

# Estudo sobre Desenvolvimento de Interfaces: Definição de Técnicas de Classificação e de Avaliação baseadas na Satisfação do Usuário

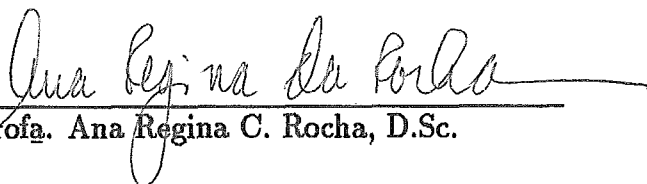
*Rita de Cássia Oliveira Estevam*

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

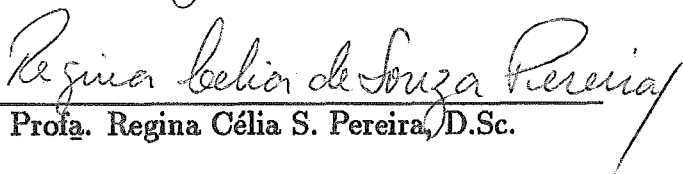
Aprovada por:



Prof<sup>a</sup>. Lídia Micaela Segre, D.Sc.  
(presidente)



Prof<sup>a</sup>. Ana Regina C. Rocha, D.Sc.



Prof<sup>a</sup>. Regina Célia S. Pereira, D.Sc.

**ESTEVAM, RITA DE CÁSSIA OLIVEIRA**

**Estudo sobre Desenvolvimento de Interfaces: Definição de Técnicas de Classificação e de Avaliação baseadas na Satisfação do Usuário**

**[Rio de Janeiro] 1990**

**XIII, 223 p., 29.7 cm, (COPPE/UFRJ, M. Sc., ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO, 1990)**

**TESE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE**

**1 – Sistemas Interativos 2 – Desenvolvimento de Interfaces 3 – Avaliação de Sistemas Interativos**

**I. COPPE/UFRJ II. Título(Série).**

*A meus pais  
Juraci e Alfredo  
(in memoriam)  
ao meu filho Thiago*

# Agradecimentos

‘A professora Lídia M. Segre, orientadora desta tese, pela compreensão e carinho.

Ao engenheiro Alain Bruchacsek, pelas valiosas idéias e indispensável apoio em todas as etapas do trabalho.

‘A Clevi Elena Rapkiewicz, pelo constante incentivo e inúmeras críticas e sugestões.

‘A Patrícia Mendes e Rosangela M. Anjos, pelo auxílio na tradução de inúmeros artigos.

‘A Lineimar P. Martins, pelas diversas formas de colaboração.

Ao professor Marcos Elia, do Instituto de Física, pelo valioso auxílio na interpretação dos dados e resultados estatísticos.

‘A equipe do Laboratório de Estatística do Instituto de Matemática, pelo auxílio técnico.

Ao CNPq, Capes e Fundação Guilherme Guinle, pelo apoio financeiro.

Aos participantes do teste piloto, pelas sugestões.

Aos colegas da COPPE/UFRJ, pela amizade e incentivo.

Aos funcionários da secretária e do laboratório da COPPE/UFRJ/Sistemas e das diversas bibliotecas da Universidade.

'A Dona Maria das Dores Parente e Marlene Roberto Maciel pelo suporte familiar.

Aos membros da Banca Examinadora, pela participação e interesse.

E por último, e de uma forma especial, a todas as pessoas que participaram da pesquisa de campo, mostrando interesse e boa vontade.

Resumo da Tese apresentada à COPPE como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

**Estudo sobre Desenvolvimento de Interfaces:  
Definição de Técnicas de Classificação e de Avaliação baseadas na  
Satisfação do Usuário.**

**Rita de Cássia Oliveira Estevam  
Abril de 1990**

**Orientadora: Lídia Micaela Segre  
Programa: Engenharia de Sistemas e Computação**

Um dos tópicos mais importantes no estudo e análise da introdução de sistemas de computadores em ambientes modernos é sem dúvida o grau de satisfação dos usuários de sistemas interativos. A utilização eficiente e agradável desses sistemas depende do seu grau de adequação às necessidades humanas e às características profissionais de cada área de aplicação.

Neste trabalho é apresentado um estudo sobre o desenvolvimento de interfaces com o usuário, que procura sintetizar de forma hierárquica a fase preliminar do projeto de Interfaces, considerando um enfoque antropocêntrico.

A partir de estudos bibliográficos definiu-se uma lista de aspectos técnicos e de fatores humanos que se relacionam diretamente com a satisfação do usuário. Visando classificar esses aspectos em grau de prioridade elaborou-se a técnica CAIIO (Classificação dos Aspectos da Interface em Intervalos Ótimos). Com base nos resultados da técnica CAIIO foi elaborada uma outra técnica para avaliar sistemas interativos, denominada SUSI (Satisfação dos Usuários de Sistemas Interativos). Nestas técnicas foram utilizados os dados coletados em uma pesquisa de campo realizada em três áreas de aplicações distintas.

Abstract of Thesis presented to COPPE as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.)

**Study of the Development of Interfaces:  
User Satisfaction based Definition of Classification Techniques and Evaluation.**

Rita de Cássia Oliveira Estevam  
April, 1990

Thesis Supervisor: Lúcia Micaela Segre  
Department: Programa de Engenharia de Sistemas e Computação

One of the most important issues in the study and analysis of one usage of computer systems in modern environments is unquestionably the degree of satisfaction of interactive system users. The efficient and pleasant utilisation of such systems depends on how they fit human needs and the professional characteristics of each application area.

In this work we present a study of the development of user interfaces, aiming at synthesizing hierarchically the preliminary phase of an interface design from an human-centered standpoint.

From a study of the bibliography on the topic we have defined a list of technical aspects and human factors directly related to user's satisfaction. With the goal of classifying these aspects on a priority basis, we have formulated a technique called CAIO (Interface Aspect Classification into Optimal Intervals). The results obtained through this technique have then been used to create a technique called SUSI (Satisfaction of Interactive Systems User). We have employed data gathered in a field research spanning three different application areas.

# Índice

<b>I</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
I.1	Objetivos . . . . .	2
I.2	Motivação . . . . .	3
I.3	Disciplinas Envolvidas neste Trabalho . . . . .	4
I.3.1	Informática & Sociedade . . . . .	4
I.3.2	Engenharia de Software . . . . .	5
I.3.3	Estatística . . . . .	5
I.4	Definição de Interface . . . . .	6
I.5	Histórico do desenvolvimento de Interfaces . . . . .	7
I.5.1	Uma Análise da Evolução das Interfaces Homem-Computador. . . . .	8
I.5.2	Evolução técnica das Interfaces Homem-Computador. . . . .	11
I.6	Organização do Trabalho . . . . .	12
<b>II</b>	<b>Diretrizes para Projetos de Interfaces</b>	<b>14</b>
II.1	Introdução. . . . .	14
II.2	Análise e Especificação de Requisitos para Interfaces. . . . .	16
II.2.1	Análise do perfil da comunidade de usuários. . . . .	17
II.2.1.1	Caracterização do Macro-perfil dos Usuários . . . . .	18
II.2.1.2	Caracterização do Micro-perfil dos Usuários . . . . .	19



II.2.2	Análise dos objetivos do sistema . . . . .	23
II.2.2.1	Método para Determinação de Objetivos. . . . .	24
II.2.3	Escolha do Estilo de Interação e dos Dispositivos de Comunicação . . . . .	27
II.2.3.1	Estilos de Interação. . . . .	27
II.2.3.2	Dispositivos de Comunicação. . . . .	30
II.2.3.3	Algumas considerações. . . . .	38
II.2.4	Estratégias de aceitação do produto. . . . .	39
II.2.4.1	Prototipagem. . . . .	39
II.2.4.2	Uma técnica para avaliação de protótipos. . . . .	41
II.3	O Processo de Derivação de Diretrizes a partir de Princípios Psicológicos . . . . .	43
II.3.1	Diretrizes para projeto de tarefas e procedimentos. . . . .	46
II.3.2	Diretrizes para multimídia. . . . .	47
III	Métodos para Desenvolvimento de Sistemas Interativos. . . . .	50
III.1	Uma taxonomia para Modelos de Usuário. . . . .	51
III.1.1	Modelos Conceituais. . . . .	51
III.1.2	Modelos Quantitativos. . . . .	52
III.2	Métodos para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos baseados em Modelos de Usuário. . . . .	53
III.2.1	Método baseado no conhecimento sintático e semântico do usuário. . . . .	53
III.2.2	Método GOMS - 'Goals, Operator, Methods, Selection rules'. . . . .	56
III.2.3	Modelagem de Eventos. . . . .	58
III.2.4	Método baseado em Análise Essencial. . . . .	60
III.2.5	Método USE - 'User Software Engineering'. . . . .	63

**IV CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DA INTERFACE HOMEM-  
COMPUTADOR 67**

IV.1	Levantamento dos aspectos técnicos e de fatores humanos. . . . .	67
IV.2	Descrição dos Aspectos Técnicos. . . . .	69
IV.2.1	Funcionalidade . . . . .	69
IV.2.2	Rentabilidade . . . . .	70
IV.2.3	Rapidez . . . . .	71
IV.2.4	Integridade . . . . .	72
IV.2.5	Indulgência . . . . .	73
IV.2.6	Confiabilidade . . . . .	73
IV.2.7	Completitude . . . . .	74
IV.2.8	Portatibilidade . . . . .	75
IV.2.9	Adaptabilidade . . . . .	75
IV.2.10	Manutenibilidade . . . . .	76
IV.2.11	Documentação . . . . .	76
IV.3	Descrição dos Aspectos de Fatores Humanos. . . . .	77
IV.3.1	Aprendizagem . . . . .	77
IV.3.2	Usabilidade . . . . .	78
IV.3.3	Comunicabilidade . . . . .	78
IV.3.4	Multimodalidade . . . . .	79
IV.3.5	Consistência . . . . .	80
IV.3.6	Universalidade . . . . .	80
IV.3.7	Motivabilidade . . . . .	81
IV.3.8	Condicionalidade . . . . .	82
IV.3.9	Permissividade . . . . .	82

IV.3.10 Criatividade . . . . .	83
IV.3.11 Memorização . . . . .	84
IV.3.12 Salubridade . . . . .	84
IV.3.13 Atenção . . . . .	85
IV.4 Relacionamento dos aspectos com os métodos com as diretrizes. . . .	86
<b>V Metodologia usada na Pesquisa de Campo.</b>	<b>89</b>
V.1 Introdução . . . . .	89
V.2 Hipóteses principais. . . . .	90
V.3 Caracterização das Áreas de Aplicação Pesquisadas . . . . .	91
V.3.1 Área de Desenvolvimento de Software . . . . .	92
V.3.2 Área Administrativa. . . . .	94
V.3.3 Área de Educação. . . . .	96
V.4 Questionário: instrumento de pesquisa. . . . .	98
V.4.1 Elaboração . . . . .	98
V.4.2 Validação . . . . .	99
V.4.3 Aplicação. . . . .	100
V.5 Identificação da População Amostral. . . . .	101
<b>VI Técnica CAIHO - Classificação dos Aspectos da Interface em Intervalos Ótimos</b>	<b>103</b>
VI.1 Apresentação da técnica CAIHO. . . . .	103
VI.1.1 Conceitos estatísticos usados na técnica CAIHO. . . . .	104
VI.1.1.1. Medidas de tendência central. . . . .	104
VI.1.1.2. Distribuição amostral. . . . .	104
VI.1.1.3. Cálculos. . . . .	105

VI.1.2	Definição dos intervalos de classe. . . . .	106
VI.1.3	Crítérios para ordenação dos intervalos. . . . .	108
VI.1.4	Crítérios de desempate . . . . .	108
VI.2	Metodologia usada na Análise dos Dados. . . . .	109
VI.3	CAIIO para área de Desenvolvimento de Software. . . . .	111
VI.3.1	Análise por tempo de experiência. . . . .	114
VI.3.2	Análise por cargos diferentes. . . . .	115
VI.3.3	Recursos que motivam o uso de um sistema . . . . .	117
VI.3.4	Preferência em relação aos Estilos de Interação. . . . .	119
VI.4	CAIIO para área Administrativa . . . . .	120
VI.4.1	Análise por tempo de experiência . . . . .	122
VI.4.2	Análise por cargos diferentes . . . . .	123
VI.4.3	Recursos que motivam o uso de um sistema . . . . .	125
VI.4.4	Preferência em relação aos Estilos de Interação . . . . .	126
VI.5	CAIIO para área de Educação . . . . .	128
VI.5.1	Análise por tempo de experiência . . . . .	130
VI.5.2	Análise por cargos diferentes . . . . .	130
VI.5.3	Recursos que motivam o uso de um sistema . . . . .	132
VI.5.4	Preferência em relação aos Estilos de Interação . . . . .	133
VI.6	Salubridade: levantamento dos problemas nas três áreas . . . . .	134
VI.7	Comparação entre as três áreas pesquisadas. . . . .	137
<b>VII SUSI - Satisfação do Usuário de Sistema Interativo : Técnica de Avaliação</b>		<b>143</b>
VII.1	Introdução. . . . .	143
VII.2	Apresentação da técnica de avaliação SUSI. . . . .	145

VII.3 Avaliação aplicando SUSI . . . . .	147
VII.3.1 Shell (SOX/Cobra) . . . . .	148
VII.3.2 DBASE III/plus . . . . .	153
VII.3.3 Open Access . . . . .	158
VII.3.4 Carta Certa . . . . .	162
VII.3.5 Logo . . . . .	166
<b>VIII CONCLUSÃO</b>	<b>170</b>
VIII.1 Otimização Ergonômica. . . . .	170
VIII.2 Considerações Finais. . . . .	173
VIII.3 Pesquisas Futuras. . . . .	175
Referências Bibliográficas . . . . .	177
Apêndice A: Diretrizes para Projetos de Interfaces . . . . .	187
Apêndice B: Questionário . . . . .	202
Apêndice C: Tabelas de Frequência para SUSI . . . . .	208
Apêndice D: Sistemas Interativos avaliados na pesquisa de campo. . .	213
Apêndice E: Matrizes e Gráficos para Análise Fatorial . . . . .	217

# Lista de Tabelas

III.1 Características dos Modelos de Usuários conforme sua categoria e tipo.	54
IV.1 Características dos Métodos para Desenvolvimento de Sistemas Interativos. . . . .	86
IV.2 Associação entre aspectos e diretrizes do Apêndice A. . . . .	88
V.1 Distribuição da frequência relativa de participação para cada instituição pesquisada. . . . .	102
VI.1 CAHIO para área de Desenvolvimento de Software e valores usados pelos critérios de desempate. . . . .	112
VI.2 Distribuição de frequência dos usuários por tempo de experiência. . .	114
VI.3 Aspectos divergentes entre usuários novatos e experiente da área de Desenvolvimento de Software. . . . .	115
VI.4 Distribuição da frequência de usuários por cargos nas instituições pesquisadas na área de Desenvolvimento de Software. . . . .	116
VI.5 Aspectos divergentes entre Projetistas e Analistas. . . . .	116
VI.6 Distribuição dos recursos motivacionais para usuários da área de Desenvolvimento de Software. . . . .	118
VI.7 Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área de Desenvolvimento de Software. . . . .	119
VI.8 CAHIO para área Administrativa e valores usados pelos critérios de desempate. . . . .	121
VI.9 Distribuição de frequência dos usuários por tempo de experiência. . .	122

VI.10. Aspectos divergentes entre usuários novatos e experientes da área Administrativa. . . . .	123
VI.11. Distribuição da frequência de usuários por cargos nas instituições pesquisadas na área Administrativa. . . . .	124
VI.12. Aspectos divergentes entre Assist. administrativos e Analista de sistemas ou Programadores. . . . .	125
VI.13. Distribuição dos recursos motivacionais para área Administrativa. .	126
VI.14. Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área Administrativa. . . . .	127
VI.15. CAIO para área Educacional e valores usados como critérios de desempate. . . . .	128
VI.16. Distribuição de frequência dos usuários por tempo de experiência. .	130
VI.17. Distribuição da frequência de usuários por cargo nas instituições pesquisadas na área de Educação. . . . .	131
VI.18. Aspectos divergentes entre Facilitadores de Logo e Professores/Assistentes de pesquisa educacional. . . . .	131
VI.19. Aspectos divergentes entre Assistentes de pesquisa educacional e Professores/Facilitadores de Logo. . . . .	131
VI.20. Distribuição dos recursos motivacionais para área de Educação. . . .	132
VI.21. Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área de Educação. . . . .	133
VI.22. Distribuição dos problemas de saúde relacionados nas três áreas pesquisadas. . . . .	135
VI.23. Comparação entre as três áreas em relação as prioridades e os intervalos Ótimo dos aspectos. . . . .	137
VI.24. Medidas de tendência central ( $m_1$ - moda, $m_2$ - média, $m_3$ - mediana) por aspecto para as áreas pesquisadas. . . . .	140
VII.1. Associação entre conceito e intervalo para Shell (SOX) conforme SUSI. . . . .	151
VII.2. Associação entre conceito e intervalo para DBase III/plus conforme SUSI. . . . .	156

VII.3. Associação entre conceito e intervalo para Open Acees conforme SUSI. . . . .	160
VII.4. Associação entre conceito e intervalo para Carta Certa conforme SUSI. . . . .	164
VII.5. Associação entre conceito e intervalo para Logo conforme SUSI. . .	168



# Lista de Figuras

I.1	Evolução de sete gerações de sistemas de computadores, através das fases de desenvolvimento e assimilação dos avanços técnicos. . . . .	9
I.2	Desenvolvimento da interação homem-computador através de sete gerações. . . . .	10
II.1	Uma sugestão para levantamento do perfil de usuários de sistemas interativos. . . . .	21
II.2	Esquema do processo de derivação dos princípios da psicologia cognitiva. . . . .	44
III.1	Diagrama de transição para sistema gerenciador de terminais. . . . .	60
VI.1	Visualização esquemática do perfil das três áreas pesquisadas. . . . .	142
VII.1	Perfil Shell (SUSI) versus Perfil padrão para área de Desenvolvimento de Software (CAIO). . . . .	152
VII.2	Perfil do DBase III/plus (SUSI) versus Perfil padrão da área Administrativa (CAIO). . . . .	157
VII.3	Perfil do Open Access (SUSI) versus Perfil padrão para área Administrativa (CAIO). . . . .	161
VII.4	Perfil Carta Certa (SUSI) versus Perfil padrão para área Administrativa (CAIO). . . . .	165
VII.5	Perfil do Logo (SUSI) versus Perfil padrão para área da Educação (CAIO). . . . .	169
VIII.1	Esquema Fatores Humanos suporte para Técnica. . . . .	174

# Capítulo I

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um produto de software que irá interagir diretamente com o usuário é uma tarefa que requer de seus projetistas uma sensibilidade minuciosa dos diversos aspectos envolvidos e relevantes a cada área de aplicação. O levantamento e pesquisa desses aspectos deve preceder a fase de projeto do sistema, quando se está arrecadando dados para a especificação dos requisitos da interface e dos requisitos funcionais do sistema [1].

Normalmente, nos projetos de sistemas interativos, tem-se como meta primordial a maximização das funções técnicas do sistema e a valorização dos fatores humanos da interface com o usuário. A obtenção desses dois objetivos é que garante uma boa aceitação do produto no mercado consumidor [2].

O desempenho do sistema e do usuário versus satisfação do usuário é um dos conflitos geralmente vividos pelos projetistas de sistemas interativos que carecem de parâmetros classificatórios que os orientem a resultados convergentes. O desempenho de um sistema não depende exclusivamente da interface com o usuário, envolvendo todo o conjunto de software e hardware fornecidos. Já a satisfação do usuário está intimamente relacionada com a interface do sistema [3]. O enfoque central deste trabalho é destinado à análise dos fatores humanos essenciais à concepção de uma interface amigável, mas inclui também os aspectos técnicos que influenciam no desempenho e satisfação dos usuários de sistemas interativos.

Estudos, em muitas partes do mundo, estão em andamento procurando estabelecer métricas relacionadas ao tempo de resposta do homem em processos de recepção, processamento e armazenamento da informação, tomadas de decisão, reconhecimento correto de sinais e outros, quando em contato com diferentes tipos de interfaces de computador [2]. Para avaliar a satisfação subjetiva dos usuários de sistemas interativos, utiliza-se, principalmente, o método de entrevistas e questionários. Conta-se também com a estatística de ocorrências de problemas de saúde ocasionados pelo uso freqüente de uma determinada interface.

O intenso desenvolvimento das técnicas de computação e interação e seu amplo domínio na solução de diferentes problemas da vida profissional, doméstica e de lazer do homem moderno determinam a importância e o caráter atual desses estudos e do estudo proposto neste trabalho.

Cada vez mais os microcomputadores são operados por pessoas não especializadas, que necessitam de interfaces fáceis de usar e que correspondam adequadamente às suas necessidades.

O paradoxo entre a experiência e habilidades dos usuários e as características profissionais da sua área de atuação centraliza o interesse deste trabalho em promover pesquisas e experimentos que venham a ampliar o conhecimento sobre estes aspectos.

## I.1 Objetivos

Este trabalho visa ampliar, nos sistemas interativos homem-computador, o enfoque antropocêntrico onde o homem seja visto como o sujeito da interação e o computador como seu instrumento de trabalho. Abolindo, dessa forma, o comportamento 'governado pelo computador', para tentar substituí-lo por um 'comportamento orientado pelo computador'.

Esse objetivo foi inspirado por uma das definições de qualidade de software que diz: 'Qualidade de software é o conjunto de propriedades a serem satisfeitas em determinado grau, de modo que o software satisfaça as necessidades de seus usuários' [1].

Para se poder determinar esse grau de satisfação primeiramente é necessário definir-se o conjunto das propriedades do software. Segundo Richard Fairley [4], este conjunto possui elementos fundamentais que devem estar presente em todo software de qualidade, mas sua importância varia de acordo com as particularidades de cada área de aplicação.

Este trabalho define primeiramente, um conjunto básico de características, do ponto de vista da satisfação do usuário, que contribue para qualidade de sistemas interativos. Apresenta uma classificação para estas características levando em consideração seu grau de importância, dado pelo usuário, em cada área de aplicação. Fornece, também, uma maneira para avaliar sistemas interativos que considera os preceitos desta classificação.

Consideramos que esses resultados poderão repercutir positivamente nas futuras condições de trabalho, através do desenvolvimento de sistemas interativos mais adequados às características de seus usuários.

Este conjunto de características de qualidade foi gerado a partir da

revisão da literatura, enquanto que o grau de importância dado a estas características foi extraído de uma pesquisa de campo; pesquisa esta realizada com usuários de sistemas interativos em três áreas de aplicação, a saber:

- Desenvolvimento de Software
- Educação
- Administrativa

O principal objetivo é fornecer subsídios aos projetistas de interfaces de sistemas interativos que os auxiliem a elaborar seus produtos de modo a conciliarem, com êxito, os diversos aspectos relacionados ao desempenho e a satisfação do usuário final.

Este objetivo será concretizado através da 'Estação de Trabalho para Engenheiros de Software - TABA' (projeto em desenvolvimento na COPPE/ UFRJ) [5]. Nesta Estação de Trabalho serão definidos e configurados Ambientes de Desenvolvimento de Software (ADS) para diferentes áreas de aplicação. Os ADSs para sistemas interativos deverão auxiliar na geração de sistemas onde se valorizem os aspectos de caráter humano juntamente com os aspectos técnicos.

Espera-se que as novas gerações de interfaces para sistemas interativos sejam mais ergonômicas. Para isto, os dados aqui levantados farão parte da base de conhecimentos desta Estação de Trabalho. É também nosso objetivo fazer uma avaliação dos sistemas interativos que estão sendo mais usados nas áreas de aplicação mencionadas acima.

## I.2 Motivação

O estado da arte dos processos de comunicação entre homem e computador, vem atingindo novos níveis de conhecimento e importância, principalmente nos últimos anos [6].

A interface homem-computador antes negligenciada devido a um maior interesse nas áreas de Sistemas Operacionais, Dispositivos de Armazenamento, de Entrada e Saída, etc., ganhou destaque na quinta geração de computadores, período que vai de 1980 a 1987, e espera-se grandes evoluções nesta área para as próximas gerações de computadores.

Esta tendência pode ser observada pela frequência de referências sobre interação homem-computador na literatura atual, pela crescente e conferências

especializadas e pelo grande número de sessões sobre o assunto em conferências não especializadas [6].

