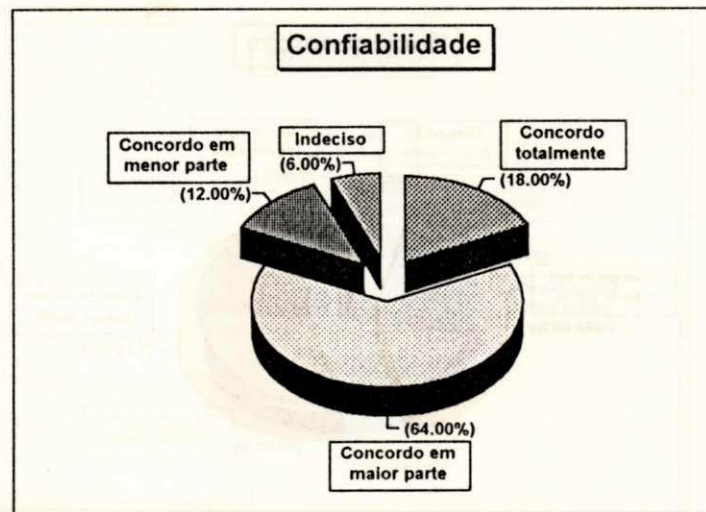


Fig. 12 - Aspectos Técnicos: *Confiabilidade*

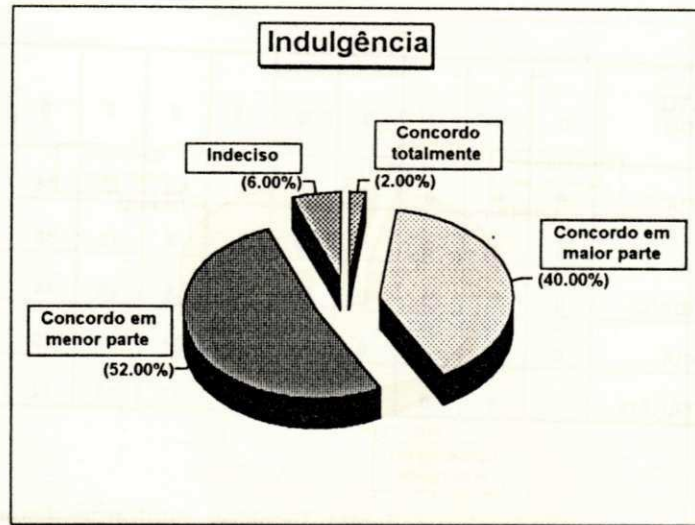


Fig. 13 - Aspectos Técnicos: *Indulgência*

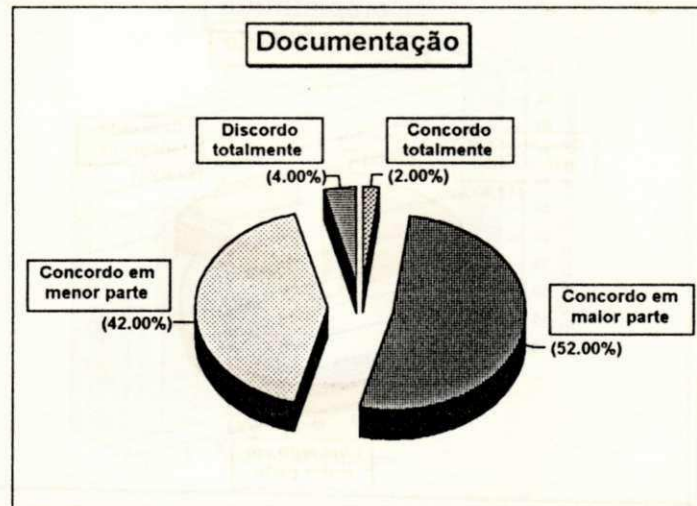


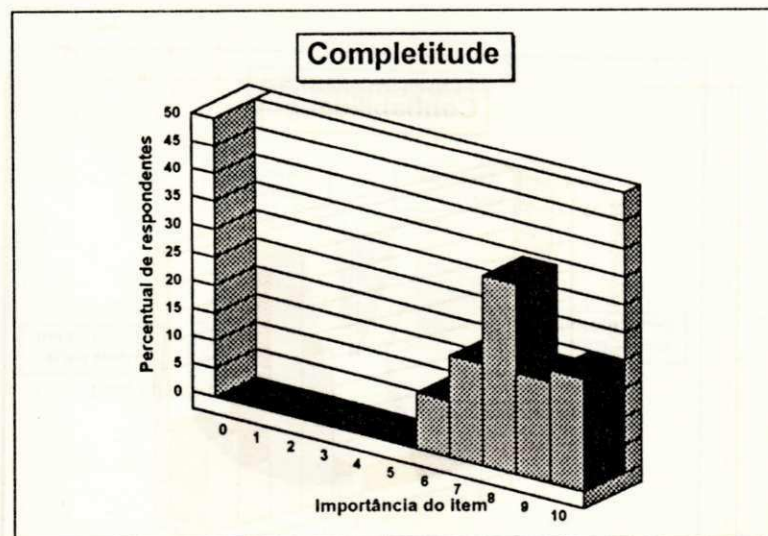
Fig. 14 - Aspectos Técnicos: *Documentação*



Tabela 2 - Conceituação dos Aspectos Técnicos

ASPECTO TÉCNICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMPLETITUDE	0	0	0	0	0	0	10	18	34	18	20
RAPIDEZ	0	0	0	0	0	0	4	12	38	26	18
CONFIABILIDADE	0	0	0	0	0	0	4	26	44	10	16
INDULGÊNCIA	0	0	0	0	0	6	34	20	26	12	2
DOCUMENTAÇÃO	0	0	0	0	0	8	18	18	22	12	22

No tocante à conceituação dos aspectos técnicos, conforme discutido na seção 3.5., associa-se uma nota, de 0 a 10, à importância conferida a cada aspecto analisado. A Tabela 2 apresenta em cifras percentuais os sub-universos de usuários *versus* conceitos atribuídos a cada aspecto técnico em questão, enquanto as Figs. 15 a 19 oferecem uma visão gráfica dessas cifras.

Fig. 15 - Importância do Item: *Compleitude*

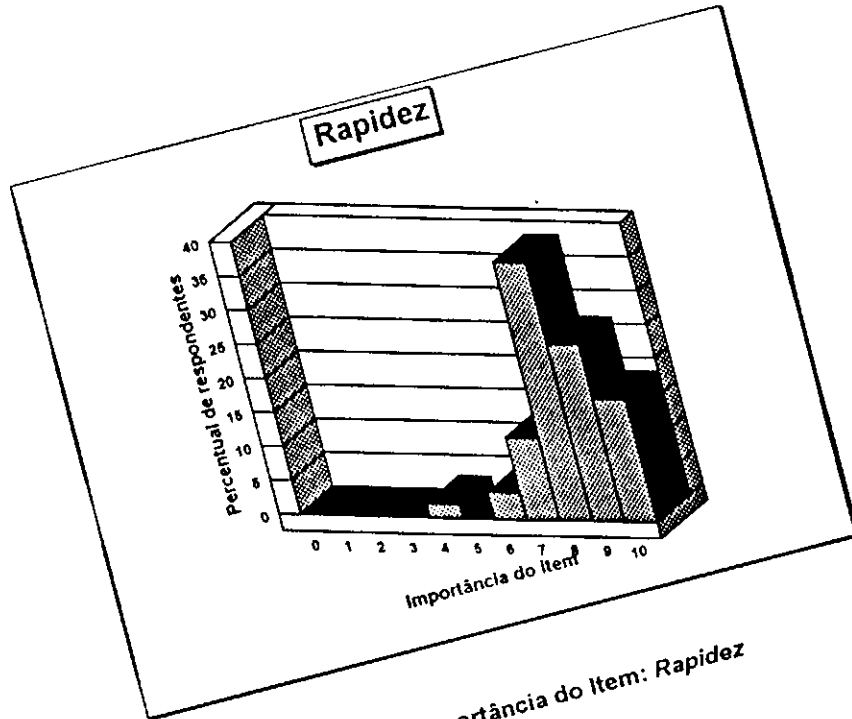


Fig. 16 - Importância do Item: Rapidez

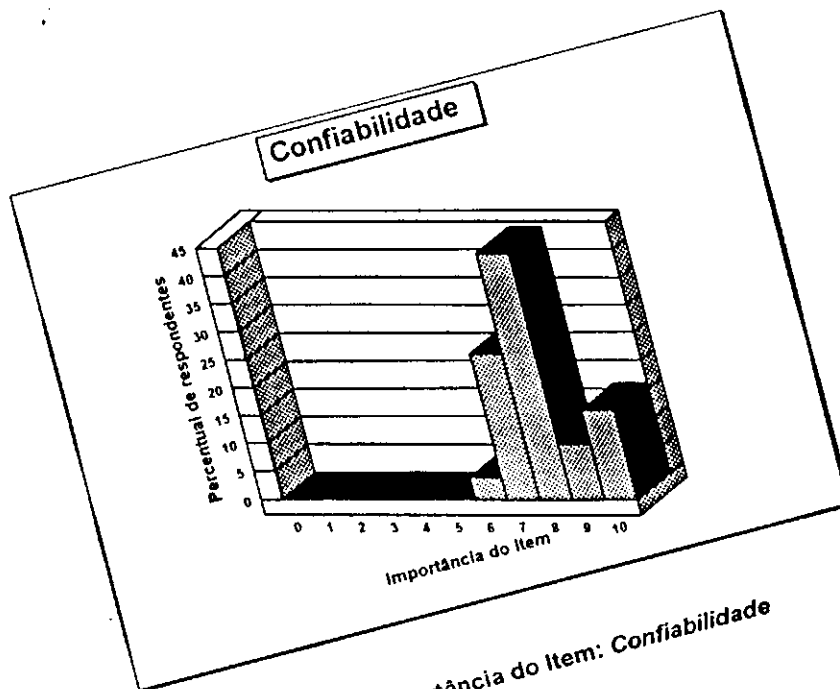


Fig. 17 - Importância do Item: Confiabilidade



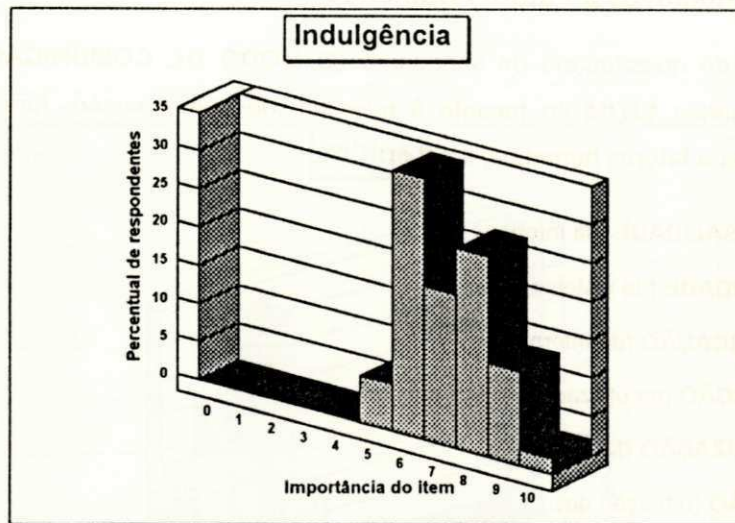


Fig. 18 - Importância do Item: *Indulgência*

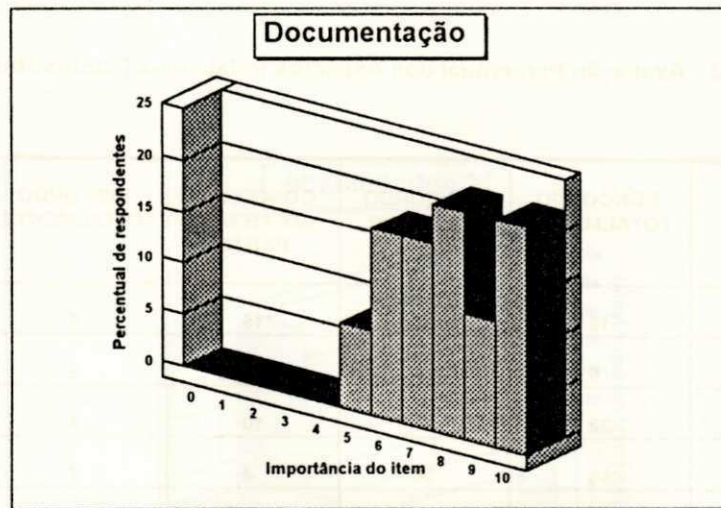


Fig. 19 - Importância do Item: *Documentação*

#### 4.3.2 Aspectos Relativos a Fatores Humanos

Na segunda parte do questionário de sondagem (O MODO DE COMUNICAÇÃO) do grau de satisfação dos usuários SITIM no tocante à interface de comunicação, foram enfocados oito aspectos associados a fatores humanos, a saber:

- UNIVERSALIDADE (da informação)
- USABILIDADE (do sistema)
- COMUNICAÇÃO (da informação)
- MOTIVAÇÃO (na utilização da ferramenta)
- MEMORIZAÇÃO (facilidade de)
- ATENÇÃO (retenção da)
- DIGITAÇÃO (volume de)
- PADRONIZAÇÃO (da metodologia)

cuja apresentação e avaliação percentual encontra-se na Tabela 3, conforme os critérios da seção 3.5.

Tabela 3 - Avaliação Percentual dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos

ASPECTO DE FATORES HUMANOS	CONCORDO TOTALMENTE	CONCORDO EM MAIOR PARTE	CONCORDO EM MENOR PARTE	DISCORDO TOTALMENTE	INDECISO
UNIVERSALIDADE	16	62	16	4	2
USABILIDADE	8	46	42	2	2
COMUNICAÇÃO	32	54	10	4	0
MOTIVAÇÃO	56	34	4	4	2
MEMORIZAÇÃO	10	44	48	0	0
ATENÇÃO	48	42	4	4	2
DIGITAÇÃO	14	68	16	2	0
PADRONIZAÇÃO	18	64	14	4	0



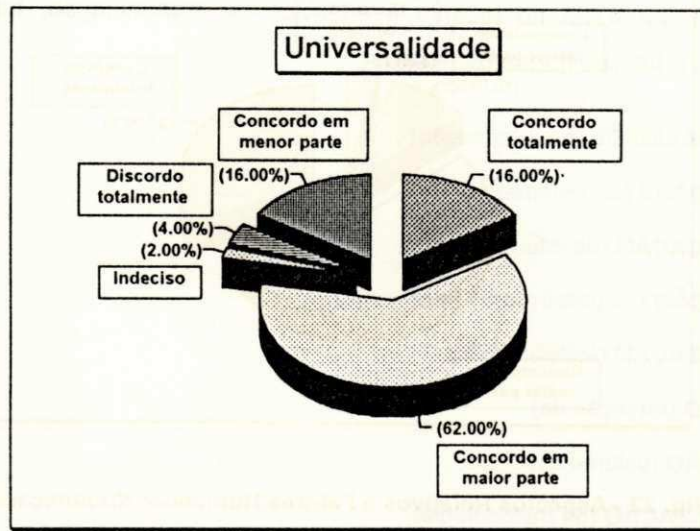


Fig. 20 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Universalidade*

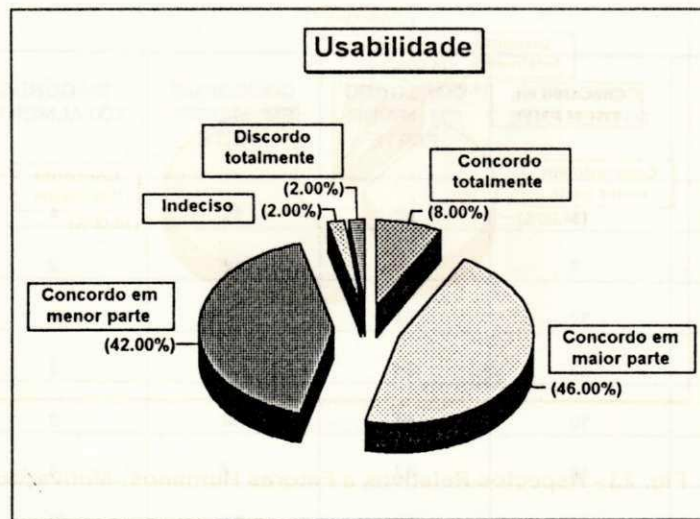
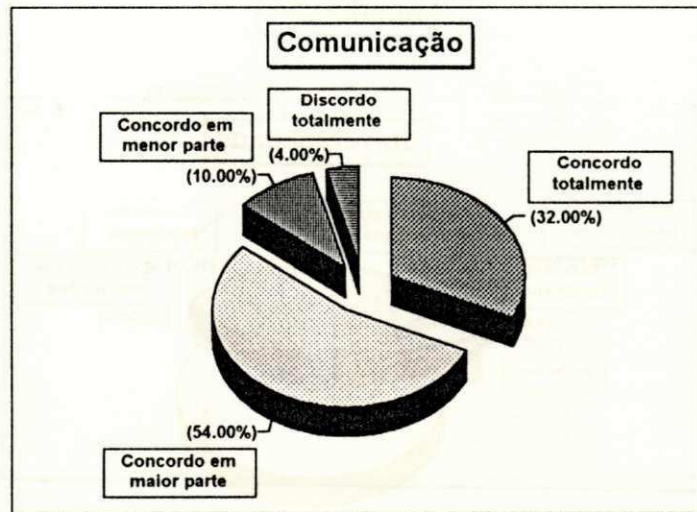
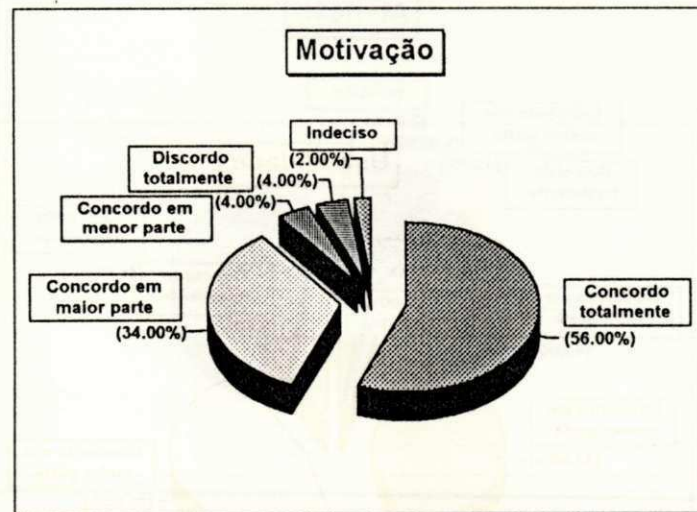


Fig. 21 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Usabilidade*

Fig. 22 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Comunicação*Fig. 23 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Motivação*



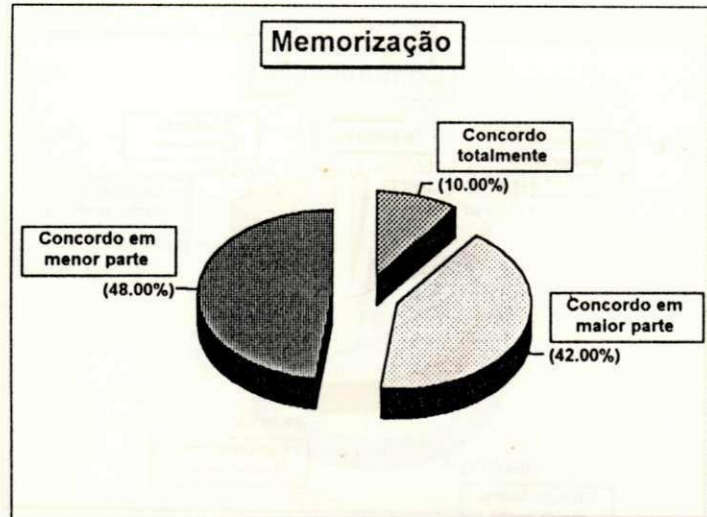


Fig. 24 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Memorização*

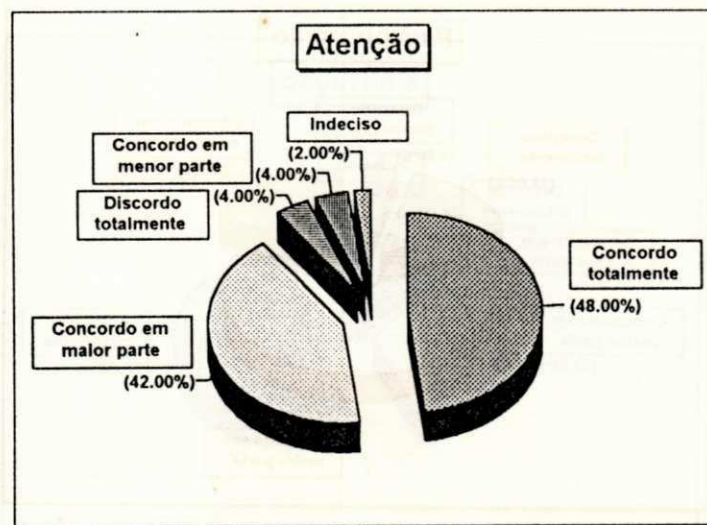
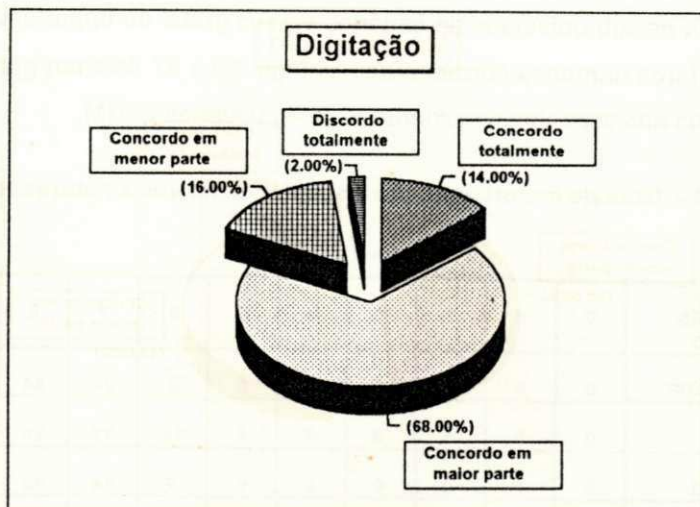
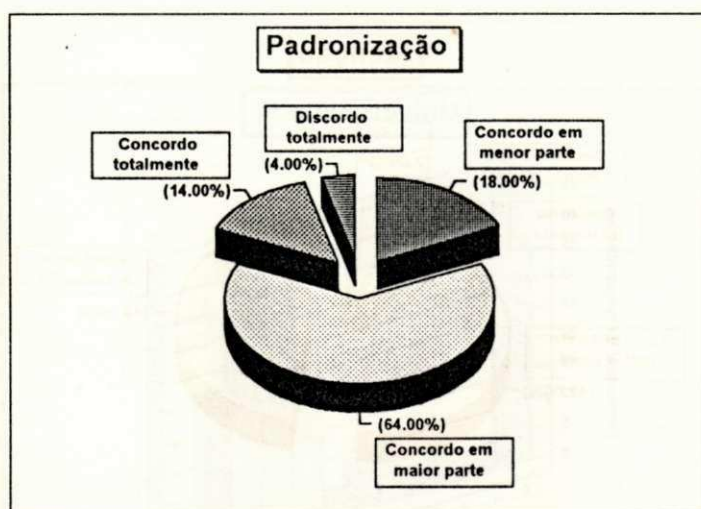


Fig. 25 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Atenção*

Fig. 26 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Digitação*Fig. 27 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Padronização*

Os critérios de conceituação dos aspectos associados a fatores humanos são análogos àqueles empregados para a conceituação dos aspectos técnicos (o uso de uma escala numérica para a determinação do grau de importância do aspecto e uma escala semântica para avaliação do grau de satisfação do usuário com relação a cada aspecto considerado). A Tabela 4 apresenta



em cifras percentuais os sub-universos de usuários *versus* graus de importância atribuídos a cada aspecto relativo a fatores humanos considerado. As Figs. 20 a 27 ilustram graficamente o grau de importância atribuídos aos aspectos considerados pelos usuários SITIM.

Tabela 4 - Grau de Importância dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos

ASPECTO DE FATORES HUMANOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UNIVERSALIDADE	0	0	0	0	4	0	2	24	44	22	4
USABILIDADE	0	0	0	0	2	4	16	32	20	18	8
COMUNICAÇÃO	0	0	0	0	0	0	2	14	40	12	32
MOTIVAÇÃO	2	0	0	0	0	0	0	26	24	22	42
MEMORIZAÇÃO	0	0	0	0	0	4	24	28	28	12	2
ATENÇÃO	2	0	0	0	2	0	0	10	30	14	42
DIGITAÇÃO	0	0	0	0	0	0	4	10	52	18	16
PADRONIZAÇÃO	0	0	0	0	2	4	2	14	34	28	16

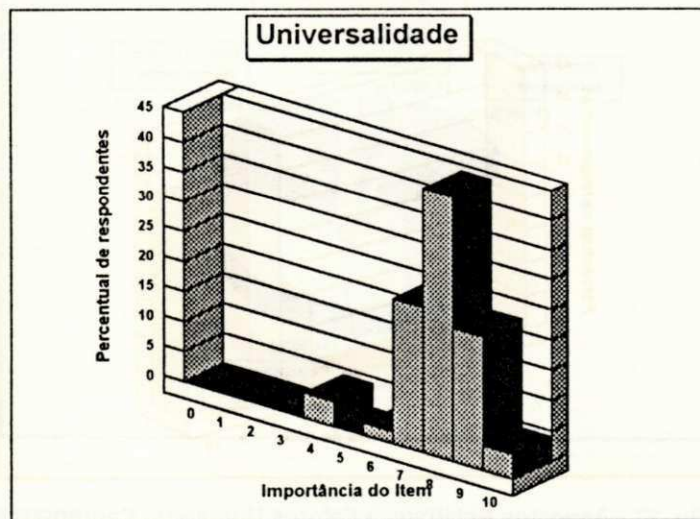


Fig. 28 - Importância do Item: *Universalidade*

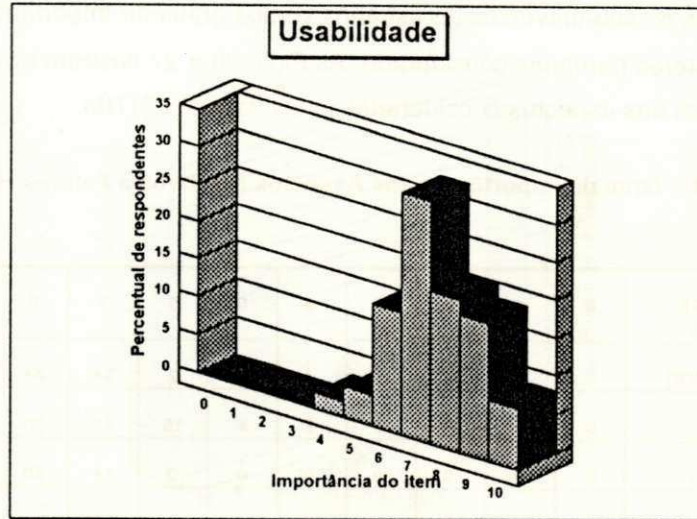


Fig. 29 - Importância do Item: *Usabilidade*

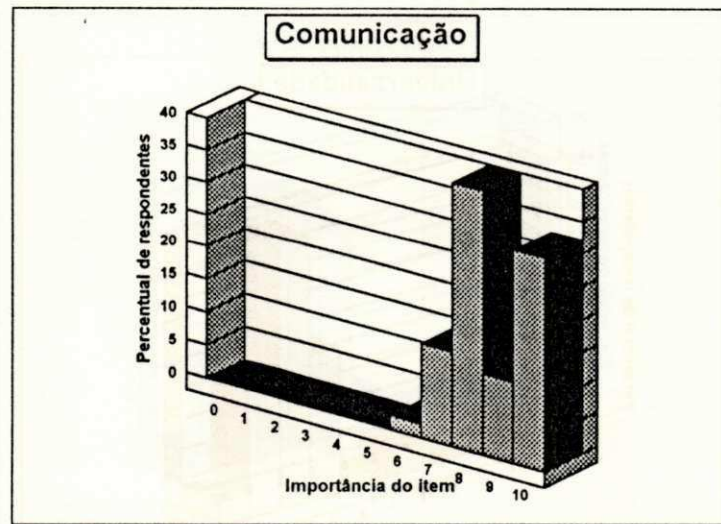


Fig. 30 - Importância do Item: *Comunicação*



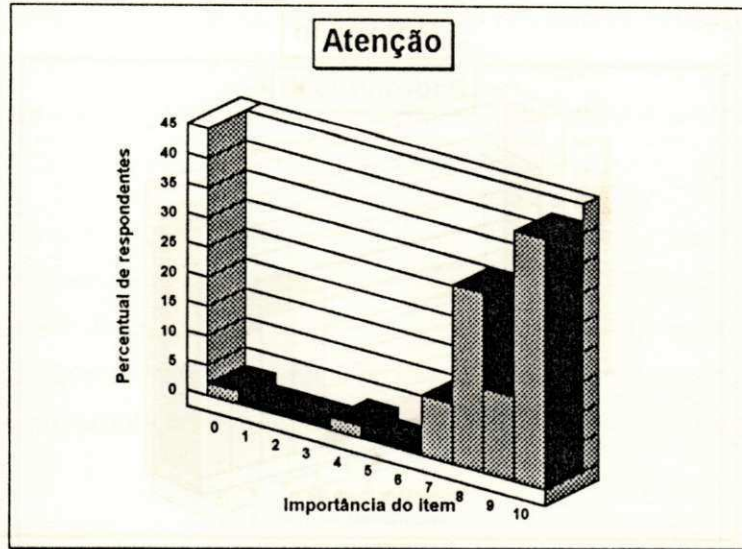


Fig. 33 - Importância do Item: *Atenção*

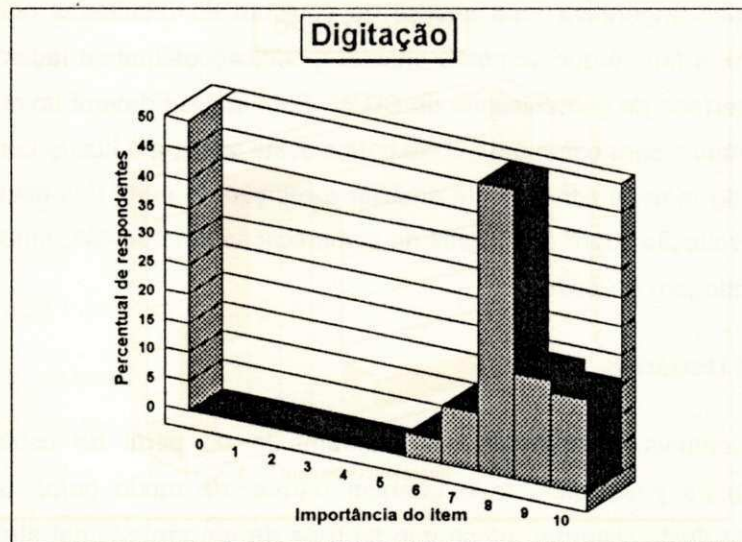


Fig. 34 - Importância do Item: *Digitação*

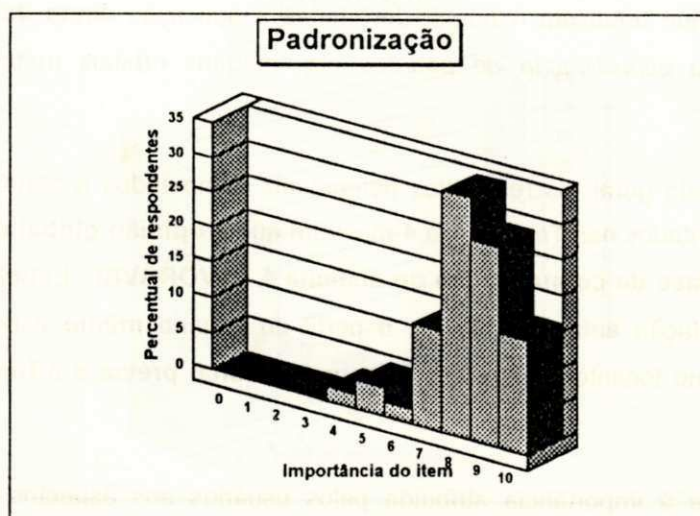


Fig. 35 - Importância do Item: *Padronização*

#### 4.4 Análise dos Resultados Obtidos

Neste ponto, torna-se imperativa uma análise do conjunto de resultados obtidos nas diversas etapas deste estudo, a fim de que se possa apontar modificações que se façam necessárias para a otimização da interface de comunicação do SITIM. Esta análise deverá levar em conta a visão de sistema dos usuários, bem como uma visão crítica deste sistema à luz do conjunto de diretrizes compiladas. Além do mais, é conveniente analisar a relação do perfil dos usuários SITIM com o resultado de sua avaliação sobre a interface de comunicação em questão, ambos apreendidos do questionário de sondagem aplicado.

##### 4.4.1 Visão dos Usuários

Conforme os percentuais computados no levantamento do perfil do usuário SITIM *médio* pertencente à amostra pesquisada (que também retrata, de modo geral, o perfil de toda a comunidade usuária deste sistema), vê-se que se trata de um profissional atuante no campo do Sensoriamento Remoto, com formação numa área afim (Geologia, Geografia, Agronomia, Engenharia Florestal, Civil, Agrícola ou Elétrica, Oceanografia, Meteorologia ou Informática, dentre outras).

Exceção feita aos graduados em Engenharia Elétrica e Informática (constatação transparente ao objeto desta pesquisa), o usuário SITIM *médio* é um indivíduo sem experiência computacional significativa prévia, cuja atuação junto ao sistema, que ele prefere operar sozinho



(embora se sinta mais seguro quando assistido por um profissional experiente), se restringe a sessões semanais que totalizam 4 horas, destinadas à aplicação direta de algoritmos de *pré-processamento* e/ou *classificação de padrões* em imagens orbitais meteorológicas e/ou de recursos naturais.

De um modo geral, os resultados percentuais computados a partir do questionário de sondagem e apresentados nas Tabelas 1 a 4 mostram que a **opinião global dos usuários SITIM em relação à interface de comunicação do sistema é FAVORÁVEL**. Entretanto, é conveniente estabelecer uma relação entre este fato e o perfil do usuário **médio** esboçado no parágrafo anterior, sobretudo no tocante à **experiência computacional prévia** e à **freqüência de uso** do sistema.

No tocante à importância atribuída pelos usuários aos aspectos técnicos avaliados, verifica-se que os três aspectos considerados mais importantes em ordem de prioridade, dentro da faixa de conceitos de 8 a 10, são a **RAPIDEZ do processamento (92 %)**, a **COMPLETITUDE do serviço (72 %)**, e a **CONFIABILIDADE dos resultados (70 %)** do sistema, enquanto que a **INDULGÊNCIA no processamento de erros** aparece como o aspecto menos importante (40 %). Já com relação aos aspectos associados a fatores humanos, verifica-se que quatro itens se destacam, a saber: a **MOTIVAÇÃO na exploração dos recursos (88 %)**; a **retenção da ATENÇÃO** e o **volume de DIGITAÇÃO** (ambos com 86 %); e a **COMUNICAÇÃO da informação (84 %)**. Como aspecto humano de menor importância, de acordo com a opinião dos usuários, encontra-se a **facilidade de MEMORIZAÇÃO** das seqüências de procedimentos operacionais (42 %).

#### 4.4.2 Visão Crítica com Base em Diretrizes de Projeto de Interface

Antes de iniciar a análise da interface de comunicação do SITIM voltada para os aspectos explorados no questionário de sondagem, com base no conjunto de diretrizes apresentadas na seção 2.3 do Capítulo 2 (**Diretrizes para Projetos de Interfaces Homem-Máquina**), é conveniente discutir alguns pontos criticados na monografia **Estudo Crítico da Interface do SITIM - 150**, apresentada na disciplina **Projeto de Interfaces Homem-Máquina** (Agosto, 1991).

Quatro eram os aspectos examinados nesse estudo crítico, a saber:

##### i) **Consistência Semântica e Visual**

A interface de comunicação do SITIM não apresenta problemas sérios de consistência, sobretudo no tocante à distribuição da informação nas diversas telas existentes. Entretanto, constata-se traços de inconsistência de nomenclatura empregada em telas distintas ou



em uma mesma tela que, embora sutis, devem ser comentados e solucionados. Um exemplo disso é o uso do caractere **t** associado a um dos modos de transferência de imagens (o modo **terminal**) na tela **DISPLAY DE IMAGENS** e o emprego do mesmo caractere na tela **GERAÇÃO DE TABELA**, ora associado ao "tamanho" do cursor de seleção da área de trabalho, ora ao modo "traçar" em tela, na fase posterior de construção da função de transformação para o realce da imagem corrente com base em sua distribuição histogrâmica.

Outro aspecto relativo à consistência que pode ser apontado diz respeito ao uso de cores diferentes para representar o mesmo nível de informação em uma tela. Ora mensagens de aviso ou de erro se apresentam em **vermelho**, ora em **verde**, ora em **branco**.

Um terceiro aspecto que pode ser mencionado está relacionado com a distribuição das informações nas diferentes telas da interface SITIM. Embora a concepção das telas deste ambiente tenha definido áreas específicas para a apresentação de diferentes níveis de informação, em alguns casos o mesmo item (e.g., **coordenadas do cursor** e **janela de vídeo**) aparece em regiões diferentes de telas contextualmente similares, podendo confundir usuários inexperientes/ principiantes.

Diretriz correlata:

2.3.2.1.i) Consistência no processo de apresentação

## ii) Uso de Recursos Cromáticos

De um modo geral, a distribuição de cores nas diversas telas do SITIM é satisfatória, embora em duas situações específicas seja recomendável repensar o modo como as cores são empregadas como recurso de destaque da informação:

ii.1) Todas as mensagens informativas curtas, assim como todas as mensagens de erro ocupam a última linha do terminal, aparecendo em cor **vermelha** piscante em monitores coloridos. A cor **vermelha** apresenta boa visibilidade sob níveis de luminosidade altos, mas sua visibilidade torna-se deficiente em condições de baixa luminosidade. Em diversas situações, torna-se necessário reduzir ou eliminar a luminosidade do ambiente de trabalho, a fim de destacar ou ressaltar variações de contraste de regiões de uma imagem sob análise ou mesmo com o propósito de registrar fotograficamente a imagem na tela do monitor de visualização.

Dois são os fatores que desaconselham o uso da cor vermelha nesta situação: o modo **piscante** e a **baixa luminosidade** do ambiente, que se associam para dificultar a visualização da mensagem apresentada no terminal.



Diretriz correlata:

2.3.2.4.xii) Importância e frequência de uso das cores

ii.2) Em versões anteriores, durante o processo de geração de tabela (LUT - LookUp Table), quando da apresentação do histograma da imagem e da grade para o traçado da função de transformação que definia a tabela, a combinação de cores dos eixos/grade (**azul**), do histograma/função de transformação (**vermelho**) e do cursor (**ciano**) era inadequada. É conveniente lembrar que no processo de codificação da informação a partir da variação cromática, deve-se estudar exaustivamente todas as combinações cromáticas que apareçam nas telas da interface de comunicação, procurando selecionar aquelas que reduzam as taxas de erros e estimulem o uso do sistema pelo usuário. Quando o objetivo é discriminar e/ou enfatizar dados, deve-se empregar cores contrastantes e de maior brilho, reunindo-as aos pares ou em grupos. Na versão mais recente, os recursos cromáticos foram totalmente retirados. Embora o problema anterior tenha sido "parcialmente solucionado", a representação gráfica monocromática adotada na última versão (v. 2.3) acarreta outros problemas, como a falta de destaque entre o cursor e a grade e entre a grade e a função de transformação traçada.

Diretrizes correlatas:

2.3.2.4.ii) Potencialidade da cor como técnica de codificação

2.3.2.4.ix) Combinação de cores

2.3.2.4.xi) Discriminação de cores

2.3.2.4.xii) Importância e frequência de uso das cores

### iii) Apresentação de áreas de Ajuda e Mensagens

Dois pontos-chave devem ser comentados:

iii.1) Tanto a apresentação das áreas de ajuda (*help*) e de mensagens, quanto o seu posicionamento na tela é consistente. No entanto, a **área de ajuda** do SITIM contém dois níveis de informação: **genérica**, associada a itens existentes em todas (ou na maioria das) as telas; e **específica**, relativa a itens inerentes a cada tela visualizada. Na interface da versão mais recente do SITIM tais níveis de informação ainda se confundem. O uso de cores distintas, associado à especificação de áreas exclusivas a cada um dos níveis de informação existentes, poderia ser um mecanismo eficiente para diferenciá-los, facilitando a visualização de ambos pelos usuários.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.2.4.i) Auxílio da cor na formatação
- 2.3.2.4.ii) Potencialidade da cor como técnica de codificação
- 2.3.2.4.xii) Importância e frequência de uso das cores

iii.2) As mensagens de alerta e de erro são excessivamente sucintas em alguns casos, vagas demais em outros. Um caso representativo deste problema ocorre na tela **DISPLAY DE IMAGENS**: inicialmente o usuário digita o nome da imagem a ser apresentada no monitor de visualização de imagens, seguido da composição canal → banda desejada. Após este passo, o sistema exibe na área de ajuda os modos possíveis de carregamento da imagem e pergunta ao usuário o modo de sua escolha. Caso o usuário digite um modo não permitido naquele estágio da sessão ou um modo não pertencente ao conjunto existente o sistema apresentará como resposta a mensagem piscante **Modo inválido**. Tal mensagem poderia ser menos vaga como **Modo inválido - Consulte os modos válidos na área de ajuda**.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.3.9.ii) Concisão do texto sem subjetividade
- 2.3.3.9.viii) Avaliação da inteligibilidade das mensagens de erro

#### iv) Acesso Interno a Listas de Arquivos

Embora não constitua uma falha em toda a acepção do termo, algumas telas do SITIM que apresentam associação com listas de arquivos, seja de **imagens**, de **LUTs**, de **máscaras**, **maxver** ou **rot**, dentre outros, não permite o acesso interno a essas listas, devendo o usuário cancelar a tarefa para consultar aplicativos externos denominados **LISTA DE IMAGENS**, **LISTA DE TABELAS**, **LISTA DE MÁSCARAS**, etc, caso esqueça o nome do arquivo de interesse. Isto constitui um sério inconveniente no tocante à perda de tempo e irritação/frustração dos usuários, sobretudo os ocasionais e inexperientes.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.3.1.ii) Versatilidade em interações com o sistema
- 2.3.3.1.vii) Redução do armazenamento na memória de curta duração do usuário
- 2.3.3.2.ii) Otimização do processo de entrada de dados
- 2.3.3.2.iii) Minimização da sobrecarga da memória do usuário.



A reavaliação e a complementação do estudo crítico que originou este trabalho, com a inserção das diretrizes correlatas a cada um dos aspectos revisados nos parágrafos anteriores, conduzem a uma análise adicional dos aspectos contidos na avaliação do grau de satisfação dos usuários, desta feita à luz do conjunto de diretrizes do Capítulo 2, a saber:

### 1) COMPLETITUDE (do serviço)

A **completitude** do serviço oferecido por um sistema de processamento digital de imagens é um aspecto que traduz a capacidade de garantir aos usuários a disponibilidade e o pleno funcionamento de todas as funções a que o sistema se propõe. O processo de inserção de novos aplicativos e o melhoramento daqueles já existentes em um determinado ambiente são atividades que devem ser continuamente exercitadas, a fim de que a sua completitude seja reforçada. Nesses procedimentos, a participação da comunidade de usuários, suas sugestões e solicitações são de extrema importância para o projetista, tendo em vista que é para ela que as aplicações serão desenvolvidas.

No caso do SITIM, a maioria das funções às quais ele se destina estão, de um modo geral, disponíveis aos usuários e atendem aos objetivos propostos. É verdade que muitas delas carecem de otimização, como ficou evidenciado na análise revisiva dos aspectos explorados no estudo monográfico **Estudo Crítico da Interface do SITIM - 150**. Além do mais, a algumas dessas funções poderão ser acrescentadas novas sub-funções, como resultado de um processo de evolução do próprio sistema.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.1.v) Definição do conjunto de telas de funções
- 2.3.2.1.iv) Completitude dos diálogos
- 2.3.3.4.iii) Completitude e concisão da linguagem
- 2.3.4.iii) Inovação nas técnicas de apresentação da informação
- 2.3.4.v) Apresentação de diagramas de transição completos
- 2.3.4.ix) Acompanhamento de uso da interface e da documentação correlata.

### 2) RAPIDEZ (do serviço)

Sem dúvida, a capacidade de apresentação de resultados rápidos é um dos aspectos mais desejados em um sistema. Entretanto, vários são os fatores que contribuem para a redução da rapidez de um serviço. Dois deles podem ser citados como mais significativos: a velocidade de processamento da informação da máquina e a otimização dos algoritmos associados às funções desempenhadas pelo sistema. Como o engenheiro de *software* não possui

nenhum controle sobre primeiro fator, é imprescindível redobrar a atenção no tocante ao segundo.

Com relação ao SITIM, as versões do *software* vêm evoluindo periodicamente, sendo acompanhadas pela evolução do *hardware*, à medida que máquinas mais rápidas e eficientes surgem no mercado. Alguns dos algoritmos para processamento digital de imagens demandam intervalos de tempo significativos para a sua execução, de modo que é extremamente importante que o processo de realimentação das ações do sistema seja bastante eficiente, a fim de que o usuário não se sinta excluído nem entediado com a espera.

No caso do SITIM, é recomendável reestudar os mecanismos de realimentação das ações durante a execução de alguns algoritmos, tais como **GERAÇÃO DE TABELA** (durante o processo de aquisição do histograma da área de interesse), **CLASSIFICAÇÃO MAXVER** (sobretudo durante a fase de classificação de grandes áreas da imagem ou de toda a imagem) e **ROTAÇÃO ESPECTRAL** (durante a aplicação da transformação de principais componentes ou da rotação por análise canônica).

Diretrizes correlatas:

- 2.3.1.v) Definição do conjunto de telas de funções
- 3.2.2.5.v) Rapidez da interação homem-máquina
- 2.3.3.1.iii) Realimentação informativa
- 2.3.3.3.ix) Velocidade da interação
- 2.3.3.7.viii) Realimentação contínua
- 2.3.3.7.x) Velocidade de apresentação da informação.

### 3) CONFIABILIDADE (dos resultados)

A capacidade de fornecer resultados precisos e completos é um dos aspectos mais desejados em um sistema computacional, pois facilita a aceitação do sistema e estimula o seu uso com confiança e previsibilidade das ações.

Em se tratando de sistemas de processamento digital de imagens multiespectrais, deve-se sempre ter em mente que as atividades relacionadas com a classificação probabilística de padrões produzem como resultados valores estimados. Mesmo os algoritmos para classificação determinística de padrões apresentam resultados com percentual de erro associado ao critério determinístico de distribuição das classes espectrais pré-definidas. O SITIM, de um modo geral, é um sistema que fornece resultados cuja confiabilidade tem aumentado com a evolução das versões do *software* e do *hardware* empregado. Espera-se, entretanto, que novas



versões apresentem funções capazes de fornecer resultados com grau de confiabilidade superior ao atual.

#### 4) INDULGÊNCIA (no processamento de erros)

Um sistema é dito **indulgente** quando apresenta soluções fáceis e eficientes diante de condições de erro cometidos pelos usuários. Não se trata apenas da correção dos erros, mas também da minimização das circunstâncias que os acarretam, da limitação das conseqüências encadeadas por ações incorretas e da apresentação de estratégias de recuperação práticas e não traumáticas para o usuário.

Voltando à reavaliação da opinião dos usuários SITIM no tocante à indulgência do sistema face a situações de erro, embora a maioria o tenha classificado como o aspecto técnico menos importante, é conveniente atentar para o fato de que esta mesma maioria não possuía nenhuma experiência computacional anterior e que atualmente só interage uma vez por semana com o sistema, podendo lhe parecer que a falta de indulgência de um sistema computacional diante de tais situações seja "natural".

Embora a maioria das situações de erro possíveis durante a operação do SITIM possa ser revertida, dois pontos merecem ser comentados:

i) Em algumas situações de erro, e.g., quando da definição da área de uma imagem para qualquer processamento, o SITIM não emite nenhuma indicação de ocorrência de uma condição de erro caso o usuário digite um caractere diferente de um daqueles válidos para a tela considerada, deixando um usuário inexperiente ou esporádico do erro de digitação cometido, o que pode frustrá-lo, irritá-lo ou desestimulá-lo a prosseguir, após várias tentativas;

ii) Na maior parte das situações em que o SITIM apresenta mensagens de erro, estas são excessivamente concisas e pouco esclarecedoras, principalmente para usuários pouco experientes. Embora a área de auxílio ao usuário seja bastante informativa e contenha todos os dados necessários à escolha correta das opções possíveis, muitas vezes o usuário "esquece" de consultá-la, bastando apenas ao sistema alertá-lo da condição de erro e exortá-lo a consultar a área de auxílio, o que nunca ocorre no SITIM.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.2.3.iv) Apresentação de mensagens de erro
- 2.3.2.5.vi) Reversibilidade simplificada de ações
- 2.3.3.1.v) Simplicidade no tratamento e recuperação de erros
- 2.3.3.1.vi) Facilidade de reversão das ações
- 2.3.3.2.ix) Correção de erros

- 2.3.3.2.x) Apresentação de mensagens de erro para valores inaceitáveis
- 2.3.3.7.x) Gerenciamento de erros
- 2.3.3.7.xi) Possibilidade de reabilitação em caso de erro
- 2.3.3.9.ii) Concisão do texto sem subjetividade
- 2.3.3.9.viii) Avaliação da inteligibilidade das mensagens de erro.

## 5) DOCUMENTAÇÃO (ajuda *online/offline*)

Este aspecto diz respeito ao grau de informação dos manuais convencionais e/ou do material de consulta não convencional fornecido ao usuário, juntamente com o sistema computacional, que lhe permite operar satisfatoriamente o produto adquirido.

Conforme discutido na seção 2.3, o SITIM apresenta documentação *online* e *offline*. A documentação *offline* é bastante detalhada e informativa, facilitando a consulta convencional. A documentação *online*, no entanto, uma cópia textual da documentação *offline*, não foi inserida completamente no sistema. Além disso, a consulta *online* só é possível no nível principal do SITIM, i.e., na tela de abertura do menu.

Diretrizes correlatas:

- 2.3.4.ii) Redação de documentação eletrônica do sistema
- 2.3.4.iii) Inovação nas técnicas de apresentação da informação
- 2.3.4.iv) Modelagem semântica *versus* estruturação sintática
- 2.3.4.vi) Organização da documentação e estilo de escrita
- 2.3.4.vii) Concepção do manual
- 2.3.4.ix) Acompanhamento de uso da interface e da documentação correlata
- 2.3.4.x) Preparação de facilidades eletrônicas informativas.

## 6) UNIVERSALIDADE (da informação)

Relacionado com a consideração da importância do conhecimento prévio do usuário pelo projetista para a concepção da interface, este aspecto procura privilegiar a experiência adquirida pela comunidade usuária junto a sistemas similares e/ou da prática adquirida a partir de tarefas afins.

Como a maioria dos sistemas de processamento gráfico, o SITIM procura, na medida do possível, respeitar as habilidades e generalizar as informações resultantes dos diversos estágios de processamento, de modo a torná-las familiares e compreensíveis ao universo de usuários.



## 7) USABILIDADE (do sistema)

A **usabilidade** de um sistema se traduz tanto pela facilidade de interação usuário-sistema, quanto pela concepção do usuário como **centro** dos processos. Os estilos de interação com o usuário e o grau de dificuldade destes em operar o SITIM têm mostrado que o grau de usabilidade deste sistema é satisfatório.

## 8) COMUNICAÇÃO (da informação)

Este aspecto está relacionado com a facilidade com que os diálogos entre o usuário e o sistema evoluem, tendo como intermediário a interface. De um modo geral, os diálogos com o SITIM procuram ser claros, simples e objetivos, sem ambiguidade de interpretação. É um fato que a sua interface de comunicação, como todas as interfaces orientadas a **caractere**, apresenta problemas de comunicação, alguns dos quais já discutidos em itens anteriores, tendo sido feitas conjuntamente recomendações de melhoramento. Todavia, ainda é possível avaliá-la globalmente como **satisfatória** no tocante à comunicação da informação.

## 9) MOTIVAÇÃO (na utilização da ferramenta)

Este aspecto é função de diversos fatores, tais como a facilidade de operação da ferramenta, o estímulo ao uso do sistema sem rejeição ou medo, a atratividade dos recursos de comunicação da interface e a precisão dos resultados fornecidos, dentre outros.

O SITIM é relativamente fácil de operar, sobretudo se forem solucionados os problemas apontados nesta seção. É interessante observar que todos estes aspectos aqui discutidos estão atrelados entre si e a otimização de cada um deles contribui em maior ou menor grau para a otimização dos outros. O SITIM já se mostra atrativo pelo simples fato de processar imagens e embora possa "intimidar" um usuário inexperiente em um primeiro contato, há outros atrativos que desfazem essa "primeira impressão": os recursos de processamento disponíveis que, embora careçam de otimização, facilitam diversas tarefas de interpretação e realce de imagens; e a confiabilidade dos resultados fornecidos.

## 10) MEMORIZAÇÃO (facilidade de)

Intimamente vinculado tanto ao tempo de retenção de conhecimentos sintáticos e semânticos associados à interface considerada após intervalos de não utilização do sistema - retenção na **memória de longa duração** - quanto à recordação instantânea de informações solicitadas pelo sistema, retidas na **memória de curta duração**, este aspecto tem uma grande influência na aceitação de um sistema por uma comunidade de usuários. Como a capacidade de

**reconhecer** é superior à de **lembrar**, em seres humanos, torna-se necessário desenvolver ferramentas que não sobrecarreguem a memória de curta duração dos usuários.

Os modos de interação do SITIM com o usuário baseiam-se em dois estilos de diálogo, **menus e comandos** e **comandos**, como discutido na seção 4.1.. O primeiro possibilita o interfaceamento do sistema com usuários ocasionais e inexperientes e o segundo é normalmente destinado a usuários freqüentes, versados nos recursos oferecidos por esta ferramenta.

Excetuando o problema com o acesso interno a listas de arquivos e da concisão excessiva das mensagens de erro, comentado no início desta seção, o sistema não exige grande esforço de memorização da informação requerida durante a realização das tarefas. A área de auxílio ao operador contém toda a informação requerida para uma comunicação eficiente com a máquina, bastando ao usuário estar atento a esta região da tela, o que não constitui uma tarefa difícil, já que ela aparece destacada do restante da informação contida em cada tela.

### 11) ATENÇÃO (retenção da)

A retenção da atenção do usuário depende da seleção dos dispositivos de comunicação, bem como das estratégias de formatação de telas e de apresentação da informação. Este aspecto é fundamental em aplicações que envolvam decisões de alto risco, embora o grau de retenção da atenção do usuário esteja intimamente relacionado com a redução das condições de erro durante o uso do sistema.

Eliminando a questão da inconsistência na declaração de algumas variáveis, discutida no início desta seção e facilmente solucionável, o SITIM se apresenta coerente com as diretrizes para projeto de telas apresentadas no Capítulo 2.

### 12) DIGITAÇÃO (volume de)

A digitação de dados solicitados por um sistema computacional durante o processo de comunicação homem-máquina é uma atividade que exige do usuário paciência e atenção. Quanto maior o volume de dados exigido, maior a probabilidade de ocorrência de erros, o que torna a tarefa de digitação enfadonha e estressante.

Pelo próprio fim a que se destina, a interface de comunicação do SITIM exige do usuário um baixo volume de digitação de dados, tanto no modo **menus e comandos** quanto no modo **comandos**. A informação solicitada se refere normalmente a atributos de imagens, tais como **nome**, **bandas disponíveis**, **modo de transferência**, limites espaciais, dentre outros. São seqüências de digitação curtas, entremeadas de passagens de dados através de cursores e funções de transformação definidas sob forma gráfica, que estimulam o uso dos aplicativos do



sistema, mantêm a atenção do usuário desperta, por conta dos estímulos policrômicos, e não sobrecarregam a sua memória de curta duração.

### 13) PADRONIZAÇÃO (da metodologia)

Relaciona-se com a consistência na estruturação dos comandos e do fluxo de entrada e saída da informação processada pelo sistema. O SITIM apresenta alguns traços de inconsistência na apresentação da informação, como já foi mencionado e discutido em parágrafos anteriores; contudo, não se trata de falhas sérias e, portanto, podem ser solucionadas de acordo com as recomendações adicionais feitas.

# Capítulo 5

## Abordagem Gráfica para Reestruturação do Ambiente SITIM-150

*"There are many degrees of freedom in user interface design that several solutions may be more or less equally reasonable."*

[Jakob Nielsen]

A busca de uma melhor configuração dos recursos já existentes em um sistema a partir do mínimo de modificações é uma necessidade constante [Mota93], já que usuários, projetistas e gerentes de sistemas buscam otimizar o desempenho a partir de estratégias de baixo custo [Jain91]. Na seção 4.1 foram apresentadas generalidades sobre a arquitetura do *software* da série SITIM, bem como das facilidades relativas à transferência, realce e orientação de imagens e à classificação de padrões disponíveis na versão 2.3 do SITIM-150. O perfil do usuário foi delineado na seção 4.2, com base em sua *experiência computacional prévia*, seu *nível acadêmico*, a *natureza da interação*, a *freqüência de uso do sistema* e a *necessidade de operador* durante as interações. Na seção 4.3 foi ilustrado o processo de avaliação dos questionários de sondagem do grau de satisfação dos usuários, tanto em termos de aspectos técnicos quanto ergonômicos, cuja metodologia de elaboração foi descrita no Capítulo 3. Finalmente, foi desenvolvida uma análise desses resultados segundo a visão de sistema dos usuários, complementada por um estudo crítico baseado nas diretrizes de projeto compiladas no Capítulo 2. Para cada um dos pontos críticos observados na análise da interface homem-máquina do SITIM-150, foram comentados os aspectos deficientes e citadas as diretrizes de projeto que respaldavam cada comentário apresentado, para fins de confrontação técnica e de estratégias de melhoramento do produto analisado.