Equipes de pesquisadores nesta área em todo mundo buscam consolidar os conceitos básicos deste novo ramo da computação. Ganhou-se com isso alguns sistemas agradáveis ao uso como por exemplo o Star da Xerox (1981), o Macintosh da Apple (1984) e outros. Mas as soluções para os inúmeros problemas da interação homem-computador não foram ainda totalmente esclarecidas [7].

O fato de não se ter ainda definido com clareza as características de qualidade desejáveis pelos usuários de sistemas interativos, bem como a maneira mais apropriada de medi-las [58], motivou esta tentativa de elucidar este assunto, tão importante para as futuras condições de trabalho da maioria da população, pois, com o advento dos microcomputadores, a informática deixa de ser domínio de poucos.

Na proposta de desenvolvimento de uma Estação de Trabalho para Engenheiros de Software não poderia faltar uma abordagem deste gênero, que viesse a auxiliar seus usuários no desenho e concepção de suas interfaces, pois a interface com o usuário apresenta os produtos de software, sendo o primeiro passo para sua aceitação e sucesso.

O fator de maior importância nas pesquisas de quinta geração de computadores é sem dúvida o conhecimento do significado dos fatores humanos na interação homem-computador. Este conhecimento deverá ser incorporado aos sistemas de computadores de sexta geração [6]. Isto é sem dúvida um grande estímulo para centralizar esforços na busca deste conhecimento.

## **1.3 Disciplinas Envolvidas neste Trabalho**

Este trabalho envolve três disciplinas que o motivaram e que o orientam, dando-lhe um caráter de multidisciplinaridade. Estas disciplinas são:

- Informática & Sociedade
- Engenharia de Software
- Estatística

### **1.3.1 Informática & Sociedade**

Ramo do conhecimento preocupado em acompanhar o processo de informatização e automação da sociedade, avaliando seus impactos sociais, políticos e econômicos.

Seu objetivo é conscientizar particularmente os profissionais da área de Informática, levando-os a um questionamento sobre o tipo de trabalho que eles desenvolvem e sobre seu uso e aplicação.

Esta disciplina propõe também promover uma participação, a mais ampla possível, da sociedade sobre a definição de prioridades e ritmo para o processo de informatização da sociedade, a fim de evitar os efeitos negativos e explorar ao máximo os efeitos positivos. Buscando soluções para os problemas detectados pelo uso e abuso das novas tecnologias da informação. É uma disciplina de caráter social e técnico.

Esta linha de pesquisa da COPPE/UFRJ deu origem a este trabalho, que almeja contribuir para melhoria da vida da sociedade através da construção de interfaces que levem em conta as necessidades humanas, que sejam menos agressivas e que não venham a intervir negativamente na rotina das pessoas, assegurando-lhes saúde física e mental.

### **1.3.2 Engenharia de Software**

Ramo do conhecimento preocupado em aprimorar a qualidade dos produtos de software. Procura para isto, estabelecer critérios que aumentem a produtividade, o desempenho e a satisfação dos profissionais da área de Desenvolvimento de Software. Enfatiza a produção e manutenção sistemática dos produtos de software. É uma disciplina de caráter técnico e gerencial [4].

O estudo de metodologias orientadas à Análise e Especificação de sistemas faz parte as pesquisas em Engenharia de Software. Cada metodologia deve especificar a seqüência de atividades a serem desenvolvidas durante o projeto de sistemas, o produto de cada fase e os controles administrativos que devem ser aplicados em cada fase do projeto. Ferramentas automatizadas para apoiar o emprego desses métodos estão sendo implementadas, visando auxiliar na especificação do software, no projeto e elaboração do código fonte e na fase de testes. Logo, os conceitos dessa disciplina se aplicam aos interesses deste trabalho, embora não se pretenda apresentar a formalização rigorosa de nenhum método ou metodologia de desenvolvimento.

### **1.3.3 Estatística**

Disciplina técnica, que utiliza conhecimentos específicos, principalmente da Matemática Superior, para estudar os fenômenos econômicos, sociais ou científicos da coletividade. A Estatística pode ser identificada por duas características essenciais: a universalidade do campo de ação e a especificidade dos objetivos [10].

A universalidade do campo de ação é devido à sua atuação em qualquer ramo da ciência em que se estudem, através de pesquisas de campo, fenômenos passíveis de serem medidos e de serem calculados quanto às suas probabilidades. Esta disciplina é um instrumento de trabalho indispensável em muitas atividades econômicas, administrativas, sociais, tecnológicas e outras, onde se façam necessário o conhecimento agrupado de informações. A especificidade dos objetivos, refere-se a finalidade em utilizar-se este instrumento para o planejamento de decisões racionais.

Neste trabalho, a Estatística será utilizada como instrumento de apoio, que permitirá estudar agrupadamente os dados levantados na pesquisa de campo, possibilitando a organização, descrição, análise e interpretação destes dados.

## 1.4 Definição de Interface

Dentre muitas definições, a que parece ser mais adequada aos propósitos deste trabalho é a de que 'Interface é a porção do software e do hardware, que constrói uma ponte sobre o espaço entre o programa do computador e os olhos, ouvidos e cérebro do usuário' [11]. Esta porção utiliza-se não só dos conhecimentos de eletrônica e de informática, mas também dos conhecimentos de ergonomia, psicologia cognitiva e comunicação, ciências de caráter fundamentalmente humano.

Na ergonomia encontramos suporte para cuidar da saúde, conforto e eficiência no uso do composto hardware e software [12]. Aqui vamos apenas nos deter no que se denomina ergonomia de software e que deu origem às interfaces amigáveis, enfatizando que o que é mais importante não é o que se oferece mas sim como se oferece. Simplicidade, facilidade, praticidade, legibilidade são alguns dos preceitos desse tipo de interfaces.

A psicologia cognitiva está preocupada em arrecadar informações sobre o processamento humano de recepção, assimilação e resposta a estímulos tecnológicos [13]. A incorporação das descobertas desta ciência no processo de desenvolvimento de interfaces, é fundamental para se conseguir sistemas altamente adaptados às condições humanas em trabalhos automatizados.

É a interface que suporta o diálogo entre o usuário e a máquina, logo é na comunicação que se deve buscar a teoria necessária à aprimoração deste diálogo. A lingüística nos oferece as ferramentas necessárias para elaborarmos diálogos agradáveis, compreensíveis e coerentes aos propósitos de cada função a ser ativada pela vontade do usuário.

Segundo uma publicação da Apple Computer, Inc. [14], 'Uma interface é a soma de todas as comunicações entre o computador e o usuário. É ela que apresenta informações ao usuário e recebe informações dele'.

A utilização de recursos ergonômicos, psicológicos e lingüísticos é importante para aumentar a satisfação dos usuários, já que para grande parte deles a interface é o sistema, sendo o restante considerado uma caixa preta. Um estudo citado por Paul Hacker [15] conclui que a interface com o usuário é três vezes mais importante para o sucesso de um produto do que sua estrutura interna [2].

A interface tradicional, ou seja, a linguagem de comandos vem sendo gradativamente substituída por novas e sofisticadas técnicas de interação tais como: representação por ícones, seleção por menus, janelas, manipulação direta e outras que estão sendo comercializadas principalmente em microcomputadores e cujas vantagens têm sido amplamente discutidas. Grandes esforços têm sido dispendidos na aprimoração da interface em linguagem natural.

Neste trabalho foram considerados alguns conceitos ligados a estas áreas, mas dentro de um enfoque centrado nas disciplinas citadas no item 1.3.

A utilização dessas técnicas de interação abre campo ao uso generalizado dos computadores em praticamente todos os ramos da sociedade. Com o advento dos microcomputadores, observa-se uma ampliação considerável na faixa de usuários com necessidades bem diversificadas, provocando em conseqüência um aumento na demanda de sistemas interativos [58]. Por estas razões precisamos inserir no projeto desses sistemas conceitos de fatores humanos.

Sistemas interativos atuam no ambiente externo e suas ações são continuamente realimentadas pelas reações geradas neste ambiente [16]. Este processo contínuo deve ser controlado pela interface que é o módulo de interação do sistema com o mundo exterior.

## 1.5 Histórico do desenvolvimento de Interfaces

O crescimento e desenvolvimento da indústria de computadores parece estar numa ascensão exponencial sem fim. Há apenas 46 anos, não havia computadores no sentido moderno. Eram máquinas grandes e desajeitadas constituídas basicamente por válvulas eletrônicas [13]. São os chamados computadores de primeira geração, como por exemplo o ENIAC ('Electronic Numeral Interpreter and Calculator') que foi desenvolvido por uma equipe de professores da Universidade da Pensilvânia, de 1943 a 1946 para o Laboratório de Pesquisa Balística do Exército americano [10].

Estes sistemas eram extremamente limitados em potencialidade e uma qualificação acadêmica em engenharia elétrica era o requisito mais relevante para manter uma interação com essas máquinas. Não havia tecnologias de armazenamento; entradas e saídas eram feitas literalmente com chaves de controle e 'plugues'. Estas máquinas só deixaram de ser dedicadas quando John Von Neumann introduziu o conceito de 'programas armazenados'. Desde então as inovações



aconteceram rapidamente. A invenção do transistor por William Shockley revolucionou a indústria em 1954, dando origem a segunda geração de computadores. Mas somente com o advento do circuito integrado, na década de 60 se possibilitou a disseminação dos computadores a um baixo custo em diversos ramos da sociedade. Esses computadores da terceira geração diferenciavam-se também por possuírem meios de armazenamento poderosos, o que possibilitou o desenvolvimento da área de software.

É interessante conhecer um sumário do desenvolvimento histórico e técnico da interação homem-computador, baseado no trabalho de Brian R. Gaines e Mildred L. G. Shaw [6], mostrado a seguir.

### **1.5.1 Uma Análise da Evolução das Interfaces Homem-Computador.**

Para os autores citados acima a transição de uma geração de computadores para outra caracteriza-se pelo surgimento de um avanço criativo no campo da computação que muda o enfoque anteriormente preponderante.

A escalada tecnológica da sociedade se realiza através do aprendizado e aquisição de conhecimentos sobre o aprimoramento dos computadores e vem obedecendo a um intervalo constante de aproximadamente oito anos. Desde 1940 ocorrem rupturas técnicas que possibilitam o desenvolvimento das gerações de computadores.

Ainda segundo Brian e Mildred, cada um desses avanços técnicos percorre um caminho evolutivo que vai desde sua concepção até o seu conhecimento pleno e uso rotineiro. Estas etapas foram denominadas:

- C - período de Concepção: ruptura de geração com a ocorrência de um avanço criativo.
- R - período de Replicação: período onde ganha-se experiência com os efeitos da ruptura (mudança).
- E - período Empírico: período da formulação de regras de projeto com base na experiência.
- T - período Teórico: período da formulação de teorias e testes.
- A - período de Automação: período onde as teorias predizem experiências e geram regras.
- M - período de Maturidade: período onde as teorias são assimiladas e usadas rotineiramente.

Sistemas de Atividade Autônoma						C	R	
Sistemas de Inferência Indutiva						C	R	E
Sistemas Baseados no Conhecimento					C	R	E	T
Interação Homem-Computador			C	R	E	T	A	M
Linguagens Orientadas a Problemas		C	R	E	T	A	M	
Arquitetura da Máquina Virtual	C	R	E	T	A	M		
Tecnologia de Dispositivos Eletrônicos	C	R	E	T	A	M		
<b>GERAÇÃO</b>	0	1	2	3	4	5	6	
	1	1	1	1	1	1	1	
	9	9	9	9	9	9	9	
	1	1	5	6	7	8	8	
	0	8	6	4	2	0	8	

Figura I.1: Evolução de sete gerações de sistemas de computadores, através das fases de desenvolvimento e assimilação dos avanços técnicos [6].

Baseado nestes conceitos os autores montaram o quadro ilustrado pela Figura I.1, sobre a evolução dos sistemas de computadores através de sete gerações.

Os autores montaram outro quadro com as evoluções, através das sete gerações definidas, do software e hardware de forma geral, da área de inteligência artificial e das interfaces homem-computador, expondo uma série de eventos significativos. É apresentada aqui uma versão resumida sobre a última parte que é a área de interesse deste trabalho (Figura I.2).

O ponto de partida da introdução de fatores humanos na programação foi realizado por Mauchly quando em 1947 discutiu a importância das facilidades no uso de subrotinas na programação EDVAC. 'Qualquer máquina que codifica sistemas será julgada do ponto de vista de quão facilmente é para o operador obter resultados'[17].

A substituição de máquinas reais por máquinas virtuais originou o avanço da comunicação homem-máquina através da utilização de linguagens de programação de segunda geração (IPL V, LISP 1.5, FORTRAN, ALGOL, COBOL). Considerações ergonômicas sobre consoles [18] e a introdução de sistemas de time-sharing (sistema MIT MAC/1963, sistemas RAND JKOSS/1963-6194, sistema BASIC/1964) fizeram das técnicas de interação o fator criativo que caracterizou a transição da segunda para terceira geração, onde os fatores humanos tinham papel significativo nos estudos sobre interfaces.

A consolidação da importância dos estudos relacionados à interfaces pode ser observada durante a terceira geração, com o evento da primeira conferência

<b>GERAÇÃO</b>	<b>ESTADO DA INTERAÇÃO HOMEM-COMPUTADOR</b>
<b>ZERO</b>	O usuário é o projetista.
1940 - 1947	<i>Avaliado pela facilidade de uso.</i>
<b>PRIMEIRA</b>	Predominância da máquina
1948 - 1955	<i>O usuário se adapta à máquina.</i>
<b>SEGUNDA</b>	Ergonomia
1956 - 1963	Consoles ergonômicos, linguagem de controle de 'job', Simuladores, gráficos, CTSS, MAC, JOSS, BASIC <i>Salto qualitativo no projeto da interface</i>
<b>TERCEIRA</b>	Experiências Interativas nos Estudos Homem-Máquina
1964 - 1971	Serviços de 'time-sharing', Terminais interativos Síntese da fala, TSS360, APL/360, UNIX (Shell)
<b>QUARTA</b>	Regras para Projetos da Interação Homem-Computador
1972 - 1979	computação pessoal, regras de diálogos, LUNAR, ROBOT, LIFER, serviços de vídeo texto, Altair & Apple PC's, Visicalc
<b>QUINTA</b>	Princípios sistêmicos naturais para o usuário.
1980 - 1987	Star (Xerox), PC (IBM), Macintosh (Apple), vídeo disco, protocolo humano, KLONE-ED, INDIS, KLAUS, ARGOT, HAM-ANS
<b>SEXTA</b>	Projeto Automatizado para interação cognitiva
1988 - 1995	Sistema multimodal integrado, Detecção de emoções

Figura 1.2: Desenvolvimento da interação homem-computador através de sete gerações [6].

sobre Interação Homem - Computador (IHC) '*Scientific Computing Symposium on Man-Machine Communication*' realizado em Yorktown Heights em Maio de 1965 [19]. As sessões cobriam os seguintes temas: solução de problemas científicos, interfaces homem-computador, comunicação e linguagens, novas áreas de aplicação e interação homem-máquina em laboratório .

Foi no início da quarta geração que Martin [20] lançou o primeiro livro dedicado a IHC onde ele enfatiza a função crítica que os fatores humanos desempenham na utilidade de sistemas computadorizados. Despertou-se também o interesse pela psicologia experimental na IHC com a publicação de Sime, Green e Guest [21] em 1973. Em 1974 Walter e O'Neil [22] frisaram os inúmeros problemas vividos por usuários não especialistas na utilização de IHC ruína.

Os termos 'uso-amigável' e 'fácil de usar' começaram a ser inseridos como aspecto relevante na comercialização de sistemas de computadores desde a quinta geração de computadores.

## 1.5.2 Evolução técnica das Interfaces Homem-Computador.

A interface realiza a comunicação entre duas espécies distintas, o computador e o homem. Cada qual interage melhor com sua linguagem própria ou seja, respectivamente linguagem de máquina e linguagem natural. O caminho evolutivo entre estas duas linguagens fornece estilos de interação que tentam simplesmente, tornar a comunicação mais fácil e agradável para o homem.

A linguagem de máquina e o Assembler são estilos de interação obsoletos, pois exigem um treinamento muito demorado, são difíceis de programar e geram uma grande incidência de erros. Mas ainda são usadas em alguns casos, como por exemplo quando se tem necessidade de processamento muito rápido ou quando se precisa acessar funções a nível de hardware. Estes tipos de interação com o computador só podem ser realizados por usuários especialistas, que dispõem de conhecimentos sobre a arquitetura dos computadores. Estas linguagens foram usadas principalmente nas primeiras gerações de computadores em aplicações de controle numérico, de física e de auxílio a navegação [6].

As Linguagens de comandos da segunda geração de computadores, conhecidas como linguagens de programação de alto nível, (FORTRAN/1957, ALGOL/1960, COBOL/1960) surgiram para facilitar a programação de sistemas voltados para as aplicações bancárias, comerciais e científicas em ambientes não interativos. Ainda nesta geração iniciaram-se projetos de linguagens interativas (APL/1960, LISP/1962, BASIC/1964) que dinamizaram o conceito de programação pois eram digitadas online, interpretadas e executadas imediatamente. Com o surgimento dos terminais interativos na terceira geração de computadores houve um avanço significativo nas linguagens de comandos, que passaram a orientar diretamente ações do

sistema operacional (APL/360 , shell/UNIX). Este estilo de interação ainda é amplamente usado nos dias de hoje e vem sendo aprimorado constantemente (ALGOL/68, PASCAL/71, C/74, PASCAL concorrente/75, ADA/79).

A interação gráfica vem sendo utilizada desde a quarta geração de computadores em aplicações espaciais, controle de tráfico aéreo, editores de texto e videogames. O primeiro exemplo de um programa que utilizou este estilo de interação é o Visicalc da Visicorp para cálculos administrativos complexos [6].

Com o avanço das técnicas de inteligência artificial e dos dispositivos de entrada e saída verbais, a interação em linguagem natural falada vem sendo amplamente usada em sistemas especialistas que interagem com usuários sem qualquer experiência em computação. Um exemplo desta utilização é o sistema INTELLECT para acesso a Banco de Dados, desenvolvido por Larry Harris da Artificial Intelligence Corporation.

## I.6 Organização do Trabalho

Este trabalho é composto de oito capítulos e cinco apêndices descritos a seguir.

Após terem-se tecido, no capítulo I, considerações gerais sobre o tema a ser desenvolvido neste trabalho, é apresentada no capítulo II uma proposta de atividades preliminares ao projeto de sistemas interativos. Também neste capítulo são feitas algumas considerações sobre o uso de princípios de psicologia cognitiva para o projeto de interfaces.

No capítulo III é apresentada uma taxonomia para Modelos de Usuários e alguns métodos para desenvolvimento de sistemas interativos que se enquadram nesta categoria.

No capítulo IV é apresentado um conjunto de características consideradas importantes para a satisfação dos usuários de sistemas interativos e suas respectivas definições.

No capítulo V é exposta a metodologia empregada na pesquisa de campo realizada para concretização dos objetivos deste trabalho.

O capítulo VI apresenta a análise dos dados coletados na pesquisa de campo, segundo o critério proposto por este trabalho.

O capítulo VII mostra as avaliações de alguns sistemas interativos, bem como o método utilizado para estas avaliações.

Finalmente no capítulo VIII é feita a análise do relacionamento exis-

tente entre as características definidas no capítulo IV. São propostos também futuros trabalhos nesta mesma linha de pesquisa.

Sob a forma de anexos são apresentadas algumas 'Diretrizes para projetos de interfaces' (*Apêndice A*), a versão final do questionário aplicado na pesquisa de campo (*Apêndice B*), as tabelas com as freqüências dos conceitos obtidos na avaliação dos sistemas interativos pesquisados (*Apêndice C*), a lista de todos os sistemas interativos que foram avaliados na pesquisa de campo com respectivos índices de participação (*Apêndice D*) e por último as matrizes e respectivos gráficos gerados para análise fatorial dos dados da pesquisa de campo (*Apêndice E*).

## Capítulo II

# Diretrizes para Projetos de Interfaces

### II.1 Introdução.

Alguns autores, entre eles o pesquisador Robert C. Williges [23], definem as seguintes fases para o ciclo de vida de projetos de sistemas computadorizados:

- Análise e Especificação de requisitos.
- Especificação do projeto.
- Desenvolvimento e testes.
- Manutenção.

A grande maioria das interfaces tradicionais foram elaboradas conjuntamente com o resto do sistema, passando por estas mesmas fases. Novas abordagens para projetos de sistemas interativos estão mais orientadas ao usuário e envolvem procedimentos interativos que incorporam avaliações pelos próprios usuários. Para o projeto de interfaces é essencial o conhecimento prévio de sistemas de computadores, do contexto da tarefa e das características do usuário final [23].

Segundo Gould e Lewis [24] dois conceitos necessitam ser considerados no desenvolvimento de sistemas interativos:

- focalizar antecipadamente os usuários, e,
- criar uma medida empírica para aprendizado e usabilidade.

Embora estes conceitos pareçam familiares para especialistas em ergonomia, resultados da pesquisa conduzida pelos autores citados anteriormente com 447 projetistas de sistemas interativos mostraram pouco conhecimento sobre eles e pouco acordo sobre como utilizá-los em seus projetos.

Segundo Foley [25], para se obter interfaces que não degradem o desempenho dos usuários, isto é, não sejam desagradáveis, difíceis de aprender e de usar e não sejam nocivas, é preciso estruturar e sistematizar as diretrizes oriundas da experiência de implementações de sistemas interativos, da avaliação das várias técnicas e estilos de interação e das pesquisas em fatores humanos. Para isso, Foley sugere a seguinte abordagem 'top-down' para projetos de interface:

1. Pré-projeto: análise da área de aplicação, análise das tarefas, análise das características dos usuários, análise da apresentação das funcionalidades ao usuário.
2. Projeto: Definição da linguagem de interação utilizando o método de quatro níveis (Conceitual, Semântico, Sintático e Léxico).
3. Revisão do projeto: avaliar a consistência do projeto, permitindo que a equipe do projeto estude, discuta e critique as alternativas do projeto, antes que maiores gastos sejam dispendidos.
4. Implementação: construção real da interface utilizando a implementação em camadas conforme os níveis de abstração (Semântico, Sintático e Léxico).
5. Ajuste-Fino: consiste dos testes de controle de qualidade e de aceitação por parte dos usuários.

Segundo Isaac [26], as diretrizes para projetos de interface dependem do conhecimento das características e dos objetivos das áreas de aplicação e das necessidades do usuário final. Também, segundo o mesmo autor, não existem ainda modelos suficientemente detalhados para garantir tais propósitos. Esses modelos deveriam levar em conta a combinação dos seguintes atributos: ser computacionalmente realizáveis, estar baseados em experiências anteriores, ser psicologicamente adequados e sensíveis à aplicação.

Também Williges e Elkerton [23], numa tentativa de formalizar o processo filosófico relacionado ao projeto de interfaces, subdividiram este processo em três estágios para o desenvolvimento de sistemas interativos:

- Estágio 1 - estágio inicial do projeto; o software da interface é especificado em termos dos objetivos do projeto, análise das tarefas e funções, entradas do usuário, diretrizes do projeto, 'walk-through' estruturado.



- Estágio 2 - estágio de avaliação formativa; a interface é avaliada através de processos interativos com o usuário, usando-se prototipagem rápida, procedimentos para sua redefinição pelo próprio usuário e testes para sua aceitação.
- Estágio 3 - estágio de avaliação conclusiva; a interface operacional é avaliada por uma banca de marketing, usando-se procedimentos de experimentação formal. Os resultados desta avaliação serão adicionados a base de dados do estágio 1 formando as diretrizes ergonômicas para futuros projetos de interfaces.

A partir das idéias apresentadas acima quer-se destacar que, para o projeto de interfaces, é conveniente, por uma lado, focalizar o usuário considerando suas necessidades e características profissionais e pessoais, e pelo outro, projetar separadamente a interface do resto do sistema. Uma das propostas deste trabalho é implementar estes dois requisitos na fase inicial do ciclo de vida referido anteriormente. Esta proposta será detalhada nas próximas seções.

Ainda dentro deste capítulo, destacar-se-á oportunamente a técnica de geração de diretrizes, que desempenham o papel de guia (lembretes) para os projetistas de interfaces. Estas diretrizes foram elaboradas levando em consideração experiências adquiridas por projetistas de interfaces passadas.