## 5.1 SITIM-150 - Aspectos Interativos Funcionais/Conceituais e Lógicos

Os pontos críticos principais ressaltados no estudo analítico da interface convencional do SITIM-150 segundo o enfoque das diretrizes de projeto disponíveis foram 4, a saber:

- Inconsistência semântica e visual
- Uso inadequado de recursos cromáticos
- Estruturação simplista e reticente de mensagens de erro
- Deficiência de acesso interno a listas de arquivos

Estes quatro itens foram empregados como pontos de partida para a proposição de uma reestruturação da interface e, como será visto adiante, do conjunto de facilidades de processamento de imagens oferecidas pelo SITIM-150. A revisão bibliográfica sintetizada no Capítulo 2 forneceu subsídios para a reformulação visual das telas e dos mecanismos de acesso às funções através da interface. Os trabalhos desenvolvidos por Araújo et al. [Araú88] e Barros [Barr90a] (filtragem espacial) e Candeias [Cand92] (fusão de dados orbitais nortearam o esforço inicial de expansão funcional do sistema.

Discussões informais, mas não menos pertinentes, com usuários frequentes do sistema sedimentaram a idéia de reestruturação lógica das aplicações, já antevista pelo autor com base em agrupamentos de técnicas de processamento de imagens adotados na literatura consagrada na área. A abordagem gráfica proposta e adotada é fruto das tendências atuais de programação visual e manipulação direta da informação inserida no contexto da interação usuário-sistema dos anos 90.

### 5.1.1 Expansão Funcional

Os primeiros passos para a reestruturação dos aplicativos SITIM foram dados mesmo antes de se conceber um reagrupamento lógico geral do ambiente. Mesmo antes até de se tentar solucionar os quatro pontos críticos, anteriormente comentados, relativos à apresentação da informação pela interface homem-máquina do sistema. O ponto de partida foi a adaptação, para ambiente DOS, de 18 algoritmos de filtragem espacial passa-baixas (*suavização espacial*) e passa-altas (*aguçamento de bordas*) desenvolvidos originalmente por Barros [Barr90a] para ambiente ANALIX. O algoritmo de filtragem tradicional do SITIM se baseia no princípio da definição de uma "máscara" (*mask* ou *template*), i.e., uma sub-matriz de dimensões bem inferiores às da imagem a ser filtrada e definidas pelo usuário no início do processo. Com base nos "pesos" da máscara, ou seja, nos valores dos elementos da matriz de filtragem, define-se estratégias de suavização (*smoothing*) ou aguçamento de bordas (*edge sharpening*).

Todavia, o problema mais sério do algoritmo se dá quando se deseja definir operadores como os *laplacianos* ou os de Sobel e Prewitt, cuja somatória de pesos é nula. Isso ocorre porque o algoritmo de filtragem em questão não aceita máscaras com somatórias de pesos nulas e constitui uma deficiência a ser considerada. Descritos detalhadamente por Pereira et al. [Pere93], foram incorporados ao ambiente SITIM novos algoritmos de filtragem, listados abaixo:

#### FILTROS PASSA-BAIXAS

- Filtro da Média (dimensões variantes entre 3 e 7)
- Filtro da Mediana (dimensões variantes entre 3 e 7)
- Filtro da Mediana Melhorado (dimensões variantes entre 3 e 7)
- Filtro da Média do k-vizinhos mais próximos
- Filtro da Ordem Adaptativo
- Suavização com Vizinhança Seleccionada por Média das Diferenças Absolutas
- Suavização com Vizinhança Seleccionada por Soma das Diferenças Absolutas
- Suavização Baseada em Facetas
- Transformada de Aguçamento Extremo

#### FILTROS PASSA-ALTAS

- Operadores Diferenciais
  - Laplacianos (3)
  - de Roberts
  - de Sobel
  - de Prewitt
  - Realçador de Linhas Finas
- Operadores Direcionais
  - de Prewitt
  - de Kirsch
  - de Robinson (com 3 e 5 níveis)
- Detetor de Bordas Híbrido

Em seguida, Candeias [Cand92] permitiu a inclusão do algoritmo de fusão de dados orbitais [Masc91, Masc92, Cand92], apresentado em sua dissertação de mestrado, ao SITIM, acrescentando uma facilidade de grande importância ao ambiente no tocante à interpolação



estatística espacial de dados orbitais pancromáticos e multiespectrais obtidos pelo sensor HRV do satélite SPOT.

Em um nível de expansão funcional diferente daquele proporcionado pela inclusão dos algoritmos acima citados se encontra a inclusão de facilidades *online* de auxílio ao usuário, alocadas sob um novo rótulo do principal - **AJUDA**. A **AJUDA** do SITIM oferece um conjunto de recursos que otimizam o acesso a informações genéricas e/ou específicas sobre os seus aplicativos. Desse modo, o usuário pode realizar consultas mais prolongadas sobre generalidades relativas às aplicações de processamento digital de imagens disponíveis no sistema - no nível **Tutorial do SITIM** - ou simplesmente fazer consultas rápidas durante sessões interativas com o sistema, a partir da **Consulta Contextual**.

### 5.1.2 Reestruturação Funcional/Lógica

O reagrupamento funcional e lógico das aplicações disponíveis no SITIM após a expansão funcional discutida na seção anterior foi realizado com base em discussões informais com usuários do sistema, na análise do contexto operacional/funcional de cada uma delas e seu posicionamento no contexto mais abrangente do ambiente SITIM e no respaldo técnico fornecido pela coletânea de diretrizes de projeto do Capítulo 2. O objetivo principal de tal reagrupamento visou facilitar a busca de funções de interesse do usuário dentro de um contexto funcional mais bem distribuído, abreviando assim o conjunto de procedimentos para se atingir o fim desejado. Por outro lado, a redução do número de "rótulos" de operação reduz a confusão do usuário no processo de busca e elimina problemas de inconsistência organizacional. Além de reduzir o número de itens do menu principal, a reestruturação funcional/lógica do ambiente procurou também reduzir o número de quadros de diálogo, concatenando funções/operações afins em um mesmo quadro de diálogo ou numa mesma seqüência de quadros de diálogo.

A reestruturação funcional consistiu da integração de aplicações em um mesmo nível de acesso a partir da interface usuário-sistema, i.e., como foram utilizados recursos interativos WIMP, aplicações funcionalmente correlatas passaram a compartilhar da mesma janela de acesso da interface. A reestruturação lógica garantiu a agrupamento de aplicações complementares ou situadas dentro do mesmo contexto lógico, adotado pela literatura tradicional de processamento de imagens, sob um rótulo comum. Assim, por exemplo, as aplicações de impressão pictórica (**Impressão de Imagens - TRANSFERÊNCIA DE IMAGENS**) e numérica (**Impressão de Níveis de Cinza - UTILITÁRIOS**) de imagens, funcionalmente correlatas e contextualmente afins, porém situados sob rótulos distintos do menu principal da interface convencional, passaram a compartilhar o mesmo rótulo e a mesma tela de acesso ao sistema (**TRANSFERÊNCIA Tela → Impressora**).

Após os dois níveis de reagrupamento descritos, o menu principal do SITIM convencional, composto pelos seguintes rótulos:

- TRANSFERÊNCIA DE IMAGENS
- MANIPULAÇÃO DE IMAGENS EM FITA
- MANIPULAÇÃO DE IMAGENS EM CARTUCHO
- TRATAMENTO DE IMAGENS
- FILTRAGEM ESPACIAL
- CLASSIFICAÇÃO POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA
- CLASSIFICAÇÃO DETERMINÍSTICA
- CLASSIFICAÇÃO - OUTROS
- REGISTRO DE IMAGENS
- ROTAÇÃO ESPECTRAL
- OPERAÇÕES NO VISUALIZADOR
- UTILITÁRIOS

foi reestruturado como segue:

- TRANSFERÊNCIA (Operações de)
- REALCE (Operações de)
- ORIENTAÇÃO (de Imagens)
- CLASSIFICAÇÃO (Métodos de)
- GENERALIDADES
- AJUDA

A seção 4.1 contém toda a estruturação das aplicações do SITIM convencional na árvore de menus (operações e funções subordinadas). A nova árvore de submenus associada ao menu principal apresentado acima se encontra assim distribuída:

- TRANSFERÊNCIA (Operações de)
  - Disco ↔ Tela
  - Fita ↔ Tela/Disco
  - Tela ↔ Impressora

- REALCE (Operações de)
  - Manipulação de Contraste
  - Filtragem Espacial
  - Transformações
    - Análise Canônica
    - Principais Componentes
    - IHS ↔ RGB
    - Descorrelação
    - Fusão de Dados SPOT
    - Simulação de Dados



- **ORIENTAÇÃO** (de Imagens)
  - Inicialização
  - Aquisição de PCs lxl
  - Calibração da Mesa
  - Aquisição de Pcs lxC
  - Geração das Eq. de Mapeamento
  - Cálculo da Precisão
  - Superposição de Planos

- **CLASSIFICAÇÃO** (Métodos de)
  - Fatiamento
  - Paralelepípedo
  - Distância Euclidiana
  - Máxima Verossimilhança

- **GENERALIDADES**
  - Operações no Visualizador
    - Apagamento do Monitor
    - Apagamento de Canais
    - Padrão de Calibração
    - Ajuste de Contraste
    - Leitura de Pixels
    - Leitura de Atributos
    - Animação de Canais
    - Criação de Legendas
    - Delimitação de Áreas
    - Perfil de Linha/Coluna
    - Parâmetros Estatísticos
    - Editor Temático
  - Inicialização de ...
    - UVI
    - Fita CCT
  - Teste de ...
    - Fita CCT
    - Cartucho

- **AJUDA**
  - Tutorial do SITIM
  - Consulta Contextual

## 5.2 Apresentação do Ambiente SITIM for Windows

Com o advento do Macintosh da Apple, em 1983, e o sucesso comercial que o sucedeu, nasceu uma nova abordagem de interfaces para sistemas computacionais de pequeno porte, as interfaces **WIMP**, meios de interação usuário-computador baseados em janelas, ícones, menus e dispositivos de apontamento [Rubi88, Hart89, Chig91, Shel91, Myer92, Down92, Cox93]. Dois pré-requisitos básicos exigidos por qualquer interface **WIMP** (também denominadas **GUI**) são: (i) um sistema computacional com capacidade suficiente para permitir a manipulação direta [Shne83] de diversos objetos gráficos e (ii) um terminal gráfico "bitmapeado" conectado ao sistema via canal de comunicação com uma largura de faixa extensa [Down92, Jone92].

A *janela* ou o *sistema de janelas* constitui um dos principais atributos de uma GUI, já que representa a facilidade de se poder compartimentar a tela do terminal de vídeo em subtelas menores, cada uma das quais apresentando objetos distintos, distribuídas *lado a lado* ou *superpostas* [Rubi88]. Não é possível fazer considerações absolutas sobre os méritos relativos de janelas superpostas ou paralelas. A seleção da melhor opção para um projeto é ditada por diversos fatores, dentre os quais a resolução global da tela, a necessidade de visualização de vistas correlatas da mesma informação ou de diferentes conjuntos de informações. A alta resolução da maioria dos terminais de vídeo de sistemas baseados em GUIs permite a interação do usuário com "objetos"

A descrição de sistemas baseados em janelas se fundamenta em uma estrutura hierárquica alicerçada no *modelo de imagem* usado pela entidade de apresentação da informação, superposto ao qual se encontram, respectivamente, o sistema de janelas propriamente dito; e *ferramentas de interface de usuário* diversas, por sua vez subdivididas em *ferramentas para o usuário* (*gerenciador de janelas* e *mecanismos de edição gráfica*) e *ferramentas para o programador* (*ferramentas de implementação* e *de prototipagem* de ambientes) [Jone91].

### 5.2.1 Ferramentas Utilizadas para Implementação da Interface Gráfica

A implementação das telas do SITIM for Windows utilizou os recursos do **Resource Workshop**, uma ferramenta que integra recursos de projeto e compilação de aplicações que "rodam" sob o Windows [Borl91]. Recursos são dados que definem as partes visíveis de uma aplicação Windows, fornecendo ao usuário meios de "navegar" entre as aplicações reunidas sob aquele ambiente. O Resource Workshop suporta vários tipos de recursos Windows que o projetista pode empregar para criar elementos de interface. O processo de manipulação desta ferramenta para a produção de recursos gráficos compatíveis com os padrões Windows é descrito detalhadamente em seu Manual do Usuário [Borl91] e por Mota [Mota93].





famílias de aplicativos, conforme discutido na seção 5.1.2. A seleção de cada um dos itens é feita "clitando-se" o botão SELECT do *mouse* sobre o item desejado ou digitando-se a tecla ALT seguida do caractere mnemônico sublinhado de acesso ao item. Além de chamar atenção para os itens específicos do conjunto de aplicativos SITIM, todas as figuras ressaltam o uso da *barra de mensagens* existente no rodapé de cada janela ativa e empregada para fornecer ao usuário informações sobre parâmetros relativos à aplicação em curso, apresentar informação de *status* sobre uma seleção, um comando ou um processo ou explicar itens de um dos menus *drop-down* ou da barra de controle selecionados pelo usuário.

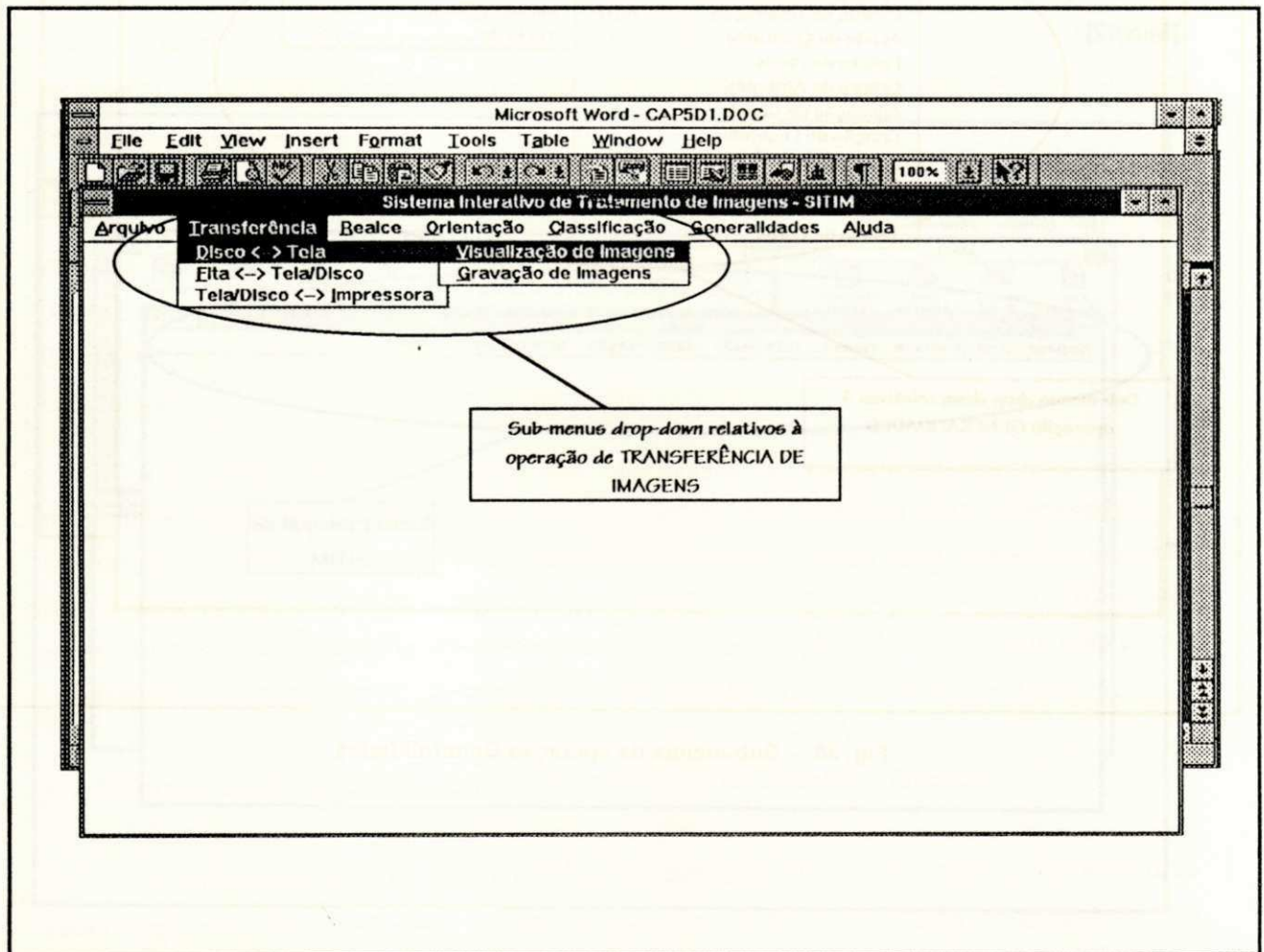


Fig. 37 - Sub-menus da operação Transferência de Imagens



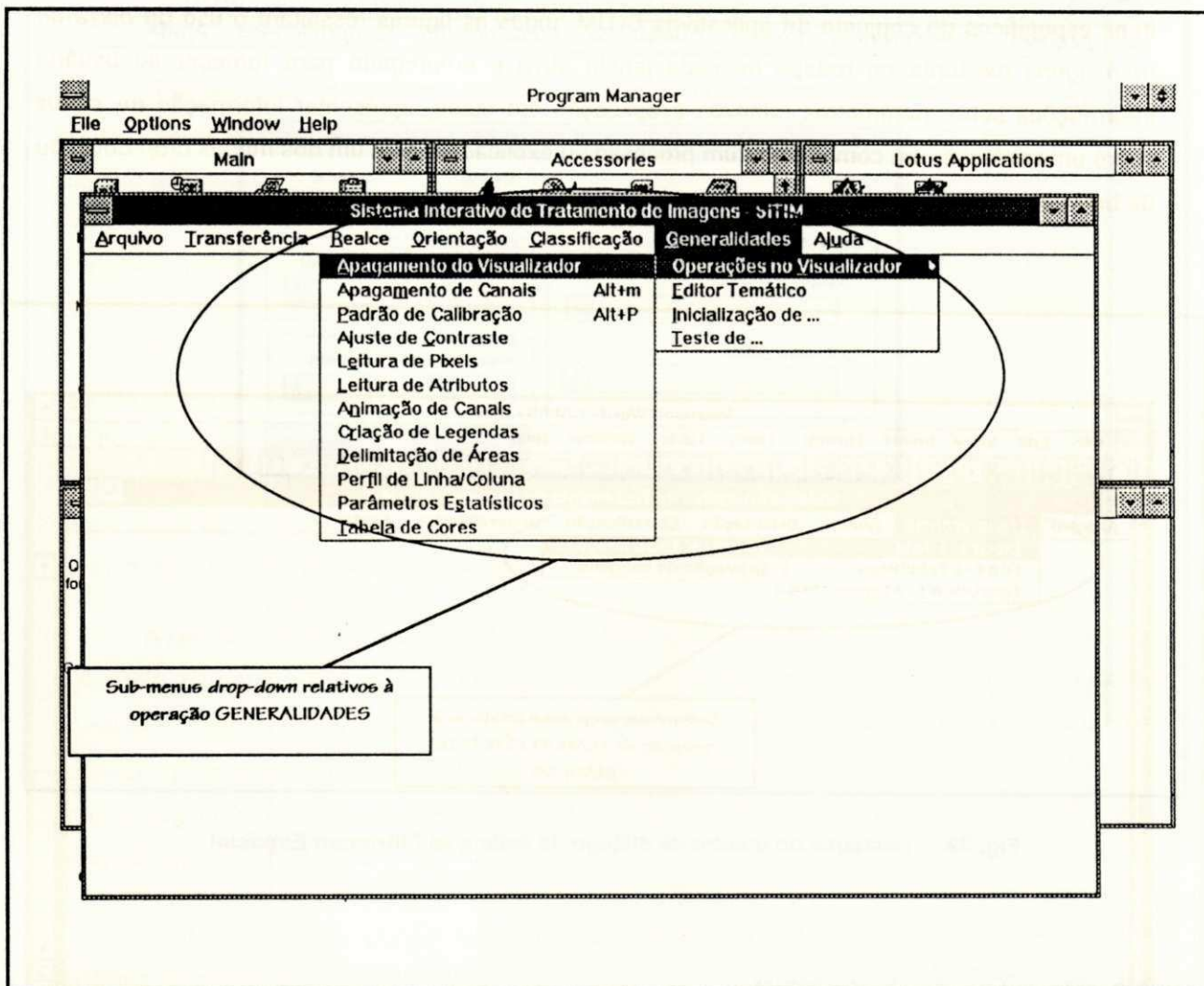


Fig. 38 - Sub-menus da operação Generalidades

Embora só sejam apresentados aqui duas famílias de telas e destacadas as opções de menu associadas, Queiroz et al. [Quei94] apresentam todas as famílias de menus e quadros de diálogo especificadas e implementadas segundo a orientação descrita neste capítulo.





disponíveis em aplicações *for Windows*. A tela contém recursos de hipertexto, sendo dotada de botões para a seleção do conteúdo a ser consultado (**Conteúdo**), avanço e retrocesso no processo de consulta (**Avanço/Retrocesso**), busca automática de palavras-chaves (**Localização**) e apresentação de definições básicas de termos empregados no contexto do ambiente (**Glossário**).

O acionamento de **Conteúdo** dá acesso a informações gerais sobre os níveis de **Ajuda** do SITIM, com palavras-chaves destacadas do restante do texto (mediante o uso de cor diferente daquela adotada para a apresentação do restante do hipertexto) que podem, mediante a seleção via *mouse*, dar acesso a novos níveis de informações. Esta técnica, conhecida como *menu embutido* (*embedded-menu*), apresenta sobre a de *menu explícito* as vantagens de economia de espaço (os itens dos menus explícitos ocupam permanentemente uma área da tela que poderia ser compartilhada com outros níveis de apresentação da informação); a facilidade de destaque e de escolha do nome do item devido ao seu posicionamento dentro de um contexto maior (ao invés de um nome isolado do contexto original); a minimização do uso de estruturas semânticas/sintáticas centradas no sistema computacional, ao se referir diretamente ao objeto a ser manipulado; e maior simplicidade de manipulação dos objetos, já que um único movimento do cursor é requerido para a localização e seleção do objeto de interesse [Blo079, Kove86].

**Avanço e Retrocesso** permitem a "navegação" do usuário ao longo das páginas do hipertexto, para frente e para trás, conforme sua necessidade imediata, enquanto que **Localização** possibilita a digitação (via *teclado*) ou o apontamento (via *mouse*) de tópicos mencionados no texto genérico, para posterior consulta/descrição detalhada. **Glossário** ativa uma lista de palavras-chaves em ordem alfabética, permitindo ao usuário acessá-las via *mouse* ou *teclado* para a obtenção de informações mais sucintas e imediatas.

As duas páginas seguintes apresentam a parte introdutória do hipertexto de ajuda, a fim de ilustrar o processo de consulta de informações genéricas e específicas e também de descrever os sub-itens **Tutorial do SITIM** e **Consulta Contextual**.

### Usando a Ajuda

#### Como Usar a Ajuda

Caso a Ajuda seja uma novidade para você, consulte Noções Básicas. Use a barra de rolamento sempre que quiser visualizar informações que estejam fora dos limites verticais da tela e Avanço/Retrocesso para acessar páginas posteriores/anteriores àquela exibida atualmente.

#### Para Selecionar um Item da Ajuda

Pressione o botão SELECT do *mouse* sobre qualquer item do texto escrito em verde que você deseje consultar ou pressione TAB para selecionar o item desejado e, em seguida, ENTER para acessá-lo.

Ex.:

#### Barra de Rolamento

Faixa traçada ao longo do limite vertical direito e/ou do limite horizontal inferior de uma janela cujo conteúdo não se encontra inteiramente visível. Contém duas setas e um botão que, através do *mouse*, pode ser deslocado para cima e para baixo ao longo de um texto ou uma lista de itens.

### Estruturação da Ajuda

1. Introdução
  - Noções Básicas
2. Facilidades - Como ...
  - Escolher um Item da Ajuda
  - Imprimir um Item da Ajuda
  - Localizar um Item da Ajuda
  - Percorrer um Texto da Ajuda
  - Percorrer um Item da Ajuda
  - Usar os Botões da Ajuda
  - Visualizar simultaneamente a Ajuda e uma Aplicação



### Noções Básicas

A Ajuda do SITIM oferece um conjunto de facilidades que otimizam o acesso a informações genéricas e específicas sobre os aplicativos de processamento de imagens deste ambiente.

Em cada nível da Ajuda do SITIM podem ser encontradas uma ou mais referências, que podem ser acessadas através do *mouse* (botão SELECT) ou do teclado (teclas TAB e ENTER, nesta seqüência) para exibir um novo item da Ajuda.

Seja você principiante, usuário esporádico ou freqüente do SITIM, a Ajuda lhe proporcionará dois níveis de consulta, conforme a imediatez da resposta desejada, a saber: Tutorial e Contextual.

No nível Tutorial, você pode acessar informações mais detalhadas sobre os aplicativos SITIM. Este nível apresenta conceitos, explicações e exemplos a partir de motivações preliminares, seguidos de descrições a nível semântico e, finalmente, da sua estruturação sintática.

Você também pode solicitar respostas mais imediatas, e.g., quando surgirem dúvidas durante a passagem de parâmetros para uma aplicação em curso. Neste caso, você poderá consultar o nível de Ajuda Contextual. Nele são encontradas informações mais sucintas, tais como definições breves, simulações curtas de emprego de um aplicativo, exemplos resumidos de aplicações e de recuperação de erros, bem como facilidades de consulta via índices alfabéticos ou listas de itens.

Em todos os níveis da Ajuda, você pode mover, redimensionar, maximizar e minimizar a janela do texto, do mesmo modo como é feito com qualquer outra janela.

Para retornar ao texto "Como Usar a Ajuda", selecione com o *mouse* a opção "Conteúdo"(ou através do teclado, com "ALT-C").

O processo de reestruturação do ambiente SITIM, conforme descrito em parágrafos anteriores, bem como a especificação da interface gráfica para o SITIM-150 e a implementação de um protótipo de teste foram sucedidos por um novo processo de avaliação que será descrito no Capítulo 6.

# Capítulo 6

## Avaliação Comparativa das Interfaces Convencional e Gráfica do SITIM-150

*"One of the most effective and dramatic ways to assess progress is by re-testing products after changes have been made."*

[Joseph F. Dumas]

Neste capítulo são apresentados os resultados da segunda estratégia avaliatória adotada a fim de comparar o grau de satisfação subjetiva da comunidade de usuários selecionada no tocante às interfaces convencional (pré-avaliada no Capítulo 4 segundo a metodologia descrita no Capítulo 3) e gráfica (proposta no Capítulo 5) do Sistema de Tratamento de Imagens - SITIM-150/v2.3. Delineia-se aqui o perfil do novo universo de respondentes do questionário de sondagem e apresenta-se os resultados da sondagem com relação aos mesmos aspectos técnicos e ergonômicos considerados na pré-avaliação.

### 6.1 Redefinição do Universo Amostral

Embora diversos autores sejam unânimes quanto à eficácia do uso de instrumentos avaliatórios de sistemas de informação centrados no usuário, muitos deles têm comentado as dificuldades advindas da utilização de questionários de sondagem, tanto em termos de *o que* e *como* sondar [Shne87, Lund91, Bast92, Rett92] e de *como* tratar os dados coletados [Bail83, Dunh83, Niel91], quanto no tocante a *em que* circunstâncias aplicar tal instrumento [Niel91]. O fato é que tais ferramentas interativas de avaliação, assim como estratégias de projeto interativo, são inadequadas quando se trata de sistemas críticos de segurança e, mesmo em circunstâncias adequadas, são difíceis de aplicar quando o universo de usuários se apresenta geograficamente disperso. Até mesmo quando a aplicação do questionário ocorre localmente, surgem dificuldades quanto à disponibilidade dos respondentes ao longo do tempo, já que se deve levar em conta que em qualquer processo avaliatório comparativo é necessário que o universo amostral se mantenha



constante, condição difícil de garantir quando se interage com equipes rotativas e usuários realizando programas de graduação e pós-graduação nas instituições-alvos da sondagem.

Como foi comentado anteriormente, o universo amostral do estudo pré-avaliatório contou com a colaboração de 60 respondentes de cinco instituições sediadas em regiões geográficas distintas (*UFPB - PB*, *LMRS/PB - PB*, *DNMET - PE/DF* e *UFPA - PA* e *SUDAM - PA*). Embora o processo de preenchimento dos questionários tenha transcorrido sem problemas consideráveis, a orientação de preenchimento "a distância" apresentou muitas dificuldades e a recuperação dos exemplares após o preenchimento atrasou bastante o processo de avaliação. Vale a pena ressaltar que nem todos os respondentes dispunham de um SITIM em suas instituições de origem, tendo que alocar tempo para a utilização do sistema em outra instituição próxima, fato que atrasou o processo de preenchimento do questionário. Além do mais, alguns dos respondentes, em fase de conclusão de programas de graduação e pós-graduação, não poderiam participar da segunda etapa da avaliação, invalidando a estratégia comparativa adotada.

Assim, logo após o recebimento e a compilação de todos os questionários, estabeleceu-se que as informações coletadas a partir desse primeiro grupo de questionários teriam como propósito principal o delineamento do perfil do usuário *médio* do SITIM e o seu grau de satisfação com relação à interface de comunicação com os aplicativos nele disponíveis. Elas serviriam *apenas* como ponto de partida, juntamente com o estudo avaliatório respaldado pela coletânea de diretrizes compiladas, para a proposição de otimização da interface convencional do sistema. Esta etapa foi denominada de *pré-avaliação* da interface SITIM, tendo sido discutida no Capítulo 4.

Após a especificação e prototipagem da interface gráfica (apresentada no Capítulo 5) proposta a partir dos resultados avaliatórios apresentados no Capítulo 4, veio a fase de reavaliação do novo ambiente. A princípio, pensou-se em refazer todo o trabalho junto ao mesmo universo amostral. Todavia, dois inconvenientes impediram tal procedimento: (i) diversos respondentes desse universo já não se encontravam nas instituições-alvos da pesquisa e substituí-los por outros implicava refazer com eles a *pré-avaliação*; e (ii) a aplicação do segundo questionário exigia a implantação da interface prototipada nas máquinas de cada instituição e, pelo menos, uma demonstração rápida dos novos modos de interação para cada um dos respondentes. Esses dois fatos impuseram a redefinição do universo amostral. O material bibliográfico consultado serviu de suporte para essa redefinição no tocante ao número de respondentes e de instituições-alvos a serem considerados.

Assim, o novo universo amostral passou a ser composto por 15 respondentes (os universos amostrais considerados nas experiências relatadas na bibliografia consultada variaram tipicamente entre 8 e 50 participantes), todos desenvolvendo atividades junto ao *Laboratório de*



**Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba - LMRS/PB (PB).** O universo compôs-se de 4 usuários experientes (especialistas das áreas de Agronomia, Engenharia Agrícola, Geologia e Engenharia Elétrica), 2 usuários principiantes da área de Informática e 9 usuários principiantes de outras áreas de concentração (Agronomia, Cartografia, Engenharias Agrícola e Civil).

A reconstituição do estudo pré-avaliatório para a realização da etapa de *avaliação comparativa* constou de duas fases, onde os novos respondentes opinaram sobre a interface convencional - na primeira fase - e sobre a nova interface proposta (através da avaliação dos mecanismos de comunicação adotados no protótipo), na segunda fase, com base nos mesmos aspectos técnicos e ergonômicos considerados na *pré-avaliação*.

## 6.2 Delineamento do Perfil dos Usuários

O delineamento do perfil dos respondentes do novo universo amostral foi realizado nos mesmos moldes discutidos nos Capítulos 3 e 4, tendo os resultados confirmado que a redefinição do universo amostral não produziu alterações significativas no perfil delineado na etapa pré-avaliatória.

### 1) Experiência Computacional

A Fig. 40 representa a experiência do universo amostral de usuários SITIM com sistemas computacionais, de onde se apreende que:

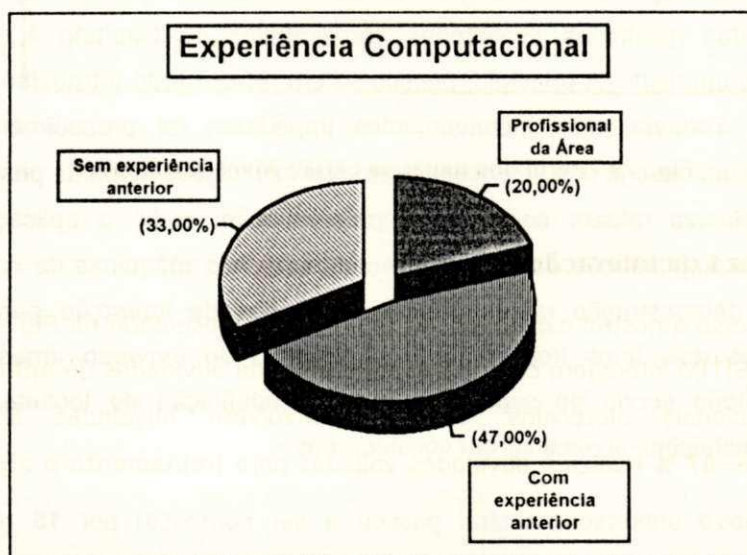


Fig. 40 - Perfil dos usuários SITIM: *Experiência Computacional*



Observa-se deste quadro que a maioria dos usuários SITIM pertencentes à amostra analisada não possuía experiência anterior com computadores, fato que só confirma a necessidade (ressaltada na fase pré-avaliatória) de uma interface computacional que otimize a comunicação usuário-aplicação.

## 2) Nível Acadêmico

O gráfico da Fig. 41 mostra que a maioria dos usuários SITIM que responderam o questionário de sondagem é composta por *profissionais graduados* (47 %); em segundo plano estão os *usuários pós-graduados* (33 %) e em menor percentual (20 %) estão os *estudantes de graduação*. A amostra de questionários coletada neste estudo não constou de profissionais não graduados.

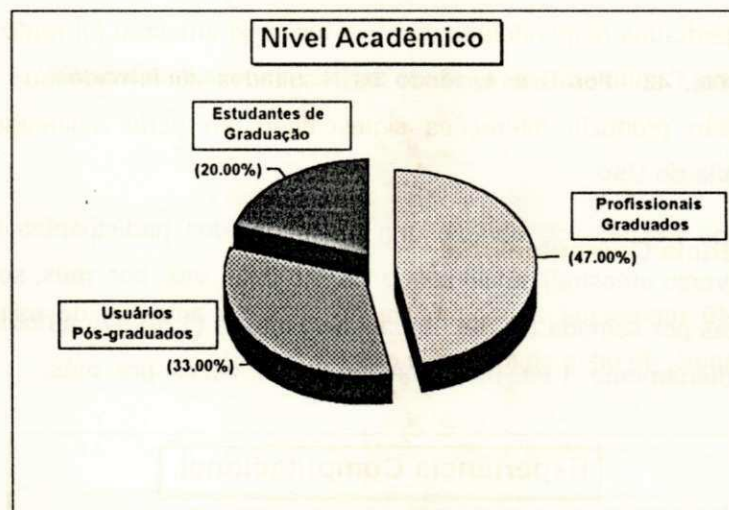


Fig. 29 - Perfil dos usuários SITIM: *Nível Acadêmico*

## 3) Natureza da Interação

O universo amostral explorado nesta etapa, representado na Fig. 42, mostra que 27 % dos usuários SITIM interagem com o sistema a nível de atividades de aplicação direta dos recursos computacionais oferecidos; 6 % desenvolvem atividades de pesquisa e desenvolvimento e 67 % realizam atividades voltadas para treinamento e aprendizagem dos aplicativos SITIM.

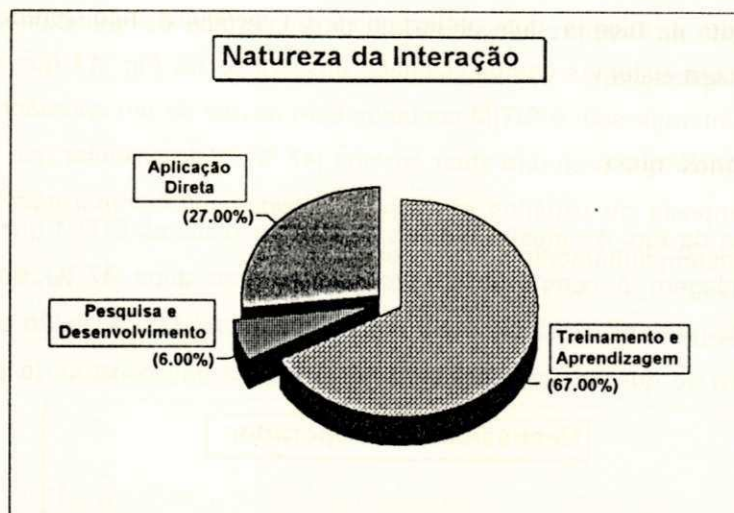


Fig. 42 - Perfil dos usuários SITIM: *Natureza da Interação*

#### 4) Frequência de Uso

A partir da Fig. 43, observa-se que a maioria dos participantes da pesquisa em questão (68 % do universo amostral) só utilizam o SITIM uma vez por mês, seguido dos que o empregam 2 a 3 vezes por semana (14 %). Iguais percentuais (6 %) são atribuídos aos usuários que usam o sistema diariamente, 1 vez por semana e 2 a 3 vezes por mês.

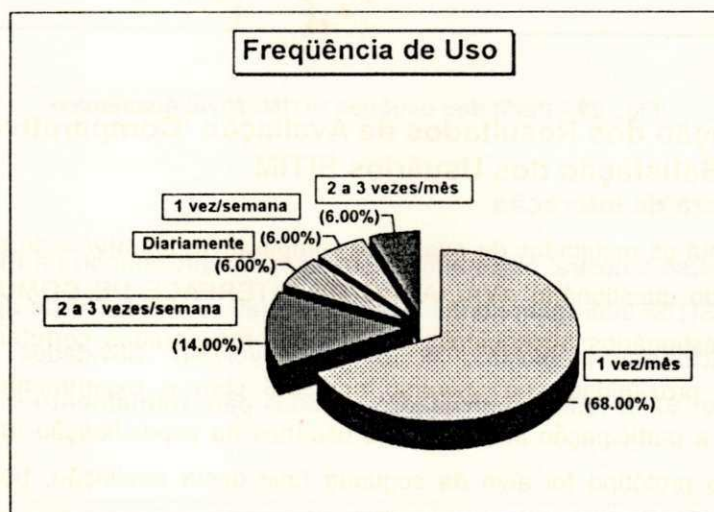


Fig. 43 - Perfil dos usuários SITIM: *Frequência de Uso*



## 5) Necessidade de Operador

Apesar de a maioria dos participantes da pesquisa não terem tido nenhuma experiência anterior com sistemas computacionais, observa-se na Fig. 44 que o percentual de usuários que prefere interagir com o SITIM contando com *auxílio de um operador* (53 %) é quase igual àquele dos usuários que preferem atuar *sozinho* (47 %). Vale salientar que grande parte do primeiro grupo é composto de usuários em fase de *treinamento/aprendizagem*, atividade que requer usualmente o acompanhamento de um operador.

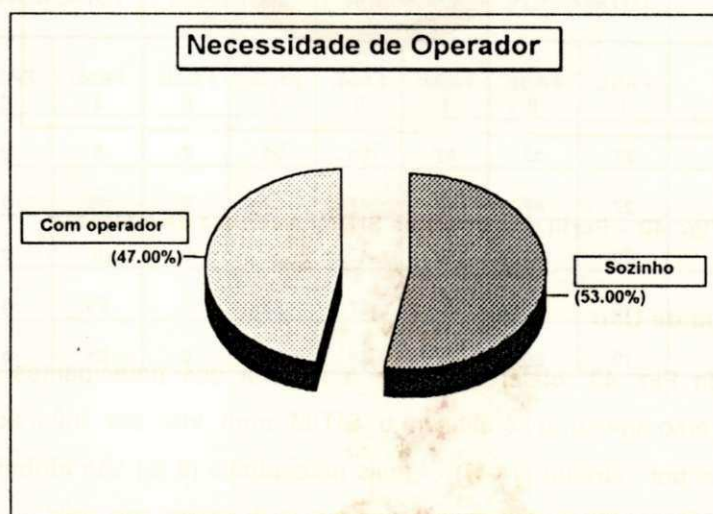


Fig. 44 - Perfil dos usuários SITIM: *Necessidade de Operador*

## 6.3 Apresentação dos Resultados da Avaliação Comparativa do Grau de Satisfação dos Usuários SITIM

Esta seção apresenta os resultados da avaliação comparativa dos níveis de sondagem das duas primeiras páginas do questionário AVALIAÇÃO DA INTERFACE DE COMUNICAÇÃO COM O SITIM. Dos 15 questionários distribuídos, todos foram recuperados corretamente preenchidos, tendo em vista a proximidade do universo amostral com o experimento, o que propiciou consideravelmente a participação interativa dos usuários na especificação da interface proposta no Capítulo 5, cujo protótipo foi alvo da segunda fase desta avaliação, bem como facilitou o esclarecimento de dúvidas e a recuperação dos exemplares.

### 6.3.1 Aspectos Técnicos

A Tabela 5 ilustra numericamente os resultados relativos aos aspectos técnicos considerados, distribuídos em colunas subdivididas por fase, de modo a facilitar o processo de confrontação dos dados. As Figs. 45 a 49 traduzem graficamente esses resultados e auxiliam a visualização dos pares de resultados percentuais.

Tabela 5 - Avaliação Percentual dos Aspectos Técnicos - Fases I e II

ASPECTO TÉCNICO	CONCORDO TOTALMENTE		CONCORDO EM MAIOR PARTE		CONCORDO EM MENOR PARTE		DISCORDO TOTALMENTE		INDECISO	
	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II
COMPLETITUDE	27	33	47	60	26	7	0	0	0	0
RAPIDEZ	27	47	27	47	30	6	16	0	0	0
CONFIABILIDADE	40	53	53	47	6	0	0	0	0	0
INDULGÊNCIA	10	70	30	27	37	3	20	0	3	0
DOCUMENTAÇÃO	10	59	20	41	31	0	33	0	6	0

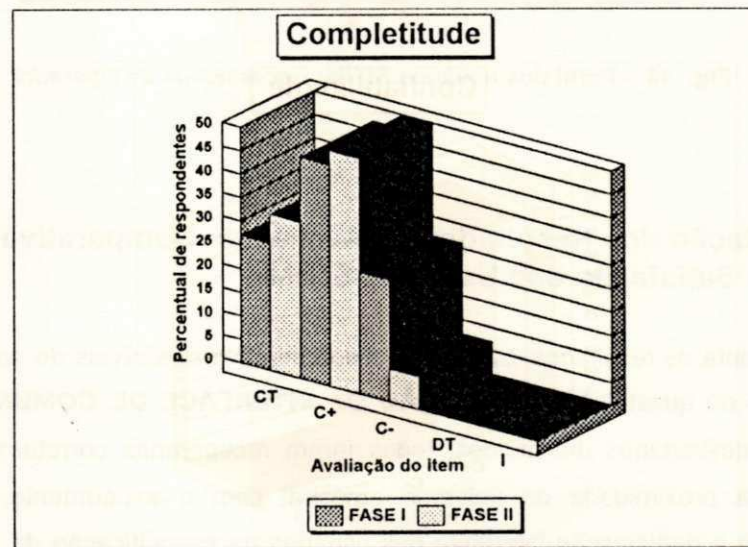


Fig. 45- Aspectos Técnicos: *Compleitude*



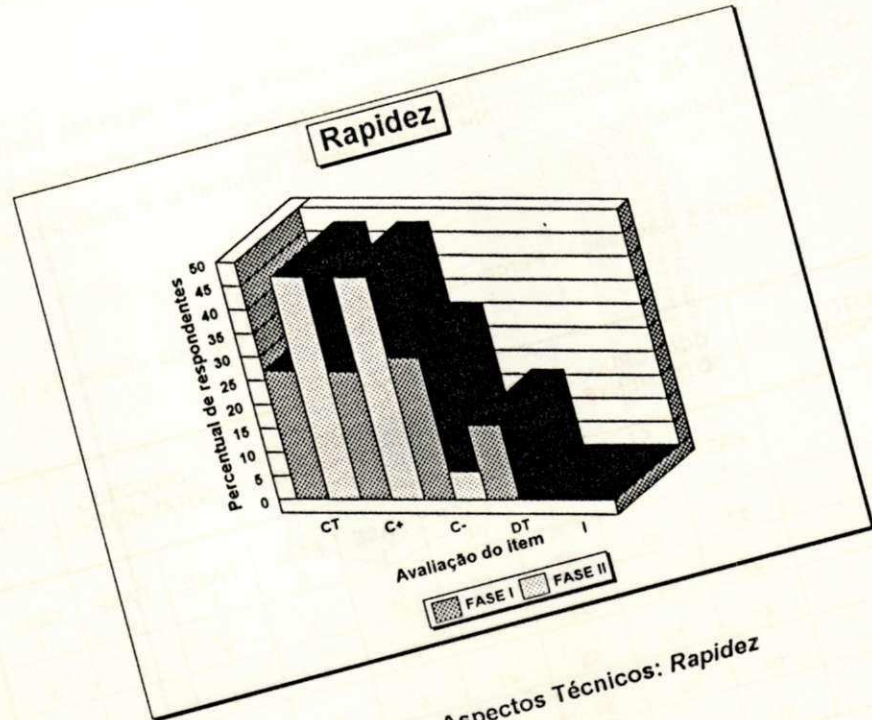


Fig. 46 - Aspectos Técnicos: Rapidez

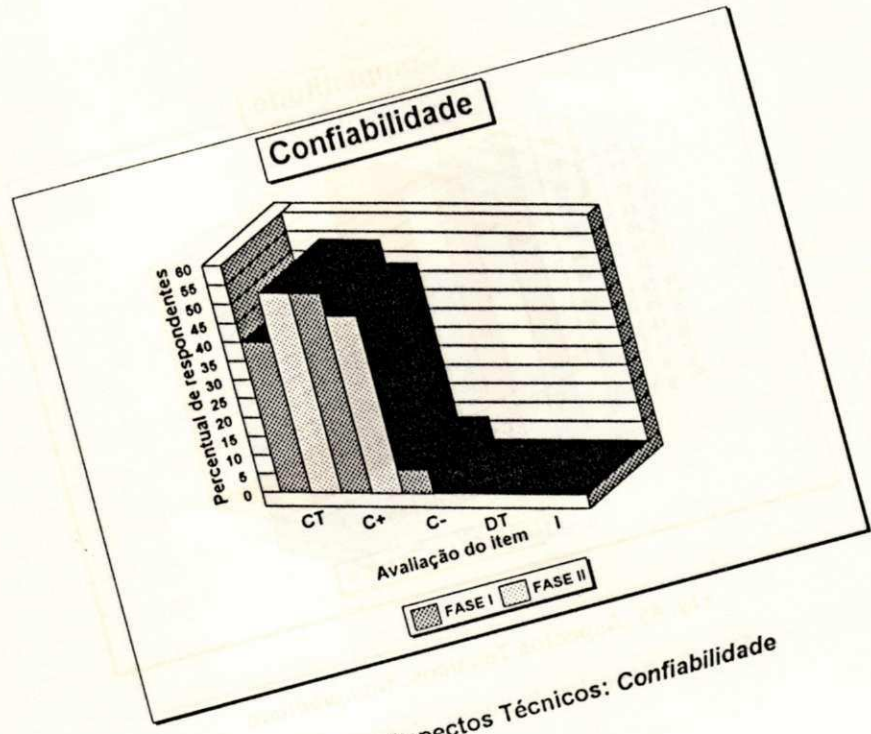


Fig. 47 - Aspectos Técnicos: Confiabilidade

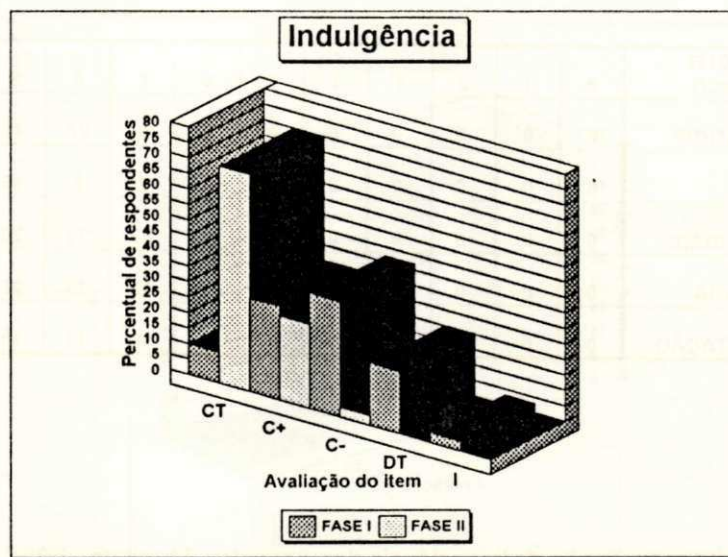


Fig. 48 - Aspectos Técnicos: *Indulgência*

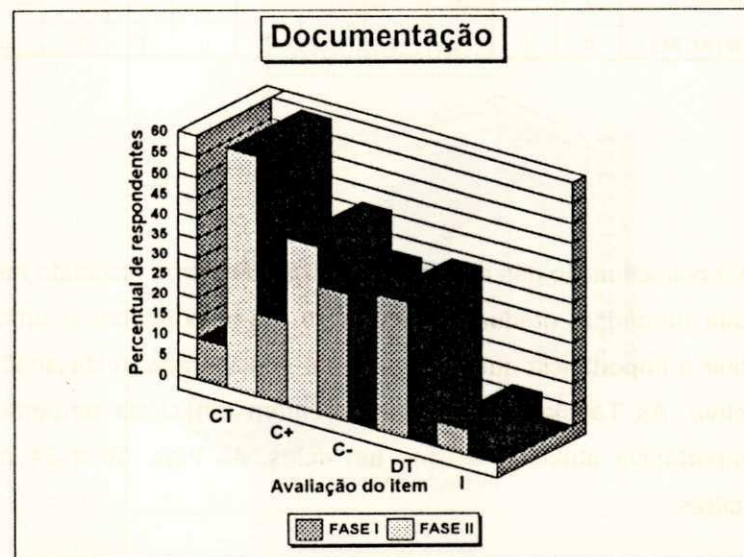


Fig. 49 - Aspectos Técnicos: *Documentação*



Tabela 6A - Avaliação da Importância dos Aspectos Técnicos - FASE I

ASPECTO TÉCNICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMPLETITUDE	0	0	0	0	0	0	0	0	27	46	27
RAPIDEZ	0	0	0	0	0	6	0	7	7	13	67
CONFIABILIDADE	0	0	0	0	0	13	0	13	13	20	41
INDULGÊNCIA	0	0	0	0	0	0	0	10	13	27	50
DOCUMENTAÇÃO	0	0	0	3	0	7	4	10	13	13	50

Tabela 6B - Avaliação da Importância dos Aspectos Técnicos - FASE II

ASPECTO TÉCNICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COMPLETITUDE	0	0	0	0	0	0	0	0	27	33	40
RAPIDEZ	0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	40
CONFIABILIDADE	0	0	0	0	0	6	0	0	7	27	60
INDULGÊNCIA	0	0	0	0	0	0	0	10	13	27	50
DOCUMENTAÇÃO	0	0	0	0	0	7	0	10	10	13	60

No tocante à conceituação dos aspectos técnicos, conforme discutido na seção 3.4.3., foi associada uma escala numérica, graduada de 0 a 10, correspondente a uma nota que cada usuário deveria atribuir à importância que cada aspecto considerado nesta análise representa na sua avaliação subjetiva. As Tabelas 6A e 6B apresentam em cifras percentuais os aspectos estudados *versus* importância atribuída a cada um deles. As Figs. 50 a 54 procuram traduzir graficamente essas cifras.

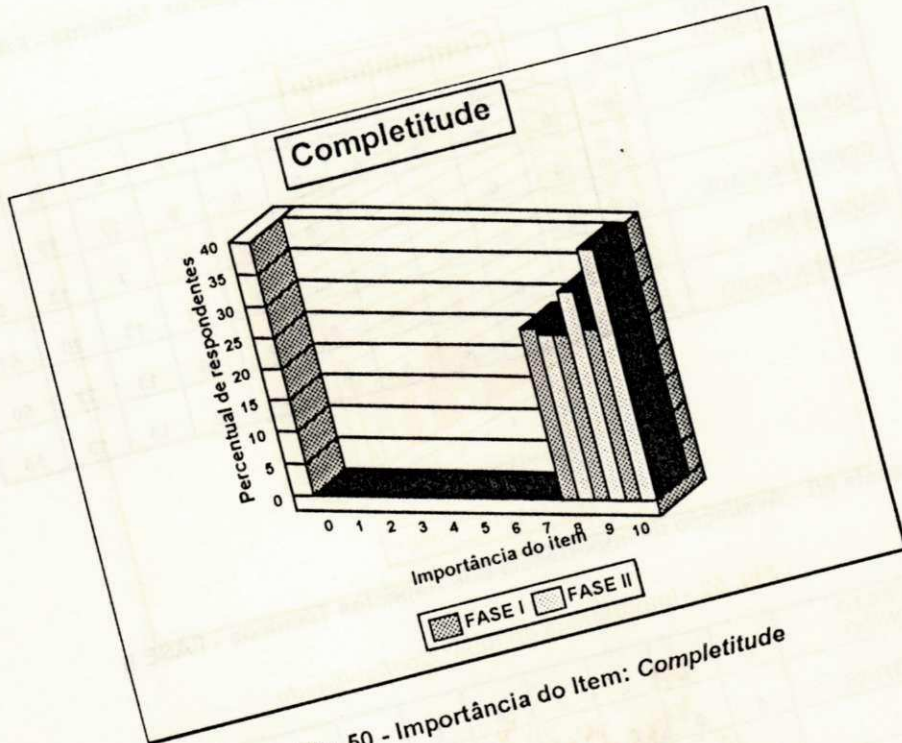


Fig. 50 - Importância do Item: Compleitude

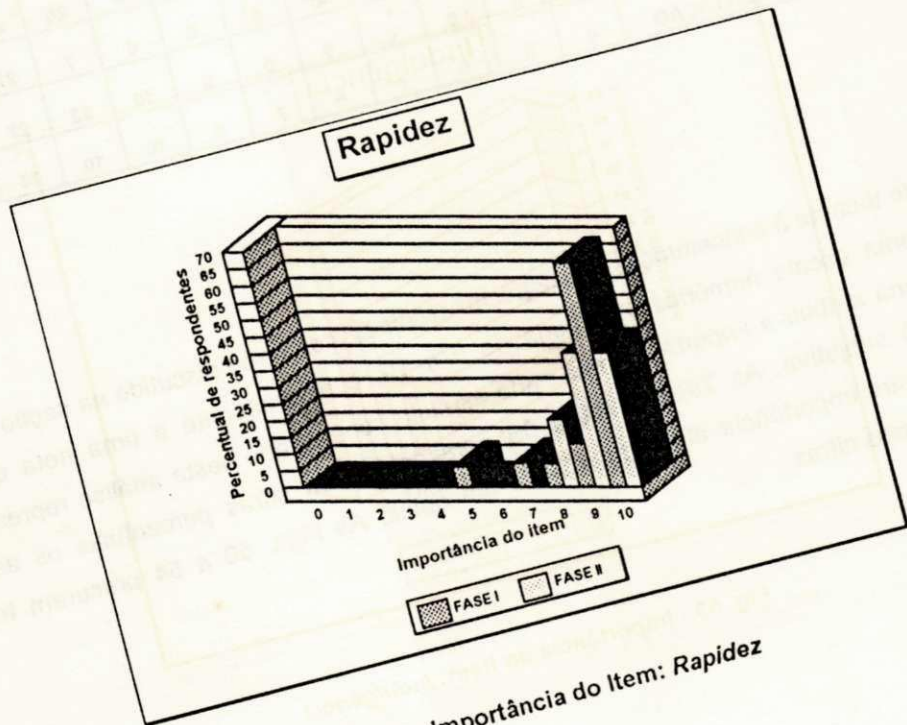


Fig. 51 - Importância do Item: Rapidez



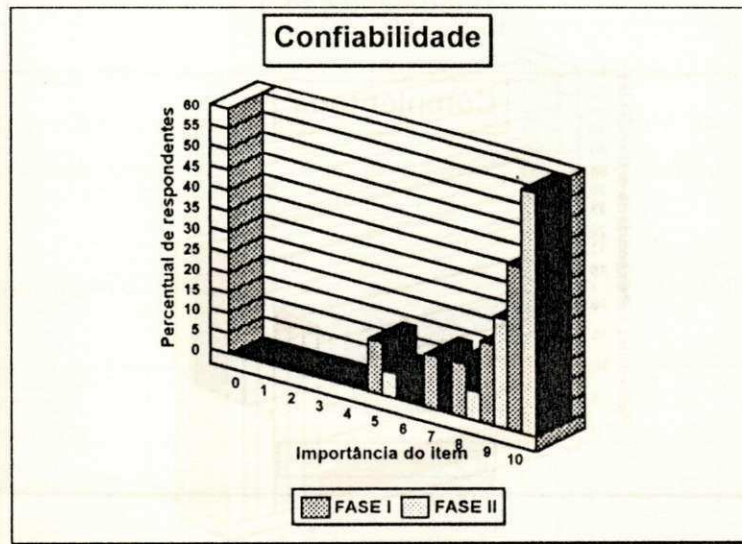


Fig. 52 - Importância do Item: *Confiabilidade*

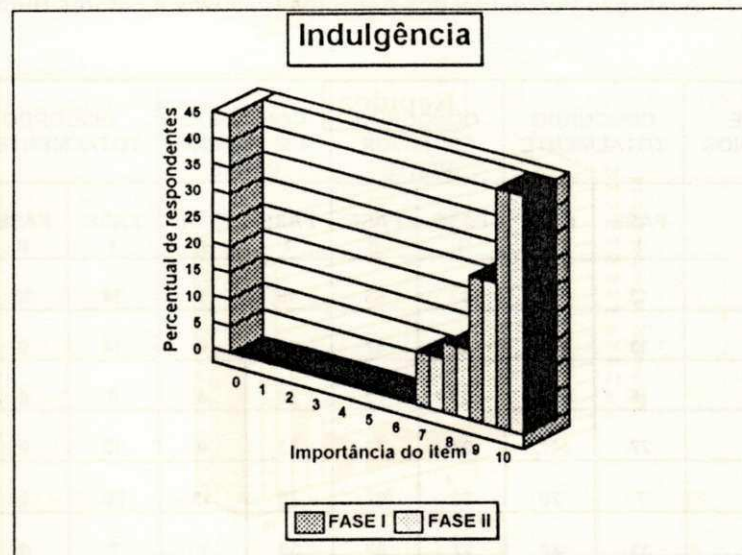
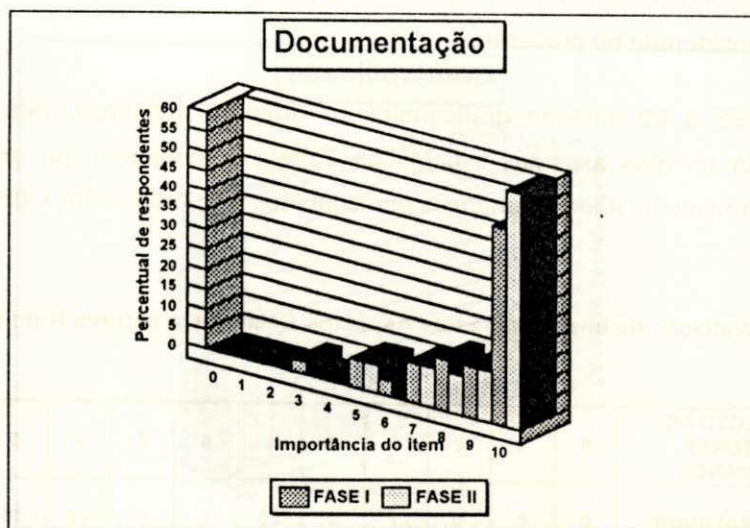


Fig. 53 - Importância do Item: *Indulgência*

Fig. 54 - Importância do Item: *Documentação*

### 6.3.2 Aspectos Relativos a Fatores Humanos

A apresentação e avaliação percentual dos aspectos relativos a fatores humanos considerados encontra-se na Tabela 7, conforme os critérios discutidos na seção 3.4.3.