## II.2 Análise e Especificação de Requisitos para Interfaces.

Com base nas idéias anteriores, procurou-se sintetizar a fase de Análise e Especificação de requisitos para interfaces com o usuário em quatro níveis hierárquicos:

- Análise do perfil da comunidade de usuários
- Análise dos objetivos do sistema
- Escolha do estilo de interação e dos dispositivos de comunicação
- Estratégias de aceitação do produto

Dentro de cada nível, são apresentadas sugestões que poderão auxiliar os projetistas de interfaces a determinarem e a incluírem os aspectos técnicos e de fatores humanos referentes aquele nível, minimizando também as possibilidades de alterações do produto nas fases subseqüentes do seu ciclo de vida.

Após o término desta fase, os responsáveis pelo projeto poderão escolher o melhor caminho para dar continuidade ao processo de desenvolvimento do sistema usando um método tradicional, aperfeiçoando um protótipo, ou até mesmo, abandonando o projeto (quando os benefícios não são compatíveis com os gastos).

## II.2.1 Análise do perfil da comunidade de usuários.

Esta análise aplica os preceitos da psicologia cognitiva, área da psicologia que está especialmente preocupada com o processamento e recepção das informações pelo homem, estudando os processos de memorização e de aprendizagem [13]. Esta área relaciona as pesquisas sobre a mente humana com teorias da comunicação, da informação e da computação.

Um sistema deve ser adaptável ao tipo físico, emocional e intelectual das pessoas a quem ele serve. Todos os usuários devem poder interagir com o computador da maneira e no estilo que melhor atenda às suas necessidades. Em essência, o sistema deve compreender as diferenças individuais em modo, profundidade e estilo de interação [27].

A personalidade é a integração de todas as características de um indivíduo numa organização única e que é modificada por suas tentativas de adaptação a um ambiente que muda continuamente [28]. Podemos citar como características individuais importantes para projetos de interfaces:

- O grau de concentração;
- O grau de percepção;
- O grau de motivação;
- O grau de criatividade;
- O grau de memorização visual e auditiva;
- O grau de introspecção.

Estas características podem ser mensuráveis através da aplicação de testes psicométricos ou quantitativos (uma categoria de testes psicotécnicos). Já os testes aplicativos (questionários, entrevistas) nos permitirão descobrir o conhecimento prévio de cada usuário. Segundo Shneiderman [2] podemos identificar quatro fontes de conhecimento prévio do usuário:

- Experiências em uma cultura particular;
- Analogia com o método manual;
- Experiências com sistemas similares;
- Experiências adquiridas com o próprio sistema.

As experiências anteriores e analogias são importantes para a construção do modelo mental do usuário em relação ao funcionamento da interface. Se os projetistas garantirem a consistência da interface com o modelo mental dos usuários, estes a compreenderão mais facilmente, generalizando a partir do que já aprenderam ou estavam acostumados a fazer. A habilidade de generalizar apresenta pelo menos duas vantagens: redução do tempo de aprendizado e menos erros após o aprendizado [11].

De posse dos resultados dos testes aplicativos podemos, a princípio, classificar a comunidade de usuários de acordo com sua experiência, dentro de alguns perfis já catalogados [2]:

- *Usuários novatos, sem experiências anteriores.*
- *Usuários experientes intermitentes, que usam esporadicamente algum(ns) sistema(s).*
- *Usuários experientes assíduos, que usam freqüentemente algum(ns) sistema(s).*

Dentro desses perfis amplos e gerais (macro-perfil), destacam-se as diferenças individuais (micro-perfil) que são características complicadas de serem inseridas em sistemas computadorizados, visto que todos nós somos diferentes na feição, sentimentos, habilidades motoras e intelectuais, velocidade, etc. No passado isso fazia com que os sistemas fossem reduzidos a um nível mais simples, visando facilitar os usuários menos habilitados. Agora, porém, as novas tecnologias permitem moldar as tarefas conforme as características de cada pessoa, variando os níveis de capacidade e de dificuldade do sistema [27].

### II.2.1.1 Caracterização do Macro-perfil dos Usuários [2,27].

- *Usuários novatos.*

Estes usuários estão preocupados com os aspectos relevantes à execução de suas tarefas (resolução de problemas), não possuem conhecimento sintático das ações do sistema, e pouco conhecimento semântico dos procedimentos executados pelos computadores. Chegam ansiosos sobre o uso do sistema e por isto tendem a restringir sua capacidade de aprendizado (direcionam seu aprendizado para a finalização de suas tarefas). Se o objetivo do projeto é servir aos usuários novatos, então amplos esforços devem ser dedicados à fase de projeto, testes e implementação da interface. Os projetistas devem restringir o vocabulário usado a um número pequeno de palavras familiares aos usuários, escolherem um estilo de interação que conduza as ações dos usuários, elaborarem manuais informativos, mensagens de erros elucidativas e tutoriais on-line para socorrer os novatos quando algum erro ocorrer.

A forte reação à aceitação e à utilização de sistemas computacionais vem em grande parte da ansiedade e da falta de conhecimentos de que sofrem os usuários novatos. Esta reação pode ser exacerbada por um sistema mal projetado e excessivamente complexo. Treinamentos deficientes também contribuem para minimizar o desempenho. Já o aprimoramento das mensagens transmitidas ao usuário pode não transformar um sistema complexo em um sistema simples, mas sem dúvida tem um papel significativo na melhoria do desempenho e das atitudes dos usuários, principalmente dos novatos.

- **Usuários experientes intermitentes.**

Este tipo de usuário conhece os caminhos para resolução de seus problemas (tarefa) e conhece os conceitos semânticos do computador (procedimentos internos), mas sente dificuldade em lembrar a sintaxe das ações do sistema, pois usam esporadicamente o sistema. A diversidade dos sistemas em relação aos estilos de interação e a falta de padronização das sintaxes utilizadas é um obstáculo para estes usuários. Sequências de ações consistentes, mensagens elucidativas e prompts freqüentes (controle dado ao usuário) ajudam a contornar os problemas destes usuários. Arquivos ou manuais com a sintaxe das ações agrupadas por significado são muito úteis.

- **Usuários experientes assíduos.**

Este tipo de usuário é o que mais exige dos sistemas de interfaces. Eles querem tempo de resposta mínimo, possibilidades de criar macros para seqüências de ações usadas freqüentemente para reduzir o número de interações, abreviações intuitivas e o pleno controle do sistema. Conhecedores das tarefas a serem programadas e dos conceitos relacionados à sintaxe e à semântica das ações executáveis pelo computador, seu interesse se volta para o aperfeiçoamento do seu próprio desempenho perante o computador.

### II.2.1.2 Caracterização do Micro-perfil dos Usuários.

A maior experiência na aplicação e utilização de testes que objetivam medir as características pessoais dos indivíduos, vem da área de Seleção de Pessoal. Nessa área, necessita-se avaliar pessoas destinadas a ocuparem um determinado cargo. É preciso então identificar-se o perfil adequado ao cargo, levando em consideração as características e responsabilidades do mesmo. Os concorrentes são submetidos a uma bateria de testes, elaborada com a finalidade de medir suas características e habilidades. Posteriormente, faz-se o mapeamento do perfil dos concorrentes sobre o perfil desejado.

Existem três métodos formais para levantamento de perfis que são amplamente usados na área de Seleção de Pessoal [28]:

- Método Empírico.

Neste método são aplicados os testes comumente chamados de 'testes de lápis-e-papel', que objetivam medir inteligência, aptidões, habilidades e capacidades específicas e até mesmo conhecimentos técnicos, através das formas padronizadas de entrevistas. A maioria desses testes derivam da teoria 'semibehaviorística' de personalidade e se destinam à predição estatística, isto é, são úteis nas predições sobre o comportamento de grande número de pessoas. São testes curtos, de baixo custo e fáceis de serem aplicados.

- Método Clínico.

Neste método são aplicados os testes projetivos, que são mais psicoanalíticos que os testes empíricos e buscam interpretar subjetivamente a dinâmica da personalidade, dos referenciais internos e perceptivos, ambições, conflitos, etc. Esses testes têm suas origens nas teorias de Freud e tecnicamente nas experiências do psiquiatra suíço Rorschach. Destinam-se à predição individual, enfatizando dados não-quantificáveis, introspectivos e opinativos. São normalmente aplicados na escolha de poucas pessoas para cargos importantes. São testes caros e de difícil avaliação.

- Método Sociométrico.

Neste método os avaliadores expressam sua opinião a respeito dos avaliados, no tocante a uma série de fatores, sem exigência de fundamentação lógica, visando a totalidade da personalidade. Este método não utiliza nenhum tipo padronizado de teste e é um método aplicado principalmente para definir escalas de classificação de méritos. Como o método clínico, este tem caráter individual.

Com base no exposto anteriormente, conclui-se que os testes psicométricos (método empírico) são os mais indicados para o levantamento das características da comunidade de usuários de sistemas interativos, pois possibilitam uma amostragem significativa de quais fatores humanos e em que grau de necessidade devem ser considerados pelos projetistas de interfaces. A elaboração de testes específicos para o levantamento desses perfis merece atenção conjunta por parte de projetistas e psicólogos. Os outros métodos também poderão ser usados conforme a especificidade da interface a ser projetada, como por exemplo, no caso do sistema ser utilizado por um número reduzido de pessoas especiais (com profissões ou cargos de relevância, com algum tipo de deficiência, etc.)

A título de ilustração, apresentaremos um esquema para visualização do perfil de usuários de sistemas interativos. Este esquema foi baseado no esquema utilizado pela empresa de consultoria SLB/RJ [29] na área de Seleção de Pessoal. Procurou-se adaptá-lo, de modo a corresponder aos propósitos deste trabalho.

O esquema apresentado na Figura II.1, mostra uma variedade de testes que poderiam ser aplicados na identificação do perfil dos usuários de sistemas

- 01-Conhecimento da Função
- 02-Capacitação Acadêmica
- 03-Conhecimento de Sistemas Similares
- 04-Conhecimento de Sistemas Diversos
- 05-Aceitação de Novas Técnicas
- 06-Raciocínio Abstrato
- 07-Habilidade Numérica
- 08-Exatidão
- 09-Organização
- 10-Perseverança
- 11-Atenção
- 12-Memorização
- 13-Meticulosidade
- 14-Objetividade
- 15-Sociabilidade
- 16-Desembaraço

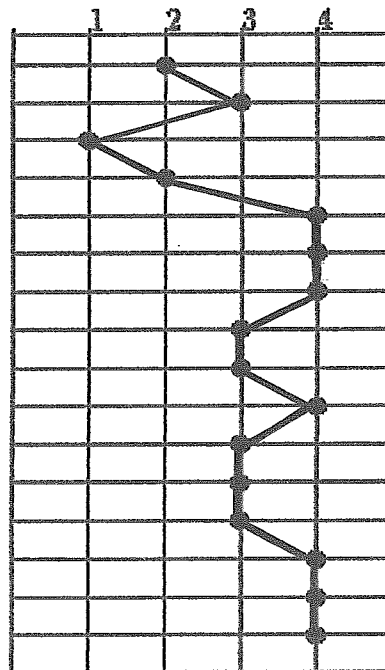


Figura II.1: Uma sugestão para levantamento do perfil de usuários de sistemas interativos.

interativos. Apresentamos a função de cada teste, enumerada em linha (de 01 a 16) para uma escala de avaliação de 01 a 04, onde o valor 04 está associado ao conceito ótimo (o melhor possível para aquele requisito). As funções propostas para os testes foram extraídas dos pré-requisitos desejáveis para profissionais da área de computação (linhas 06 a 16) [10] e as funções das linhas 01 a 05 foram formuladas com base nos conceitos deste trabalho. Sendo:

1. Conhecimento da Função: grau de experiência com este tipo de função (automatizada ou não).
2. Capacitação Acadêmica: grau de conceituação dos cursos que completou (carga horária, currículo, instituição, etc.)
3. Conhecimento de Sistemas Similares: grau de experiência com o uso de sistemas com finalidades semelhantes.

4. **Conhecimento de Sistemas Diversos:** grau de experiência com o uso de sistemas com outras finalidades.
5. **Aceitação de Novas Técnicas:** grau de aceitação e de disponibilidade de reciclagem para a implantação de novas técnicas de trabalho.
6. **Raciocínio abstrato:** grau de facilidade para compreender e relacionar símbolos.
7. **Habilidade numérica:** capacidade para lidar com símbolos que representem quantidades e para raciocinar com números.
8. **Exatidão:** capacidade de emitir respostas corretas e precisas.
9. **Organização:** capacidade de sistematizar o trabalho.
10. **Perseverança:** capacidade de não desistir frente a obstáculos.
11. **Atenção:** grau de concentração em atividades monótonas.
12. **Memorização:** capacidade para guardar informações importantes.
13. **Meticulosidade:** comportamento caracterizado pela preocupação com detalhes.
14. **Objetividade:** capacidade para definir claramente metas.
15. **Sociabilidade:** grau de facilidade para interagir com pessoas.
16. **Desembaraço:** grau de facilidade para enfrentar situações novas.

Este esquema poderá ser montado para grupos de usuários novatos, experientes intermitentes ou experientes assíduos, conforme as necessidades do projeto. Fazendo-se a superposição dos esquemas para esses três grupos, descobrem-se os pontos de distorção, isto é, as características que deverão ser tratadas diferentemente em sistemas multimodais (que ofereçam diferentes níveis de interação com o usuário). Para capacidades baixas, deve-se fazer uso dos recursos mais modernos e disponíveis nas novas técnicas de interação e de Engenharia de Software, a fim de minimizar as dificuldades detectadas. Exemplificando, usuários com baixa capacidade de organização necessitam de interfaces que orientem o uso e que não lhes dêem controle pleno do sistema, já para usuários com baixa capacidade de perseverança oferecer todo o tipo de recursos motivacionais que os estimule a prosseguir, principalmente em caso de erros. Invertendo uma estratégia de guerrilha que diz 'para atacar os inimigos nos seus pontos fracos', e como a intenção de uma interface é ser 'amiga' dos usuários, esta tem que ajudá-los nos seus pontos fracos.

Segundo o Centro de Integração Empresa Escola [10] é necessário satisfazer os pré-requisitos citados acima para que pessoas que lidem com computadores alcancem um bom desempenho. Mas como lidar ou não com computadores, passou a não ser uma escolha pessoal, mas uma contingência do desenvolvimento

tecnológico, como por exemplo os clientes de bancos, espera-se que as interfaces incorporem tais requisitos.

O perfil de um indivíduo ou de uma comunidade é constituído pelos graus das características profissionais e de personalidade que identificam estes grupos e que os diferenciam de outros [28]. Por este motivo é que o primeiro passo no projeto de interfaces deve ser identificar e medir as características do perfil da comunidade usuária do sistema interativo.

## II.2.2 Análise dos objetivos do sistema

O objetivo primordial de uma interface é fornecido pela Análise do Perfil da Comunidade Usuária, pois conhecendo as características do(s) grupo(s) que irão interagir com o sistema é que se pode desenvolver a melhor forma de auxiliá-los em suas tarefas.

Os objetivos funcionais de uma interface podem ser vistos como o 'conjunto de ações concretas do usuário, decorrentes da utilização das informações geradas pelo sistema', isto é, são os efeitos das ações do sistema sobre o meio ambiente [30]. Estas informações de saída tanto podem realimentar o próprio sistema quanto servirem de entrada para outros sistemas automatizados ou não.

Um analista normalmente sente dificuldade em aprender o bastante sobre o ambiente que irá automatizar. Por outro lado conseguir definir os requisitos do sistema através dos olhos dos usuários é uma tarefa arriscada, pois estes percebem com maior sensibilidade os seus problemas, mas acham difícil explicá-los.

Como passar estas informações adequadamente para o analista? Definindo um banco de dados? Ou através de um relatório? Ou de um fluxo geral do sistema manual? Ou ainda através das queixas dos usuários acerca do sistema atual? Ou de tudo isso junto? [30]. Muitas vezes constroem-se sistemas tecnicamente excelentes mas que não correspondem às necessidades dos usuários. O analista não deve esperar dos usuários uma explanação lúcida dos requisitos do sistema, ele precisa ajudá-los a determinar suas necessidades, utilizando um roteiro ou esquema para conduzir esta análise [16].

A análise das funções do sistema deve ser realizada através de observações no ambiente gerador das tarefas a serem automatizadas. O levantamento e a hierarquia da rotina de trabalho e da seqüência realizada para chegar ao término de uma tarefa devem estar claros e bem delimitados. Os diálogos relevantes à execução da tarefa devem ser anotados ou gravados. As informações que alimentam as tarefas devem ser claramente identificadas. Também deve ser estabelecida a divisão de responsabilidades entre o usuário e o computador (quais as informações fornecidas pelos usuários e quais as fornecidas pelo computador). Os resultados conseguidos



na tarefa não automatizada e os resultados desejados devem ser cuidadosamente especificados. Medições devem ser realizadas para identificar o desempenho dos trabalhadores nas tarefas não automatizadas, para se poder estipular metas para o desempenho dos usuários nas tarefas automatizadas. Entrevistas com os usuários devem buscar os pontos de difícil tratamento e de insatisfações. A identificação dos objetivos deve revelar principalmente aqueles potencialmente conflitantes tais como minimizar erros e maximizar produtividade [25].

Fazer um sistema que assemelhe-se à rotina não automatizada dos futuros usuários facilita o aprendizado e aumenta a aceitação da introdução de uma rotina automatizada na vida dessas pessoas. A facilidade no procedimento de uso e na maneira como os usuários acham seus resultados (conceitos de usabilidade) vêm recebendo maior atenção por parte da comunidade de pesquisa ergonômica [31],[32] desde quando projetistas passaram a ver o usuário como centro antes que periférico ao sistema de computador. Os pesquisadores Good, Spine, Whetstone e George [33] procuram definir mais formalmente o conceito de usabilidade em sistemas de engenharia de software para projetos de interface, através do estabelecimento de métricas quantitativas que possibilitariam o planejamento de níveis de uso desejados. Posteriormente, a análise do impacto das soluções projetadas e a incorporação do 'feedback' definido pelos usuários iriam interagindo com o projeto da interface, até que os níveis de uso planejados fossem alcançados.

### II.2.2.1 Método para Determinação de Objetivos.

Visando um maior esclarecimento dos sistemas a serem desenvolvidos na Petrobrás [30], esta empresa utiliza, como primeira tarefa do trabalho de análise, um método elaborado pela empresa SPL Serviços e Planejamento S.A. para determinação dos objetivos dos sistemas. O conceito de determinação de objetivos não está associado a nenhuma metodologia ou técnica para desenvolvimento de sistemas, isto é, qualquer metodologia ou técnica escolhida poderá ser usada para dar continuidade a este processo.

Este método consiste em formalizar uma lista de objetivos do sistema e fornecer seus atributos de abrangência e de qualidade. A elaboração desta lista obedece a uma sintaxe própria, descrita a seguir:

1. Cada objetivo deve ser expresso por um verbo transitivo, que denote uma ação concreta; produtora de resultados ou de efeitos palpáveis e mensuráveis (usar apenas letras maiúsculas).
2. Complementar o sentido do verbo com um predicado que denota normalmente um objeto qualquer que concretizará a ação (usar a partir daqui letras minúsculas).

3. Em seguida, adjuntos adnominais discriminarão os atributos de abrangência, ou seja, sobre que espaço temporal, organizacional ou físico a ação se exercerá.
4. Finalizando, também com adjuntos adnominais serão descritos os atributos de qualidade, isto é, quais os critérios e níveis de qualidade esperados para a ação.

Exemplo de um elemento da lista de objetivos para uma ferramenta de apoio à geração de software.

**PRODUZIR** código fonte para mensagens de erro em um ambiente interativo, conforme as normas de programação estruturada e com três níveis de detalhamento para cada mensagem.

1. Ação: **PRODUZIR**.
2. Objeto: código fonte para mensagens de erro.
3. Atributo de abrangência: em um ambiente interativo.
4. Atributo de qualidade: conforme as normas da programação estruturada e com três níveis de detalhamento para cada mensagem.

Os atributos de qualidade são normalmente os mais difíceis de serem esclarecidos logo no início. Podemos identificar esses atributos através:

- da obediência a normas formais.
- do atendimento a planos, ou diretrizes do setor usuário referentes a aspectos econômicos (custo, produtividade, emprego de recursos), organizacionais (divisão, sub-divisão, centralização), táticos e estratégicos, etc.
- do conforto e condições de trabalho do usuário.

A lista de objetivos deverá conter todos os objetivos desejados pelos usuários para o sistema. Caberá ao analista adequá-los à realidade e à rotina do ambiente através:

- do levantamento dos objetivos vigentes, para poder identificar as falhas do sistema atual ao confrontá-los com os objetivos desejados;
- do levantamento das saídas do sistema atual, para identificar até que ponto elas atendem ou não aos objetivos desejados;
- da definição da estrutura lógica interna do sistema, tanto do atual quanto do que será proposto;

- da especificação das saídas do novo sistema de modo que estas atendam efetivamente às necessidades reais do usuário.

A determinação da lista de objetivos é um processo interativo entre analista e usuários. O seguinte roteiro é sugerido:

1. O analista elabora uma primeira lista de objetivos (lista tentativa), baseando-se em conversas informais, leitura das normas que regem o ambiente, observações do ambiente, etc, sem se preocupar com a correção absoluta dos elementos da lista.
2. A lista tentativa será submetida a aprovação dos usuários que, em conjunto com o analista, procurarão complementar seus elementos, eliminando, acrescentando ou corrigindo seus atributos de abrangência ou de qualidade.
3. Tão logo chegue-se a uma lista de objetivos formais, mesmo que nem todos os atributos estejam totalmente precisados, o analista deve elaborar um documento formal que servirá de guia para o decorrer do projeto.
4. Se durante o projeto for necessário modificar a lista de objetivos, isto implicará em uma revisão de todos os produtos até ali elaborados.

Esta lista de objetivos funciona como um contrato de prestação de serviços entre analista e usuário. É importante que seus elementos sejam definidos com precisão e tão formalmente quanto possível. Como em um contrato, a lista de objetivos precisa de um extremo esmero na redação de suas cláusulas, que devem ser totalmente claras e inteligíveis, tanto para projetistas quanto para usuários, e não devem condicionar ou impor prematuramente qualquer tipo de solução técnica. Uma regra útil a adotar na redação da lista de objetivos é a da deselegância literária, ou seja, não se deve temer repetições de uma palavra quando esta designar o mesmo objeto ou atributo (não usar sinônimos ou expressões similares). É fundamental a clareza e a precisão antes de tudo.

Espera-se que o sistema automatizado traga melhorias para o usuário, através, evidentemente do fornecimento de saídas de melhor qualidade (mais rápidas, mais confiáveis, de menor custo, menos trabalhosas, mais seletivas, mais sintéticas etc). Em última análise, o que se procura é uma melhor qualidade nas próprias funções dos usuários, isto é, nas ações resultantes do uso das saídas fornecidas pelo novo sistema; resumindo, uma melhor qualidade dos próprios objetivos do sistema. Os sistemas assim concebidos devem ser construídos com a preocupação de alcançar os objetivos especificados na lista de objetivos, e apenas estes.

### II.2.3 Escolha do Estilo de Interação e dos Dispositivos de Comunicação

Segundo Foley, Wallace e Chan [25] podemos classificar em seis tipos as tarefas de interação do usuário com sistemas computadorizados de forma a caracterizar suas ações unitárias.

1. **Seleção:** o usuário escolhe um item em uma lista de itens. A seleção pode ser espacial (apontando a posição do item escolhido) ou lingüística (digitando ou verbalizando o nome, código ou índice do item escolhido).
2. **Posicionamento:** o usuário especifica direta ou indiretamente uma posição, conforme as coordenadas da tela, da aplicação ou do dispositivo. Este posicionamento pode realimentar os movimentos dos usuários de forma contínua, onde o usuário tem conhecimento da posição, mas não das coordenadas (representação espacial); de forma discreta, tem conhecimento das coordenadas mas não da posição (representação lingüística) ou, de forma combinada, tem conhecimento da posição e das coordenadas (exibe coordenadas durante a movimentação).
3. **Orientação:** o usuário determina uma orientação espacial em um sistema de coordenadas (controla ou digita ângulos), de forma indireta ou por valores numéricos.
4. **Geração de caminhos:** o usuário especifica uma série de posições e de orientações evoluindo no tempo e no espaço (traçados contínuos).
5. **Quantificação:** especifica um número em um intervalo diretamente através de potenciômetro rotativo limitado/ilimitado, digitando valores numéricos, escolhendo sobre uma escala ou com contadores ascendentes/descendentes.
6. **Textual:** o usuário representa suas informações através de uma seqüência de caracteres selecionados de um conjunto pré-definido para a interação. Esta seqüência de caracteres pode ser digitada ou selecionada.

Estas tarefas de interação são implementáveis através de diferentes estilos de interação e de dispositivos de comunicação. Serão descritas a seguir as características básicas de cada estilo de interação e as características dos dispositivos de comunicação mais importantes e mais usados atualmente.

Deve-se ressaltar, porém, que a escolha do estilo de interação e dos dispositivos de comunicação estão intimamente ligados a análise do perfil dos usuários e dos objetivos do sistema. Deve-se ter em mente, por exemplo, que usuários experientes preferem digitar de seis a oito caracteres a ter que mover uma caneta luminosa, um 'mouse' ou outros periféricos de seleção [34].

### II.2.3.1 Estilos de Interação.

#### 1 - Linguagens de Comandos.

A linguagem de comandos baseia-se na linguagem natural, mas restringe seu universo a um pequeno número de palavras que são associadas a ações do computador. Estas ações só são ativadas depois da entrada de uma seqüência rígida e gramaticalmente correta de caracteres. Suas características principais são:

- flexibilidade;
- possibilita a definição de macros;
- suporta iniciativas de uso;
- dá o controle ao usuário;
- requer treinamento e memorização;
- difícil para tratar os erros.

Este estilo requer usuários especialistas e freqüentes que tenham conhecimento semântico e sintático das tarefas a serem executadas. É grande a necessidade de introduzir conceitos de fatores humanos nos projetos de linguagem de comandos para amenizar as dificuldades inerentes a este estilo de interação, já que ele é ainda o mais usado em sistemas interativos [2].

#### 2 - Formulários ('Form fill-in').

O estilo de formulários, conhecido como 'form fill-in' ou 'fill-in-the-blanks', é bastante usado em aplicações que necessitem de uma grande quantidade de dados de entrada. Neste estilo de interação o usuário preenche lacunas em branco de um formulário, colunas de relatórios ou responde perguntas padronizadas. Para isto é necessário ter-se conhecimento dos valores permitidos e do método de entrada. Suas características principais são:

- simples para entrar dados;
- requer conhecimento dos valores permitidos;
- requer pouco aprendizado;
- complexo no tratamento de erros.

Os usuários deste estilo de interação podem ter pouco conhecimento em relação aos conceitos semânticos do computador, mas necessitam entender a semântica das tarefas [2].

### 3 - Menu de Seleção.

Nesta técnica os usuários lêem uma lista de itens e selecionam o mais apropriado para executar sua tarefa, fornecem os parâmetros requisitados conforme uma sintaxe própria e aguardam o fim da execução. Os menus de seleção podem ser organizados semanticamente como: menu simples (SIM/NÃO), seqüência linear, estrutura de árvore, 'Network' acíclico e cíclico. Seu posicionamento na tela pode ser: estático (justaposto na tela principal, sobreposto à tela principal, em uma tela auxiliar, impresso em um tablet) ou dinâmico ('pop-up' preservando continuidade visual e tátil); sua visibilidade pode ser contínua ou intermitente (visível quando necessário). Os itens do menu podem ser ordenados alfabeticamente, por frequência de uso ou por agrupamento lógico; os itens podem ser representados por ícones (poupa espaço na tela, reduz carga cognitiva, são mais expressivos para objetos do que para ações) ou por texto (comandos, atributos, operandos). Suas características principais são:

- requer display rápido;
- consome espaço na tela;
- fácil para tratar os erros;
- decisão e execução estruturada;
- orienta o uso;
- permite o uso de ferramentas para gerenciar diálogos;
- requer pouco tempo de aprendizado;
- não necessita de retenção dos conhecimentos.

Este estilo de interação é apropriado para usuários com pouca experiência ou intermitentes, em aplicações simples que necessitem de um baixo índice de erros. É um dos estilos mais usados em sistemas amigáveis [2].

### 4 - Interação Gráfica.

Neste estilo de interação o usuário vê suas ações representadas por objetos e os manipula diretamente para executar suas tarefas. É um estilo que serve

tanto para usuários experientes quanto para usuários inexperientes. Suas características principais são:

- fácil de aprender;
- fácil de reter os conhecimentos;
- encoraja explorações;
- alta satisfação subjetiva;
- erros podem ser evitados;
- difícil de programar.

A interação gráfica abriu novos horizontes para a comunicação homem-computador, que inclui o uso de cores, janelas, ícones, figuras bidimensionais, tridimensionais, etc. [2].

## 5 - Linguagem Natural.

Este estilo de interação propõe uma comunicação falada ou escrita entre o homem e o computador, utilizando a mesma linguagem usada na conversação entre pessoas. A interação falada encontra dificuldades de aceitação por ser demasiadamente redundante e trabalhosa [2]. Suas características principais são:

- não necessita de aprendizado;
- requer classificação de diálogos;
- não mostra contexto;
- imprevisível.

Este estilo de interação poderá ser usado em todos os segmentos da sociedade, pois não requer nenhum conhecimento prévio sobre sistemas de computação.

### II.2.3.2 Dispositivos de Comunicação.

A escolha dos dispositivos de comunicação para um sistema de interface com o usuário depende em última análise dos requisitos funcionais, cognitivos, sociais e econômicos associados à tarefa a ser automatizada [2].

Os métodos de comunicação para sistemas computacionais sempre foram baseados em ações de controle muscular das mãos, braços, pernas, olhos e sistema vocal, e de um modo geral, seguiram as tendências dos próprios sistemas, que, ao se tornarem cada vez mais interativos, requeriam dispositivos de comunicação que incorporassem esta capacidade. Muitas inovações neste sentido contribuíram para uma intensificação interativa entre o homem e o computador, tais como a habilidade em detectar as posições do cursor na tela, para se poder manipular itens na tela e não apenas entrar com dados, e mais fundamental ainda foi a mudança da teleimpressora para o vídeo como dispositivo de saída [13].

A seguir apresentaremos as características dos dispositivos de entrada e saída mais usados e algumas pesquisas do desempenho funcional dos mesmos.

## 1 - Teclado.

Os teclados vieram substituir com sucesso as perfuradoras de cartões, que há dez anos atrás eram bastante comuns. Os teclados utilizam os fundamentos das máquinas de escrever, e são um dos dispositivos de entrada mais convencionais e essenciais para se entrar com grande quantidade de dados alfanuméricos. Alguns pesquisadores acham que este será o principal meio de comunicação com os computadores ainda por um longo tempo [32].

Um bom desempenho em operações com teclados convencionais requer o treinamento do operador e uso contínuo. As disposições das teclas obedecem ao padrão QWERTY (igual ao usado nas máquinas de escrever), que embora tenha uma longa história de uso, sua origem é obscura e não representa a disposição ideal das teclas, ergonomicamente falando. Na maioria dos casos o 'layout' QWERTY obtém níveis de desempenho aceitáveis, devido principalmente à extensa população usuária e por ser o padrão mais difundido. No entanto, existem muitos problemas associados a ele que derivam principalmente do mau posicionamento relativo das teclas e sobrecarga nas mãos e dedos desigualmente. A aquisição de habilidade para digitação, em um alto nível de desempenho, pode ser representada por uma curva de aprendizado baixa e longa, requerendo uma prática volumosa e freqüente, de modo que o processo se torne automático. A digitação permanece uma atividade lenta e inábil, que demanda processamento controlado, acrescentando uma sobrecarga mental e portanto reduzindo a capacidade que resta para ser dedicada a outros aspectos cognitivos da tarefa. Muitos usuários casuais superam a estaca zero que seria o ponto onde a digitação alcança a escrita a mão. Para estas pessoas seria melhor ter acesso a sistemas que possibilitassem a escrita à mão, através de dispositivos de reconhecimento de superfícies sensíveis, principalmente porque a escrita a mão é uma habilidade bem praticada pela maioria das pessoas [27].

Inúmeras tentativas de se aperfeiçoar o teclado padrão e se conseguir melhores níveis de desempenho têm sido realizadas, tais como o PCD-Maltron [35],



mas tal objetivo não foi plenamente conseguido, como mostra a pesquisa de Massengill, Gordan e Henry [36], que realizaram um experimento onde comparavam o teclado padrão a seis outras configurações mais ergonômicas. Eles descobriram que os digitadores tendem a manter seus níveis relativos de velocidade e precisão a despeito do tipo de teclado que utilizam. Também Michaels [37] verificou que 'layouts' alfabéticos para teclados não denotaram melhoria significativa em relação ao padrão QWERTY para usuários intermitentes. Donde se conclui que estudos sobre a disposição das letras no teclado é talvez injustificada no contexto dos problemas mais globais da interação homem-computador.

Na técnica de Seleção (escolha de itens) o teclado é usado para mover o cursor (teclas especiais), digitar nomes, abreviações ou índices que identifiquem o item escolhido. No processo de varredura ('time scan') usa-se as teclas de funções programadas.

Embora ainda haja uma grande necessidade de se fazer entrada de dados através de teclado, uma variedade de dispositivos adicionais de entrada, que o suplementam de várias maneiras ou, em alguns contextos, o substitui, estão disponíveis [13].

## 2 - Dispositivos de apontamento e de controle.

Estes dispositivos podem ser utilizados para as seis técnicas de interação mencionadas anteriormente (Seleção, Posição, Orientação, Caminho, Quantificação e Textual) e são classificados como dispositivos de apontamento direto ou indireto. Os dispositivos de apontamento direto requerem que a área de trabalho seja a mesma controlada pelo computador, o que exige um esforço motor do braço e da mão para apontar continuamente a tela. Já os dispositivos de apontamento indireto trabalham em áreas que serão mapeadas para área de controle do computador, exigindo uma maior coordenação entre os movimentos do braço e da mão com os olhos, que acompanharão e direcionarão o caminho do cursor na tela. Entre os dispositivos de apontamento mais conhecidos temos:

- a tela de toque - este dispositivo permite que através de uma membrana plástica, o computador reconheça a posição tocada (apontamento direto), principalmente com o dedo, que é o instrumento natural usado pelas pessoas para apontarem coisas. Por este motivo, a tela de toque é o dispositivo de apontamento mais usado em atividades comerciais, bancárias e outras, cujo perfil da comunidade usuária é muito diversificado. É um dispositivo barato, mas bastante impreciso para atividades científicas ou de escritório.
- o tablete gráfico - é um painel ou mesa que mapeia a área do vídeo. É utilizado para criar ou para manipular imagens na tela. O tablete gráfico pode vir acoplado a uma caneta especial, que, quando percorre sua superfície (sensível principalmente por condutividade elétrica), envia para o computador a posição

correspondente na tela. Desta forma a imagem ou desenho criado na superfície do tablete é digitalizado para a memória do computador e reproduzido na tela. Pode também ser acoplado a um dispositivo de varredura manual ou automático que, através de um processo ótico (OCR-Optical Character Recognition), por exemplo, digitaliza a imagem varrida, armazenando todos os seus pontos pelo nível de brilho impresso, reproduzindo-os posteriormente na tela (apontamento indireto). Estes dispositivos foram inicialmente usados nas atividades que necessitam de reproduções gráficas (arquitetura, engenharia, etc). Mas, após o surgimento dos dispositivos de varredura automáticos (Scanners, Leitoras de caracter ótico e de códigos de barras), as atividades comerciais e administrativas passaram a usar este dispositivo de entrada de dados. É um processo bastante simples, mas na versão manual, requer realimentação visual e habilidade nos movimentos das mãos.

- a caneta luminosa - este dispositivo é potencialmente o mais interativo, e que apresenta uma grande consistência com a rotina manual das pessoas, que estão plenamente acostumadas a utilizar uma caneta como instrumento de trabalho. A tecnologia empregada é a combinação entre a tela de toque e o tablete gráfico, mas sua precisão é bem maior. A caneta luminosa possui um mecanismo sensível à luz em uma de suas extremidades que detecta a emissão de fósforo irradiada pelo display CRT, identificando as coordenadas (x,y) apontadas na tela (apontamento direto).
- o 'mouse' - este dispositivo é do tamanho aproximado de um maço de cigarros, para caber na palma da mão, de modo a se poder movê-lo sobre uma superfície plana. Esses movimentos controlam a posição do cursor na tela, de tal modo que este alcance o seu objetivo (apontamento indireto). Para selecionar um item em um menu, por exemplo, deve-se posicionar o cursor neste item e precionar o botão de seleção do mouse. O mouse tem de um a três botões destinados a ações diversas, podendo-se optar por mais de um toque em um único botão; isto, porém, pode vir a criar problemas na determinação do estado do sistema, acarretando muitos erros. Este dispositivo de apontamento permite bom desempenho e ocupa um espaço pequeno, mas exige uma realimentação visual e boa coordenação nos movimentos das mãos.

Um mito crescente em torno desses dispositivos e uma má interpretação dos resultados de algumas pesquisas levam a crer erroneamente que certos dispositivos são melhores que outros e deveriam sempre ser preferidos. Este é um enfoque simplista e ignora a maior partes dos fatores que levam a alguma escolha de projeto. Os exemplos a seguir ilustram o caso.

Goodwin [34] demonstrou a superioridade da caneta luminosa ou da pistola luminosa em relação a um teclado mal projetado em uma variedade de tarefas na tela. Este trabalho indica, em última análise, como a qualidade dos dispositivos, das tarefas e das condições ambientais são importantes no desempenho do usuário.

Karat, McDonald e Anderson [41] mostram como a tela de toque pode ser um dispositivo útil em algumas circunstâncias, como por exemplo em tarefas típicas do comércio, onde supera o mouse e o teclado. Entretanto, ainda que a tela de toque apresente algumas vantagens de desempenho derivadas de sua baixa demanda no processamento cognitivo, pois apontar é uma atividade bem praticada e pouco exigente, ela pode ter muitas desvantagens associadas, tais como exigências físicas do braço de usuário, a necessidade de proximidade da tela, e a natureza imprecisa das seleções.

Haller, Mutschler e Voss [42] compararam diversos dispositivos (caneta luminosa, 'mouse', tabletes gráficos, teclas de movimentação de cursor, e um reconhecedor de voz) para realizar correções em um editor de textos. A caneta luminosa provou ser o dispositivo mais rápido, e sugeriu-se que isto ocorre porque ela é mais compatível, dada a realimentação nas modalidades visual, tátil e perceptiva. Tanto a mão do usuário quanto a tela estão simultaneamente visíveis e toda a realimentação é instantânea. Embora a caneta luminosa tenha resultado melhor na tarefa de posicionamento do cursor, seria precipitado assumir que ela deveria ser inquestionavelmente adotada. A caneta luminosa não pode ser tratada bruscamente e obriga o usuário a estender um dos braços na direção da tela se preciso por um longo período de trabalho, causando desconforto e reduzindo a eficiência do dispositivo em termos reais. Além disso, onde forem necessárias entradas gráficas complexas um dispositivo como o tablete gráfico pode se mostrar mais preciso, pois permite que o braço e a mão sejam apoiados em operações delicadas já que se situa no plano horizontal.

### 3 - Reconhecedor de voz.

Possibilita a entrada de informações utilizando-se a fala, que é o meio mais comum de comunicação entre os homens. As informações assim transmitidas devem ser curtas e objetivas, e podem representar comandos, nomes de arquivos, etc. Com o aperfeiçoamento desse dispositivo de entrada espera-se poder em breve, armazenar textos (editores de textos falados), mas no momento a tecnologia que possibilitará o reconhecimento da fala em discursos contínuos ainda encontra-se em desenvolvimento. Com as tecnologias atuais existe uma divergência entre a performance do dispositivo e o tamanho do vocabulário. Os reconhecedores atuais somente atendem usuários específicos e vocabulários reduzidos, diminuindo desta forma suas possibilidades de uso.

Estudos preliminares sugerem que as taxas de erros serão aproximadamente as mesmas que ocorrem com teclados, mas as vantagens ficarão por conta da redução do tempo de treinamento. Um experimento realizado por Braunstein e Anderson [43] descobriu que a maioria dos participantes, que não possuíam experiência prévia em digitação, igualaram as taxas de velocidade de entrada falada e digitada,

mas preferiam usar o teclado, alegando que a tarefa de leitura e fala era muito mais cansativa. Já digitadores experientes teclavam quase duas vezes mais rápido do que falam. Também Green, Payne, Gilmore e Mephram [44] testaram um projeto de editor de texto falado e confirmaram que os participantes preferiam a versão de teclado. Esses resultados mostram bem a relação do componente de aquisição de habilidade no processo cognitivo. Peckham [45] sugere que o reconhecedor de voz só deve ser usado quando se tiver que redirecionar as mãos e os olhos para outras atividades ou quando a codificação mental for reduzida. Este dispositivo também deverá ser usado quando houver impossibilidade do uso das mãos (deficientes físicos).

O uso da fala para entrada de informações secundárias pode ser vantajoso, enquanto as informações principais são tecladas. Por exemplo para entrada de títulos, mudar o tamanho das letras, sublinhar, etc.

Este dispositivo tem grande aplicação na educação de deficientes auditivos pois pode-se, através da pronúncia correta de fonemas, representá-los na tela por configurações específicas e procurar que os alunos, através de tentativas de imitação cheguem à configuração desejada, e possam assim verbalizar corretamente estes fonemas. Podemos citar como exemplo dessa aplicação um recente lançamento da IBM, o sistema SpeechViewer que foi implantado sob o sistema operacional DOS 4.0 do IBM PS2 e possui hardware para reconhecimento de voz e aplicação em fonoaudiologia [46].

#### 4 - Impressora.

É o dispositivo de saída mais usado, garante um alto grau de compatibilidade com as tarefas não automatizadas. Este dispositivo vêm sendo aprimorado continuamente. A impressora a laser e outros métodos de tiragem e produção de cópias estritas procuram reproduzir com exatidão as imagens e a qualidade conseguidas por sistemas que utilizam telas para saída.

Segundo Askwall [47], a velocidade de leitura e a precisão de julgamento não são afetadas pelo meio de apresentação das informações (papel ou tela), mas existem diferenças no tocante a busca de informações. Na tela, as pessoas levam o dobro do tempo para encontrarem metade das informações que encontrariam nas listagens. Esse tipo de evidência indica que, para tarefas cognitivas de alto nível, sistemas de informações baseados em papéis são mais eficientes até o presente momento do que os baseados em tela. Contudo, é provável que com a melhoria das técnicas de apresentação e estruturação da informação os sistemas de telas venham a rivalizar ou até mesmo substituir os sistemas com cópia estrita.

## 5 - Vídeo.

É o dispositivo de saída que possibilitou a aparição dos sistemas interativos no mercado. Seu funcionamento é análogo ao de um aparelho de televisão. Vídeos de alta resolução são cada vez mais comuns e permitem boa definição e legibilidade de caracteres. A formatação da tela é uma das questões principais em projetos de interface. Uma indicação clara sobre o relacionamento entre cabeçalho, títulos de campos, dados, instruções, opções, etc., juntamente com uso de elementos inovadores, tais como ícones e janelas, possibilitam uma maior facilidade no uso do sistema e uma maior percepção do usuário em relação aos componentes da tela.

As melhorias nas arquiteturas de hardware, na velocidade e potência dos processadores e nas técnicas de gerência de software convergiram para permitir que a apresentação da informação vinda da combinação de diferentes fontes seja gerenciada diretamente na tela pelo usuário através de janelas.

As questões a serem discutidas atualmente são: como melhor utilizar as cores, a integração de mensagens verbalizadas para comentários, a utilização da capacidade gráfica, etc. A tendência é que as questões que outrora estavam intimamente relacionadas com a qualidade do próprio equipamento de hardware (tamanho dos caracteres, vídeo reverso, etc.) sejam substituídas pelas questões que se relacionem ao aspecto cognitivo do uso da tecnologia de amostragem de dados.

A saída em tela utilizando-se textos é o meio mais comumente usado, é menos ambíguo do que as informações faladas, e pode ser processado conforme a velocidade de assimilação do usuário; já a linguagem falada geralmente não pode. Em outras palavras, os usuários podem controlar a velocidade que lêem, mas não podem controlar a velocidade de uma mensagem falada; esta é uma das vantagens dos meios visuais, onde a informação transmitida é semipermanente.

As tecnologias para vídeos vêm sendo desenvolvidas rapidamente. Os Dispositivos de Tubos de Raios Catódicos (CRT) são robustos, relativamente baratos e podem produzir imagens de alta qualidade com uma grande variedade de cores, e por estes motivos, ainda serão usados por um longo tempo. Os Dispositivos Mostradores de Cristal Líquido (LCD) caracterizam-se pela topografia quase plana dos painéis, e encontram grande utilidade em diversas aplicações gráficas. Os LCD's estão sendo mais usados em computadores portáteis, mas a um alto custo. Outra tecnologia que está florescendo é a de Vídeos Eletroluminescentes, mas que ainda são mais caros e maiores que os LCD's e CRT's. Os Vídeos de Plasma receberam muita publicidade, mas também são muito caros e não combinam com baixas luminosidades. A vantagem dos CRT's está na facilidade de introduzir cores na interface, tornando-as mais motivantes e agradáveis [27].

Um grave problema dos vídeos está relacionado às irradiações que são prejudiciais à saúde, principalmente para usuárias gestantes, pois pode provocar

abortos ou má formação dos fetos, ainda que tal fato não tenha sido provado cientificamente, apenas estatisticamente. Várias pesquisas comprovaram que a utilização contínua dos vídeos causam problemas visuais na maioria dos usuários.

## 6 - Sintetizador de voz.

Os sistemas atuais de síntese da fala são capazes de produzir sons de alta qualidade. O sistema de 'playback' com voz digitalizada oferece a melhor qualidade do momento, mas carece de grandes espaços para armazenamento. Os sistemas de síntese direta, baseados em regras, estão sendo aperfeiçoados rapidamente e caracterizam-se pela flexibilidade em gerar qualquer mensagem desejada a partir de textos. No entanto este dispositivo de saída ainda é difícil de ser implementado, é bastante caro no que diz respeito ao aproveitamento da memória computacional, além de não ser adequado para exteriorizar grandes quantidades de informações, devido as limitações humanas em memorizar sons e interpretar mensagens faladas.

A saída pela fala deve se restringir a mensagens curtas e que requeiram ação imediata ou forneçam informações relevantes as funções do usuário. Sabe-se, porém, que a probabilidade de lembrança dos últimos itens de uma seqüência é maior se estes itens forem ouvidos, ao invés de serem apenas vistos (memória auditiva superior a visual). Este fato sugere algumas aplicações bastantes úteis para os sintetizadores de voz. Assim como na utilização de reconhecedores de voz, os sintetizadores devem ser usados quando a tarefa exigir a liberação dos olhos para outros fins, como por exemplo, na explicação de um desenho mostrado na tela.

A grande aplicação para esta tecnologia de saída está voltada para a comunicação com os deficientes visuais, que serão muito beneficiados em suas atividades profissionais, de lazer e educacionais.

Marshall [48] observou que há uma grande expectativa pela hora em que as máquinas possam falar e responder com toda liberdade, mas tal só será possível quando os sistemas forem realmente 'inteligentes'.

## 7 - Outros Dispositivos em Desenvolvimento.

A técnica para reconhecimento da 'escrita à mão' ou 'escrita cursiva' pode vir a assumir um papel de destaque dentro dos conceitos de interfaces amigáveis, pois não necessitam de treinamento, já que a maioria das pessoas está habituada a escrever. Os problemas e questões dessa técnica são similares aos encontrados no reconhecimento de mensagens faladas.

As técnicas de entradas de dados psicofisiológicas ainda não foram devidamente exploradas; estas técnicas possibilitariam o emprego de pessoas defi-

cientes em serviços automatizados (exemplo controle por cotovelo ou joelho - 'Knee control').

O reconhecimento dos gestos é sugerido por Lamb e Buckley [49], já que os seres humanos fazem grande uso deles em sua comunicação.

Uma outra possibilidade é a entrada visual de dados, como por exemplo em seleção de itens, onde o acompanhamento dos movimentos dos olhos dirá qual foi o item escolhido. Este meio é tecnicamente possível, mas os dispositivos atuais são extremamente caros e incômodos (capacetes), além da dificuldade em se controlar distrações visuais.