Tabela 7 - Avaliação Percentual dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos

ASPECTO DE FATORES HUMANOS	CONCORDO TOTALMENTE		CONCORDO EM MAIOR PARTE		CONCORDO EM MENOR PARTE		DISCORDO TOTALMENTE		INDECISO	
	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II	FASE I	FASE II
UNIVERSALIDADE	13	27	33	53	40	7	14	13	0	0
USABILIDADE	33	53	33	47	20	0	14	0	0	0
COMUNICAÇÃO	15	44	53	53	30	3	0	0	2	0
MOTIVAÇÃO	27	47	27	53	33	0	13	0	0	0
MEMORIZAÇÃO	7	20	33	67	40	13	20	0	0	0
ATENÇÃO	33	40	27	53	33	7	7	0	0	0
DIGITAÇÃO	27	53	40	40	20	7	13	0	0	0
PADRONIZAÇÃO	37	53	40	47	20	0	13	0	0	0



As Tabelas 8A e 8B apresentam em cifras percentuais os sub-universos de usuários *versus* conceitos numéricos atribuídos à importância por eles dada a cada aspecto relativo a fatores humanos considerado no processo.

As Figs. 55 a 62 ilustram graficamente o grau de satisfação dos usuários SITIM concernente a cada um dos aspectos listados na Tabela 7, enquanto que as Figs. 63 a 70 representam graficamente os dados numéricos apresentados nas Tabelas 8A e 8B.

Tabela 8A - Avaliação da Importância dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos - FASE I

ASPECTO DE FATORES HUMANOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UNIVERSALIDADE	0	0	0	7	7	20	7	6	20	13	20
USABILIDADE	0	0	0	0	0	0	7	27	13	13	40
COMUNICAÇÃO	0	0	0	2	0	0	2	13	22	18	43
MOTIVAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	7	26	7	60
MEMORIZAÇÃO	0	0	0	0	7	0	7	7	33	33	13
ATENÇÃO	0	0	0	0	7	7	0	13	13	40	20
DIGITAÇÃO	0	0	0	0	0	7	0	13	20	20	40
PADRONIZAÇÃO	0	0	0	0	0	6	0	13	27	27	27

Tabela 8B - Avaliação da Importância dos Aspectos Relativos a Fatores Humanos - FASE II

ASPECTO DE FATORES HUMANOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
UNIVERSALIDADE	0	0	0	13	7	7	7	7	13	33	13
USABILIDADE	0	0	0	0	0	0	0	20	7	27	46
COMUNICAÇÃO	0	0	0	0	0	2	0	8	17	28	45
MOTIVAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	7	20	13	60
MEMORIZAÇÃO	0	0	0	0	0	6	0	0	27	40	27
ATENÇÃO	0	0	0	0	7	0	0	27	6	27	33
DIGITAÇÃO	0	0	0	0	0	7	0	0	33	7	53
PADRONIZAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	0	17	20	53

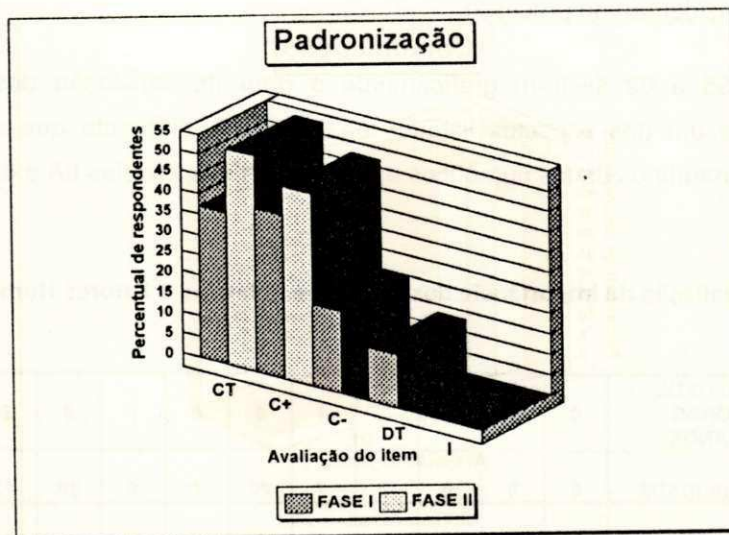


Fig. 55 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Padronização*

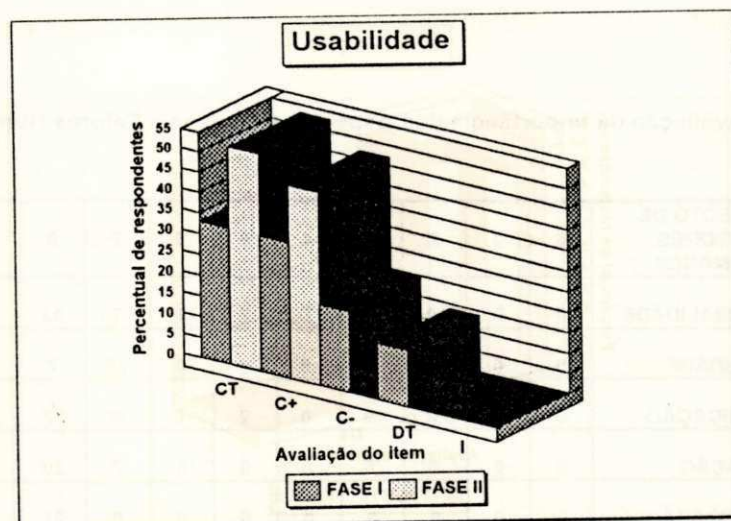


Fig. 56 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Usabilidade*



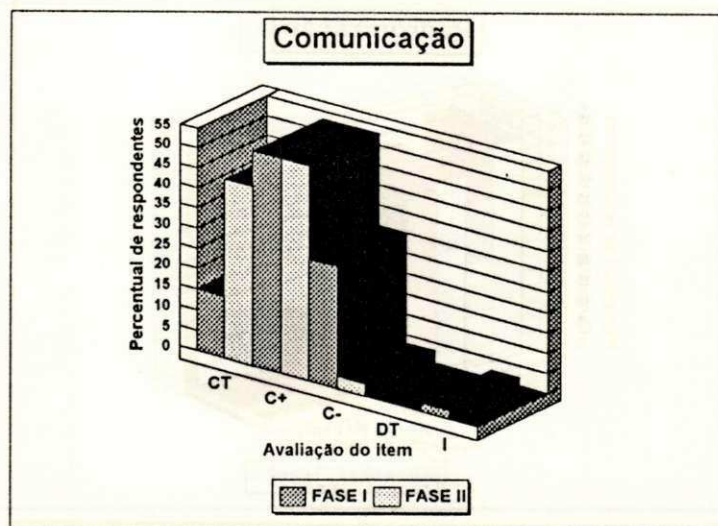


Fig. 57 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Comunicação*

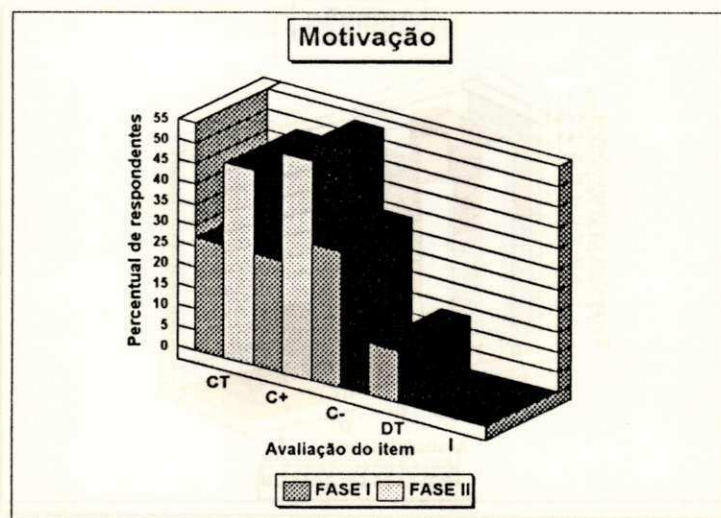


Fig. 58 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Motivação*

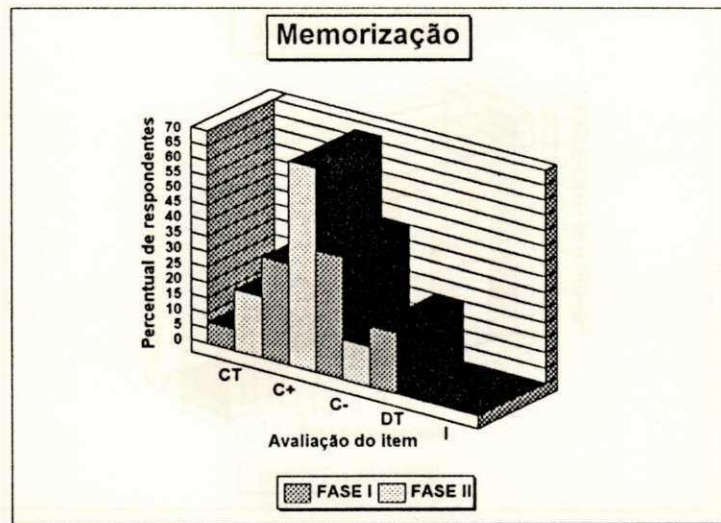


Fig. 61 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Memorização*

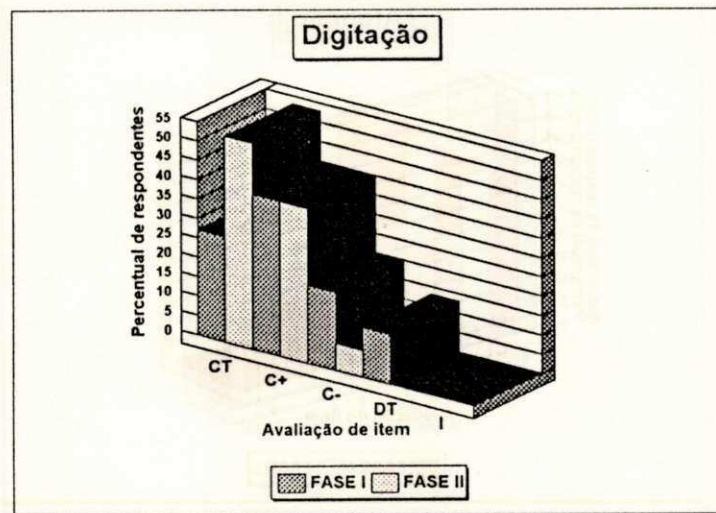


Fig. 62 - Aspectos Relativos a Fatores Humanos: *Digitação*



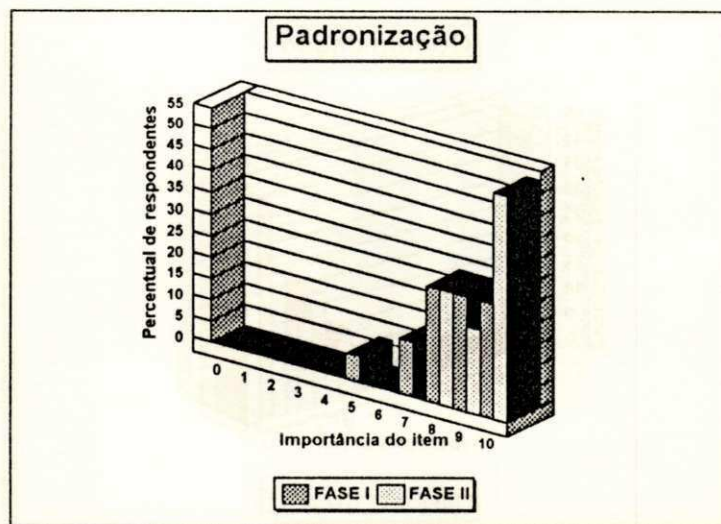


Fig. 63 - Importância do Item: *Padronização*

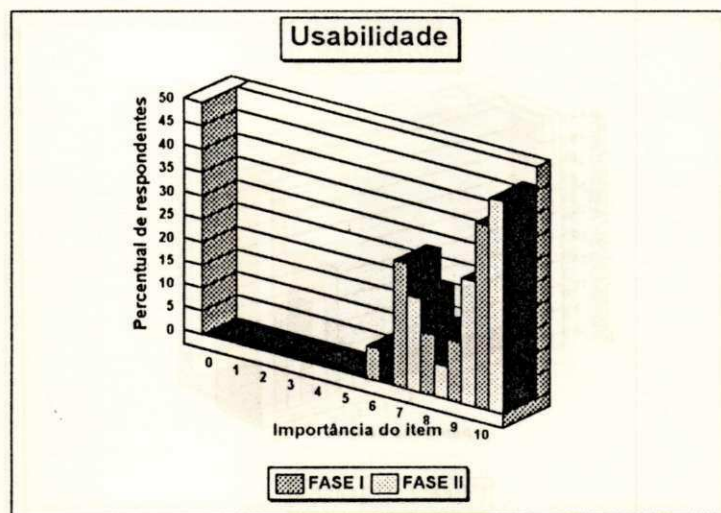


Fig. 64 - Importância do Item: *Usabilidade*

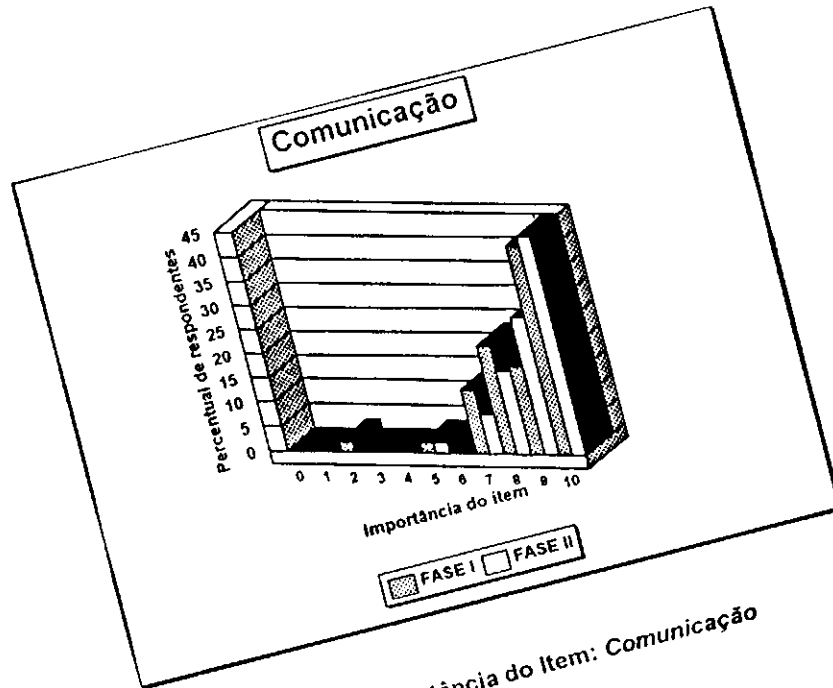


Fig. 65 - Importância do Item: Comunicação

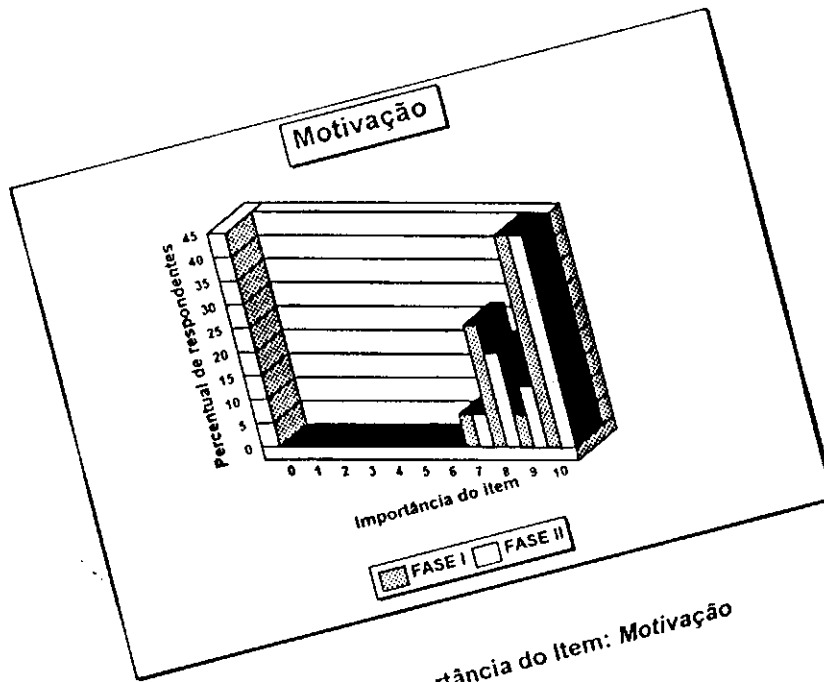


Fig. 66 - Importância do Item: Motivação



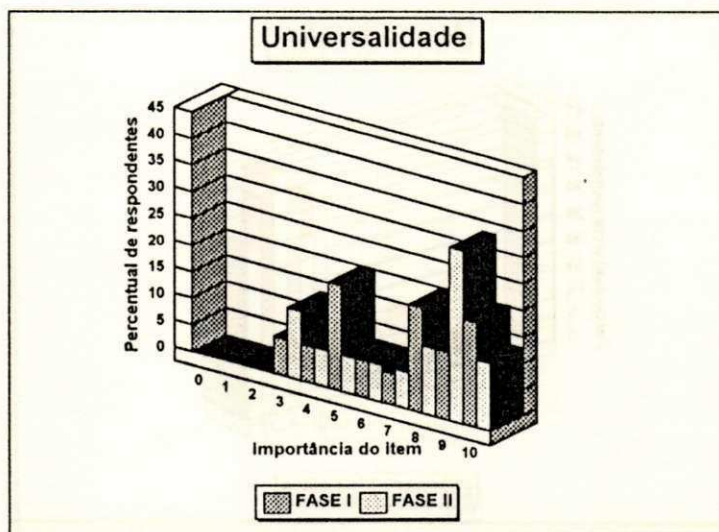


Fig. 67 - Importância do Item: *Universalidade*

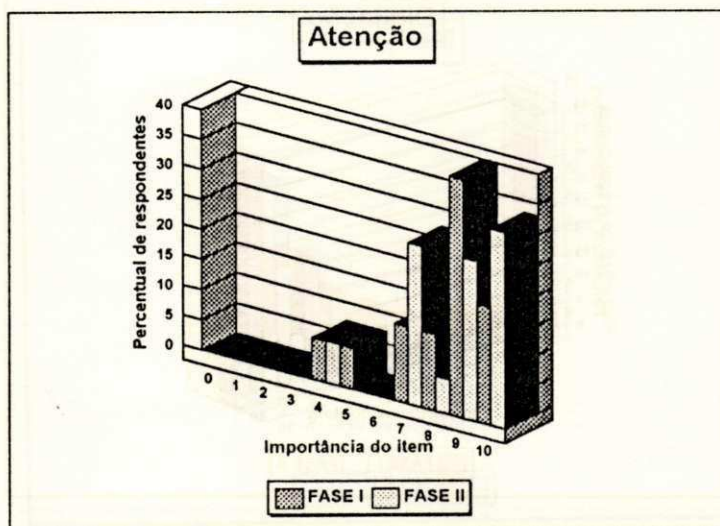


Fig. 68 - Importância do Item: *Atenção*

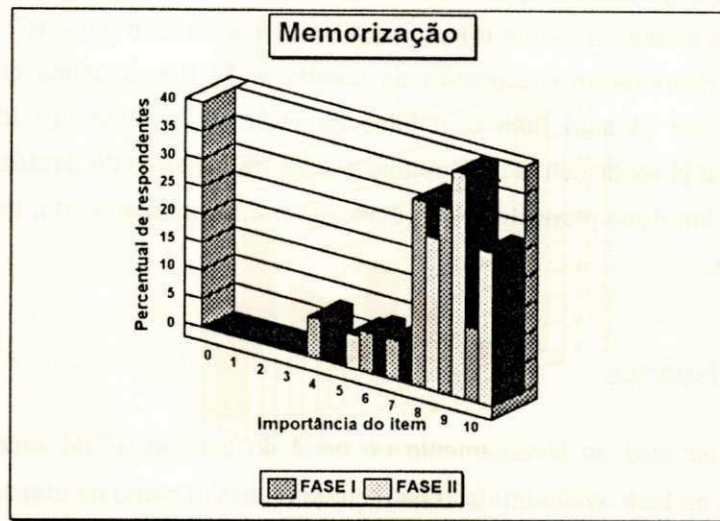


Fig. 69 - Importância do Item: *Memorização*

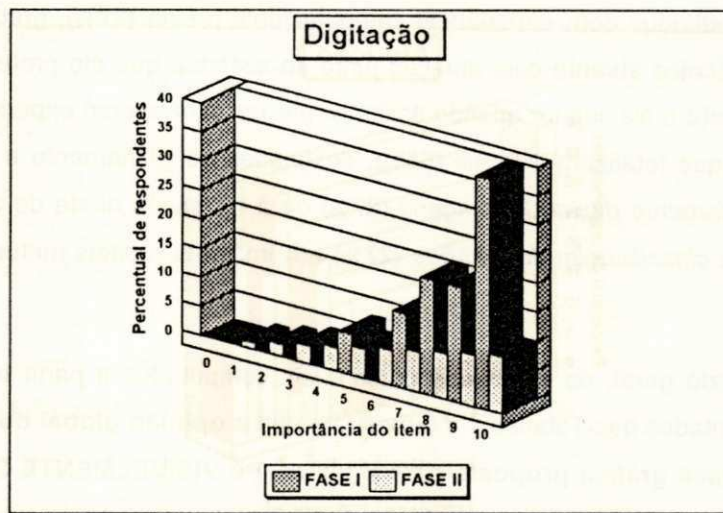


Fig. 70 - Importância do Item: *Digitação*



## 6.4 Análise dos Resultados Obtidos

Neste ponto, torna-se imperativa uma análise comparativa do conjunto de resultados obtidos nas diversas etapas deste estudo, a fim de que se possa verificar se as modificações implementadas na interface gráfica melhoraram o processo de comunicação dos usuários com as aplicações SITIM-150. Esta análise só será feita com base na visão de sistema dos usuários, já que a interface convencional já foi discutida no Capítulo 4 à luz do conjunto de diretrizes compiladas no Capítulo 2, e a nova interface proposta foi especificada e implementada com base nesse mesmo conjunto de diretrizes.

### 6.4.1 Visão dos Usuários

Os percentuais computados no levantamento do perfil do usuário SITIM *médio* pertencente à amostra considerada na fase avaliatória comparativa (que, assim como na etapa pré-avaliatória da interface em questão, retrata globalmente o perfil de toda a comunidade usuária deste sistema), mostram que este ainda se enquadra no campo do Sensoriamento Remoto, quer em formação ou como profissional atuante em uma de suas áreas afins (neste estágio, pertencente a um universo mais restrito de opções, por conta da redução de componentes da amostra considerada - Geologia, Agronomia, Engenharia Civil, Agrícola, Elétrica ou Informática, nos dois últimos casos atuando como suporte técnico no domínio do processamento digital de imagens).

Ligeiramente diferente da etapa pré-avaliatória, o usuário SITIM *médio* da amostra considerada é um indivíduo com experiência computacional prévia (67%), graduado em fase de pós-graduação ou técnico atuante cuja atuação junto ao sistema, que ele prefere operar sozinho (47%) (embora se sinta mais seguro quando assistido por um profissional experiente), se restringe a sessões mensais que totalizam 4 horas (68%), destinadas ao treinamento e aprendizagem de recursos de *processamento digital de imagens* (67%) ou à aplicação direta de algoritmos de *pré-processamento e/ou classificação de padrões* (27%) em imagens orbitais meteorológicas e/ou de recursos naturais.

De um modo geral, os resultados percentuais computados a partir do questionário de sondagem e apresentados nas Tabelas 4 a 8 mostram que a **opinião global dos usuários SITIM em relação à interface gráfica proposta para o sistema é VISIVELMENTE SUPERIOR** àquela esboçada em relação à interface convencional. É importante comentar que este fato relaciona-se intimamente com diversos fatores, dentre os quais a familiarização da maioria deles com aplicativos *for Windows*, que facilitou bastante a tarefa de avaliação; a escolha dos mecanismos de interação e de apresentação da informação, que otimizou o processo de entrada e de consulta



de dados pelo usuário; e a aceitação do modo de comunicação usuário-computador oferecido pelo protótipo, fruto de inúmeras discussões anteriores com especialistas e com o universo amostral, bem como de reflexões ponderadas sobre como reestruturar o processo de comunicação sem desconsiderar a experiência do universo amostral com o modo de comunicação convencional e, ao mesmo tempo, sem romper com aspectos da padronização adotada pelo ambiente Windows.

Concernente à importância atribuída pelos usuários aos aspectos técnicos avaliados, verifica-se algumas discrepâncias de opinião entre as duas fases, que se procura explicar no próximo capítulo. O aspecto considerado mais importante em ordem de prioridade, dentro da faixa de conceitos de 8 a 10, continua sendo na primeira fase a **COMPLETITUDE do serviço (100 %)**, seguido da **CONFIABILIDADE dos resultados (94%)**. Em ordem decrescente de importância aparecem a **INDULGÊNCIA no processamento de erros (90%)**, a **RAPIDEZ do processamento (87 %)** e a **DOCUMENTAÇÃO**, que aparece como o aspecto menos importante (**76%**). Na segunda fase, os três primeiros aspectos acima citados se mantêm na mesma ordem, enquanto que **RAPIDEZ** passa a se equiparar em termos percentuais à **COMPLETITUDE** e a importância dada à **DOCUMENTAÇÃO** aumenta percentualmente (de **76%**, na primeira fase, para **83%**, na segunda).

Já com relação aos aspectos associados a fatores humanos, verifica-se que quatro itens se destacam, a saber: a **MOTIVAÇÃO na exploração dos recursos (93%)**; a **facilidade de COMUNICAÇÃO da informação (83 %)**; a **PADRONIZAÇÃO (81%)** e o **volume de DIGITAÇÃO (80%)**. Os quatro aspectos restantes, com percentuais inferiores de conceituação entre 8 e 10, apresentam-se em ordem decrescente de importância como: a **MEMORIZAÇÃO das seqüências de procedimentos operacionais (79%)**, a **retenção da ATENÇÃO (73%)**, a **USABILIDADE (66%)** e a **UNIVERSALIDADE (53%)**. A segunda fase apresenta algumas variações no grau de importância dos aspectos avaliados, *a priori* inesperadas, porém explicáveis (conforme testemunhos dos próprios respondentes). Cinco aspectos se destacam: a **MEMORIZAÇÃO das seqüências de procedimentos operacionais (94%)**, a **MOTIVAÇÃO na exploração dos recursos** e o **volume de DIGITAÇÃO (ambos com 93%)**; a **facilidade de COMUNICAÇÃO da informação** e a **PADRONIZAÇÃO (ambos com 90%)**. Aparecem, em ordem decrescente, com menor grau de importância: a **USABILIDADE (80%)**; a **retenção da ATENÇÃO (66%)** e a **UNIVERSALIDADE (56%)**.

O próximo capítulo procura situar o trabalho dentro de um contexto maior e apresenta conclusões referentes a todo o processo de validação da metodologia descrita anteriormente, juntamente com sugestões tanto para a retomada desta linha de estudo em outros trabalhos quanto para a continuação deste trabalho em outros níveis de aplicação.