Bork [50] sugere que no futuro a interação homem-computador será a troca direta de pensamentos. Ele apresenta a idéia da entrada de dados através de ondas cerebrais e afirma que 'do ponto de vista do computador, o problema de decodificação de ondas cerebrais é muito semelhante ao problema da decodificação da voz humana. Nós tendemos a achar que ele seria mais difícil, mas o computador não compartilha da nossa opinião'.

### II.2.3.3 Algumas considerações.

A escolha do estilo de interação e dos dispositivos deve procurar minimizar o esforço humano em relação aos seus três principais processos [13]:

1. perceptivo: fornecendo estímulos visuais, auditivos e táteis, de forma harmoniosa para não exigir uma atenção consciente dos usuários.
2. cognitivo: fornecendo consistência em relação a conceitos já familiares aos usuários.
3. atividade motora: o desempenho sobre os dispositivos é a maneira do usuário responder ao sistema, realimentando o ciclo (percepção, cognição e motricidade).

Estes processos são identificados por variáveis de origem humana. O fato de se somar a estas variáveis as variáveis de origem externa, representadas por limitações sociais, políticas e econômicas, contribui para aumentar a complexidade do problema de escolher a configuração final da interface. Foi observado por Marshall [51] que usuários que estão familiarizados com um determinado dispositivo de entrada resistem a sua substituição mesmo que isto lhes tragam algum benefício. É inconcebível por exemplo, que um caixa automático seja acessado através de uma caneta luminosa ou que um sistema para escritório não inclua um teclado.

Para minimizar estes conflitos, surgiu o conceito de multimídia, que consiste na escolha de um conjunto de dispositivos complementares para efetivar

a comunicação de novos sistemas, dinamizando a interface como um todo. Por exemplo, um texto pode ser armazenado através de digitações no teclado, pode ser verbalizado por um sintetizador de voz quando for necessário dar saída, e pode ser corrigido ou modificado com dispositivos de seleção ou de apontamento. Diretrizes para o uso adequado deste conceito serão apresentadas no fim do capítulo. 'A escolha do subconjunto mais apropriado em cada projeto dependerá da natureza das tarefas a serem executadas' [38].

## II.2.4 Estratégias de aceitação do produto.

Esta etapa consiste em verificar se o produto (interface) é ou não consistente com os dados levantados pela análise do perfil da comunidade usuária e com os objetivos do sistema definidos antes deste ser implementado. Confere-se, também, se o estilo de interação e os dispositivos de comunicação escolhidos satisfazem aos usuários e garantem o seu desempenho e satisfação. Nesta etapa serão levantadas o máximo de sugestões e de críticas dos usuários. Após o solucionamento de todos os problemas pode-se dar continuidade ao projeto.

Usualmente, esta etapa vêm sendo cumprida pela equipe de Marketing que utiliza para este fim técnicas de caráter comercial e de propaganda. Mas em projetos de desenvolvimento de software uma das técnicas que, recentemente têm alcançado maior sucesso, é a de prototipagem rápida, pois envolve os usuários desde o início do projeto e insere uma realidade antes impossível.

### II.2.4.1 Prototipagem.

Protótipo é o primeiro exemplar de um tipo de produto [53]. Os sistemas que estão em operação hoje em dia são em sua maioria protótipos. Ou seja, são a primeira realização concreta construída para atender às necessidades que os projetistas conseguiram captar e que os usuários conseguiram expressar. Após os sistemas terem sido colocados em uso, consertam-se os defeitos mais graves e fáceis de modificar e convive-se com os demais. O objetivo do protótipo é educar o projetista sobre a natureza do sistema e sobre os desejos e problemas dos usuários, facilitando a comunicação entre eles na fase inicial do projeto.

A utilização de protótipos representa uma mudança filosófica no campo da produção de software, pois valoriza o erro como elemento fundamental do processo de criação, aliás como já é feito em muitas outras áreas (como por exemplo: aviação, arquitetura, artes, etc.). Os defeitos percebidos com o uso do protótipo antecipam as mudanças que seriam necessárias após a conclusão do sistema. Com a utilização de um protótipo a percepção dos usuários evolui conforme o



aprendizado, gerando novas necessidades ou aperfeiçoando as necessidades antigas. Segundo Floyd [53], podemos usar prototipagem com três finalidades distintas:

1. Descartável - faz-se um protótipo para levantar os requisitos e determinar as necessidades dos usuários, depois retorna-se ao processo tradicional, inutilizando o protótipo ou guardando-o como documentação.
2. Evolutiva - o protótipo vai incorporando gradativamente as sugestões e críticas dos usuários, até se tornar um sistema satisfatório.
3. Incremental - o protótipo inicial realiza poucas funções e a cada versão a funcionalidade do sistema vai sendo ampliada, até se tornar um sistema satisfatório.

Segundo uma pesquisa realizada por Alavi [54] os benefícios da prototipagem são:

- Realidade: os usuários têm mais facilidade em criticar ou sugerir modificações em um sistema real do que expressar suas necessidades.
- Base Comum: é uma ponte de referência comum para projetistas e usuários para identificar problemas e clarear os requisitos.
- Entusiasmo: os usuários correspondem melhor, quando influenciam diretamente no projeto e sabem que obterão um protótipo operante em pouco tempo.
- Conhecimento: possibilita um maior conhecimento de um grupo sobre o trabalho do outro grupo (projeto e aplicação), e dos desejos e das limitações de cada especialidade.
- Correção: assegura-se que o núcleo do sistema está correto antes de se comprometer recursos para o desenvolvimento do sistema.

Algumas falhas também foram detectadas nesta pesquisa:

- Superestimação: causando expectativas nos usuários que não poderão ser realizadas no sistema real por limitações generalizadas.
- Gerenciamento: a falta de experiência em planejar protótipos de software, dificulta o controle em relação a evolução do processo, o número de revisões, antecipação dos requisitos desde o início, etc.
- Grande porte: é difícil prototipar sistemas de grande porte.
- Desânimo: os usuários, ao verem suas necessidades prioritárias atendidas, sentem-se desanimados a continuar o processo exploratório para completar o sistema.

A construção de protótipos pode ser uma forma eficaz de se obter interfaces de qualidade. Algumas motivações para se usar prototipagem como estratégia de aceitação e colaboração do usuário são:

1. Dificuldade em se especificar tradicionalmente todos os requisitos de uma interface.
2. Existência de ferramentas que apóiam a construção rápida de protótipos de interface.
3. Facilitar e dinamizar a interação entre usuários e projetistas.
4. Possibilitar medições preliminares.

Dois estratégias são bastantes úteis para documentar a aceitação do usuário [25]:

1. Ter-se um comando que possibilite o usuário registrar qualquer comentário que achar necessário durante o uso do protótipo.
2. Ter-se um histórico das sessões, onde serão registradas todas as interações de uma sessão, permitindo ao projetista reprisar o diálogo realizado e analisar as situações que causam maior número de erros, de solicitações de ajuda, quais as seqüências de interação mais usadas, etc.

A experiência da maioria dos usuários reside na escolha do produto que melhor satisfaça suas necessidades (consumidores). O valor da prototipagem é maior na medida em que o desconhecimento sobre o problema enfrentado é grande. Segundo Boar [55], visões, conceitos, idéias, necessidades podem ser testadas no laboratório de protótipos antes de um grande comprometimento de recursos seja feito para o desenvolvimento efetivo do sistema.

#### II.2.4.2 Uma técnica para avaliação de protótipos.

Uma técnica recente que pode ser utilizada, conjuntamente com a prototipagem, como estratégia de aceitação de produtos de software, é a de modelos para simulação de interações com o usuário. Um exemplo desta técnica será mostrado a seguir.

Segundo Green, Young e Simon [56] o projeto de interfaces poderá sofrer um avanço significativo com a utilização de modelos programáveis de usuários

(PUM - 'Programmable User Models'). 'Um PUM é uma arquitetura cognitiva construída artificialmente, que pode ser programada para simular um usuário hipotético, executando uma série de tarefas através de uma interface' [56].

A utilização desses modelos na avaliação de protótipos é uma forma de se fazer predições sobre a utilidade e aceitação do sistema antes deste ser construído. A utilização desses modelos programáveis como ferramentas para o projeto de interfaces tem três propósitos fundamentais:

1. Executar uma avaliação preditiva sem a necessidade de ocupar o usuário.
2. Dar ao projetista uma maneira de conhecer considerações de cunho psicológico para o projeto.
3. Dar ao projetista a possibilidade de focalizar sua atenção em itens relativos à utilidade.

O desenvolvimento e a pesquisa nesta área 'levam a uma perspectiva complementar do PUM como um intérprete de uma linguagem de instruções' [56]. O avanço desta pesquisa inclui a análise dos processos cognitivos envolvidos no uso de sistemas interativos e a elaboração de métodos para testar os PUM's em cenários reais de interação para diferentes aproximações do modelo mental dos usuários.

Esta pesquisa é uma nova forma de solucionar o problema de construir modelos preditivos do comportamento humano, para que profissionais não especializados em psicologia cognitiva possam ter acesso aos seus resultados e utilizá-los em suas tarefas, como é o caso dos projetistas de interfaces. Este é um caminho efetivo para transmitir a estes profissionais considerações psicológicas, envolvendo-os no processo de construção do PUM, em sua programação e na utilização de suas avaliações para o aperfeiçoamento do protótipo da interface [56].

Observa-se que o PUM é útil para os projetista de interfaces fornecendo-lhes 'feedback', em dois momentos distintos. Primeiro, ao programarem o PUM, pois é neste momento que o projetista reconsidera seu projeto do ponto de vista do usuário. Segundo, quando o PUM efetivamente realiza suas predições ao interagir com o protótipo da interface.

Segundo Ruciman e Hammond [57], em qualquer sistema interativo o projetista está simultaneamente envolvido com dois processadores (o do computador e o do usuário). Isto é, ao mesmo tempo que o projetista desenvolve o sistema do computador, ele está implicitamente especificando o programa do usuário. Logo, segundo estes pesquisadores, seria melhor fazer esta especificação explícita através da programação de um PUM.

A utilização destes modelos como estratégia suplementar de aceitação do produto de software é um caminho ainda pouco usado, mas mostra-se muito promissor para um futuro próximo.

## II.3 O Processo de Derivação de Diretrizes a partir de Princípios Psicológicos

Um dos primeiros princípios a ser seguido pelos novos projetistas é elaborar um documento de diretrizes para cada projeto, pois elas desempenham um papel de guia, regras, lembretes para estes profissionais. Este documento ajuda a focalizar a interface, promover oportunamente discussões e controvérsias sobre a mesma, garantir a consistência entre os projetistas, registrar experiências práticas, incorporar os resultados de estudos empíricos e oferecer regras de consulta úteis [2]. Porém, cada projeto necessita expandir os objetivos apresentados pelas diretrizes ou por práticas específicas das aplicações adequando-os à sua realidade.

Neste contexto, apresentaremos a utilização de princípios psicológicos para a geração de diretrizes para projetos de interfaces. Nem todos os fundamentos psicológicos mostram-se adequados para derivações de diretrizes. Alguns fundamentos são meramente descritivos, outros têm escopo muito limitado, e outros ainda são muito abstratos e mal definidos para que possam ser facilmente aplicados na prática computacional. Mas a grande maioria dos princípios psicológicos podem ser traduzidos em regras práticas, embora com graus variados de sucesso.

O método geral usado para derivação de diretrizes a partir dos princípios da psicologia cognitiva é o de 'demonstração por exemplo'. Neste método são apresentados níveis sucessivos de simplificação do princípio até a geração de uma diretriz para o projeto de sistemas, de forma a transpor-se a barreira entre a psicologia e a prática. Este processo de derivação está ilustrado no esquema II.2.

Os princípios que se mostrarem sólidos e robustos o bastante para se manterem durante o processo de derivação são reinterpretados (individualmente ou em conjunto) para um formato mais ou menos livre do jargão psicológico. Isto os torna mais acessíveis ao público não especialista na área da ciência cognitiva. Estes princípios (livres do jargão) são interpretados em termos de um exemplo concreto, de práticas atuais de projeto de sistemas por especialistas desta área. Estes exemplos podem demonstrar os princípios, ou salientar problemas típicos causados pela não aplicação desses princípios, ou sugerir como um projeto em andamento pode ser aprimorado pela adesão aos princípios. O tipo de exemplo usado depende da natureza do princípio, da existência de ilustrações significativas de sistemas conhecidos, e dos conceitos mais importantes a serem transportados para prática. Teoricamente deveriam ser elaborados vários tipos de exemplo para cada princípio, de modo que o projetista pudesse ter uma visão de diferentes ângulos sobre como o princípio poderia e deveria ser aplicado. Na prática isto não é tão fácil, além de ser um processo extremamente demorado. Mas a geração de pelo menos um exemplo é muito útil, tanto do ponto de vista do usuário (projetista), para saber como usar o princípio na prática, quanto para os elaboradores dos princípios, pois isto força a reflexão cuidadosa sobre a natureza dos fundamentos psicológicos e como eles são interpre-

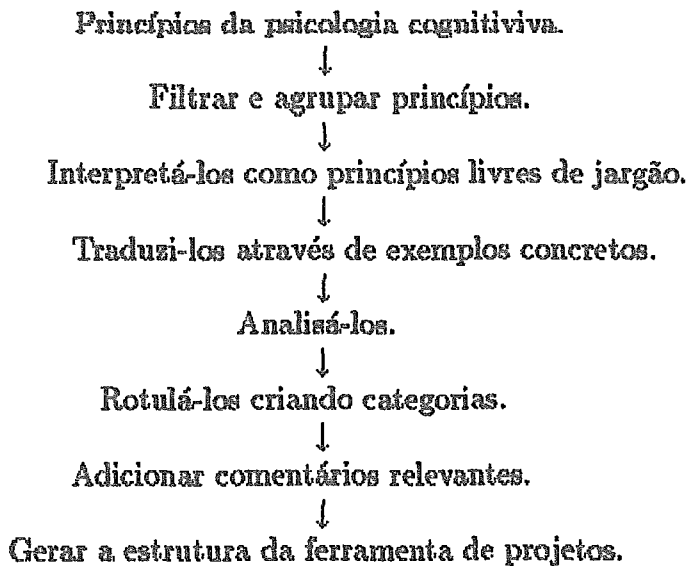


Figura II.2: Esquema do processo de derivação dos princípios da psicologia cognitiva.

tados em situações práticas. A provisão de exemplos concretos ajuda a minimizar os efeitos da generalização das diretrizes.

Determinado o cenário para as diretrizes, o projeto de derivação tem continuidade. Cada princípio aplicável será analisado com relação às conseqüências para o projeto do sistema. A linguagem usada neste nível (o mais baixo) de derivação não assume nenhum conhecimento dos conceitos psicológicos relevantes. Depois deste estágio, embora já tenham sido gerado um grande número de regras, ainda há pouca estrutura para ajudar a relacionar esta massa de informações com o alcance de objetivos específicos para o projeto.

O próximo passo em nosso processo é rotular cada diretriz, delineando sua área de aplicação relacionada com o sistema. Quando o número suficiente de diretrizes estiverem consistentemente rotulados (muitas diretrizes com o mesmo rótulo), terá sido criado uma categoria de 'dimensão sensível' à interação homem-máquina. Com o desenvolvimento de categorias estáveis, um número crescente de diretrizes começa a cair em uma (ou mais) destas categorias existentes. Quase todas as diretrizes possuem uma área primária de aplicação e ao menos uma área secundária. Isto dá início as estruturas das ferramentas de projeto.

O estágio final deste processo é agregar avisos e informações suplementares a cada diretriz e tornar explícitas quaisquer hipóteses e relacionamentos com outras diretrizes.

Uma vantagem deste enfoque é que as diretrizes assim geradas podem ser acompanhadas de volta até as descobertas da pesquisa nas quais elas foram baseadas. Isto leva em conta sua facilidade de atualização com o melhoramento da base de dados.

Para exemplificarmos este processo de derivação escolheu-se a categoria de diretrizes que trata da automação de procedimentos e tarefas, para dar continuidade a análise do perfil do usuário e a análise dos objetivos do sistema.

Para uma eficiente interação homem-máquina, os procedimentos envolvidos na execução de uma determinada tarefa devem ser compatíveis com as características cognitivas conhecidas do usuário. A psicologia cognitiva nos deu uma fartura de conhecimento relativo ao modo como as pessoas manipulam e utilizam a informação. Para melhorar o desempenho do usuário esta massa de conhecimentos precisa ser levada em conta no processo de projeto do sistema. As diretrizes que estão nesta categoria sugerem maneiras nas quais tarefas e procedimentos podem ser implementados para extrair o máximo uso do conhecimento que está a nossa disposição, e produzir um bom desempenho do usuário como resultado.

Tarefas e procedimentos devem ser estruturados de maneira lógica e consistente, mas o mais importante, é que sejam bem aceitas pelos usuários e que venham de encontro às suas expectativas. Estas expectativas dependem principal-

mente da experiência do usuário tanto no mundo eletrônico como no não-eletrônico.

- **Princípio psicológico.**

É pouco provável que uma seqüência seja automatizada se ela cruza uma fronteira importante na estrutura de metas do usuário.

- **Interpretação.**

Ao usarem um sistema automatizado, os usuários desenvolvem uma estrutura hierárquica (de metas e submetas) para a realização de uma tarefa. Se o sistema requisitar do usuário ações, em uma seqüência, que ultrapassem os limites entre as submetas ou entre os níveis desta hierarquia (de forma a confundir as metas do usuário) é pouco provável que esta seqüência de ações seja condicionada pelo usuário (facilmente usada).

- **Exemplo.**

Em um sistema de preparação de documentos, uma hierarquia de (de cima para baixo) de metas (objetivos) do usuário seria por exemplo: formatar um documento, definir suas margens, definir posições de tabulação, etc. Se a tarefa de preparação de um documento fosse tratada pelo sistema como um todo, o usuário teria que fornecer todos os parâmetros necessários à formatação do documento (margem, tabulação, etc.) ao tipo de caractere (tamanho, espaçamento, etc.), etc., mesmo que sua meta fosse apenas definir as margens. Logo esta tarefa não deve ser automatizada por inteiro pois consumiria tempo de processamento humano para sua realização e sobrecarregaria a memória de trabalho do usuário.

- **Diretriz.**

Para que as tarefas sejam realizadas facilmente e rapidamente pelos usuários (tarefas pouco complexas, tarefas freqüentes, tarefas que são um meio para atingir um objetivo maior) devem ser subdivididas em ações que quando executadas em uma determinada seqüência executem os objetivos dos usuários. As seqüências de ações requisitadas pelo sistema ao usuário não devem excursionar (necessitar de dados por exemplo) em outras tarefas ou em outra seqüência de ações que tenham finalidades diferentes.

- **Comentário.**

Seqüências de ações que ultrapassem o seu próprio escopo, provavelmente, serão fontes geradoras de erros dos usuários (finalizar em tarefas erradas, misturar ações em uma combinação inútil). Além disso, as tarefas que necessitem de uma atenção consciente (tarefas que causem danos ao sistema, tarefas complexas, etc.), não poderão ser condicionadas, e requerem considerações cuidadosas sobre como reduzir a carga de memória de trabalho humano, como por exemplo, considerações sobre apresentação das informações, auxílio 'on-line', etc.

### II.3.1 Diretrizes para projeto de tarefas e procedimentos.

1. Minimizar o número de ações do usuário em uma seqüência (seqüências de tarefas devem ser mantidas curtas para que os usuários as executem automaticamente e sem esforço).
2. Dividir as seqüências longas em subseqüências.
3. Tarefas podem ser combinadas das seguintes formas: simples com simples, ou complexa com simples. Um usuário não deve ser solicitado para executar duas tarefas complexas ao mesmo tempo. Isto vale especialmente para usuários novatos.
4. Seqüências de ações para tarefas distintas devem ser únicas. Tentar evitar ações de abertura semelhantes. Onde isto for inevitável, levar a atenção do usuário para o ponto onde as seqüências divergem.
5. Se procedimentos formalmente equivalentes (isto é, procedimentos que têm uma estrutura lógica similar) são compartilhados entre diferentes domínios de tarefas ou de sistemas, é importante explicitar estes procedimentos em cada contexto.
6. Levar em consideração o fornecimento de informações extras ou redundantes sobre os componentes chave de uma tarefa, se isto ajudar a tornar a estrutura da tarefa o mais explícita possível.
7. Deixar explícita as informações importantes.
8. Não apresentar informações que são irrelevantes à tarefa.
9. Se o usuário tem que se lembrar de uma informação para em seguida usá-la, não usar o tempo entre estas tarefas com informações ou atividades que o distraiam.
10. Evitar introduzir distrações quando for importante que os usuários se lembrem de padrões visuais abstratos.

### II.3.2 Diretrizes para multimídia.

As informações podem ser transmitidas usando uma forma textual, linguagem natural, representação visual (ícones) ou uma combinação entre elas. As diretrizes a seguir fazem recomendações sobre os muitos caminhos efetivos para se usar uma das formas e as vantagens em se usar uma em vez de outra.

- Princípio Psicológico.



A presença de sons irrelevantes na fala serão um empecilho para a lembrança, não importando quais sejam suas origens.

- **Interpretação.**

É auto-explicativa.

- **Exemplo**

Sistemas que usam reconhecedores e sintetizadores de voz (sistemas de mensagens verbais) não devem exigir que o usuário ouça ou emita comandos ou mensagens enquanto estiverem guardando na memória informações que devem ser executadas em outro contexto.

- **Diretriz**

Se o usuário precisa memorizar informações, deve-se eliminar quaisquer sons de fala não relevantes ao diálogo.

- **Comentário.**

O problema para se garantir esta diretriz é que, na maioria dos ambientes de trabalho, haverá inevitavelmente muitos sons de fala irrelevantes, gerados de origens naturais. O projetista deve procurar assegurar pelo menos que o sistema computacional não aumente o problema.

A facilidade com que um usuário se comunica com o sistema depende em larga escala da criação de dispositivos eletrônicos análogos aos meios de comunicação tradicionais ou de manipulação de informações similares ao domínio não eletrônico. Uma boa combinação entre os domínios eletrônicos e manuais libera os recursos de processamento do usuário para o raciocínio e a resolução de problemas. Isomorfismos entre as características da tarefa, os dispositivos de entrada e a maneira natural de fazer as coisas no domínio não eletrônico ajudam a assegurar o uso rápido e sem esforço do sistema.

Uma combinação tão boa quanto possível pode ser obtida entre os meios de entrada naturais e o meio de entrada usado na interface. Por exemplo, se os usuários estão acostumados a apontar para indicar uma seleção, então o análogo eletrônico deve permitir tipos de entradas semelhantes. Outras diretrizes para multimídia:

1. Dispositivos manuais, tais como o 'mouse', caneta luminosa ou a combinação de tabletes e estiletes digitalizados prestam-se muito bem às tarefas que incluem desenhos, seleções e movimentações; em outras palavras, tarefas espaciais e visuais.
2. Comandos baseados em teclado são particularmente apropriados para aplicações com processadores de textos, onde a própria tarefa é baseada no teclado de máquinas de escrever convencionais. A entrada de dados numéricos é melhor servida pelo teclado numérico (teclado lateral, comum nos teclados do PC).

3. Tarefas verbais ou lógicas podem ser beneficiadas com a utilização de comandos verbalizados (verbalização de palavras chaves na recuperação de informações a partir de menus de seleção).
4. O som ou a fala é um meio natural para alertar pessoas sobre um perigo ou sobre mudanças no ambiente. Isto significa que a fala é um meio apropriado para transmitir mensagens de status para usuários. Isto é particularmente importante quando existem atrasos de resposta entre uma entrada de comando e a obtenção da resposta do sistema, quando a atenção do usuário pode estar dispersa em outro lugar.
5. Utilizar síntese da fala e observação sonora para reforçar os elementos que devem ser memorizados e levados adiante em um diálogo.
6. Se for preciso que os usuários selecionem objetos sem que estes estejam totalmente amostrados, usar a apresentação utilizando diversos meios. Por exemplo voz e texto ou texto e imagens.

## Capítulo III

# Métodos para Desenvolvimento de Sistemas Interativos.

Após a conclusão das análises detalhadas no capítulo anterior para fase de Análise e Especificação de Requisitos, pode-se dar continuidade a este processo lançando-se mão do emprego de métodos voltados à especificação e ao desenvolvimento de sistemas interativos. Estes métodos promovem a sistematização do processo de desenvolvimento de software e valorizam alguns aspectos importantes a serem implementados no produto final conforme as características e objetivos de cada um.