# Capítulo 7

## Considerações Finais e Expectativas

*"Unlike machines, human minds can create ideas. We need ideas to guide us to progress, as well as tools to implement them."*

[Arno Penzias]

Esta dissertação versa sobre a interação usuário-computador em um sistema de processamento digital de imagens, o SITIM-150/v2.3. O trabalho teve como metas gerais: (i) a aglutinação de diretrizes de projeto dispersas em vários títulos consagrados na literatura da área; (ii) o desenvolvimento e a descrição de uma metodologia de avaliação do grau de satisfação dos usuários SITIM com relação a um conjunto de aspectos técnicos e ergonômicos pré-selecionados (a partir da revisão de estudos do grau de satisfação de usuários de sistemas computacionais); (iii) a análise da interface homem-máquina deste sistema com base na coletânea compilada de diretrizes de projeto e nos resultados da avaliação do grau de satisfação dos usuários do produto; e (iv) a proposição de uma interface gráfica para o referido sistema. Como meta principal, o estudo visou a determinação da validade da aplicação de questionários como instrumentos de sondagem do grau de satisfação de usuários de sistemas computacionais, bem como a associação de seus resultados com um estudo avaliatório do produto considerado, baseado em diretrizes de projeto, para a proposição de uma nova interface com fins de otimização do processo interativo usuário-aplicação.

### 7.1 O Trabalho e o Contexto Geral

Tentar delinear perspectivas futuras e prever avanços dentro um contexto particular a partir de tendências atuais implica geralmente avançar em terreno pouco seguro e perigoso. Todavia, é possível inserir o presente trabalho em um contexto mais abrangente de interação homem-máquina e tecer algumas considerações sobre as conquistas empreendidas até então e perspectivas futuras na área.



Dentro do contexto geral do processamento computacional da informação, este trabalho apresenta duas facetas que se complementam, uma de cunho acadêmico e outra de cunho prático. A primeira consistiu da compilação de um documento contendo um conjunto de diretrizes e uma metodologia de avaliação do grau de satisfação de uma comunidade de usuários face a um produto especificado que, no melhor dos casos, poderão servir de referência em projetos de novas interfaces usuário-computador e, no pior, serem empregados como base para um estudo crítico sobre a validade de uso de diretrizes em projetos de interfaces e a proposição de um novo instrumento de avaliação mais eficaz que possa substituir este aqui apresentado. A outra faceta representa tão somente uma modesta tentativa de adaptar um conjunto de aplicativos de processamento de imagens a alguns dos recursos inovadores de interfaceamento gráfico difundidos atualmente no mercado, possibilitando a sua execução a um nível de comunicação mais "amigável" e impulsionando a sua reestruturação lógica em direção estratégias mais eficientes de processamento da informação.

Dentre os mais diversos agentes motivadores do uso de sistemas computacionais, que benefícios concretos têm sido trazidos para a sociedade e seus indivíduos pelo uso de sistemas computacionais em larga escala? O crescimento da produtividade, o refinamento da qualidade dos resultados, a exploração de novas idéias, a sofisticação do processo de aprendizagem, o desenvolvimento de aplicações potenciais voltadas para o entretenimento e a possibilidade de cooperação entre usuários seriam algumas dentre as inúmeras possibilidades de respostas. Atrelados a esses benefícios, estão medos, perigos e opressões de cunho pessoal, organizacional, político ou social. Dentre eles podem ser citados a ansiedade (medo de danificar a máquina, de perder o controle do sistema, de parecer incapaz ou incompetente diante da máquina ou de se defrontar com experiências negativas inusitadas), a alienação/dissociação contextual dos indivíduos, a impotência do indivíduo face a grandes organizações, a fragilidade das estruturas organizacionais informatizadas, a invasão de privacidade, o desemprego e o remanejamento funcional, a redução da autoridade profissional, a deterioração da imagem pessoal face o grau de informatização da sociedade e a confusão gerada pela complexidade a rapidez dos processos de atualização/otimização dos mecanismos tecnológicos [Shne87].

O mundo comercial já reconheceu na natureza da facilidade de uso a tendência de enfatizar a qualidade do produto, que passou a ser rotulado comumente de "*amigável com o usuário*". Se, por um lado, termos como "*fácil de usar*" (*easy-to-use*) e "*amigável com o usuário*" (*user friendly*) têm se tornado pouco mais do que *slogans* que nada dizem sobre a natureza da interface de usuário nem sobre o esforço empreendido em seu desenvolvimento [Krue83, Mead85], felizmente diversos pesquisadores e algumas empresas sérias de desenvolvimento de *hardware* e *software* vêm procurando desmistificar os chavões tradicionais e se concentrando em



produtos de cunho mais ergonômico para atender às necessidades da comunidade sempre crescente de usuários.

Embora de caráter ainda quase que experimental no contexto geral do processamento computacional da informação, um aspecto evolutivo promissor é a proposição de novos modelos de dispositivos de entrada de dados. A *Apple* lançou recentemente no mercado o **Adjustable Keyboard**, um dispositivo dividido em duas partes, com a parte principal dividida ao meio em duas seções que podem ser ajustadas para formar entre si ângulos de até 15°, criando uma superfície curva de digitação. O teclado apresenta uma barra de espaçamento curva, quatro novas teclas de controle (ajuste de volume, chaveamento de som em gravações com digitalizadores de áudio e suavização do som do alto-falante), um par de suportes para as palmas das mãos e pés retráteis que possibilitam incliná-lo para cima em cerca de 7°. As teclas numéricas e de funções são distribuídas em um *keypad* separado, conectado ao teclado principal através de um pequeno cabo ADB e dotado de suporte para a palma da mão similar ao do teclado principal.

A *Ergonomixx* (Leesburg - Virginia) está propondo o teclado **MyKey**, um modelo em que o conjunto de teclas aparece distribuído em duas seções, formando entre si um ângulo de 10°, com um apoio para as palmas das mãos contendo uma *bolota* (*trackball*) no centro. As teclas de funções (F1 a F12) aparecem distribuídas em um arranjo circular, com F12 no topo e as outras teclas orientadas no sentido horário. As teclas de manipulação do cursor (*keypad*) são inseridas no interior do arranjo circular das teclas de funções. A *Ergologic Enterprises* (Vancouver - Canadá) está lançando no mercado o **ErgoLogic 7.1**, com divisão ajustável do conjunto de teclas em duas seções formando entre si ângulos variáveis entre 0 e 25°. O ajuste do ângulo é realizado a partir do acionamento de um botão, sendo o seu valor indicado em uma barra graduada, localizada na porção superior esquerda do teclado. A barra de espaçamento é programável, podendo também ser dividida em duas seções e pressionada do modo usual ou deslocada horizontalmente com o polegar ao longo de um entalhe. A *Kinesis Corporation* (Bellevue - Washington) está começando a comercializar o **Kinesis**, um teclado com um *layout* opcional (*QWERTY*, *DVORAK* ou *específico*), apoio para as palmas das mãos e conjunto de teclas bipartido e distribuído de modo a respeitar as diferenças de tamanho dos dedos.

A área da tecnologia de interfaces homem-máquina está se tornando relevante para o sucesso operacional de diversos ambientes interativos [Norc89], em grande parte impelida pelo uso de *novos* modos de comunicação. Os anos 90 poderão ser lembrados como a década em que um número significativo de usuários começou a se comunicar com sistemas computacionais através de voz e escrita, ultrapassando barreiras que o teclado, o *mouse* e as GUIs ainda oferecem à comunicação "natural" entre o usuário e o computador [Cran93]. Canetas e mesas digitalizadoras já possuem suporte em sistemas operacionais (e.g., *OS/2 2.1* da *IBM*), *laptops*



(e.g., *Power-Book* da *Apple*) e híbridos (e.g., *Convertible* da *Grid*), enquanto uma nova classe de sistemas, denominados PDA (*Personal Digital Assistants*), dentre eles a série *Newton* da *Apple* e o *Zoomer* da *Tandy/Casio*, configuram a caneta como único método de entrada de dados [Mezi93]. Embora uma tecnologia ainda em evolução, o reconhecimento de voz deverá tornar as interações vocais com computadores mais práticas do que os métodos atuais [Roe93]. Por outro lado, a voz já pode ser empregada para criar texto, sendo uma estratégia encarada como alternativa atrativa para o teclado. *Dragon Systems*, *IBM* e *Kurzweil Applied Intelligence* oferecem sistemas de conversão de voz para texto [Meis93].

Enquanto se aguarda a difusão dos novos modos de comunicação baseados no processamento da voz e da escrita do usuário, a seleção e a entrada de dados por apontamento continua sendo a última palavra. O *mouse* ganhou destaque inicialmente com o advento do *Macintosh* e migrou para ambientes baseados em PCs, onde passou a ser usado inicialmente em aplicações gráficas voltadas para a editoração eletrônica de documentos. Hoje em dia, com as GUIs ditando as normas do mercado, o *mouse* como dispositivo de apontamento passou a ser um acessório indispensável na maioria dos sistemas computacionais, sendo aplicado em atividades que vão desde processamento de texto e manipulação de dados em planilhas eletrônicas até aplicações de CAD de alta precisão. Tal diversidade de aplicações vem estimulando a proliferação de novas concepções e características, dentre as quais se observa uma ênfase na otimização ergonômica dos dispositivos de apontamento recentemente lançados no mercado. Karney [Karn94] apresenta um estudo descritivo de 14 *mice* ópticos (*PC Mouse*, *PC Mouse III* e *PC Mouse 3D*, todos da *Mouse Systems Corp.*) e optomecânicos (*Gulliver - Appoint*; *Honeywell Mouse - Key Tronic Corp.*; *New Mouse*, *OmniMouse II* e *White Mouse - Mouse Systems Corp.*; *First Mouse*, *MouseMan Cordless*, *MouseMan Right*, *MouseMan Left* e *Kidz Mouse - Logitech Inc.*; e *Microsoft Mouse/v. 2.0 - Microsoft Corp.*), onde aponta o *PC Mouse 3D*, idealizado para aplicações de CAD e o *Microsoft Mouse/v. 2.0*, para aplicações gerais em duas dimensões, como as duas opções mais ergonômicas atuais.

No tocante ao casamento da computação gráfica e da TV, apregoado por quase vinte anos, constata-se finalmente o início de sua ocorrência, graças aos sistemas de rasterização e aos bancos de memória de alta capacidade de armazenamento, bem como às pesquisas mais recentes voltadas para o desenvolvimento de sistemas de TV de alta resolução (HDTV) [Lipp90].

Quanto à ciência da computação, diversos autores prognosticam para os próximos 30 anos uma evolução comparada àquela que impulsionou a física no século passado e que a tecnologia computacional e das comunicações permitirá ao homem desenvolver o seu potencial criativo e intelectual, de modo a produzir ferramentas de processamento e assimilação da informação cada vez mais poderosas e sofisticadas. Na próxima década, inovações no *hardware*



deverão estimular a demanda de *software* aplicativo mais sofisticado e completo e a padronização de interfaces de *software* e sistemas operacionais intensificará a competição entre os engenheiros de *software* [Lowr92]. Enquanto nos dias atuais os sistemas computacionais processam dados que representam o conhecimento da informação, nas próximas décadas a tecnologia computacional poderá permitir a assimilação simultânea de dados em contextos e domínios mais diversificados, possibilitando a absorção de volumes e diversidade de informações cada vez maiores por máquinas que processarão o conhecimento que os dados representem, ao invés de representarem os próprios dados, como o fazem hoje.

Vale a pena ressaltar que os meios que guiarão esta visão evolutiva se afiguram ainda nebulosos. Os indicadores atuais nada mais são do que a ponta de um icebergue de fatores responsáveis por tal evolução. É bem verdade que os avanços em nível de *software* são fruto do desenvolvimento de novas tecnologias de *hardware*. Porém eles também dependem da reestruturação lógica do raciocínio. Hoje em dia, há pouca discordância sobre os usos potenciais da tecnologia da informação como uma arma de competição entre organizações produtoras de sistemas de informação automatizados [King91]. Segundo Simon [Simo77], em um artigo de há quase 20 anos, o mundo se encontra nos primórdios de uma revolução em processamento da informação de consequências tão significativas para as próximas gerações de usuários que poderia até ser denominada *3ª Revolução da Informação* (a primeira produziu a linguagem *escrita* e a segunda a *documentação impressa*). O catalisador deste conceito tem sido e continua a ser o rápido desenvolvimento e o crescimento vertiginoso da tecnologia da informação [Will92].

A verdade é que a tecnologia da computação e da comunicação existe e se encontra no limiar da criação de um período que poderá vir a ser conhecido como *era da informação*. No entanto, essa tecnologia ainda não se encontra atualmente acessível à grande maioria de usuários devido à falta de uma base científica para suportar a geração do *software* necessário. Resta educar as futuras gerações de pesquisadores, projetistas e usuários para as oportunidades que se encontram ao nosso alcance e desenvolver programas de pesquisa que possam tornar os benefícios dessa tecnologia uma realidade. E manter as mentes abertas às novas possibilidades e direções que possam nos conduzir às novas tecnologias e às respostas "certas".

## 7.2 Conclusões e Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo principal a validação de uma metodologia de projeto de interfaces baseada na sondagem da satisfação subjetiva dos usuários e respaldada em diretrizes de projeto consagradas. Para tanto, o ponto de partida residiu na compilação do conjunto de diretrizes de projeto apresentado no Capítulo 2 e na elaboração do questionário de sondagem do grau de satisfação dos usuários, apresentado e dissecado no Capítulo 3, juntamente com a



revisão bibliográfica exigida para a tomada de decisão do mecanismo de avaliação mais adequado para a situação. Ambos os capítulos, juntamente com a lista de referências bibliográficas apresentadas no final do trabalho, constituem contribuições de cunho teórico.

Como contribuição de cunho prático pode ser citada a proposição de ambiente gráfico para o produto analisado, apresentada no Capítulo 5. Os Capítulos 4 e 6 se inserem no trabalho como elos entre os dois níveis de contribuição mencionados, já que apresentam resultados derivados das etapas descritas nos Capítulos 2 e 3, que levaram à proposição discutida no Capítulo 5 e avaliam os efeitos desta proposição no contexto geral do estudo (Capítulo 6).

A metodologia apresentada aqui, como pode ser observado, deriva de outros estudos onde os autores empregaram escalas semânticas diferenciais [Niel94] para sondar o grau de satisfação de universos de usuários de produtos os mais diversos. Embora o cunho de subjetividade da sondagem constitua uma variável que dificulte a quantificação da eficácia do processo ou mesmo a sua extensão de forma integral a diferentes situações, tal procedimento tem sido usado com resultados satisfatórios, conquanto que envolvendo aspectos específicos, em diversos estudos, como comprova a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 3.

Os resultados apresentados no Capítulo 6 comprovam sem dúvida o aumento do grau de satisfação subjetiva do universo amostral considerado neste estudo, o que implica a validação da metodologia descrita.

Quanto aos resultados da avaliação da importância de cada aspecto selecionado segundo o ângulo de visão do usuário, que apresentaram variações inesperadas a um primeiro exame, eles abrem uma linha diferente de investigação da aplicação da escala numérica adotada. Visualizou-se a escala avaliatória da importância dos itens como sendo um marco referencial do estudo comparativo, onde apenas os conceitos semânticos da outra escala diferencial flutuariam, indicando a tendência do grau de satisfação com as modificações propostas. No entanto, ambas as escalas apresentaram variações. Questionados a respeito das referidas discrepâncias, os usuários sensatamente explicaram tal constatação alegando que a mudança de ambiente passou a valorizar determinados aspectos antes não atentados. Por exemplo, a rapidez do processo interativo e o valor da documentação *on-line* se evidenciaram com a efetivação do processo interativo gráfico, assim como a importância dos aspectos volume de digitação e do conteúdo informativo a ser memorizado também o foram.

Um paralelo deste trabalho com as pesquisas de Bailey [Bail83] e Estevam [Este90] mostra que, enquanto estes últimos preocupam-se fundamentalmente em definir estimadores da satisfação de usuários de sistemas computacionais [Bail83, Este90] e técnicas que



proporcionem as expectativas dos usuários no tocante à prioridade dos aspectos pré-definidos e à satisfação de um universo amostral no uso de sistemas interativos avaliados [Este90], o esforço empreendido no desenvolvimento desta pesquisa foi canalizado sobretudo para o estabelecimento de uma metodologia de avaliação de interfaces (de sistemas de processamento digital de imagens e, com as devidas adaptações, para outros sistemas interativos). O modelo de Bailey ou as técnicas CAIO e SUSI de Estevam poderão, sem dúvida, ser incorporados à metodologia ora apresentada, caso se deseje estimar numericamente os graus de satisfação do universo amostral considerado quanto ao uso do sistema avaliado antes e após modificações propostas (conforme o caso), a fim de realizar comparações numéricas sobre o grau de otimização entre o sistema avaliado e a reestruturação proposta.

As escalas semânticas diferenciais adotadas aqui advêm dos esforços de Silva [Silv92] e foram validadas por uma equipe de lingüistas da UFPB. Outras escalas de semântica diferencial poderão ser adotadas. As opções são as mais diversas, como pode ser visto na revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 3.

O preenchimento de todo o questionário requereu entre 5 e 10 minutos e sua compilação, envolvendo estudo, análise e apresentação (tabular e gráfica) dos resultados, duas semanas. É importante observar que, em situações específicas, pode-se pre-selecionar um subconjunto dos aspectos considerados ou introduzir novos aspectos pertinentes à situação em questão. A experiência indica a necessidade de uma estreita interação com o universo amostral antes e após o preenchimento do questionário, para esclarecimento de dúvidas ou mal-entendidos que possam porventura surgir durante o processo. Além do mais, é necessário assegurá-los de que suas respostas não serão, em nenhuma hipótese, usada contra eles. Neste trabalho, solicitou-se a caracterização de cada questionário com um símbolo particular e apenas do conhecimento de cada usuário - um modo simples de facilitar o trabalho comparativo de suas respostas. Finalmente, é útil ressaltar que sejam dadas instruções indicando que as respostas fornecidas refiram-se à experiência presente e não reflitam experiências históricas.

Evidentemente, resta a consciência de que a proposta feita neste trabalho representa nada mais do que uma dentre um vasta gama de proposições possíveis. Futuras inovações tecnológicas, assim como o aumento da experiência computacional do universo de usuários do produto requisitarão novas modificações, visando cada vez mais a otimização do processo interativo.



### 7.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

O rápido desenvolvimento de novas aplicações no âmbito do processamento digital de imagens, estimulado pelo surgimento de novas tecnologias e pelos resultados das pesquisas quotidianas empreendidas nesta área, suscita a atualização do produto considerado neste trabalho e a ampliação da sua gama de aplicações. É importante ressaltar a existência de uma versão mais nova, o SITIM-340, que embora apresente algumas inovações em termos de manipulação da informação, mantém o mesmo padrão "texto" da versão estudada neste trabalho. O *software* mantém a mesma estruturação da versão 150, de modo que uma primeira sugestão de trabalho futuro poderia ser a conversão do ambiente SITIM-340 para o padrão Windows.

Embora alguns aspectos técnicos do questionário de sondagem aplicado tenham procurado focar o domínio da aplicação propriamente dito, o objetivo central foi a avaliação do grau de satisfação dos usuários com relação à interação homem-máquina. Uma sondagem da satisfação baseada no espaço de aplicações existentes representaria uma nova faceta do problema, que viria a complementar o estudo ora realizado.

Um aspecto controverso do uso de diretrizes em projetos de interfaces é o fato de que, enquanto diversos autores/pesquisadores consideram-no de grande valia, outros tantos vêm as coletâneas de diretrizes como um amontado confuso e contraditório de recomendações técnicas, de pouca ajuda em projetos interativos homem-máquina. Um estudo comparativo de desenvolvimento de um projeto com e sem o auxílio de diretrizes poderia trazer uma contribuição significativa ao processo de validação de uso em projetos de interfaces.

O questionário de Bailey [Bail83], bem como a metodologia por ele desenvolvida para avaliação da satisfação de usuários, representam uma contribuição relevante para a validação do uso de questionários de sondagem como instrumentos de determinação do grau de satisfação de usuários com relação a um sistema em estudo. Um estudo possível seria a atualização do estudo de Bailey e a elaboração de uma estratégia de sondagem do grau de satisfação de usuários mais robusta e voltada para contextos interativos mais atuais.

O aspecto otimização de uma interface envolve, em geral, dois enfoques: a otimização visando o aumento do grau de satisfação da comunidade usuária e a otimização visando o aumento da produtividade no ambiente considerado. Os dois enfoques quase sempre se apresentam dissociados, de modo que um estudo comparativo poderia contribuir para a determinação de uma solução de compromisso entre eles.

Como foi mencionado no Capítulo 2, a atualização/adaptação de diretrizes de projeto às tecnologias disponíveis são processos dinâmicos. Por outro lado, a literatura da área não é muito



pródiga em diretrizes para projetos de interfaces homem-máquina de sistemas não computacionais. Por conseguinte, uma ampliação das categorias de diretrizes apresentadas neste trabalho, assim como a compilação de um conjunto de diretrizes para uso em sistemas não computacionais, representaria uma contribuição importante para projetos futuros.

A reformulação da concepção dos algoritmos SITIM para uma abordagem orientada a objeto traria uma otimização significativa do ambiente atual, sobretudo porque a interface gráfica *for Windows* representou apenas o primeiro passo para a padronização da filosofia de operação do sistema SITIM ao ambiente Windows.

Deste modo, a continuidade deste trabalho ou a consideração de novas abordagens que possam utilizá-lo como respaldo técnico poderia ser sintetizada através dos seguintes temas:

- **Extensão da implementação da interface gráfica proposta neste trabalho para o SITIM-340;**
- **Proposição e implementação de interface gráfica para o SGI (um sistema de informações geográficas para ambientes baseados em microcomputadores, desenvolvido pela Engespaço Ind. e Com. S/A e utilizado normalmente em conjunto com as aplicações SITIM) com base num estudo avaliatório nos mesmos moldes deste trabalho;**
- **Avaliação do grau de satisfação dos usuários SITIM com base na gama de aplicações oferecidas e proposição/implementação de novas aplicações;**
- **Validação do uso de diretrizes em projetos de interfaces;**
- **Atualização do questionário de sondagem e da metodologia de avaliação do grau de satisfação desenvolvidos por Bailey [Bail83] e aplicação da sua ferramenta de estimação da satisfação subjetiva de universo de usuários a produtos específicos;**
- **Automação do processo de sondagem apresentado;**
- **Realização de estudo comparativo sobre otimização de interfaces com base no grau de satisfação dos usuários *versus* otimização baseada no aumento da produtividade;**

- [Arno78] ARNOVICK, GEORGE N. & GEE, LARRY G., Design and Evaluation of Information Systems, *Information Processing and Management*, 14(6), 1978, pp. 369-380.
- [Arta79] ARTANDI, SUSAN, Information and Society: New Patterns of Interaction, *Journal of the American Society for Information Science*, 30(1), January 1979, pp. 16-18.
- [Baar92] BAAR, D. J. M. J. DE; FOLEY, J. D. & MULLET, K. E., Coupling Application Design and User Interface Design. In: CHI'92 Conference, 1992. *Proceedings*. Monterey, 1992, pp. 259-266.
- [Baec90] BAECKER, R. M. & BUXTON, W. A. S., An Historical and Intellectual Perspective. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), *Human-Computer Interaction*. Hertfordshire, 1990, pp. 03-26.
- [Bail83] BAILEY, J. E. & PEARSON, S. W., A Tool for Computer User Satisfaction, *Management Science*, 29(5), May 1983, pp. 530-545.
- [Bail93] BAILEY, GREGG, Iterative Methodology and Designer Training in Human-Computer Interface Design. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. *Proceedings*. Amsterdam, 1993, pp. 198-205.
- [Bald84] BALDWIN, L., Color Considerations, *Byte*, 9(9), September 1984, pp. 227-246.
- [Bann90] BANNON, L., From Human Factors to Human Actors. In: J. Greenbaum & M. Kyng (Eds.), *Design at work*. Hillsdale, 1990.
- [Bano89] BANON, G. J. F., *Bases da Computação Gráfica*, Editora Campus - Rio de Janeiro, 1989.
- [Bano93] BANON, G. J. F. & CANDEIAS, A. L. B., Restauração de Imagens NOAA por Morfologia Matemática. In: SIBGRAPI93 - Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, VI, 1993. *Anais*. Recife, 1993, pp. 139-145.
- [Baro86] BAROUDI, J. J.; OLSON, M. H. & IVES, B., An Empirical Study of the Impact of User Involvement on System Usage and Information Satisfaction, *Communications of the ACM*, 29(3), March 1986, pp. 232-238.
- [Barr89] BARROS, M. A. DE; QUEIROZ, J. E. R. DE & ARAÚJO, A. DE A., Aplicação de Filtros Espaciais no Pré-processamento de Imagens Multiespectrais para Tarefas de Classificação. In: Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto, 4º, 1989. *Anais*. San Carlos de Bariloche, 1989. Vol. II, pp. 1039-1048.
- [Barr90a] BARROS, M. A. DE, *Filtros Espaciais: Implementação, Estudo Comparativo e Aplicação em Sensoriamento Remoto*. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica) - DEE/CCT/UFPB, Campina Grande, Julho, 1990.



- [Barr90b] BARROS, M. A. DE; QUEIROZ, J. E. R. DE & ARAÚJO, A. DE A., Aplicação de Técnicas Adaptativas de Filtragem Espacial no Pré-processamento de Imagens Multiespectrais. **Relatório Técnico Interno, LASR/UFPB/CCT**. Campina Grande, Julho, 1990.
- [Basi79] BASILI, V. R. & REITER, R. W. JR., An Investigation of Human Factors in Software Development, **IEEE Computer**, 12(12), December 1979, pp. 21-38.
- [Bass81] BASS, L. J. & BUNKER, R. E., A Generalized User Interface for Applications Programs, **Communications of the ACM**, 24(12), December 1981, pp. 796-800.
- [Bass85] BASS, LEONARD J., A Generalized User Interface for Applications Programs, **Communications of the ACM**, 28(6), June 1985, pp. 617-627.
- [Bast92] BASTIEN, J. M. C. & SCAPIN, D. L., A Validation of Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces, **International Journal of Human-Computer Interaction**, 4(2), February 1992, pp. 183-196.
- [Bate82] BATES, M. & VITTAL, J. , Tools for the Development of Systems for Human Factors Experiments: An Example for the SSA, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, SMC-12(2), March/April 1982, pp.133-148.
- [Baue91] BAUERSFELD, P F. & SLATER, J. L., User-oriented Color Interface Design: Direct Manipulation of Color in Context. In: CHI'91Conference, 1991. **Proceedings**. New Orleans, 1991, pp. 417-418.
- [Bell90] BELLIN, A. & FRATE, P. D., True Color for Windows, **Byte**, 15(13), December 1990, pp. 281-287.
- [Bend66] BENBASAT, ISAK; DEXTER, A. S. & MASULIS, P. S., An Experimental Study of the Human/Computer Interface, **Communications of the ACM**, 24(11), November 1981, pp. 752-762.
- [Benn86] BENNETT, J. L., Tools for Building Advanced User Interfaces, **IBM Systems Journal**, 25(3/4), 1986, pp. 354-368.
- [Biss90] BISSELL, DON, The Father of Computer Graphics, **Byte**, 15(6), June 1990, pp. 380-381.
- [Bjør88] BJØRN-ANDERSEN, N., Are 'Human factors' Human?, **The Computer Journal**, 31(5), October 1988, pp. 386-390.
- [Bloo79] BLOOMFIELD, JOHN R., Visual Search with Embedded Targets: Color and Texture Differences, **Human Factors**, 21(3), June 1979, pp. 317-330.
- [Borl91] BORLAND INTERNATIONAL, INC., **Resource Workshop - User's Guide**. Borland International, Inc. . Scotts Valley, 1991.
- [Bø82] BØ, KETIL, Human-Computer Interaction, **IEEE Computer**, 15(11), November 1982, pp. 9-11.



- [Brac70] BRACCHI, GIAMPIO & SOMALVICO, MARCO, An Interactive Software System for Computer-Aided Design: An Application to Circuits Project, **Communications of the ACM**, 13(9), March 1970, pp.537-545.
- [Bran84] BRANSCOMB, L. M. & THOMAS, J. C., Tools for Building Advanced User Interfaces, **IBM Systems Journal**, 23(3), 1984, pp. 224-235.
- [Bren91] BRENNAN, SUSAN E., Conversation With and Through Computers. In: Alfred Kobsa (Ed.), **User Modelling and User-Adapter Interaction**. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands, 1991, pp. 67-86.
- [Bryd74] BRYDEN, JOSEPH E., Addressing the Element of a Visual Display, **Computer Design**, 13(11), November 1974, pp. 85-93.
- [Brya93] BRYAN, B. & RYAN, B., The Power of Graphics, **Byte**, 18(12), November 1993, pp. 206-210.
- [Burn81] BURNS, CHRISTOPHER, Information Storage and Display, **Journal of the American Society for Information Science**, 32(2), March 1981, pp. 141-147.
- [Buxt93] BUXTON, BILL, HCI and the Inadequacies of Direct Manipulation Systems, **SIGCHI Bulletin**, 25(1), January 1993 , pp. 21-22.
- [Camp87] CAMPBELL, J. B., **Introduction to Remote Sensing**. The Guilford Press. New York, 1987.
- [Camp92] CAMPOS, V., Windows Made In Brazil, **Byte Brasil**, III(9), Setembro 1992, pp. 63-65.
- [Cand92] CANDEIAS, A. L. B., **Uso da Teoria de Estimaco Bayesiana na Fuso de Dados de Satélites**. (Dissertao de Mestrado em Sensoriamento Remoto - Instituto de Pesquisas Espaciais, So José dos Campos, Fevereiro, 1992. (INPE-5457-TDI/499).
- [Card80] CARD, S.; MORAN, T. P. & NEWELL, A., The Keystroke-level Model for User Performance with Interactive Systems, **Communications of the ACM**, 23, 1980, pp. 396-410.
- [Card80] CARD, S.; MORAN, T. P. & NEWELL, A., The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive Systems, **Communications of the ACM**, 23(7), July 1980, pp. 396-410.
- [Care82] CAREY, TOM, User Differences in Interface Design, **IEEE Computer**, 15(11), November 1982, pp. 14-20.
- [Care89] CAREY, TOM, Draft for ACM Self-Assessment Procedure on Human-Computer Interaction, **SIGCHI Bulletin**, 21(2), October 1989, pp. 17-24.
- [Carl76] CARLSON, ERIC D., Graphics terminal Requirements for the 1970's, **IEEE Computer**, 9(8), August 1976, pp. 37-45.
- [Carr82] CARROLL, JOHN M. & THOMAS, JOHN C., Metaphor and the Cognitive Representation of Computing Systems, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics** , SMC-12(2), March/April 1982, pp.107-116.



- [Carr84] CARROLL, J. M. & CARRITHERS, C., Training Wheels in a User Interface, **Communications of the ACM**, 27(8), August 1984, pp. 800-806.
- [Cart79] CARTER, ROBERT C., Regression Models of Search Time for Color-Coded Information Displays, **Human Factors**, 21(3), June 1979, pp. 293-302.
- [Cart86] CARTER, J. A. JR., A Taxonomy of User-centered Functions, **International Journal of Man-Machine Studies**, 24, pp. 195-202.
- [Cart91] CARTER, J. A. JR. & HANCOCK, J. P., A Context for Designing Adaptations: The Multi-Oriented Structured Task Analysis, **SIGCHI Bulletin**, 23(1), January 1991, pp. 25-28.
- [Case82] CASEY, BERNICE & DASARATHY, B., Modelling and Validating the Man-Machine Interface, **Software - Practice and Experience**, 12(6), June 1982, pp. 557-569.
- [Chap79] CHAPANIS, A., Quo Vadis, Ergonomia?, **Ergonomics**, 22(6), June 1979, pp. 595-605.
- [Cher76] CHERITON, D. R., Man-Machine Interface Design for Time-Sharing Systems. In: ACM National Conference, 1976. **Proceedings**. 1976, pp. 362-380.
- [Chig90] CHIGNELL, M. H., A Taxonomy of User Interface Terminology, **SIGCHI Bulletin**, 21(4), April 1990, pp. 22-34 .
- [Chig91] CHIGNELL, M. H. & WATERWORTH, J. A., WIMPs and NERDs: An Extended View of the User Interface, **SIGCHI Bulletin**, 23(2), April 1991, pp. 15-21.
- [Cint90] CINTRA, JORGE P., Modelos Digitais do Terreno. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1990. **Anais**. São Paulo, 1990, pp. 53-65.
- [Clem90] CLEMENT, A. & MANTEI, M., PUMs and Programmers, **SIGCHI Bulletin**, 21(4), April 1990, p. 70.
- [Cobb93] THE COBB GROUP, Optimizing Windows, **Windows Sources**, 1(11), December 1993, pp. 349-352.
- [Coma94a] COMAFORD, CHRISTINE, A New Lease on GUI Design, **Windows Sources**, 2(3), March 1994, pp. 246-247.
- [Coma94b] COMAFORD, CHRISTINE, A Made-to-Order GUI Design, **Windows Sources**, 2(4), April 1994, pp. 236-237.
- [Coma94c] COMAFORD, CHRISTINE, Meaningful Menu Makes the GUI, **Windows Sources**, 2(5), May 1994, pp. 228-229.
- [Coma94d] COMAFORD, CHRISTINE, Make the User Top Priority, **Windows Sources**, 2(6), June 1994, pp. 240-241.

- [Coop72] COOPER, MICHAEL D., A Cost Model for Evaluating Information Retrieval Systems, **Journal of the American Society for Information Science**, 23(5), September/October 1972, pp. 306-312.
- [Cost84] COSTLOW, TERRY, High-resolution CRTs hold their lead, despite the rise of compact plasma panels, **Electronic Design**, 23(14), July 12, 1984, pp. 112-120.
- [Coul83] COULTER, NEAL S., Software Science and Cognitive Psychology, **IEEE Transactions on Software Engineering**, SE-9(2), March 1983, pp. 166-171.
- [Cox93] COX, K. & WALKER, D., **User-Interface Design**, Prentice Hall/Simon & Schuster (Asia) Pte. Ltd. - Singapore, 1993.
- [Cran93] CRANE, H. D. & RTISCHEV, D., Pen and Voice Unite, **Byte**, 18(11), October 1993, pp. 98-102.
- [Crós92] CRÓSTA, A. P., **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. IG/DMG/UNICAMP - Campinas, 1992.
- [Cuad71] CUADRA, CARLOS A., On-Line Systems: Promise and Pitfalls, **Journal of the American Society for Information Science**, 22(2), March/April 1971, pp. 107-114.
- [Dagw83] DAGWELL, R. & WEBER, R., System Designer's User Models: A Comparative Study and Methodological Critique, **Communications of the ACM**, 26(11), November 1983, pp. 987-997.
- [Dart87] DART, S. A.; ELLISON, R. J.; FEILER, P. H. & HABERMANN, N., Software Development Environments, **IEEE Computer**, 20(11), November 1987, pp.18-28.
- [Davi93] DAVIS, F. E., Windows Divides to Conquer, **Windows Sources**, 1(4), May 1993, pp. 97-98 .
- [Dean82] DEAN, M., How a Computer Should Talk to People, **IBM Systems Journal**, 21(4), 1982, pp. 424-453.
- [DeBr77] DeBRABANDER, BERT & EDSTRÖM, ANDERS, Successful Information System Development Projects, **Management Science**, 24(2), October 1977, pp. 191-199.
- [Deme81] DEMERS, RICHARD A., System Design for Usability, **Communications of the ACM**, 24(8), August 1981, pp. 494-501.
- [Derf93] DERFLER, F. J. JR., GUI Communication Software: Simple or Simplistic?, **PC Magazine**, 12(8), April 1993, pp. 239-293 .
- [DeSa83] DeSANCTIS, G. & COURTNEY, J. F., Toward Friendly User Implementation, **Communications of the ACM**, 26(10), October 1983, pp. 732-746.



- [Desu92] DESURVIRE, H.; KODZIELA, L. & ATWOOD, M., What is gained and lost when using evaluation methods other than empirical testing. In: CHI'92, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 125-126.
- [Down91] DOWNTON, ANDY, **Engineering the Human-Computer Interface**, McGraw-Hill Book Company (UK) Ltd. - London, 1991.
- [Dunh83] DUNHAM, JANET R. & KRUESI, ELIZABETH, The Measurement Task Area, **IEEE Computer**, 16(11), November 1983, pp. 47-54.
- [Drur87] DRURY, S. A., **Image Interpretation in Geology**. Allen & Unwin Ltd.. Londres, 1987.
- [Duma89] DUMAS, JOSEPH S., Stimulating Change Through Usability Testing, **SIGCHI Bulletin**, 20(1), July 1989, pp. 37-44.
- [Durr82] DURRETT, J. & TREZONA, J., How to Use Color Displays Effectively, **Byte**, 7(7), July 1982, pp. 50-53.
- [Dzid78] DZIDA, W.; HERDA, S. & ITZFELDT, W. D., User-Perceived Quality of Interactive Systems, **IEEE Transactions on Software Engineering**, SE-4(4), July 1978, pp. 270-276.
- [Dzid89] DZIDA, WOLFGANG, The Development of Ergonomic Standards, **SIGCHI Bulletin**, 20(3), January 1989, pp. 35-43.
- [Ebne90] EBNER, R.; HARING, G.; PENZ, F. & WEICHSELBERGER, G., A Comparative Evaluation of Graphical User Interfaces, **SIGCHI Bulletin**, 22(1), July 1990, pp. 12-15.
- [Eglo90] EGLOWSTEIN, H., Behind the Scenes, **Byte**, 15(4), April 1990, pp. 215-224.
- [Ersh72] ERSHOV, A. P., Aesthetics and the Human Factor in Programming, **Communications of the ACM**, 15(7), July 1972, pp. 501-505.
- [Este90] ESTEVAM, R. DE C., **O Estudo Sobre Desenvolvimento de Interfaces: Definição de Técnicas de Classificação e de Avaliação Baseadas na Satisfação do Usuário**. (Dissertação de Mestrado) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Abril, 1990.
- [Figu93] FIGUEIREDO, L. H. DE; GATTASS, M. & LEVY, C. H., Uma Estratégia de Portabilidade para Aplicações Gráficas Interativas. In: SIBGRAPI93 - Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, VI, 1993. **Anais**. Recife, 1993, pp. 203-211.
- [Fole74] FOLEY, J.D. & WALLACE, V. L., The Art of Natural Graphic Man-Machine Conversation, **Proceedings of the IEEE**, 62(4), April 1974, pp. 462-471.
- [Fole82] FOLEY, J. D. & VAN DAM, A., **Fundamentals of Interactive Computer Graphics**. Addison-Wesley Publishing Co.. Reading, 1982.



- [Fole84] FOLEY, J. D.; WALLACE, V. L. & CHAN, P., The Human Factors of Computer Graphics Interaction Technique, **IEEE Computer Graphics and Applications**, 4(11), November 1984, pp. 13-48.
- [Fres91] FRESE, M.; BRODBECK, F. C.; ZAPF, D. & PRÜMPER, J., User's Errors and Error Handling: Its Relationships with Task Structure and Social Support, **SIGCHI Bulletin**, 23(2), April 1991, pp. 59-62.
- [Fres93] FRESE, M. & HESSE, W., The Work Situation in Software Development - Results of an Empirical Study, **Software Engineering Notes**, 18(3), July 1993, pp. A-65 - A-72.
- [Frie82] FRIEND, DAVID, Graphics for Managers: The Distributed Approach, **Datamation**, 28(7), July 1982, pp. 76-96.
- [Furg93] FURGER, ROBERTA, New Keyboards Comfort Your Hands, **PC World**, 11(12), December 1993, p. 100 .
- [Furn91] FURNAS, GEORGE W., New Graphical Reasoning Models for Understanding Graphical Interfaces. In: CHI'91 Conference, 1991. **Proceedings**. New Orleans, 1991, pp. 71-78.
- [Gain75] GAINES, BRIAN R. & FACEY, PETER V., Some Experience in Interactive System Development and Application, **Proceedings of the IEEE**, 63(6), June 1975, pp. 894-911.
- [Gain78] GAINES, BRIAN R., Minicomputers in Business Applications in the Next Decade. **Infotech State of Art Report on "Minis Versus Mainframes"**, Berkshire, 1978, pp. 51-81.
- [Gain83] GAINES, B. R. & SHAW, M. L. G., Dialog Engineering. In: M. E. Sime & M. J. Coombs (Eds.), **Designing for Human-Computer Communication**. London, 1983, pp. 23-53.
- [Gali85] GALITZ, W. O., **Handbook of Screen Design**. QED Information Sciences. North-Holland, 1985.
- [Gall74] GALLAGHER, C. A., Perceptions of the Value of a Management Information System, **Academic Management Journal**, 17(1), July 1978, pp. 191-199.
- [Gang79] GANGOPADHYAY, DIPAYAN, A Framework for Modelling Graphic Interactions, **Software - Practice and Experience**, 9(2), February 1979, pp. 141-151.
- [Gart93] GARTNER, JOHN, Move Up to the Big Screen, **Windows Magazine**, 4(11), November 1993, pp. 236-260.
- [Gave91] GAVER, WILLIAM W., Technologies Affordances. In: CHI'91 Conference, 1991. **Proceedings**. New Orleans, 1991, pp. 79-83.
- [Gawl63] GAWLIK, H. J., MIRFAC: A Compiler Based on Standard Notation and Plain English, **Communications of the ACM**, 6(9), September 1963, pp. 545-547.



- [Gebh78] GEBHARDT, F. & STELLMACHER, I., Design Criteria for Documentation Retrieval Languages, **Journal of American Society of Information Science**, 29(4), July 1978, pp. 191-199.
- [Gent90] GENTNER, D. R. & GRUDIN, J., Why Good Engineers (Sometimes) Create Bad Interfaces. In: CHI'90 Conference. **Proceedings**. Seattle, 1990, pp. 277-282.
- [Gigu90] GIGUERE, E., Skin and Bones, **Computer Language**, 7(4), 1990, pp. 43-59.
- [Gill93] GILLAN, D. J., A Componential Model of Human Interaction With Graphical Displays, **SIGCHI Bulletin**, 25(3), July 1993, pp. 64-66.
- [Glin93] GLINERT, SUSAN, Illustration with a Professional Touch, **Windows Sources**, 1(11), December 1993, pp. 271-314.
- [Gonz87] GONZALEZ, R. C. & WINTZ, P., **Digital Image Processing**. Addison-Wesley Publishing Co.. Reading, 1987.
- [Good84] GOOD, M. D.; WHITESIDE, J. A.; WIXON, D. R. & JONES, S. J., Building a User-Derived Interface, **Communications of the ACM**, 27(10), October 1984, pp. 1032-1043.
- [Goul91] GOULD, J. D.; BOIES, S. J. & LEWIS, C., Making Usable, Useful, Productivity - Enhancing Computer Applications, **Communications of the ACM**, 34(1), January 1991, pp. 74-85.
- [Graf85] GRAFTON, R. B. & ICHIKAWA, T., Guest Editors' Introduction, **IEEE Computer**, 18(8), August 1985, pp. 06-09.
- [Gray93] GRAY, J. S., Menu Stacking - Help or Hindrance?, **SIGCHI Bulletin**, 25(3), July 1993, pp. 55-57.
- [Grud89] GRUDIN, JONATHAN, The Case Against User Consistency, **Communications of the ACM**, 32(10), October 1989, pp. 1164-1173.
- [Grud90] GRUDIN, JONATHAN, The Computer Reaches Out: The Historical Continuity of Interface Design. In: CHI'90 Conference. **Proceedings**. Seattle, 1990, pp. 261-268.
- [Grud91] GRUDIN, JONATHAN, Interactive Systems: Bridging the Gaps Between Developers and Users, **IEEE Computer**, 24(4), April 1991, pp. 59-69.
- [Grun93] GRUNIN, LORI, Guide to Graphical Computing, **Windows Sources**, 1(10), November 1993, pp. 249-281.
- [Gupt87] GUPTA, SATISH & McCABE, DANIEL H., Personal Computer Displays, **IEEE Computer Graphics and Applications**, 7(10), October 1987, pp. 17-23.
- [Habe91] HABERMANN, FRITS, Giving Real Meaning to 'Easy-to-Use' Interfaces, **IEEE Software**, 8(4), July 1991, pp. 90-91.



- 
- [Hart89] HARTSON, H. R. & HIX, D., Human-Computer Interface Development: Concepts and Systems, *ACM Computing Surveys*, 21(1), March 1989, pp. 5-92.
- [Hans71] HANSEN, W. J., User Engineering Principles for Interactive Systems. In: AFIPS Conference, 1971. *Proceedings*. Montvale, 1971, pp. 523-532.
- [Hart90] HARTSON, H. REX; HIX, DEBORAH & KRALY, THOMAS M., Developing Human-Computer Interface Models and Representation Techniques, *Software - Practice and Experience*, 20(5), May 1990, pp. 425-457.
- [Hawk91] HAWK, S. R. & DOS SANTOS, B. L., Successful System Development: The Effect of Situational Factors on Alternate User Roles, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 38(4), November 1991, pp. 316-327.
- [Haye81] HAYES, PHIL; BALL, EUGENE. & REDDY, RAJ, Breaking the Man-Machine Communication Barrier, *IEEE Computer*, 14(3), November 1990, pp. 19-30.
- [Haye89] HAYES, FRANK & BARAN, NICK, A Guide to GUIs, *Byte*, 14(7), July 1989, pp. 250-257.
- [Haye90] HAYES, FRANK, From TTY to VUI, *Byte*, 15(4), April 1990, pp. 205-211.
- [Heck91] HECKEL, PAUL, *The Elements of Friendly Software Design*, SYBEX - Reading, 1991.
- [Hero84] HEROT, CHRISTOPHER F., Graphical User Interfaces. In: Yannis Vassiliou (Ed.), *Human Factors and Interactive Computer Systems*. Norwood, 1984, pp. 83-101.
- [Hirs87] HIRSCH, C. & SCHNEIDER, J., CARTEL: Logiciel de Cartographie et Traitement de Données de Télédétection, *Recherches Géographiques*, 27, 1987, pp. 03-12.
- [Hix90] HIX, DEBORAH, Generations of User-Interfaces Management Systems, *IEEE Software*, 7(5), September 1990, pp. 77-87.
- [Hix91] HIX, DEBORAH & SCHULMAN, ROBERT S., Human-Computer Interface Development Tools: A Methodology for Their Evaluation, *Communications of the ACM*, 34(3), March 1992, pp. 74-87.
- [Hoeb88] HOEBER, TONY, Face to Face with Open Look, *Byte*, 13(13), December 1988, pp. 286-296.
- [Huck81] HUCKLE, BARBARA, *The Man-Machine Interface: Guidelines for the Design of the End-user/System Conversation*. Savant Research Studies, Hatfield, 1981.
- [Hutc89] HUTCHINSON, J. E.; WHITE JR., K. P.; MARTIN, W. N.; REICHERT, K. C. & FREY, L. A., Human-Computer Interaction Using Eye-Gaze Input, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 19(6), November/December 1989, pp.1527-1534.



- [Ives83] IVES, B.; OLSON, M. H. & BAROUDI, J. J., The Measurement of User Information Satisfaction, **Communications of the ACM**, 26(10), October 1983, pp. 785-793.
- [Ives84] IVES, B. & OLSON, M. H., User Involvement and MIS Success, **Management Science**, 30(5), May 1984, pp. 583-603.
- [Jaco83] JACOB, ROBERT J. K., Using Formal Specifications in the Design of a Human-Computer Interface, **Communications of the ACM**, 26(4), April 1983, pp. 259-264.
- [Jaco90] JACOB, ROBERT J. K., What You Look at Is What You Get: Eye Movement-Based Interaction Technics. In: CHI'90 Conference. **Proceedings**. Seattle, 1990, pp. 11-18.
- [Jaco91] JACOB, ROBERT J. K., The Use of Eye Movements in Human-Computer Interaction Techniques: What You Look At Is What You Get, **ACM Transactions on Information Systems**, 9(2), April 1991, pp. 152-169.
- [Jaco92] JACOB, ROBERT J. K. & SIBERT, L. E., The Perceptual Structure on Multidimensional Input Device Selection. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 211-218.
- [Jago88] JAGODZINSKY, A. P. & CLARKE, D. D., A Multidimensional Approach to the Measurement of Human-Computer Performance, **The Computer Journal**, 31(5), October 1988, pp. 409-419.
- [Jeff91] JEFFRIES, R.; MILLER, J. R.; WHARTON, C. & UYEDA, K. M., User Interface Evaluation in the Real World: A Comparison of Four Techniques. In: CHI'91 Conference, 1991. **Proceedings**. New Orleans, 1991, pp. 119-124.
- [Jone91] JONES, SIMON & DOWNTON, ANDY, Windowing Systems. In: Andy Downton (Ed.), **Engineering the Human-Computer Interface**. McGraw-Hill Book Company (UK) Ltd. - London, 1991, pp. 247-292.
- [Kara92] KARAT, CLARE-MARIE; CAMPBELL, ROBERT & FIEGEL, TARRA, Comparison of Empirical Testing and Walkthrough Methods in User Interface Evaluation. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 397-404.
- [Karn94] KARNEY, JAMES, The Evolving Mouse, **PC Magazine**, 13(1), January 11, 1994, pp. 245-250.
- [Kenn74] KENNEDY, T. C. S., The Design of Interactive Procedures for Man-Machine Communication, **International Journal of Man-Machine Studies**, 6, 1974, pp. 309-334.
- [Kilg90] KILGOUR, A., Theory and Practice in User Interface Management. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), **Human-Computer Interaction**. Hertfordshire, 1990, pp. 421-428.
- [King81] KING, WILLIAM R. & RODRIGUEZ, JAMIE I., Participative Design of Strategic Decision Support Systems: An Empirical Assessment, **Management Science**, 27(6), June 1981, pp. 717-726.



- [King91] KING, W. R. & GROVER, V., The Strategic Use of Information Resources: An Exploratory Study, **IEEE Transactions on Engineering Management**, 38(4), November 1991, pp. 293-305.
- [Kler64] KLERER, MELVIN & MAY, JACK, An Experiment in a User-Oriented Computer System, **Communications of the ACM**, 7(5), May 1964, pp. 290-294.
- [Knap82] KNAPP, BEVERLY G.; MOSES, FRANKLIN L. & GELLMAN, LEON H., Information Highlighting on Complex Displays. In: Albert Badre and Ben Shneiderman (Ed.), **Directions in Human/Computer Interface**. Norwood, 1982, pp. 195-215.
- [Knut74] KNUTH, DONALD E., Computer Programming As An Art, **Communications of the ACM**, 17(12), December 1974, pp. 667-673.
- [Kole81] KOLERS, PAUL J.; DUCHNICKY, ROBERT L.; FERGUSON, DENNIS C., Eye Movement Measurement of Readability of CRT Displays, **Human Factors**, 23(5), 1981, pp. 517-527.
- [Kors90] KORSON, TIM & MCGREGOR, JOHN D., Understanding Object-Oriented: A Unified Paradigm, **Communications of the ACM**, 33(9), September 1990, pp. 40-60.
- [Kove86] KOVED, LARRY & SHNEIDERMAN, BEN, Embedded Menus: Selecting Items in Context, **Communications of the ACM**, 29(4), April 1986, pp. 312-318.
- [Krol71] KROLAK, P.; FELTS, W. & MARBLE, G., A Man-Machine Approach Toward Solving the Traveling Salesman Problem, **Communications of the ACM**, 14(5), May 1971, pp. 327-334.
- [Krues83] KRUESS, ELIZABETH, The Human Engineering Task Area, **IEEE Computer**, 16(11), November 1983, pp. 86-93.
- [Kuo88] KUO, FENG-YANG & KARIMI, JAHANGIR, User Interface Design From a Real Time Perspective, **Communications of the ACM**, 31(12), December 1988, pp. 1456-1466.
- [Kuut93] KUUTII, KARI & BANNON, LIAM J., Searching for Unity Among Diversity Exploring the "Interface" Concept. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, pp. 263-267.
- [Land90] LANDAVER, T. K., Relations Between Cognitive Psychology and Computer System. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), **Human-Computer Interaction**. Hertfordshire, 1990, pp. 141-160.
- [Larc80] LARCKER, D. F. & LESSIG, V. P., Perceived Usefulness of Information: A Psychometric Examination, **Decision Science**, 11(1), January 1980, pp. 121-134.
- [Laur90] LAUREL, BRENDA, Users and Contexts: Introduction. In: Brenda Laurel (Ed.), **The Art of Human-Computer Interface**. Addison-Wesley Publishing Co., Inc., Reading, 1990, pp. 91-93.



- [Laws78] LAWSON, H. W. JR.; BERTRAN, M. & SANAGUSTIN, J., The Formal Definition of Human/Machine Communications, *Software - Practice and Experience*, 8(1), January/February 1978, pp. 51-58.
- [Leav92] LEAVENS, ALEX, *Guide to Resources*. SAMS Publishing. Carmel, 1992.
- [Lebl92] LEBLOND, T. & LEBLOND, B., *Windows 3.1 - Ferramentas Poderosas*. Berkeley Brasil Editora. Rio de Janeiro, 1992.
- [Lee88] LEE, K. W.; TILLMAN, F. A. & HIGGINS, J. J., A Literature Survey of the Human Reliability Component in a Man-Machine System, *IEEE Transactions on Reliability*, 37(1), April 1988, pp. 24-30.
- [Lep181] LEPLAT, JACQUES & HOC, JEAN-MICHEL, Subsequent Verbalization in the Study of Cognitive Processes, *Ergonomics*, 24(10), October 1981, pp. 743-755.
- [Levi85] LEVINE, MARTIN D., *Vision in Man and Machine*. McGraw Hill Book Co.. New York, 1985.
- [Lewi89] LEWIS, C. M. & STINE, W. W., Hidden Dependence in Human Errors, *IEEE Transactions on Reliability*, 38(3), August 1989, pp. 296-300.
- [Lewi91] LEWIS, JAMES R., Psychometric Evaluation of an After-Scenario Questionnaire for Computer Usability Studies: The ASQ, *SIGCHI Bulletin*, 23(1), January 1991, pp. 78-81.
- [Lill87] LILLESAND, T. M. & KIEFER, R. W., *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons, Inc.. New York, 1987.
- [Lint89] LINTON, M. A., Composing User Interfaces with Interviews, *IEEE Computer*, 22(2), February 1989, pp. 08-22.
- [Lipp90] LIPPMAN, ANDREW, HDTV Sparks a Digital Revolution, *Byte*, 15(13), December 1990, pp. 297-305.
- [Löwg92] LÖWGREN, T. M. & NORDVQUIST, T., Knowledge Based Evaluation as Design Support for Graphical User Interfaces. In: CHI'92 Conference, 1992. *Proceedings*. Monterey, 1992, pp. 181-188.
- [Lowr92] LOWRY, MICHAEL R., Software Engineering in the Twenty-First Century, *AI Magazine*, 13(3), Fall 1992, pp. 71-87.
- [Lund91] LUNDELL, J. & NOTESS, M., Human Factors in Software Development: Models, Techniques and Outcomes. In: CHI'91 Conference, 1991. *Proceedings*. New Orleans, 1991, pp. 145-151.
- [MacD82] MACDONALD, ALAN, Visual Programming, *Datamation*, 28(11), November 1982, pp. 132-140.
- [Mach78] MACHOVER, CARL, A Brief Personal History of Computer Graphics, *IEEE Computer*, 11(11), November 1978, pp. 38-45.
- [Mach84] MACHOVER, CARL & MYERS, WARE, Interactive Computer Graphics, *IEEE Computer*, 17(10), October 1984, pp. 145-161.



- [Mack93] MACK, R. & NIELSEN, J., Usability Inspection Methods: Report on a Workshop Held at CHI'92, Monterey, CA, May 3-4, 1992, **SIGCHI Bulletin**, 5(1), January 1993, pp. 28-33.
- [MacL91] MACLEAN, A.; YOUNG, R.; BELLOTTI, V. & MORAN, T., Questions, Options and Criteria: Elements of Design Space Analysis, **Human-Computer Interaction**, 6(3,4), 201-250.
- [Magu90] MAGUIRE, M. C., A Review of Human Factors Guidelines and Techniques for the Design of Graphical Human-Computer Interfaces. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), **Human-Computer Interaction**. Hertfordshire, 1990, pp. 161-174.
- [Mars90] MARSH, SHAUN, Human-Computer Interaction: An Operational Definition, **SIGCHI Bulletin**, 22(1), July 1990, pp. 16-22.
- [Mart73] MARTIN, T. H.; CARLISLE, J. & TREU, S., The User Interface for Interactive Bibliographic Searching: An Analysis of the Attitudes of Nineteen Information Scientists, **Journal of the American Society for Information Science**, 24(2), March/April 1973, pp. 142-147.
- [Masc91] MASCARENHAS, N. A. D.; BANON, G. J. F. & CANDEIAS, A. L. B., Interpolação Estatística Espacial das Imagens Multiespectrais do Sensor HRV-SPOT. In: Simposio Latinoamericano de Percepção Remota, 5º, 1991. **Anales**. Cuzco, 1991. pp. 553-568.
- [Masc92] MASCARENHAS, N. A.; BANON, G. J. F. & CANDEIAS, A. L. B., Image Data Fusion Under a Bayesian Approach. In: IGARS'92 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1992. **Proceedings**. Houston, 1992, pp. 675-677.
- [Math87] MATHER, P. M., **Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction**, John Wiley & Sons -Bury St Edmunds, 1987.
- [Maya86] MAYADAS, A. F.; DURBECK, R. C.; HINSBERG, W. D. & McCROSSIN, J. M., The Evolution of Printers and Displays, **IBM Systems Journal**, 25(3/4), 1986, pp. 339-416.
- [McKe93] MCKERLIE, D. & MACLEAN, A., QOC in Action: Using Design Rationale to Support Design. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, p. 519.
- [Mead85] MEADS, JON A., Friendly or Frivolous?, **Datamation**, 31(7), July 1985, pp. 96-100.
- [Meis93] MEISEL, WILLIAM S., Talk to Your Computer, **Byte**, 18(11), October 1993, pp. 113-120.
- [Meln72] MELNYK, VERA, Man-Machine Interface: Frustration, **Journal of the American Society for Information Science**, 23(5), November/December 1972, pp. 392-401.
- [Mezi93] MEZICK, DAN, Man Pen Computing Catches On, **Byte**, 18(11), October 1993, pp. 105-112.