Neste capítulo primeiramente é apresentada uma classificação conceitual idealizada por Williges e Elkerton [23] para modelos de usuários. Estes modelos são a base para a formalização de métodos para desenvolvimento de sistemas, que valorizem aspectos referentes aos usuários. Em seguida, é mostrado, resumidamente, como exemplo alguns métodos baseados em modelos de usuários que têm por finalidade inserir no projeto de sistema interativos práticas de cunho ergonômico e cognitivo.

A utilização de métodos de desenvolvimento de software é um preceito recomendado pela Engenharia de Software. Esta prática aperfeiçoa muitos aspectos de todo o processo de desenvolvimento, incluindo uma melhor adequação aos requisitos dos usuários. Além de diminuir os erros futuros do sistema, documenta todo o processo de desenvolvimento e reduz significativamente os custos para evoluções e alterações do sistema [58].

A maioria dos métodos existentes dão prioridade às funções e aos dados do sistema, seguindo uma linha de decomposição hierárquica orientada aos dados ou às funções. Nestas metodologias a interface com o usuário é 'freqüentemente considerada somente como segunda reflexão' [70]. Para sistemas interativos, contudo, esses enfoques não são adequados, pois a interface adquire um papel essencial no uso do sistema. Logo, os problemas e preferências dos usuários devem ter prioridade

sobre algumas considerações funcionais do sistema.

### III.1 Uma taxonomia para Modelos de Usuário.

Podemos verificar na literatura uma falta de consenso a respeito da definição do termo 'Modelo de Usuário', sendo este usado a partir de várias perspectivas e dimensões de modelos diferentes. Entretanto, pode-se dizer que estes modelos procuram representar ou modelar o processo mental do usuário, como a interação parece operar, ou como esta deveria operar. Os autores anteriormente citados classificaram-nos em duas categorias [23]:

- Modelos Conceituais.
- Modelos Quantitativos.

#### III.1.1 Modelos Conceituais.

Estes modelos enfatizam os processos de representação cognitiva do usuário relacionados com o processamento de informações. Procuram inserir práticas cognitivas no desenvolvimento de sistemas. Estão subdivididos em três objetivos centrais:

- que focalizam os processos cognitivos: analisam e representam os procedimentos cognitivos necessários a um indivíduo na realização de uma certa tarefa. É através da observação cuidadosa e crítica de um indivíduo que está realizando uma tarefa que se pode desenvolver um modelo que represente o conhecimento da seqüência de procedimentos que a tarefa requer. Fluxogramas são usados para mostrar e representar o que foi observado e analisado.
- que focalizam as estruturas cognitivas: analisam e representam a estrutura do conhecimento formada para os procedimentos cognitivos necessários na execução de uma tarefa. São utilizados diagramas de árvore ou redes de transição para representar o que foi observado.
- que focalizam as estratégias cognitivas: procuram compreender como as pessoas controlam as diversas partes do conhecimento, isto é, quais são as estratégias de gerenciamento usadas para escolher uma determinada estrutura de conhecimento para os procedimentos cognitivos. A representação do que foi analisado e observado também é feita através de diagramas ou de redes.

Até o momento os modelos conceituais sobre a interação homem-computador lidaram basicamente com representações de métodos para analisar processos cognitivos, estruturas e estratégias de forma a compreender o desempenho humano e suas limitações em sistemas computadorizados. O nível de detalhamento desses modelos necessita ser ampliado. Métodos de análise que determinem os requisitos das tarefas precisam ser aperfeiçoados, tornando-os mais robustos e indicando pontos específicos para o projeto de interfaces. Poucas tentativas foram feitas para desenvolver ferramentas baseadas nesses conceitos, de modo a auxiliarem os projetistas de interfaces. Norman [23] refere-se ao termo 'Engenharia Cognitiva' como o processo de aplicação da ciência cognitiva no projeto e desenvolvimento de interfaces.

### III.1.2 Modelos Quantitativos.

Estes modelos enfatizam a representação matemática principalmente do desempenho do usuário, podendo predizê-lo com base nas características da tarefa, do próprio usuário ou do ambiente de trabalho. Procuram inserir práticas ergonômicas no desenvolvimento de sistemas. Abrangem quatro tipos de representação:

- do desempenho: visam estabelecer estimativas do desempenho do usuário e suas capacidades e limitações em tarefas computadorizadas.
- ergonômica: referem-se a obtenção dos dados antropométricos e biomecânicos necessários ao projeto de interfaces. Visam principalmente determinar o 'layout' de estações de trabalho. São exemplo desses modelos: SAMMIE [60] para estações de trabalho gerais, COMBIMAM [?] para cabines de pilotos e o PLAID/TEMPUS [62] para naves espaciais. O desenvolvimento de modelos ergonômicos visando especificamente estações de trabalho computadorizadas seriam muito úteis, e deveriam levar em consideração as várias configurações necessárias a adequação de cada projeto às características ambientais e culturais das regiões geográficas a que se destinariam.
- de simulação por computador: visam especificar um modelo lógico matemático da interação homem-computador, testando-o via computador. Duas linguagens para simulações foram desenvolvidas: HOS por Lane, Strieb, Glenn e Wherry em 1981 [63] e a SAINT por Chubb, no mesmo ano [64]. Embora sejam bastante úteis para determinar alternativas nas seqüências de tarefas e para testar diálogos, as simulações são pouco usadas. Um exemplo de uma ferramenta para este tipo de modelo de usuário foi descrita no capítulo II, para auxiliar na avaliação de protótipos, como uma estratégia de aceitação do produto ('PUM - Programmable User Model').
- estatística: procedimentos estatísticos podem ser empregados para construir modelos baseados diretamente no comportamento do usuário. Tullis [65] usou processos de agrupamento para captar as percepções dos usuários em relação

as funções de um sistema de menus de comandos para um sistema operacional. Folley e Willeges [66] usaram agrupamentos hierárquicos para modular a edição de seleção de comandos para usuários experientes e novatos em sistemas de computador. Em ambos os eventos, a aplicação de algoritmos de agrupamento foram utilizados para fornecer uma estrutura organizacional na representação de modelos de usuários. Regressão Polinomial é também um processo estatístico muito usado para construir modelos empíricos do desempenho do usuário.

Apesar da variedade de técnicas para construção de modelos quantitativos do usuário, estes métodos ainda não são devidamente usados para apoiar o projeto de interfaces ou por não serem robustos o bastante para inspirarem confiança ou por não serem do conhecimento da maioria dos projetistas.

A tabela III.1, apresenta as principais características dos tipos de modelos de usuário mencionados [23]:

A primeira coluna desta tabela refere-se ao objetivo central das pesquisas em modelos de usuários, isto é, à representação dos diversos itens relevantes a estas pesquisas. A segunda coluna mostra projetos para desenvolvimento de ferramentas que facilitaram a aplicação das técnicas de modelagem do usuário e a última coluna mostra em que estágio no processo de desenvolvimento de sistemas (*vide Willeges e Elkerton na seção II.1*) são utilizadas as respectivas representações e ferramentas.

## III.2 Métodos para o Desenvolvimento de Sistemas Interativos baseados em Modelos de Usuário.

São apresentados a seguir alguns exemplos de métodos para a especificação de sistemas interativos baseados em modelos de usuário. A utilização desses métodos no projeto de interface pode auxiliar os projetistas a otimizarem alguns aspectos que possibilitem o desenvolvimento de interfaces amigáveis, garantindo o desempenho e a satisfação dos usuários.

### III.2.1 Método baseado no conhecimento sintático e semântico do usuário [2].

Este método exemplifica um modelo conceitual que estuda os processos cognitivos dos usuários, procurando representar os procedimentos que lhes são necessários na execução de uma tarefa, em três níveis de conhecimento.

	Tipos de Modelos	Representação	Ferramentas	Estágio
C O N C E I T U A L	processo cognitivo	procedimentos	ações do usuário análise de erros protocolos verbais	inicial do projeto avaliação formativa.
	estrutura cognitiva	tarefas dispositivos	regras de produção diagramas de transição	inicial do projeto
	estratégia cognitiva	tarefas metas	análise das tarefas e metas	inicial do projeto
Q U A N T I T A T I V O	desempenho	desempenho procedimentos	observações medições	inicial do projeto avaliação formativa
	ergonômico	antropométrica biomecânica	projeto auxiliado por computador	inicial do projeto
	simulação	seqüência da tarefa	linguagens de simulação	inicial do projeto
	estatístico	tarefa desempenho	algoritmos de agrupamento e regressão polinomial	inicial do projeto avaliação formativa

Tabela III.1: Características dos Modelos de Usuários conforme sua categoria e tipo [23].

- **Conhecimento Sintático:** é um conjunto variado e extenso de representações sintáticas para as ações do computador. É estritamente dependente do equipamento ou do sistema. Sua retenção pelo usuário é feita pelo uso contínuo do sistema e é facilmente esquecida (abreviações de comandos, controle através de teclas, etc.). Estes conhecimentos seguem uma estrutura encadeada ou modular de ações, que normalmente confunde os usuários menos experientes. Um exemplo são as ações de um editor de texto requisitadas pelo sistema ao usuário para terminar: um parágrafo, um texto, o modo de inserção ou ainda para terminar a sessão. Todas estas ações necessitam de sintaxes distintas, embora suas funções sejam cognitivamente a mesma (terminar o que se estava fazendo). Ícones ou comandos em menus que possam ser manipulados diretamente facilitam esta retenção, o aprendizado dos conceitos sintáticos e minimizam a ocorrência de erros. O levantamento da Matriz de Frequência 'Usuários X Tarefas' ajuda a decidir sobre a melhor representação sintática das ações para que se procure simplificar as mais frequentes.
  
- **Conhecimentos Semânticos:** estes conhecimentos estão subdivididos em conceitos da tarefa e conceitos de computação. Estes conceitos, por sua vez, são identificados por ações (da tarefa e do computador) e por objetos (da tarefa e do computador). Ambos, ação e objeto, têm uma forma estruturada que não depende do sistema nem do equipamento. As noções de computação são adquiridas por um treinamento específico ou através da prática com o uso do próprio sistema. Normalmente os usuários costumam fazer uma analogia desses conceitos com sua experiência no uso de sistemas anteriores. Já as noções da tarefa fazem parte da experiência profissional do indivíduo. Estas noções, depois de incorporadas ao conhecimento geral do usuário, são praticamente estáveis em sua memória. A estrutura hierárquica da semântica de ações e de objetos do computador é composta basicamente de:
  - propriedades de baixo nível : características da informação armazenada.  
 Ação: tamanho e tipo da informação (propriedades lógicas).  
 Objeto: campo e caracteres da informação (propriedades físicas).
  - estratégias de nível médio: conhecimentos sobre a informação armazenada.  
 Ação: acesso à informação.  
 Objeto: endereço da informação.
  - metas de alto nível: armazenamento da informação.  
 Ação: comando para 'salvar' a informação.  
 Objeto: arquivo onde a informação foi armazenada.

Esta estrutura hierárquica representa uma estratégia para que o usuário possa realizar suas metas ao interagir com o sistema, isto é, espera-se que quando o usuário lembrar os elementos que compõem suas metas de alto nível, os elementos



dos outros níveis surjam em consequência da estrutura lógica das ações e objetos do computador. Por exemplo, ao lembrar de como salvar um arquivo, naturalmente deve lembrar que o arquivo tem nome, tamanho, tipo, endereço de armazenamento e está dividido em campos, etc.

O conceito (ação e objetos) da tarefa a ser automatizada deve ser decomposto em submetas de forma hierárquica, até que cada uma delas seja passível de tratamento.

Integrar as três formas de conhecimento (sintático, semântico do computador e semântico da tarefa) é um desafio que requer grande motivação e concentração por parte dos projetistas de interfaces. Para sistematizar estes esforços recomenda-se que a semântica dos objetos da tarefa seja detalhada explicitamente além da preparação de uma lista clara e objetiva das ações da tarefa a serem realizadas pelo usuário. Neste momento os objetos e ações do computador poderão ser identificados e definidos, levando-se os detalhes da sintaxe para o fim do projeto.

**Um exemplo: concepção de uma carta comercial em um editor de texto.**

- Metas de alto nível: noções para escrever (ação da tarefa) uma carta (objeto da tarefa) de negócios. Saber que a carta será armazenada em um arquivo (objeto do computador) e conhecer os detalhes do comando 'SALVAR' (ação do computador).
- Estratégias de nível médio: mecanismos para compor uma sentença, para começar a escrita e para terminá-la, armazenando-a e recuperando-a quando necessário.
- Propriedades de baixo nível: formar palavras, conhecer os movimentos do cursor na tela, conhecer as teclas de controle e de comandos.

Em resumo, os métodos deste tipo requerem projetistas experientes que saibam utilizar os conhecimentos semânticos retidos na memória dos usuários. Devem, sempre que possível, buscar uma padronização na representação sintática das ações da tarefa deixadas a cargo dos usuários.

### **III.2.2 Método GOMS - 'Goals, Operator, Methods, Selection rules' [2,23].**

Este método considera que a representação de uma tarefa pelo usuário é composta pelo seu entendimento das Metas, Operações, Métodos e Regras de Seleção, exemplificando um modelo conceitual que procura representar a estrutura cognitiva das tarefas.

- **Metas:** são elementos da tarefa para a interação, isto é, a tarefa pode ser decomposta em metas e submetas, provendo assim um plano hierárquico simplificado para que o usuário a execute.
- **Operações:** são preceitos elementares ou ações cognitivas necessárias para alterar o estado mental do usuário e afetar o ambiente da tarefa.
- **Métodos:** são os procedimentos necessários à execução de cada meta.
- **Regras de Seleção:** são as estruturas de controle que servem para escolher dentre vários métodos aquele que será usado para executar uma meta. São os componentes estratégicos do modelo do usuário.

O método GOMS baseia-se nas observações e medições dos procedimentos do usuário durante a execução de uma tarefa em um sistema, visando inserir aprimoramentos no desenvolvimento de futuros sistemas similares.

Logo, este método objetiva o uso experiente e livre de erros e a redução do tempo de resposta do sistema. Os sistemas desenvolvidos segundo este método são destinados principalmente a usuários experientes. É dado menos ênfase ao aprendizado, à resolução de problemas, ao tratamento de erros, à satisfação subjetiva e à retenção dos conhecimentos.

**Um Exemplo: sistema de recuperação de informação.**

Hayes e Willeges [67] desenvolveram modelos de estratégias de 'recuperação de informação' para usuários experientes, baseados no método GOMS. Estes pesquisadores solicitaram a alguns usuários com muita experiência em computadores, que recuperassem uma linha de informação (linha alvo) em um total de 2780 linhas de um sistema com 15 arquivos armazenados hierarquicamente em um computador 'VAX11/750'. Cada usuário tinha que alocar uma série de 96 linhas alvo num formato estruturado. Os usuários procuravam os arquivos escolhendo dentre 12 comandos possíveis. Informações retroativas ('feedback') desses comandos podiam ser vistos pelo usuário por uma janela aberta na sétima linha da tela. O usuário devia depois de recuperar a linha alvo mostrá-la em uma janela, identificando-a com um número.

Com os dados desse experimento os pesquisadores observaram que a meta de recuperar uma linha alvo podia ser decomposta em duas submetas. A primeira sub-meta era a alocação do arquivo apropriado. Em seguida, precisava-se localizar a linha alvo dentro do arquivo. Também observaram que as linhas alvo estavam agrupadas em três categorias distintas. A primeira era de linhas alvo explícitas que revelavam em suas descrições a que arquivo pertenciam. A segunda era de linhas alvo indicativas que forneciam referências do arquivo quando eram

alocadas. E a última era de linhas alvo não-indicativas que não forneciam nenhuma indicação sobre seu arquivo.

Subseqüentemente cada categoria de linhas alvo foi analisada de acordo com a meta da tarefa (recuperar) e submetas (alocar arquivo, localizar linha) para que se pudesse elaborar um modelo de estratégia de usuários experientes para cada uma das três categorias. Cada modelo foi então descrito usando fluxograma que representava a seqüência dos comandos de busca para cada categoria. Ficou comprovado que as linhas alvos explícitas foram as mais diretas. As linhas alvo indicativas também envolviam uma estratégia de busca linear, mas requeriam mais etapas. Já as linhas alvo não-indicativas necessitavam de uma estratégia de busca que incluía um laço de realimentação.

Para validar os modelos elaborados formou-se um novo grupo de usuários experientes que repetiram o experimento, desta vez utilizando um sistema implementado conforme os fluxogramas elaborados pelo método GOMS. Estipulou-se duas medidas de desempenho: tempo de alocação da linha alvo e a proporção relativa no uso dos 12 comandos de busca possíveis. Os resultados obtidos superaram os anteriores demonstrando que houve uma melhoria sensível para tarefas analisadas segundo este método.

### III.2.3 Modelagem de Eventos [2,68].

Este método também procura representar a estrutura cognitiva dos usuários em relação às tarefas, baseando-se no conceito de 'autômatos finitos' para modelar tarefas que serão automatizadas. 'Um autômato finito pode ser pensado como uma caixa-preta que recebe um número finito de entradas e está preparada para tratar estas entradas e oferecer saídas' [68]. É uma técnica apropriada para representar lógicas complexas que envolvem muitas transições possíveis entre diferentes estados. Para representar graficamente este modelo usa-se os Diagramas de Transição de Estados. Nestes diagramas são descritos todos os estados que o sistema poderá assumir em decorrência dos eventos possíveis (eventos determinam as mudanças de estado no sistema).

A maior contribuição deste modelo está em oferecer um caminho preciso para esquematização e representação conceitual das tarefas, oferecendo possibilidades de testar todos os eventos e transições de estados, a que o sistema está sujeito. Desta forma pode-se prever o tempo de aprendizado e o desempenho do usuário, bem como os seus possíveis erros e a maneira mais adequada de tratá-los [2].

- Eventos - são ocorrências significativas que devem ser reconhecidas e atendidas pelo sistema. Existem dois tipos de eventos:

1. **Evento externo:** é uma mudança no ambiente externo ao sistema. Um exemplo é a chegada de um pedido do usuário.
  2. **Evento temporal:** é um evento pré-estabelecido para um determinado momento. Por exemplo, o fechamento contábil mensal ou anual de uma empresa.
- **Estado** - é a condição do sistema num dado momento. Esta condição reflete o resultado de uma seqüência de eventos. Existem dois tipos particulares de estados:
    1. **Estado inicial:** é um estado especial, que tem eventos dirigidos a outros estados, mas nunca eventos de outros estados dirigidos a ele.
    2. **Estado final:** também é especial, pois, inversamente ao estado inicial, só tem eventos dirigidos a ele, não conduzindo eventos a outros estados.

Os diagramas de transição de estado podem representar dois tipos de sistemas:

- **Sistemas abertos** - são aqueles que interagem com o meio exterior (aceitam eventos externos).
- **Sistemas fechados** - são aqueles cujas mudanças de estados são provocadas por condições internas ao próprio sistema (não aceitam eventos externos).

**Um exemplo: sistema gerenciador de terminais.**

Terminais de computador podem assumir seis estados diferentes:

1. Desligado
2. Ativo
3. Ativo enviando mensagem
4. Ativo recebendo mensagem
5. Danificado
6. Travado

O diagrama de transição da figura III.1 representa os estados acima e os eventos que podem ocorrer em um terminal:

Os eventos são:

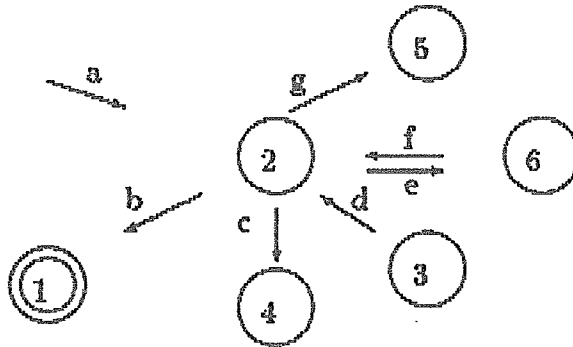


Figura III.1: Diagrama de transição para sistema gerenciador de terminais [68].

- a) conectar, ligar terminal.
- b) desligar terminal.
- c) terminal enviando mensagem.
- d) terminal recebendo mensagem.
- e) problema no sistema.
- f) recuperação do sistema.
- g) defeito no terminal.

Este diagrama de transição foi escolhido para exemplificar um modelo para estrutura cognitiva na representação de dispositivos de comunicação.

#### III.2.4 Método baseado em Análise Essencial [16].

Este método visa descobrir a essência do sistema, que, segundo o conceito dos autores [69], corresponde à reunião de todos os requisitos que o sistema deve conter para atingir seus objetivos. Estes requisitos, chamados requisitos verdadeiros, encontram-se normalmente mascarados pela tecnologia que será usada para implementar o sistema. A contribuição básica desta análise está em separar os requisitos verdadeiros dos requisitos físicos (tecnológicos) do sistema.

A essência do sistema está subdividida em dois componentes:

- atividades - todas as tarefas que devem ser realizadas pelo sistema.

- memória - todas as informações que devem ser lembradas pelo sistema.

As atividades essenciais são, por sua vez, subdivididas em:

- atividades fundamentais - que realizam as tarefas que levam ao objetivo do sistema, gerando respostas adequadas às mudanças do ambiente.
- atividades custodiais - que geram e mantêm a memória essencial, armazenando as informações necessárias às atividades fundamentais.

Atividades podem ser ao mesmo tempo fundamentais e custodiais.

As mudanças do ambiente são percebidas pelo sistema através da ocorrência dos eventos. Os eventos traduzem desejos do usuário e podem assumir duas formas:

- externa - gerado por entidades externas ao sistema.
- temporal - gerado internamente em horas ou intervalos de tempo determinados.

O sistema é informado da ocorrência de um evento externo por um estímulo que traz as informações externas necessárias à realização de uma atividade essencial. Após toda ocorrência de um evento, o sistema realiza um conjunto de ações denominado 'Resposta' que concretiza a atividade essencial. Diz-se que a Resposta é planejada quando ela foi estabelecida antes do evento ocorrer. Sistemas de Respostas Planejadas respondem a um conjunto pré-definido de eventos. Um Sistema Interativo é também um Sistema de Respostas Planejadas. Logo, este método de análise lhe é adequado.

Para que o sistema seja facilmente manipulado e estudado é necessário subdividi-lo em partes menos complexas e inteligíveis. Efetua-se então seu particionamento em relação aos Eventos e Objetos. Primeiramente deve-se reconhecer e identificar os possíveis eventos, isto é, todos os desejos dos usuários. Cada evento relaciona-se com apenas uma atividade essencial, ou seja, apenas um conjunto de ações que irão gerar a resposta desejada pelo usuário que deverá ser completa para cada evento.

Objetos referem-se ao particionamento da memória essencial que deve assemelhar-se aos objetos externos ao sistema. São estes objetos que irão alimentar as atividades essenciais. As características dos objetos serão representadas por elementos de dados na memória essencial.

**Um exemplo: objetos para um sistema de aluguel de carros.**

**Objetos Externos: Cliente , Automóvel.**

**Características dos objetos: nome, marca, endereço, número do chassi, telefone, ano de fabricação.**

**Elementos de informação sobre Clientes:**

- nome
- endereço
- telefone

**Elementos de informação sobre Automóveis:**

- marca
- no\_chassi
- ano\_fabricação

O objetivo deste método é determinar a *Essência* do sistema, procurando identificar suas metas e tarefas de forma a representá-las conforme o modelo conceitual estratégico dos usuários. Para isto, existem duas estratégias básicas:

1. Criar um modelo essencial do sistema a partir das informações sobre o que os usuários gostariam que o sistema realizasse.
2. Derivar o modelo essencial do sistema a partir de um modelo físico já existente.

### **1. Criar.**

Os seguintes passos levarão à criação de um modelo de essência:

1. Identificar os objetivos do sistema, ou seja, o porquê de sua existência.
2. Identificar as atividades fundamentais, determinando a que eventos o sistema irá responder, definindo os estímulos e as respostas correspondentes a estes eventos.

3. Identificar as informações que deverão ser armazenadas na memória do sistema isto é, decidir quais informações serão lembradas pelo sistema e quais as que deverão vir através de um estímulo (fornecidas pelo usuário).
4. Identificar as atividades custodiais, ou seja, determinar quando se terá acesso a memória essencial para armazenar, alterar, obter ou remover uma informação.