- [Mich82] MICHAELIS, P. R.; MILLER, M. L. & HENDLER, J. A., Artificial Intelligence and Human Factors Engineering: A Necessary Synergism in the Interface of the Future. In Albert Badre and Ben Shneiderman (Eds.), *Directions in Human/Computer Interface*. Norwood, 1982, pp. 79-94.
- [Micr92] MICROSOFT CORPORATION, *The Windows Interface: An Application Design Guide*. Microsoft Press. Redmond, 1992.
- [Mill87] MILLS, CAROL B. & WELDON, LINDA J., Reading Texts from Computer Screens, *ACM Computing Surveys*, 19(4), December 1987, pp. 329-358.
- [Mill91] MILLER, ROCK, Power Presentations: A New, Colorful Era, *PC Magazine*, 10(9), May 1991, pp. 101-104.
- [Mill92] MILLER, MICHAEL J., OS/2 & Windows 3.1: Novos Desafios para o Usuário, *PC Magazine Brasil*, 2(7), Julho 1991, pp. 42-50.
- [Mitt89] MITCHEL, J. & SHNEIDERMAN, B., Dynamic Versus Static Menus: An Exploratory Comparison, *SIGCHI Bulletin*, 20(4), April 1989, pp. 33-37.
- [Miya92] MIYASHITA, K.; MATSUOKA, S.; TAKAHASHI, S.; YONEZAWA, A. & KAMADA, T., Declarative Programming of Graphical Interfaces by Visual Examples. In: Annual Symposium on User Interface Software and Technology, 5th, 1990. *Proceedings*. Monterey, 1990, pp. 107-116.
- [Mont65] MONTILLON, GEORGE D., A Computer User-Oriented System, *Communications of the ACM*, 8(2), February 1965, pp. 117-124.
- [Mora81] MORAN, THOMAS P., An Applied Psychology of the User, *ACM Computing Surveys*, 13(1), March 1981, pp. 01-11.
- [Mora82] MORAY, NEVILLE, Subjective Mental Workload, *Human Factors*, 24(1), February 1982, pp. 25-40.
- [Mora89] MORAY, NEVILLE, Subjective Estimates of Human Errors, *IEEE Transactions on Reliability*, 38(5), August 1989, pp. 301-304.
- [More88] MORE, ROGER A., Supplier/User Interfacing in the Development and Adoption of New Hardware/Software Systems: A Framework for Research, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 35(3), August 1988, pp. 190-196.
- [Morl83] MORLAND, D. VERNE, Human Factors Guidelines for Terminal Interface Design, *Communications of the ACM*, 26(7), July 1983, pp. 484-494.
- [Moze82] MOZEICO, HOWARD, A Human-computer Interface to Accomodate User Learning Stages, *Communications of the ACM*, 25(2), February 1982, pp. 100-104.
- [Mota93] MOTA, EDJAIR DE SOUZA, *H20 - Um Ambiente Gráfico para Avaliação de Desempenho*. (Dissertação de Mestrado em Informática) - DSC/CCT/UFPB, Campina Grande, Dezembro, 1993.
- [Muni79] MUNIPOV, V. M., Ergonomics as a Factor in Social and Economic Development, *Ergonomics*, 22(6), June 1979, pp. 607-611.



- [Muth77] MUTH, FRANK E. JR. & THARP, ALAN L., Correcting Human Errors in Alphanumeric Terminal Input, **Information Processing and Management**, 13(6), 1977, pp. 329-337.
- [Myer78] MYERS, WARE, Interactive Computer Graphics: Poised for Takeoff?, **IEEE Computer**, 11(1), January 1978, pp. 60-74.
- [Myer80] MYERS, WARE, Computer Graphics: The Human Interface, **IEEE Computer**, 13(6), June 1980, pp. 45-54.
- [Myer80] MYERS, WARE, Computer Graphics: A Two Way Street, **IEEE Computer**, 13(7), July 1980, pp. 49-58.
- [Myer81] MYERS, WARE, Computer Graphics: Reaching the User, **IEEE Computer**, 14(3), March 1981, pp. 7-17.
- [Myer90] MYERS, B. A.; GIUSE, D. A.; DANNENBERG, R. B.; ZANDEN, V.; KOSBIE, D. S.; PERVIN, E.; MICKISH, A. & MARCHAL, P., GARNET: Comprehensive Support for Highly Interactive User Interfaces, **IEEE Computer**, 23(11), November 1990, pp. 71-85.
- [Myer92] MYERS, B. A. & ROSSON, M. B., Survey on User Interface Programming. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 195-202.
- [Myer93] MYERS, BEN, Video Cards Revisited, **PC Magazine**, 12(13), July 1993, pp. 251-263.
- [Myna92] MYNATT, E. D. & EDWARDS, K., Mapping GUIs to Auditory Interfaces. In: Annual Symposium on User Interface Software and Technology, 5th, 1990. **Proceedings**. Monterey, 1990, pp. 61-70.
- [Neal84] NEAL, A. S. & SIMONS, R. M., Playback: A Method for Evaluating the Usability of Software and Its Documentation, **IBM Systems Journal**, 23(1), 1984, pp. 82-96.
- [Neel90] NEELAMKAVIL, F. & MULLARNEY, O., Separating Graphics from Application in the Design of user Interfaces, **The Computer Journal**, 33(5), October 1990, pp. 437-443.
- [Neer93] NEERINCX, M. & DE GREEF, P., How to Aid Non-experts. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, pp. 165-171.
- [Newm74] NEWMAN, W. M. & SPROULL, R. E., An Approach to Graphics System Design, **Proceedings of the IEEE**, 62(4), April 1974, pp. 471-483.
- [Newm78] NEWMAN, W. M. & VAN DAM, A., Recent Efforts Toward Graphics Standardization, **ACM Computing Surveys**, 10(4), December 1978, pp. 365-380.
- [Newm79] NEWMAN, W. M. & SPROULL, R. E., **Principles of Interactive Computer Graphics**, McGraw-Hill Kogakusha Ltd. - New York, 1979.
- [Nick90] NICKERSON, R. S. & PEW, R. W., Toward More Compatible Human-Computer Interfaces, **IEEE Spectrum**, 27(7), July 1990, pp. 40-43.



- [Niel89a] NIELSEN, JAKOB, Coordinating User Interfaces for Consistency, **SIGCHI Bulletin**, 20(3), January 1989, pp. 63-65.
- [Niel89b] NIELSEN, J. & MOLICH, R., Teaching User Interface Design Based on Usability Engineering, **SIGCHI Bulletin**, 21(1), July 1989, pp. 56 -62.
- [Niel90] NIELSEN, J. & MOLICH, R., Heuristic Evaluation of User Interfaces. In: CHI'90 Conference, 1990. **Proceedings**. Seattle, 1990, pp. 249-256.
- [Niel91] NIELSEN, J., Trip Report: Usability Metrics and Methodologies, **SIGCHI Bulletin**, 23(2), April 1991, pp. 37-39.
- [Niel92a] NIELSEN, JAKOB, The Usability Engineering Life Cycle, **IEEE Computer**, 25(3), March 1992, pp. 12-22.
- [Niel92b] NIELSEN, JAKOB, Finding Usability Problems Through Heuristic Evaluation. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 259-266.
- [Niel92c] NIELSEN, J.; BUSH, R. M.; DAYTON, T.; MOND, N. E.; MULLER, M. J. & ROOT, R. W., Teaching Experienced Developers to Design Graphical User Interfaces. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 259-266.
- [Niel93] NIELSEN, J. & PHILLIPS, V. L., Estimating the Relative Usability of Two Interfaces: Heuristic, Formal, and Empirical Methods Compared. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, pp. 214-221.
- [Niel94] NIELSEN, J. & LEVY, J., Measuring Usability, **Communications of the ACM**, 37(4), April 1994, pp. 66-75.
- [Noll71] NOLL, A. MICHAEL, Scanned-Display Computer Graphics, **Communications of the ACM**, 14(3), March 1971, pp. 143-150.
- [Norc89] NORCIO, ANTHONY F. & STANLEY, JAKI, Adaptive Human-Computer Interfaces: A Literature Survey and Perspective, **IEEE Transactions on Software Engineering**, 19(2), March/April 1989, pp. 399-408.
- [Norm83] NORMAN, DONALD A., Design Rules Based on Analyses of Human Errors, **Communications of the ACM**, 26(4), April 1983, pp. 254-258.
- [Novo89] NOVO, EVELYN M. L. DE M., **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**, Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1989.
- [Ohls78] OHLSON, MARK, System Design Considerations for Graphics Input Devices, **IEEE Computer**, 11(11), November 1978, pp. 9-18.
- [Oswa93] OSWALD, ROLF, The Information Utility, **Dr. Dobb's Journal**, #208, December 1993, pp. 18-30.
- [Otte84] OTTE, FRED H., Consistent User Interface. In: Yannis Vassiliou (Ed.), **Human Factors and Interactive Computer Systems**. Norwood, 1984, pp. 261-275.



- [Oust84] OUSTERHOUT, JOHN K., The Interface User and the Implementation of an IC Layout Editor, *IEEE Transactions on Computer-Aided Design*, CAD- 3, pp. 242-249.
- [Palm83] PALME, J., A Human-computer Interface Encouraging User Growth. In: M. E. Sime and M. J. Coombs (Eds.), *Designing for Human-Computer Communication*. Londres, 1983, pp. 139-156.
- [Park87] PARKER, J.; KENNARD, A. & KING, D., The ' Window ' Terminal, *The Computer Journal*, 30(6), December 1987, pp. 558-564.
- [Payn86] PAYNE, S. J. & GREEN, T. R. G., Task-Action Grammars: A Model of the Mental Representation of Task Languages. In: (Eds.), *Human-Computer Interaction*. , 1986, pp. 93-133.
- [Penn80] PENNIMAN, W. D. & DOMINICK, W. D., Monitoring and Evaluation of On-Line Information Systems, *Information Processing and Management*, 16(1), 1980, pp. 17-35.
- [Pere93] PEREIRA, S. F. T.; QUEIROZ, J. E. R. DE & TURNELL, M. F. Q. V., Implementação de Novos Algoritmos de Filtragem Espacial para o SITIM-150. *Relatório Técnico - RTC0005 - COPELE/CCT/UFPB*. Campina Grande, Novembro, 1993.
- [Perr89] PERRY, T. S. & VOELCKER, J., Of Mice and Menus: Designing the User Friendly Interface, *IEEE Spectrum*, 26(9), September 1989, pp. 46-51.
- [Pers90] PERSON, R. & ROSE, K., *Microsoft Windows*. Livros Técnicos e Científicos Editora - Rio de Janeiro, 1989.
- [Petz90] PETZOLD, CHARLES, *Programming Windows: the Microsoft guide to writing applications for Windows 3*. Microsoft Press - Redmond, 1990.
- [Pew75] PEW, R. W. & ROLLINS, A. M., Dialog Specification Procedure, Bolt Beranek and Newman, *Report No. 3129*, Cambridge, Mass., 1975.
- [Pfaf82] PFAFF, GÜNTER; KUHLMANN, HERBERT & HANUSA, HENNING, Constructing User Interfaces Based on Logical Input Devices, *IEEE Computer*, 15(11), November 1982, pp. 62-68.
- [Ping89] PINGARD, P. & NANARD, M., Génération d'Interface Dynamiquement Adaptable, *Rapport Technique Interne*, Centre de Recherche en Informatique de Montpellier. Montpellier, Mai 1990.
- [Poll91] POLLIER, AGNÈS, Evaluation d'une Interface par des Ergonomes: Diagnostics et Stratégies. *Rapport de Recherche N° 1391 - Programme 3*, INRIA. Le Chesnay, Février, 1991.
- [Poto90] POTOSNACK, KATHLEEN, Create the Best First Impression, *IEEE Software*, 7(4), July 1990, pp. 82-83.
- [Poun89] POUNTAIN, D., The X Window System, *Byte*, 14(1), January 1989, pp. 333-360.



- [Pree90] PREECE, J. & KELLER, L., **Human-Computer Interaction**, Prentice Hall International (UK) Ltd. - Hertfordshire, 1990.
- [Pres90] PRESS, LARRY, Windows, DOS and the Mac, **Communications of the ACM**, 33(11), November 1990, pp. 19-26.
- [Pres93] PRESS, LARRY, Before the Altair: The History of Personal Computing, **Communications of the ACM**, 36(9), September 1993, pp. 27-33.
- [Prum91] PRÜMPER, J.; FRESE, M.; ZAPF, D. & BRODBECK, F., Errors in Computerized Office Work: Differences Between Novice and Expert Users, **SIGCHI Bulletin**, 23(2), April 1991, pp. 63-66.
- [Pyle65] PYLE, I. C., Data Input by Question and Answer, **Communications of the ACM**, 8(4), April 1965, pp. 223-226.
- [Quei94] QUEIROZ, J. E. R. DE; PEREIRA, S. F. T. & TURNELL, M. F. Q. V., Especificação e Implementação de Interface Gráfica para o SITIM-150. **Relatório Técnico - RTC0006 - COPELE/CCT/UFPB**. Campina Grande, Junho, 1994.
- [Raed85] RAEDER, GEORG, A Survey of Current Graphical Programming Techniques, **IEEE Computer**, 18(8), August 1985, pp. 11-25.
- [Rand90] RANDALL, RANDY, Using Wavefront to Image CAD Data, **Cadence**, March 1990, pp. 57-60.
- [Reis81] REISNER, P., Formal Grammar and Human Factors Design of an Interactive Graphics System, **IEEE Transactions on Software Engineering**, 7, pp. 229-240.
- [Rett92] RETTIG, MARC, Interface Design When You Don't Know How, **Communications of the ACM**, 35(1), January 1992, pp. 29-34.
- [Rice91] RICE, JOHN F., Display Color Coding: 10 Rules of Thumb, **IEEE Software**, 8(1), January 1991, pp. 86-88.
- [Rich86] RICHARDS, J. A., **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg - Munique, 1986.
- [Robe66] ROBERTS, LAWRENCE G., A Graphical Service System With Variable Syntax Communication, **Communications of the ACM**, 9(3), March 1966, pp. 173-176.
- [Robe82] ROBEY, D. & FARROW, D., User Involvement in Information System Development, **Management Science**, 28(1), January 1982, pp. 73-85.
- [Robe83] ROBERTS, T. L. & MORAN, T. P., The Evaluation of Text Editors: Methodology and Empirical Results, **Communications of the ACM**, 26(3), April 1983, pp. 265-283.
- [Robi79] ROBINSON, GORDON H., Dynamics of the Eye and Head during Movement between Displays: A Qualitative and Quantitative Guide for Designers, **Human Factors**, 21(3), June 1979, pp. 343-352.





- [Shar91] SHARIT, JOSEPH & MALON, DAVID M., Incorporating the Effects of the Time Estimation into Human Reliability Analysis for High-risk Situations, *IEEE Transactions on Reliability*, 40(2), June 1991, pp. 247-254.
- [Sche90] SCHEIFLER, ROBERT W. & GETTYS, JIM, The X Window System, *Software - Practice and Experience*, 20(S2), October 1990, pp. S2/5-S2/34.
- [Schn82] SCHNEIDER, M. L., Models for the Design of Static Software User Assistance. In Albert Badre and Ben Shneiderman (Eds.), *Directions in Human/Computer Interface*. Norwood, 1982, pp. 137-148.
- [Schn83] SCHNEIDER, M. L. & THOMAS, J. C., Humanization of Computer Interfaces, *Communications of the ACM*, 26(4), April 1983, pp. 253-254.
- [Schn84] SCHNEIDER, M. L., Ergonomic Considerations in the Design of Command Languages. In Yannis Vassiliou (Ed.), *Human Factors and Interactive Computer Systems*. Norwood, 1984, pp. 141-161.
- [Schn93] SCHNEIER, BRUCE, Color Models, *Dr. Dobb's Journal*, #202, July 1993, pp. 38-43.
- [Sell90] SELLEN, A. & NICOL, A., Building User-centered On-line Help. In: Brenda Laurel (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface*. Addison-Wesley Publishing Co., Inc.. Reading , 1990, pp. 143-153.
- [Shac90] SHACKEL, B., Human Factors and Usability. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), *Human-Computer Interaction*. Hertfordshire, 1990, pp. 27-41.
- [Shaw81] SHAW, M. L. G. & GAINES, B. R., The Personal Computer and the Personal Scientist. In R. D. Parslow (Ed.), *BCS'81: Information Technology for the Eighties*, 1981. Heyden, 1981, pp. 235-252.
- [Shel91] SHELDON, K. N.; BARRON, J. J. & SMITH, B., Window Wars, *Byte*, 16(6), June 1991, pp. 124-134.
- [Shne79] SHNEIDERMAN, BEN, Human Factors Experiments in Designing Interactive Systems, *IEEE Computer*, 12(12), December 1979, pp. 9-19.
- [Shne82] SHNEIDERMAN, BEN, System Message Design: Guidelines and Experimental Results. In: Albert Badre and Ben Shneiderman (Eds.), *Directions in Human/Computer Interface*. Norwood, 1982, pp. 55-78.
- [Shne83] SHNEIDERMAN, BEN, Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, *IEEE Computer*, 16(8), August 1983, pp. 37-69.
- [Shne84] SHNEIDERMAN, BEN, The Future of Interactive Systems and the Emergence of Direct Manipulation. In: Yannis Vassiliou (Ed.), *Human Factors and Interactive Computer Systems*. Norwood, 1984, pp. 01-27.
- [Shne87] SHNEIDERMAN, BEN, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley Publishing Company - Reading, 1987.



- [Silv92] SILVA, J. B. F., **Avaliação Qualitativa de Interfaces Bancárias com Proposta de Diretrizes de Projeto**. (Dissertação de Mestrado em Informática) - DCC/CCT/UFPB, Campina Grande, Julho, 1992.
- [Sime83] SIME, M. E. & COOMBS, M. J., **Designing for Human-Computer Communication**, Academic Press, Inc. - Londres, 1983.
- [Simo93] SIMON, BARRY, The No-code Approach to Data Management, **Windows Sources**, 1(11), December 1993, pp. 237-268 .
- [Simo74] SIMON, HERBERT A., How Big Is a Chunk?, **Science**, 183(4124), February 8 1974, pp. 482-488 .
- [Smit81] SMITH, SIDNEY L., Exploring Compatibility with Words and Pictures, **Human Factors**, 23(3), June 1981, pp. 305-315.
- [Smit90] SMITH, D. C.; IRBY, C.; KIMBALL, R.; VERPLANCK, B. & HARSLEM, E., Designing the Star User Interface. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), **Human-Computer Interaction**. Hertfordshire, 1990, pp. 183-191.
- [Snee78] SNEERINGER, JAMES, User-Interface Design for Text Editing: A case Study, **Software - Practice and Experience**, 8(5), September/ October 1978, pp. 543-557.
- [Sond82] SONDHEIMER, NORMAN K. & RELLES, NATHAN, Human Factors and User Assistance in Interactive Computing Systems: An Introduction, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics** , SMC-12(2), March/April 1982, pp.102-107.
- [Souz93] SOUZA, CLARISSE S. DE, Regularidade e Generalização em Interfaces Gráficas. In: SIBGRAPI93 - Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, VI, 1993. **Anais**. Recife, 1993, pp. 139-145.
- [Stap93] STAPLES, LORETTA, Representation in Virtual Space: Visual Conventional in the Graphical User Interface. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, pp. 348-354.
- [Ster74] STERLING, THEODOR D., Guidelines for Humanizing Computerized Information Systems: A Report from Stanley House, **Communications of the ACM**, 17(11), November 1974, pp. 609-613.
- [Ster75] STERLING, THEODOR D., Humanizing Computerized Information Systems, **Science**, 190(4220), 19 December 1975, pp. 1168-1172.
- [Ster66] STERNBERG, SAUL, High-Speed Scanning in Human Memory, **Science**, 153(3736), 5 August 1966, pp. 652-654.
- [Such88] SUCHMAN, LUCY, Designing With the User, **ACM Transactions on Information Systems**, 6(2), April 1988, pp. 17-183.
- [Sull91] SULLIVAN, J. W. & TYLER, S. W., **Intelligent User Interfaces**, ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. - Reading, 1991.



- [Swan74] SWANSON, E. BURTON, Management Information Systems: Appreciation and Involvement, *Management Science*, 21(2), October 1974, pp. 179-188.
- [Tang70] TANG, D. T. & LUM, V. Y., Errors Control for Terminals With Human Operators, *IBM Journal of Research and Development*, 14(4), July 1970, pp. 409-425.
- [Taze90] TAZELAAR, JANE M., Advanced Graphics, *Byte*, 15(13), December 1990, p. 250.
- [Teix93] TEIXEIRA, C. A. C. & LININGTON, P. F., Exploiting Interactive Video and Animation in Distributed Environments for the Design of Hypermedia and Graphical User Interfaces. In: SIBGRAPI93 - Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, VI, 1993. *Anais. Recife*, 1993, pp. 213-220.
- [Tess93] TESSLER, FRANKLIN N., The Apple Adjustable Keyboard, *Macworld*, November 1993, pp. 102-105.
- [Tetz91] TETZLAFF, L. & SCHWARTZ, D. R., The Use of Guidelines of Interface Design. In: CHI'91 Conference, 1991. *Proceedings*. New Orleans, 1991, pp. 329-333.
- [Thév93] THÉVENOD-FOSSE, P. & WAESELYNCK, H., STATEMATE Applied to Statistical Software Testing. In: ISSTA - International Symposium on Software Testing and Analysis, 1993. *Proceedings*. Cambridge - MA, 1993, pp. 99-109.
- [Thom81] THOMAS, J. C. & CARROLL, J. M., Human Factors in Communication, *IBM Systems Journal*, 20(2), 1981, pp. 237-263.
- [Thom84] THOMAS, J. C., Organizing for Human Factors. In: Yannis Vassiliou (Ed.), *Human Factors and Interactive Computer Systems*. Norwood, 1984, pp. 29-46.
- [Thom71] THOMPSON, DAVID A., Interface Design for an Interactive Information Retrieval System: A Literature Survey and a Research System Description, *Journal of the American Society for Information Science*, 22(6), November/December 1971, pp. 361-373.
- [Thov91] THOVTRUP, H. & NIELSEN, J., Assessing the Usability of a User Interface Standard. In: CHI'91 Conference, 1991. *Proceedings*. New Orleans, 1991, pp. 335-341.
- [Togn90] TOGNAZZINI, BRUCE, Consistency. In: Brenda Laurel (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface*. Addison-Wesley Publishing Co., Inc., Reading, 1990, pp. 75-77.
- [Tred93] TREDENNICK, N., Computer Science and the Microprocessor, *Dr. Dobb's Journal*, #205, June 1993, pp. 18-32.
- [Trum89] TRUMBLY, J. E. & ARNETT, K. P., Including a User Interface Management System (UIMS) in the Performance Relationship Model, *SIGCHI Bulletin*, 20(4), April 1989, pp. 56-62.



- [Tull81] TULLIS, T. S., An Evaluation of Alphanumeric, Graphic, and Color Information Displays, **Human Factors**, 23(5), 1981, pp. 541-550.
- [Turo78] TUROFF, M. W.; WHITESCARVER, J. L. & HILTZ, S. R., The Human Machine Interface in a Computerized Conferencing Environment. In: IEEE Conference on Interactive Systems, Man and Cybernetics, 1978. **Proceedings**. 1978, pp. 145-157.
- [Udel90] UDELL, JON, Three's the One, **Byte**, 15(6), June 1990, pp. 122-128.
- [Vand58] VANDERBURGH, A., The Lincoln Keyboard - A Typewriter Keyboard Designed for Computers Input Flexibility, **Communications of the ACM**, 1(7), July 1958, pp. 4.
- [Vaug90] VAUGHN, FRANK, Color WYSIWYG Comes of Age, **Byte**, 15(13), December 1990, pp. 275-279.
- [Veno93] VENOLIA, DAN, Facile 3D Direct Manipulation. In: INTERCHI'93 - CHI'93 & INTERACT'93 Conference, 1993. **Proceedings**. Amsterdam, 1993, pp. 31-36.
- [Vert90] VERTELNEY, L.; ARENT, M. & LIEBERMAN, H., Two Disciplines in Search of an Interface: Reflections on a Design Problem. In: Brenda Laurel (Ed.), **The Art of Human-Computer Interface**. Addison-Wesley Publishing Co., Inc.. Reading , 1990, pp. 45-55.
- [Vice92] VICENTE, K. J. & RASMUSSEN, J., Ecological Interface Design: Theoretical Foundations, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, 22(4), July/August 1992, pp. 584-605.
- [Wadl91] WADLOW, M. G.; HAAS, C.; BOYARSKI, D. & CRUMLEY, P. G., Helping the User by Helping the Developer: The Role of Guidelines in a Multimedia, **SIGCHI Bulletin**, 23(1), January 1991, pp. 48-51.
- [Ware92] WARE, C. & KNIGHT, W., Orderable Dimensions of Visual Texture for Data Display: Orientation, Size and Contrast. In: CHI'92 Conference, 1992. **Proceedings**. Monterey, 1992, pp. 203-209.
- [Wass73] WASSERMAN, A. I., The Design of Idiot-Proof Interactive Systems, In: AFIPS Conference, 1973. **Proceedings**. Montvale, 1973, pp. M34-M38.
- [Wass86] WASSERMAN, A. I.; PERCHER, P. A.; SHEWMAKE, D. T. & KERSTEN, M. L., Developing Interactive Information Systems with User Software Engineering Methodology, **IEEE Transactions on Systems Engineering**, 12(2), February 1986, pp. 326-345.
- [Wass90] WASSERMAN, A. I. & SHEWMAKE, D. T., The Role of Prototypes in the User Software Engineering (USE) Methodology. In: Jenny Preece & Laurie Keller (Eds.), **Human-Computer Interaction**. Hertfordshire, 1990, pp. 386-401.
- [Watt84] WATTS, R. A., **Introducing Interactive Computing**. NCC Publications - Londres, 1984.
- [Weis93] WEISFELD, MATT , A Portable User Interface Using *curses*, **The C Users Journal**, 11(4), 1993, pp. 19-37.



- [Well61] WELLS, MARK B., MADCAP: A Scientific Compiler for a Displayed Formula Textbook Language, **Communications of the ACM**, 4(1), January 1961, pp. 31-36.
- [Will71] WILLIAMS, J. H. JR., Functions of a Man-Machine Interactive Information Retrieval System, **Journal of the American Society for Information Science**, 22(5), September/October 1971, pp. 311-317.
- [Will92] WILLIAMS, JOSEPH & CLARK, JON D., The Information Explosion: Fact or Myth?, **IEEE Transactions on Engineering Management**, 39(1), February 1992, pp. 79-84.
- [Wind94] EXIT WINDOWS EXTRA, A World of Useless Dialogs, **Windows Magazine**, 5(4), April 1994, p. 303.
- [Wood92] WOOD, CATHERINE A. & GRAY, PHILIP D., User-Interface - Application Communication in the Chimera User Interface Management System, **Software - Practice and Experience**, 22(1), January 1992, pp. 63-84.
- [Youn88] YOUNG, M.; TAYLOR, R. N. & TROUP, D. B., Software Environment Architectures and User Interface Facilities, **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, 14(6), June 1988, pp. 697-708.
- [Youn89] YOUNG, R. M.; GREEN, T. R. G. & SIMON, T., Programmable User Models for Predictive Evaluation of Interface Designs. In: CHI'89 Conference, 1989. **Proceedings**. Austin, 1989, pp. 15-19.
- [Youn91] YOUNG, ROBERT L., A Dialogue User Interface Architecture. In: J. W. Sullivan & S. W. Tyler (Eds.), **Intelligent User Interface**. W. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. - Reading, 1991.
- [Zijl92] ZIJL, L. VAN., A Tool for Graphical Network Modelling and Analysis, **IEEE Software**, 9(1), January 1992, pp. 47-54.
- [Zloo83] ZLOOF, M. M., The Query-by-Example Concept for User-Oriented Business Systems. In M. E. Sime & M. J. Coombs (Eds.), **Designing for Human-Computer Communication**. Londres, 1983, pp. 23-53.
- [Zwic90] ZWICKER, R. & REINHARD, N., Interfaces Inteligentes: Perspectivas para Novas Formas de Aprendizagem e Uso de Sistemas, **Revista Brasileira de Computação**, 5(3), Janeiro/Março 1990, pp. 17-26.











## VOCÊ E O SITIM

01. Você é:
- Estudante de Graduação
  - Graduado
  - Pós-Graduado
02. De que equipamento você dispõe:
- SITIM-150
  - SITIM-340
03. Com que versão do SITIM você trabalha?
- Versão 2.1
  - Versão 2.2
  - Versão 2.3
04. Com que frequência você costuma usar o SITIM?
- Diariamente
  - 2 a 3 vezes por semana
  - 1 vez por semana
  - 2 a 3 vezes por mês
  - 1 vez por mês
05. Qual a sua experiência com computadores?
- Profissional da área
  - Com experiência anterior
  - Sem experiência anterior
06. A natureza das atividades que você desenvolve com o auxílio do SITIM é de:
- Pesquisa e desenvolvimento
  - Aplicação imediata de utilitários
  - Treinamento e aprendizagem
07. Você já trabalhou com outro sistema de processamento de imagens além do SITIM?
- Sim
  - Não
08. Há quanto tempo você utiliza processamento digital de imagens como ferramenta em sua área de atuação?
- Há mais de 3 anos
  - Há 3 anos
  - Há 2 anos
  - Há menos de 1 ano
09. Você prefere utilizar o SITIM:
- Sozinho
  - Com acompanhamento de um operador