## 2. Derivar.

Para determinar a essência de um sistema já existente é necessário obter os diagramas de fluxo de dados, o dicionário de dados e a documentação da especificação do sistema, que geralmente contém características tecnológicas da implementação. Portanto, deve-se expandir o modelo deste sistema, detalhando-o de forma a identificar e retirar suas características tecnológicas. O modelo resultante conterá, então, 'buracos' ou fragmentos que deverão ser classificados e posteriormente agrupados formando assim as atividades essenciais.

Alguns princípios devem ser respeitados durante o processo de desenvolvimento de sistemas usando este método: a complexidade dos componentes deve ser a menor possível para facilitar sua compreensão por parte dos usuários e escolher-se o caminho mais simples para especificação dos requisitos verdadeiros do sistema.

### III.2.5 Método USE - 'User Software Engineering'.

Este método foi desenvolvido por Anthony Wasserman em 1975 [70] para apoiar o desenvolvimento de Sistemas de Informação Interativos. Os Sistemas de Informação fornecem acesso conversacional a um banco de dados, tipicamente a pessoas não especialistas em computação. Exemplos desses sistemas são as reservas de linhas aéreas, pesquisas bibliográficas, operações bancárias e outros.

O método USE considera desde o início do processo de desenvolvimento de sistemas interativos a interface com o usuário. Para este fim utiliza um conjunto de ferramentas automatizadas e propõe um desenvolvimento sistemático com a participação do usuário desde a especificação do sistema, através desta prática este método inclui naturalmente os conhecimentos retidos pelo usuário de forma a modelar seus desejos em relação à interação.

Os objetivos básicos do método USE são:

- funcionalidade - cobrir todo o processo de desenvolvimento do sistema, apoiando sua criação de forma a atingir um conjunto pré-definido de requisitos.



- confiabilidade - gerar sistemas confiáveis, de forma que o usuário não seja molestado por quedas do sistema, perdas de informações ou falta de eficácia.
- utilizabilidade - facilitar o aprendizado e utilização do sistema pelos usuários, envolvendo-os no processo de desenvolvimento desde seu início.
- evolucionabilidade - facilitar modificações e adaptações do sistema. A mudança de ambientes de operações de hardware e das necessidades dos usuários requerem principalmente, uma boa documentação e a estruturação do sistema.
- apoio automatizado - ter disponível um conjunto de ferramentas automatizadas que auxiliem e aprimorem o processo de desenvolvimento, ao mesmo tempo que realizem melhorias no sistema em desenvolvimento.
- maior produtividade - reduzir o tempo necessário para criação de um sistema executável.
- reutilizabilidade - garantir a reutilização do método para uma extensa classe de projetos, bem como a reutilização dos programas gerados para uma determinada aplicação em desenvolvimentos similares.

Este método desenvolveu um sistema de prototipagem rápida, o RAPID/USE, que permite que um produto satisfatório seja testado logo no início do processo de desenvolvimento, motivando a participação do usuário. Este sistema é extremamente valioso para verificar e analisar projetos de diálogo. Sua estrutura básica é composta pelas seguintes ferramentas automatizadas:

- Um Editor de Diagrama de Transição (EDT) que facilita a edição e representação em diagramas de transição no estilo USE e gera automaticamente uma codificação em linguagem de especificação de diálogos a partir desses diagramas.
- Um Interpretador de Diagramas de Transição (IDT) que visa criar protótipos para interfaces com o usuário. Aceitando como entrada diagramas de transição, esta ferramenta possibilita a construção rápida e facilmente modificável de programas que simulem a interface com o usuário.
- TROLL, uma ferramenta que fornece uma interface de comunicação para sistemas de banco de dados relacional, podendo interagir com o IDT ampliando a funcionalidade do protótipo. Sua utilização em conjunto com um dos módulos do RAPID provê mecanismo para implementação de operações com banco de dados e de operações computacionais.

Também fazem parte deste sistema o 'Action Linker' que serve para ligar definições de diálogos com operações computacionais, o 'Logs' que são arquivos para a avaliação do protótipo e a metodologia BASIS para especificações formais.

As fases sugeridas pelo método USE para desenvolvimento de sistemas são:

1. **Análise de requisitos:** é o entendimento do domínio do problema e das restrições específicas da aplicação. As técnicas usadas nesta fase visam:
  - a modelagem de dados e atividades: para os dados usa-se técnicas orientadas à objetos (modelo hierárquico semântico de Smith e Smith [71] e o modelo de entidades-relacionamentos [72]). Para atividades usa-se a técnica de A-grafos de Isac e os diagramas de fluxo de dados da Análise Estruturada [73,74]. Não importa que técnica foi usada, contanto que os nomes das atividades, seus atributos e operações sejam colecionados em um dicionário de dados para garantir seu uso consistente. Este enfoque é uma maneira de obter-se níveis múltiplos de abstração, baseados na independência física dos dados, na identificação de um conjunto de operações abstratos (funções, módulos e transações) com entradas e saídas bem definidas. Esta independência também é sentida pela separação dos diálogos e sintaxe do sistema das sua operações. Esta separação lógica permite a especificação de diferentes diálogos para o mesmo sistema, facilitando, com isto, o projeto de interfaces multimodais para usuários novatos e para experientes, para terminais com velocidades diferentes ou mesmo para escolha de diversos estilos de interações.
  - a caracterização dos usuários e da utilização do sistema: em grande medida, é uma análise proveniente de um processo informal de conversações entre projetista e usuários. Procura-se levantar as necessidades diversas de cada tipo de usuário, tais como: variedades de tipos de documentos de saída, os dispositivos de entrada de dados necessários e do agrado dos usuários.
2. **Projeto externo:** nesta fase é feita a especificação da interface com o usuário com o Editor de Diagramas de Transição (EDT). A abordagem empregada é 'de fora para dentro' ('outside in') que além de facilitar a interação com o usuário, também pode ser representada pela técnica de decomposição funcional usada em outros métodos.
3. **Criação do protótipo da interface:** utiliza-se para este fim o Interpretador de Diagramas de Transição (DDT).
4. **Avaliação do protótipo da interface:** nesta fase, é feita a avaliação da interface em sessões com os usuários. As interações realizadas em cada sessão são armazenadas em dois tipos de registros 'Logs', um deles guardará todas as entradas do usuário e o outro todas as mudanças de estado do sistema. Posteriormente estes registros são analisados para que o projeto seja aprimorado. Um exemplo de ferramenta para análise das ações do usuário (vide tabela III.1) é o rapsom, um módulo do RAPID, que pode ser empregado na avaliação desses registros.

5. Criação de um sistema executável: nesta fase, pode-se tomar três caminhos distintos: ampliar o protótipo usando-se a potencialidade do TROLL, abandoná-lo e continuar o projeto usando uma linguagem de programação tradicional, ou abandoná-lo e continuar o projeto fazendo uma especificação formal de todo o sistema. Para esta especificação aconselha-se o uso do BASIS ('Behavioral Approach to the Specification of Information System') que fornece uma especificação para modelos abstratos para ser usada em linguagem Alphard [75].

Foram apresentados sumariamente apenas alguns exemplos de métodos baseados em modelos de usuários, que atestam a importância de novos estudos nesta linha de pesquisa. No próximo capítulo é mostrado o relacionamento desses métodos com os aspectos propostos como relevantes para a satisfação e desempenho dos usuários de sistemas interativos.

## Capítulo IV

# CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS DA INTERFACE HOMEM-COMPUTADOR

### IV.1 Levantamento dos aspectos técnicos e de fatores humanos.

É definido neste capítulo um conjunto de aspectos considerado essencial no projeto e na avaliação de sistemas interativos do ponto de vista do usuário final. Este conjunto de aspectos foi extraído de uma extensa pesquisa bibliográfica e procura abranger todas as características de um sistema interativo que se destinará a qualquer área de aplicação.

Em uma pesquisa de campo realizada em três áreas de aplicação previamente escolhidas para análise (Educação, Desenvolvimento de Software e Administração) levantou-se a prioridade de cada um dos aspectos em relação aos demais. Uma hipótese deste trabalho a ser confirmada pela análise dos dados coletados é que estas prioridades são diferentes para cada área de aplicação.

Subdividiu-se estes aspectos em duas categorias:

- Aspectos técnicos.
- Aspectos de fatores humanos.

Os aspectos técnicos devem estar implementados no sistema interativo como um todo (incluindo a interface) e se referem ao seu bom desempenho. Isto é, estes aspectos devem ser garantidos pelo sistema interno (exclui a interface),

mas é a interface que os exterioriza para o usuário. Deve-se garantir que durante esta passagem não ocorram alterações nas informações, que funções complexas do sistema interno possam ser subdivididas em ações simples pela interface e vice-versa (funções simples do sistema interno possam ser agrupadas em uma única ação pela interface), que os tempos de respostas não sofram atrasos, etc. Estes aspectos podem provocar nos usuários sentimentos de satisfação ou frustração, mas eles não são influenciados por suas habilidades individuais; dependem apenas de como o sistema foi projetado.

Na categoria de aspectos técnicos do sistema relevantes para o usuário incluem-se:

- Funcionalidade
- Rentabilidade
- Rapidez
- Integridade
- Indulgência
- Confiabilidade
- Completitude
- Portatibilidade
- Adaptabilidade
- Manutenibilidade
- Documentação

Já os aspectos de fatores humanos devem ser visíveis e vivenciados pelos usuários exclusivamente através da interface. Estes aspectos sofrem interferência e agem diretamente sobre as habilidades individuais de cada usuário. Isto é, as facilidades e dificuldades humanas diferenciáveis em cada indivíduo são diretamente influenciadas pelas características que promovem cada fator humano. São estas mesmas facilidades e dificuldades humanas que determinam em que grau cada aspecto de fatores humanos deve ser considerado (levado em conta na implementação) pela interface. Estes aspectos não estão relacionados com o sistema interno; é a interface que deve garanti-los de forma a provocar sentimentos de satisfação nos usuários e não sentimentos opostos.

Na categoria de aspectos de Fatores Humanos da Interface relevantes para o Usuários incluem-se:

- Aprendizagem
- Usabilidade
- Comunicabilidade
- Multimodalidade
- Consistência
- Universalidade
- Motivabilidade
- Condicionabilidade
- Permissividade
- Criatividade
- Memorização
- Salubridade
- Atenção

Estes aspectos deverão ser considerados na construção de interfaces amigáveis conforme as necessidades vitais da comunidade de usuários de cada área de aplicação. Uma forte integração da equipe de projeto do sistema interativo é altamente desejável já que os aspectos se relacionam entre si. E como é descrito nos próximos capítulos a valorização de um determinado aspecto em detrimento de outros pode vir a provocar conflitos que deverão ser administrados com muito bom senso pela equipe de projetistas em função dos aspectos a serem priorizados.

Através da pesquisa bibliográfica e de campo, espera-se fornecer subsídios aos projetistas de sistemas interativos (sistema interno e interface), identificando, primeiramente, quais são os aspectos que devem merecer seus maiores esforços em termos de pesquisa, tempo de especificação, tempo de implementação, etc, e como considerá-los durante o desenvolvimento do projeto.

## **IV.2 Descrição dos Aspectos Técnicos.**

### **IV.2.1 Funcionalidade [2, 13, 75]**

Este aspecto refere-se ao cumprimento satisfatório dos objetivos do sistema. A medida de funcionalidade do sistema é dada pela relação entre o grau de necessidade

que o usuário estipula e o número e a qualidade das funções que o sistema oferece, desde as funções mais freqüentes às ocasionais, bem como as que lidem com condições emergenciais.

A funcionalidade é um dos aspectos técnicos mais importantes e relaciona-se com outros aspectos tais como:

- a confiabilidade necessária para que o usuário fique satisfeito e seguro dos resultados obtidos,
- a integridade plena das informações manipuladas pelo usuário e pelo sistema,
- a completude, mas sem que haja ambigüidade, pois normalmente em sistemas extremamente grandes a funcionalidade é excessiva e desnecessária, dificultando o aprendizado, a manutenção e o uso.

Sistemas que apresentam falhas de funcionalidade, isto é, não cumprem satisfatoriamente seus objetivos, devem ser revistos em sua estrutura básica, para que estas falhas sejam corrigidas sem causarem ramificações prejudiciais ao bom desempenho do sistema como um todo. Um projeto de teste minucioso preparado a priori reduz as possibilidades de se subestimar ou superestimar a funcionalidade de um sistema, diminuindo também os custos e o tempo de desenvolvimento dos projetos.

As funções do sistema interno são exteriorizadas através da interface, que pode torná-las mais simples ou mais complexas conforme a experiência e necessidades de cada usuário.

É através da análise dos objetivos do sistema que se pode determinar a abrangência deste aspecto.

#### IV.2.2 Rentabilidade [1, 2]

A rentabilidade é um aspecto de caráter gerencial. Requer que o sistema seja parcimonioso no consumo de recursos monetários, computacionais e humanos, ofereça baixos riscos de danos e que aufera benefícios compatíveis com os gastos dispendidos. Isto é, apresente uma boa relação custo/benefício.

Embora tradicionalmente este aspecto negligencie algumas condições humanas tais como boa comunicação, níveis de experiência, estímulos motivadores, incentivos à criatividade e principalmente cuidados com a saúde mental e física dos usuários, esta é uma visão errônea. Deve-se maximizar a rentabilidade do sistema através dos próprios usuários, tornando-os altamente produtivos, e tal propósito só

será alcançado quando estes se sentirem satisfeitos e totalmente envolvidos em suas tarefas.

‘Todo pedido humano deve ser reconhecido e toda reação do sistema claramente descrita. A realimentação é o ingrediente crítico para moldar o rendimento de uma pessoa’ [27].

Os gastos iniciais dispendidos para satisfazer as necessidades humanas e para dar boas condições de trabalho aos usuários de sistemas interativos retornam a longo prazo através de benefícios conseguidos com a maximização do uso (muitas pessoas gostam e querem usar o sistema).

A rentabilidade envolve tanto o sistema interno (minimização dos recursos computacionais), quanto a interface que garante a satisfação e produtividade dos usuários. No desenvolvimento de interfaces a rentabilidade deve ser levada em conta desde a fase de análise do perfil da comunidade usuária até a escolha dos estilos e dispositivos de comunicação. Seu sucesso será comprovado pelos testes de aceitação do produto pelos usuários.

### IV.2.3 Rapidez [2, 7, 11, 27]

A capacidade de fornecer respostas rápidas é um aspecto fundamental em sistemas interativos pois o usuário necessita de realimentação para providenciar suas próximas ações e para acompanhar o progresso das ações do sistema. Em operações que consomem muito tempo o sistema deve indicar que o que foi pedido está sendo realizado.

Para se conseguir tal propósito é aconselhável simplificar ou subdividir as tarefas a serem executadas de forma que cada ação do usuário seja associada a um resultado, a ser aceito ou rejeitado, para poder dar continuidade ao processo.

Segundo Galitz [27] o tempo de resposta do sistema deve igualar-se a velocidade do pensamento humano:

- deve ser menor que dois segundos quando for necessária uma continuidade de raciocínio e a informação tiver que ser memorizada para várias utilizações.
- deve estar entre 2 e 4 segundos quando houver encerramento da subtarefa, mas ainda é necessária concentração para continuidade da tarefa principal.
- deve estar entre 4 e 15 segundos quando houver encerramento da tarefa principal.
- pode ser maior que 15 segundos quando o usuário estiver liberado para realizar outras tarefas.



Ao fazer-se o usuário esperar, é necessário mostrar que esta espera é justificada, informar quanto tempo ele vai esperar e permitir que acompanhe passo a passo a evolução do processo.

A rapidez é um dos aspectos que contribui para deixar o controle do sistema nas mãos dos usuários. Por outro lado, para manter sua atenção e motivação é essencial oferecer respostas rápidas e de preferência concisas.

A rapidez do sistema interativo depende tanto do sistema interno quanto da interface; não adianta oferecer uma interface rápida se a execução das funções no sistema interno é morosa. Também não é satisfatório um sistema interno rápido cuja interface é lenta para mostrar e organizar o 'lay-out' das informações de saída.

Este aspecto deve ser estipulado na fase de análise dos objetivos do sistema, garantido na escolha do estilo de interação e dos dispositivos de comunicação e avaliado nos testes de aceitação do produto pelo usuário.

#### IV.2.4 Integridade [1, 2, 11]

Refere-se ao grau de proteção e segurança dado às informações armazenadas e manipuladas pelos usuários, bem como às informações relevantes ao sistema. A forma pela qual se controla o acesso às informações do sistema e dos usuários e o alcance de rejeição a acessos não autorizados é um fator muito importante no desempenho e satisfação dos usuários.

Ao se dar o controle da interface ao usuário deve-se assegurar que suas ações não causarão danos irreversíveis ao sistema. A integridade do sistema deve ser garantida em qualquer caso principalmente em casos emergenciais (erros, falta de energia, etc.).

Entre os recursos mais usados para garantir a integridade cita-se por exemplo: solicitar confirmação dos pedidos do usuário antes do sistema iniciar a execução de operações suscetíveis de provocar danos às informações e colocar a disposição do usuário informações que sejam úteis para solucionar suas dúvidas. Um outro recurso mais sofisticado para garantir a integridade das informações seria o fornecimento de um comando DESFAZ, que reconstituiria o ambiente do sistema, anterior ao último comando. A implementação deste recurso implicaria em perda de rapidez para o sistema como um todo. Este recurso poderia ser oferecido apenas a usuários novatos, se a interface suportasse níveis diferenciáveis de complexidade (multimodalidade). Mas esta solução só é recomendada se o sistema recebe continuamente usuários novatos; caso contrário, os usuários novatos deixam de sê-lo em duas ou três semanas de uso, não justificando os gastos dispendidos na elaboração do comando DESFAZ.

'Um sistema deve tolerar a capacidade humana de cometer erros, pelo menos até o ponto onde a integridade do sistema não seja afetada' [27].

A integridade é um aspecto altamente vinculado ao sistema interno. A interface apenas deve controlar os acessos não autorizados e garantir que, durante a passagem da informação por seus domínios, esta não sofra nenhuma alteração.

Este aspecto é incorporado ao sistema durante sua implementação e avaliado na fase de testes do sistema.

#### IV.2.5 Indulgência [7, 27, 76, 77]

Refere-se a eficiência e a facilidade no tratamento de erros oferecidos pelo sistema ao usuário. Este tratamento deve englobar a minimização da quantidade de erros cometidos pelo usuário, a limitação das conseqüências encadeadas por ações erradas bem como o fornecimento de maneiras rápidas e fáceis do usuário recuperar-se das situações causadas pelos erros.

Diagnósticos claros e precisos quando da ocorrência de erros facilitam o uso e minimizam o tempo de recuperação, além de inspirarem confiança e encorajarem os usuários menos experientes a tentativas cada vez mais ousadas. Diagnósticos e telas de ajuda são implementados na interface, enquanto que as limitações das conseqüências e minimização de erros são funções fornecidas pelo sistema interno.

O medo de cometer erros e não ser capaz de recuperar-se é um fator predominante no aumento do 'stress' de usuários novatos.

A facilidade no aprendizado e sua duração, além do material de consulta fornecido aos usuários, são fatores importantes na minimização da taxa de erros. Fazer com que o sistema armazene os erros cometidos é uma forma de se avaliar e de se aperfeiçoar o sistema. Uma comunicação eficaz em casos emergenciais é um fator relevante para se conseguir uma interface indulgente.

A indulgência é um aspecto incorporado na fase de análise dos objetivos do sistema e na sua implementação; é avaliada nos testes de aceitação do produto pelos usuários.

#### IV.2.6 Confiabilidade [1, 2]

A confiabilidade é a qualidade do sistema fornecer respostas corretas. Os sistemas devem transmitir aos usuários sentimentos positivos de segurança e competência, de modo que estes possam predizer o que acontecerá a cada uma de suas ações, sem

dualidades. Resultados precisos, previsíveis e completos são fundamentais para o sucesso e aceitação de um sistema.

Para se conseguir um bom resultado relativo a este aspecto é necessária a utilização de técnicas eficientes no processamento, armazenamento e acesso das informações, além de um extenso e completo programa de testes. Este aspecto está ligado ao grau de proteção dado ao sistema de forma a garantir a legitimidade das informações.

Assim como a integridade, a confiabilidade dos resultados do sistema está vinculada ao processamento interno, cabendo à interface apenas um repasse das saídas sem que haja alterações nos resultados.

A confiabilidade é incorporada ao sistema na fase de implementação e avaliada na fase de testes do sistema.

#### IV.2.7 Completitude [1, 2]

Deve-se garantir com este aspecto que todas as funções propostas pelo sistema estejam disponíveis para serem utilizadas pelos usuários e que estejam completamente desenvolvidas. Isto implica na utilização e requisição de todas as entradas necessárias, na elaboração de todos os resultados desejáveis e em considerar todas as condições de processamento para executar cada tarefa.

Ao se escolher uma tarefa para ser automatizada é necessário saber se todas as etapas desta tarefa podem ser realmente automatizadas e se todos os dados de entrada estão disponíveis de maneira a se obter resultados completos. Para conseguir-se um sistema completo deve-se analisar e especificar detalhadamente os objetivos e a utilidade das tarefas a serem implementadas, de maneira a serem excluídos os dados inúteis e duais. Devem também serem incluídas todas as saídas úteis ao usuário.

A completitude deve ser nivelada conforme as necessidades de se facilitar o aprendizado e a retenção dos conhecimentos ao longo do tempo. Diferenças mínimas entre as funções a serem realizadas causam confusão e dualidade, sendo fonte geradora de muitos erros e frustrações.

É o sistema interno que provê a abrangência deste aspecto, mas é a interface que garante sua eficiência em termos de entradas requisitadas e das saídas fornecidas ao usuário.

Este aspecto deve ser considerado na fase de análise dos objetivos do sistema para garantir a implementação de todas as funções propostas.

### IV.2.8 Portatibilidade [1, 2]

É a qualidade de poder utilizar todo o sistema ou parte deste em configurações com características diferentes de hardware e de software, sem que haja necessidade de grandes alterações. Este aspecto caracteriza a independência do sistema em relação aos dispositivos de hardware e software, facilitando a disseminação do sistema por diferentes configurações e por conseguinte maximizando sua usabilidade.

A portatibilidade é o aspecto prerrogativo para se conseguir implantar um software já existente em equipamentos mais modernos e sofisticados com pequenas adaptações, facilitando desta forma o acréscimo das inovações propostas pela nova máquina sem que com isso se perca a consistência dos sistemas já em uso (maximização da vida útil do sistema). Uma maneira de se concretizar este aspecto é colocando em módulos separados as funções dependentes da máquina.

Tanto o sistema interno quanto a interface têm que satisfazer os preceitos da portabilidade para poderem ser transportados para outras máquinas.

Este aspecto deve ser esclarecido na análise dos objetivos ( se o sistema vai ou não ser utilizado em várias máquinas e/ou ambientes).

### IV.2.9 Adaptabilidade [1, 2]

Este aspecto mede o grau de facilidade do sistema em se adequar às necessidades de seus usuários. Esta facilidade se traduz através da possibilidade de modificar a estrutura interna do sistema ou de criar novas funções a partir das funções já existentes. A adaptabilidade possibilita a ampliação da funcionalidade do sistema ao longo do seu ciclo de vida.

Para se aumentar o tempo de vida de um sistema é essencial maximizar este aspecto, o que influencia positivamente na rentabilidade, minimizando os custos que seriam auferidos com a necessidade da substituição desse sistema por novos. Garante também a consistência das alterações e acréscimos de novas funções através da interface já familiar aos usuários. Uma documentação correta, clara e detalhada sobre o código do sistema é fundamental para se promover este aspecto.

A adaptabilidade, como a portabilidade, deve ser considerada tanto pelo sistema interno quanto pela interface.

Este aspecto é muito difícil de ser previsto e de ser implementado, mas é particularmente interessante quando o sistema é de grande porte e tem um custo elevado.

## IV.2.10 Manutenibilidade [1, 2]

A facilidade e rapidez na manutenção de quaisquer sistemas é um fator altamente desejado pelos usuários. A manutenibilidade está relacionada aos critérios de rastreamento de código que foram implementados no sistema.

Os critérios de rastreamento, além de facilitarem a manutenção, permitem uma rápida detecção dos erros de uso (indulgência), uma contínua medição do grau de alcance dos objetivos (funcionalidade), bem como a execução de auditorias para verificação do grau de desempenho do sistema (rentabilidade).

A facilidade do projetista corrigir o seu sistema se converte em uma boa e rápida assistência técnica aos usuários. Para se conseguir este objetivo a equipe de projetistas deve sempre estar atenta à documentação do código do programa.

As técnicas de rastreamento devem ser implementadas tanto no sistema interno quanto na interface para possibilitarem um alto grau de manutenibilidade.

Este aspecto deve ser considerado a partir da fase de modelagem do sistema.

## IV.2.11 Documentação

Este aspecto está refletido na qualidade e adequação do material fornecido aos usuários, para auxiliar sua inicialização no uso da interface e na resolução de seus problemas de uso.

A implementação deste aspecto pode ser realizada através dos tradicionais manuais de usuário e do sistema, de tutoriais ou em telas de ajuda e 'feedback'.

A documentação do sistema deve ser detalhada e completa, escrita em uma linguagem simples e compreensível. Se o sistema oferecer vários níveis de interação com o usuário, a documentação também deve ser desenvolvida obedecendo esse princípio.

A documentação é um aspecto muito importante para qualquer tipo de usuário no que se refere à descrição da interface (Manual do usuário). Mas usuários experientes podem sentir necessidade de conhecer com mais detalhes o código do programa, que deve estar detalhado no Manual do Sistema.

Tutorial é um software destinado a ensinar e a treinar os usuários iniciantes no uso dos recursos oferecidos pelo sistema. Este software, juntamente

com as telas de ajuda, visa substituir a prática de consultas aos manuais do usuário pela consulta 'online' na própria tela do computador. Esta consulta se torna mais eficiente, quando o sistema oferece condições de abrir uma janela para o 'tutorial', simultaneamente, na tela que contém o problema a ser solucionado.

A documentação da interface e do código do programa deve ser elaborada acompanhando o desenvolvimento do sistema e deve ser revista, quando o sistema estiver pronto.

## IV.3 Descrição dos Aspectos de Fatores Humanos.

### IV.3.1 Aprendizagem [2, 7, 27, 76]

Este é o primeiro aspecto detectado pelo usuário e refere-se à facilidade do processo de adquirir os conhecimentos necessários ao manuseio da interface. O tempo destinado ao aprendizado e a qualidade e quantidade de documentação fornecida ao usuário (Manual do usuário) determinam este aspecto.

Para interfaces destinadas a diferentes comunidades de usuários a estratégia básica é permitir o aprendizado em níveis estruturados, conforme a experiência de cada usuário, caracterizando desde o aprendizado uma interface multimodal. A abordagem em níveis estruturados deve se estender a manuais, telas de consulta, mensagens de erro e tutoriais.

A facilidade no aprendizado é influenciada principalmente por uma comunicação de fácil compreensão. A sintaxe dos comandos, a representação por ícones, etc., devem ser intuitivos, isto é, devem representar claramente a ação que será executada. Os nomes dos comandos devem ser significativos para o aprendizado humano, para a memorização e para a solução de problemas. Ao se abreviar um comando, deve-se escolher siglas breves e cinestesicamente fáceis (cinestesia = sentido muscular), que aceleram a entrada e reduzem a possibilidade de erros. As regras utilizadas para criação de siglas devem ser altamente perceptíveis.

O aprendizado de uma interface é em sua maior parte uma combinação de tentativa, erro e disseminação. Projetos desenvolvidos com a intenção de diminuir o tempo de aprendizado humano podem acelerar o rendimento dos usuários. Para este fim muito contribui a consistência, que permite a generalização, isto é, que as habilidades adquiridas em uma situação sejam usadas em outras situações semelhantes. Não exigir um grande esforço de memorização incentiva o processo de aprendizagem.

'A capacidade humana de aprender é importante, ela diferencia as

peças das máquinas' [27].

As características da interface que contribuem para este aspecto são identificadas na análise do perfil da comunidade usuária, otimizadas na análise dos objetivos do sistema e garantidas na escolha do estilo de interação.

### IV.3.2 Usabilidade [7, 11, 13, 27, 75, 76]

A facilidade em se usar a interface é sem dúvida um dos fatores preponderantes na aceitação e comercialização de uma máquina e/ou um software. A usabilidade tornou-se um aspecto importante quando os projetistas focalizaram o usuário como centro, e não como mero periférico ao sistema de computador. Este aspecto evidencia-se no procedimento de uso da interface e está ligado ao grau de dificuldade que o usuário enfrenta para executar suas tarefas.

Este aspecto está vinculado a muitos outros tais como: facilidade de aprendizagem da interface, na elaboração de diálogos simples e objetivos, consistência das ações de entrada, frequência no uso do sistema e minimização da quantidade de informações necessárias para usar o sistema adequadamente. A comunicação por ícones e metáforas favorece este aspecto tornando a interação mais intuitiva e diminuindo o esforço cognitivo exigido dos usuários.

Transformar tarefas complexas em operações simples é o desafio a ser vencido pelos projetistas que pretendem maximizar a usabilidade. Em suma, deve-se procurar tornar trivial e transparente a utilização da interface para que o usuário se concentre totalmente na execução de sua tarefa.

As características da interface que contribuirão para tornar a interface fácil de ser usada devem ser planejadas na análise dos objetivos do sistema, garantidas pela escolha dos estilos de interação e aprimoradas nos testes de aceitação pelo usuário.

### IV.3.3 Comunicabilidade [1, 2, 27]

Este aspecto é caracterizado pelo grau de facilidade na comunicação do usuário com o sistema através da interface. A situação ótima é representada por dados de entrada fáceis de serem elaborados e fornecidos e saídas cuja forma e conteúdo sejam fáceis de se interpretar.

Para desenvolver este aspecto na interação homem-computador é necessário elaborar diálogos compreensíveis, simples e objetivos que não induzam a dualidades de interpretação, minimizar as informações necessárias à execução das

tarefas e que estas sejam requisitadas pela interface no momento propício. É importante também, que as abreviações de comandos e ícones sejam altamente intuitivos e induzam o usuário a ações corretas. Outro fator que colabora para uma boa comunicação é oferecer aos usuários flexibilidade na formatação dos dados de entrada e nos 'layouts' de saída.

As mensagens de auxílio, de erros e cardápios devem ser oferecidas conforme a experiência dos usuários, de tal forma que os experientes não sejam obrigados a conviver com informações demasiadas e os novatos possam dispor de mais informações para se sentirem seguros.

As características que contribuirão para comunicabilidade emergem da análise do perfil da comunidade usuária, se solidificam na análise dos objetivos do sistema e são expressas através da escolha do estilo de interação.

#### IV.3.4 Multimodalidade [2, 11, 27, 75]

Este aspecto considera as diferenças inerentes aos diversos tipos de comunidades de usuários de um sistema. Está diretamente vinculado a interface pois um mesmo sistema pode requerer vários níveis de interação com complexidades diferentes, conforme a experiência de cada grupo de usuários.

Para se implementar este aspecto, usuários poucos experientes devem manusear um pequeno subconjunto de tarefas até que alcancem os níveis de conceituação semântica e suas respectivas representações sintáticas necessárias para passar a um nível de mais alta complexidade. Este tipo de usuário necessita também de uma boa e vasta biblioteca de informações para auxiliá-los em casos emergenciais e para orientá-los no seu processo de evolução para níveis mais complexos de interação, principalmente em relação à conceituação semântica das tarefas.

Já para os conhecedores da semântica das tarefas e do computador é possível abranger um número maior de comandos com alto grau de complexidade sem que haja necessidade de longas e detalhadas mensagens de auxílio.

Como pode-se notar, a multimodalidade é um dos aspectos mais complexos a ser implementado. Precisa ser pesquisado e definido na fase inicial do projeto de modo a se ter um levantamento completo das diversas comunidades de usuários, bem como das diferenças individuais dos usuários caracterizadas por suas habilidades cognitivas e perceptivas. Isto requer um estudo minucioso de itens como: experiência, instrução, cultura, idade, personalidade, fadiga, vigilância, medo, vícios, etc.

Para fazer este levantamento sugere-se a elaboração e aplicação de testes psicotécnicos para os usuários da interface antes desta ser projetada. Para



escolha do melhor nível de interação para um usuário, também seria propício elaborar testes psicotécnicos, aplicados pela própria interface, que associaria os resultados obtidos pelo usuário a um determinado nível de interação.

O levantamento do número de níveis de interação necessários será feito na fase de análise do perfil da comunidade usuária e as diferenças dos níveis serão planejadas na análise dos objetivos do sistema.

#### **IV.3.5 Consistência** [1, 2, 7, 11]

Este aspecto refere-se a existência de uma padronização dos comandos e dos 'layouts' de saída dentro do próprio escopo do sistema. Refere-se também ao uso de seqüências uniformes para executar funções que realizem tarefas semelhantes.

Como exemplo pode-se citar as seguintes tarefas: a eliminação de uma palavra, de uma frase, de um parágrafo ou de um arquivo em um editor de texto devem rigorosamente ser realizadas da mesma forma, isto é, utilizando o mesmo comando não importando que objeto deverá ser eliminado.

A consistência aumenta a capacidade humana de generalizar achando soluções para novas situações a partir do conhecimento adquirido com situações passadas que se assemelhem no conceito semântico a esta nova situação.

Normalmente a implementação dos utilitários de um sistema é distribuída entre várias equipes de projetistas. Para que haja a maximização da consistência é necessário uma padronização pré-estabelecida para a formatação dos dados de entrada e dos resultados. Formatos consistentes ajudam a localizar informações necessárias, focalizam a atenção na execução da tarefa e reduzem a ansiedade dos usuários ao oferecer previsibilidade.

É a interface que deverá fornecer a mesma aparência (por 'default') a toda comunicação entre o homem e o computador, sem prejudicar a flexibilidade do usuário poder criar 'layouts' mais apropriados as suas necessidades.

Este aspecto é definido principalmente pela escolha do estilo de interação.

#### **IV.3.6 Universalidade** [2, 11, 27]

Este aspecto consiste em se considerar o conhecimento prévio do usuário na forma de comunicação que será proposta pela nova interface. Este conhecimento é o resultado da experiência do usuário no uso de sistemas similares ou mesmo da prática adquirida com a execução de suas tarefas manualmente.

A universalidade é um tipo de consistência relacionada aos padrões de interação já familiares ao usuário. O desenvolvimento de novos sistemas deve sempre levar em consideração as experiências dos usuários adquiridas anteriormente com a utilização de outros sistemas de computação. A estrutura e a disposição das tarefas devem ser compatíveis com as habilidades cognitivas conhecidas do usuário. Quanto mais informação o projetista tiver disponível sobre os usuários melhor habilitado ele estará para atender o usuário no que se refere às suas características cognitivas.

Um dos maiores atributos deste aspecto é promover a capacidade do usuário desenvolver facilmente um modelo mental preciso sobre o funcionamento e uso do sistema. Modelos são construídos através da contínua assimilação, organização e generalização das informações apresentadas, que devem ser familiares e compreensíveis para o usuário [13].

Permitir que o usuário utilize seus conhecimentos passados é uma forma de facilitar o aprendizado e o uso da interface.

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária e pela análise dos objetivos do sistema sendo concretizado na escolha do estilo de interação.

#### IV.3.7 Motivabilidade [27]

É a capacidade da interface fornecer estímulos que motivem os usuários a utilizá-la sem receio e medo, transformando o trabalho em uma tarefa agradável, segura e produtiva.

A segurança e a taxa de produtividade associadas a este aspecto estão em grande parte, ligadas às características técnicas do sistema. Os efeitos da motivabilidade transmitidos pela interface contribuem para estabelecer critérios de escolha na aquisição de sistemas interativos visando a satisfação dos usuários.

A motivação é uma força motora interior que interfere positivamente no desempenho dos usuários. Adequar os recursos motivacionais da interface ao grau de rentabilidade desejado para o sistema é um grande desafio para os projetistas de interface.

Todos os aspectos descritos fornecem estímulos motivadores para o uso do sistema, mas em particular podemos citar os seguintes: funcionalidade, rapidez, indulgência, adaptabilidade, documentação, usabilidade e memorização.

Para tornar a tarefa agradável muito contribuem os recursos gráficos com animação e cores. A introdução de um pouco de humor nos diálogos e mensagens de erros também pode ser uma boa estratégia. Informações culturais e notícias atuais podem surgir na tela enquanto o usuário espera um processamento mais demorado.

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária e concretizado através da escolha do estilo de interação e dispositivos de comunicação.

### IV.3.8 Condicionabilidade [27]

É a capacidade da interface auxiliar no processo perceptivo e reativo de seus usuários. Condicionar as reações dos usuários, principalmente em ações constantes garante um alto grau de desempenho e diminui o esforço cognitivo deles exigido, permitindo que possam redirecionar sua atenção unicamente para a solução de suas tarefas.

Um dos sentidos humano que mais influem na otimização deste aspecto é a percepção. A percepção é o conhecimento humano dos elementos do meio ambiente adquiridos através de sensações físicas e que permanecem armazenados na memória até que haja um estímulo (sinal) externo que associe conhecimentos semelhantes (reconhecimento). Estes estímulos devem ser providenciados pela interface de maneira a induzir os usuários a reações rápidas, quase automáticas, garantindo-lhes o mínimo de erros (acertar sem mirar).

Uma boa percepção está relacionada com a disposição adequada das informações nos dispositivos de entrada e saída, com ícones bem elaborados e representativos e diálogos curtos e objetivos. As técnicas de abreviações de comandos devem ser familiares aos usuários; se isto não acontecer, as regras usadas para a criação das siglas devem ser informadas aos usuários explicitamente.

‘A percepção é sintática ao invés de analítica. Ela tende a colocar os objetos em conjunto, estabelecendo ordem e significado’ [27].

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária e é concretizado pela escolha do estilo de interação.

### IV.3.9 Permissividade [7, 27]

Este aspecto refere-se ao grau de decisão fornecido pela interface ao usuário para determinar o que deve ser realizado e em que ordem. Dar uma maior liberdade de ação na construção da seqüência de interações é uma maneira de transmitir ao usuário uma sensação de domínio da situação e, conseqüentemente, a sensação de segurança e controle da interação com o computador.

Segundo Heckel [15] deve-se garantir o controle da interface ao usuário permitindo que este conduza a interação conforme seu agrado e necessidades. Pode-se dizer que este aspecto traduz a satisfação subjetiva na utilização de um sistema, pois é através da distribuição adequada das funções entre o homem e a máquina na

interação que se pode estimular o desenvolvimento das aptidões humanas e conjugar de modo racional o uso do sistema e a atividade criadora de seus usuários.

Deve-se permitir ao usuário realizar incursões cada vez mais ousadas e dinâmicas sem que isto afete a integridade das informações, além de poder reestruturar a interface para atender melhor suas necessidades.

O controle da interface pode ser compartilhado entre o usuário o sistema em diferentes graus. Esta escolha depende principalmente do grau de experiência do usuário; para usuários novatos recomenda-se um maior controle pelo sistema para evitar danos. O controle deve ser dado progressivamente ao usuário conforme seu tempo de experiência. A multimodalidade contribui decisivamente para a concretização deste aspecto, juntamente com as novas técnicas de representação e manipulação das informações (ícones, manipulação direta, etc).

Uma das maneiras de obter uma interface permissiva é evitar o uso de estados ou modos de interação que obrigam o usuário a entrar ou a sair de uma parte restrita do sistema para executar funções não permitidas no modo em que estavam [15,?].

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária e pela análise dos objetivos do sistema, sendo concretizado na escolha do estilo de interação.

#### IV.3.10 Criatividade [2]

O estímulo que a interface oferece a seus usuários para que eles desenvolvam suas aptidões de uma maneira pessoal e não de uma forma padronizada pelo sistema é o paradigma deste aspecto.

Para concretizar este aspecto é importante que a interface ofereça a possibilidade do usuário percorrer e criar caminhos diferentes para solucionar um mesmo problema. Todos estes caminhos devem ser simples e seguros. Mas não basta que a interface seja permissiva e adaptável, embora seja essencial, para estimular a criatividade do usuário, é necessário também fornecer ferramentas próximas aos conceitos de Inteligência Artificial (conceitos de inferência e de teoria dos jogos). Possibilitar a construção de novas funções a partir das funções propostas pelo sistema também contribui para promover a criatividade dos usuários.

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária.

### IV.3.11 Memorização [2, 13, 27, 52]

Este aspecto refere-se ao tempo de retenção dos conhecimentos sintáticos e semânticos da interface após um período de não utilização do sistema (memória de longo termo), bem como da recordação momentânea dos símbolos e da quantidade de informações requisitadas pelo sistema para sua utilização (memória de curto termo).

A memória de curto termo é altamente receptiva a interferências e sua capacidade é da ordem de apenas sete itens. A habilidade humana de reconhecer é muito maior do que a habilidade de lembrar, visto que o vocabulário humano ativo é composto de 2000 a 3000 palavras (lembradas), enquanto que o vocabulário passivo é composto de cerca de 100.000 palavras (reconhecidas).

Cargas de informações altas ou baixas afetam o rendimento humano. Altas cargas podem causar incapacidade ou falta de desejo para enfrentar a tarefa, baixas cargas criam tédio e falta de atenção. Continuidade tátil e visual minimizam a utilização da memória de curta duração e a adoção de padrões regulares de objetos e ações, somadas à exibição dos mesmos no momento de sua validade, reduzem o esforço da memória de longa duração.

Para minimizar o esforço de memorização humana devem-se automatizar os passos intermediários das tarefas, procurar sempre símbolos simples e intuitivos para a sintaxe das tarefas e incumbir a interface de requisitar os parâmetros necessários a sua execução. Fornecer menus das tarefas mantidas pelo sistema é uma boa estratégia para reter os conhecimentos a longo prazo.

'Quanto menos ações de entradas forem exigidas dos usuários, maior será sua produtividade, e menores serão as chances dele cometer erros' [2].

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária.

### IV.3.12 Salubridade [52, 78]

Este aspecto refere-se à capacidade da interface não provocar doenças profissionais relacionadas ao estado psicológico e físico de seus usuários. A falta de planejamento na introdução da automação nos diversos ambientes profissionais ocasiona frustrações, irritabilidade, tensão, descontentamento, além de problemas físicos de natureza diversas, tais como dores musculares, visão prejudicada, problemas auditivos e cervicais e alterações no sistema nervoso.

Normalmente os problemas físicos como dores nas costas, distúrbios visuais e outros originados pelo uso de terminais de vídeo estão geralmente vinculados aos efeitos dos equipamentos eletrônicos embora, segundo Paillous [80], 'a postura é o resultado final de todo um processo de ajuste, de regulação entre as

exigências físicas, sensoriais e cognitivas do trabalho com o espaço instantâneo do operador' [79].

Já os distúrbios mentais e o 'stress' emocional estão ligados ao esforço constante exigido dos usuários de sistemas complexos que requerem alto grau de atenção e memorização e que não garantem um bom desempenho por parte de seus usuários. Uma interface deve ser usada sem exigir atenção consciente do usuário, sem distraí-lo do contexto da tarefa e sem causar bloqueios psicológicos. Para isso deve-se simular objetos e tarefas usuais ao universo do usuário.

A fadiga, um dos principais problemas decorrentes da utilização inadequada dos computadores, tem suas origens no processo cognitivo (monotonia, incerteza, sobrecarga de memorização), perceptivo (sobrecarga de estímulos visuais ou sonoros) e motriz (força exagerada, movimentos finos, posição desconfortável), sendo a interface com o usuário o componente principal que afeta tais processos.

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária.

#### **IV.3.13 Atenção [13, 27]**

É a capacidade da interface garantir um alto grau de atenção por parte do usuário. Este aspecto se torna essencial principalmente em aplicações de alto risco (controle de alto-forno, usinas nuclear).

As técnicas de representação da informação fornecem conceitos apropriados para introdução deste aspecto em interfaces, como por exemplo sirenes, alarmes e outros dispositivos de saída que canalizam a atenção do usuário.

Para se aumentar a capacidade de atenção dos usuários de terminais de vídeo monocromático utiliza-se vídeo reverso, alto brilho para destacar componentes importantes na tela, pisca-pisca em áreas que delimitam situações emergenciais, e também letras maiúsculas, sublinhado e caracteres de tamanho duplo para destacar títulos e cabeçalhos.

Este aspecto é subsidiado pela análise do perfil da comunidade usuária e pela análise dos objetivos do sistema e sua implementação depende do escolha dos dispositivos de comunicação.

## IV.4 Relacionamento dos aspectos com os métodos com as diretrizes.

A tabela IV.1 mostra os objetivos principais dos métodos de desenvolvimento de sistemas interativos apresentados no capítulo anterior. Nesta tabela procura-se estabelecer um relacionamento entre cada método e os aspectos propostos neste capítulo.

Método	Objetivos
Siutático/Semântico	memorização, consistência, universalidade, aprendizagem, indulgência.
GOMS	rapidez, usabilidade
Modelagem de Eventos	funcionalidade, completitude, aprendizagem, indulgência
Análise Essencial	completitude, funcionalidade
USE	funcionalidade, confiabilidade, adaptabilidade, usabilidade, multimodalidade.

Tabela IV.1: Características dos Métodos para Desenvolvimento de Sistemas Interativos.

Com a intenção de fornecer diretrizes para o projeto de interfaces que estimulem os aspectos já mencionados, é apresentada no *Apêndice A* uma lista de postulados retirados da literatura, que em sua maioria foram gerados a partir de experiências práticas. Esta lista contém doze categorias descritas a seguir e que foram relacionadas a cada aspecto da tabela IV.2, por seu número de ordem.

1. Diretrizes para amostragem de dados [82,83,2].
2. Diretrizes para apreensão da atenção do usuário [2]: informações substanciais, condições excepcionais e informações dependentes de tempo devem ser apresentadas de modo a atrair a atenção do usuário.

3. Diretrizes para entrada de dados [82,2]: tarefas de entradas de dados podem ocupar uma fração significativa do tempo de interação e são geralmente fontes de erros frustrantes e potencialmente perigosos.
4. Diretrizes para elaboração de mensagens de erro [2].
5. Diretrizes para desenvolvimento de mensagens [2].
6. Diretrizes para projetos de abreviações [2].
7. Diretrizes para projetos de diálogos [2].
8. Diretrizes para projetos gráficos e formatação de menus [2].
9. Diretrizes para projetos de Menus de Seleção [2].
10. Diretrizes para linguagem dos itens do menu [2].
11. Diretrizes para projetos de formulários ('fill-in') [2].
12. Diretrizes para projetos de Linguagens de Comandos [2].

Cada diretriz foi associada aos aspectos da tabela IV.2 por seu número e letra especificados na ordenação do *Apêndice A*.



Aspectos	Diretrizes
Funcionalidade	12a, 12c, 12h
Rapidez	7b, 9g, 9j, 11h, 12g
Indulgência	4a, 4b, 4c, 4d, 5g, 7c, 7e, 7f, 8d, 8a, 9l, 11i, 11j
Completitude	10b
Comunicabilidade	1b, 1c, 1e, 1f, 4d, 4g, 5a, 5b, 5d, 6g, 6h, 6i, 6j, 6l, 6m, 6n, 6o, 7d, 8a, 8b, 8e, 9a, 9b, 9c, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d, 11g, 11l, 11m, 11n, 12b
Multimodalidade	4e
Consistência	1a, 1d, 3a, 3d, 4f, 4g, 7a, 8c, 8e, 9f, 9g, 9i, 10a, 10c, 11f, 12d, 12e
Universalidade	1b, 1c, 1g, 5f, 6e, 9d, 9a, 10a, 11e,
Motivação	11d, 9h
Condicionalidade	6a, 6b, 6c, 6d, 6f
Permissividade	1e, 3e, 7b, 7g, 12f
Memorização	1b, 1c, 3b, 3c, 5a, 7h, 12h
Atenção	1b, 1f, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h, 11d

Tabela IV.2: Associação entre aspectos e diretrizes do Apêndice A.

## Capítulo V

# Metodologia usada na Pesquisa de Campo.

### V.1 Introdução

A pesquisa de campo contextual é uma área de interesse que está em expansão nos estudos da interação Homem-Computador. Ela enfatiza a importância das características do ambiente para compreensão dos aspectos relacionados à utilidade dos sistemas de computadores. As características do ambiente relevantes para a pesquisa contextual incluem os seguintes contextos: social, da motivação, organizacional, físico, tipo da aplicação, e outros. A pesquisa de campo contextual coloca o contexto em foco, o que não ocorre com outros tipos de pesquisas. Os métodos contextuais são aplicáveis tanto a estudos de campo quanto a experimentos produzidos em laboratórios. No campo este tipo de pesquisa sempre ressalta questões amplas de utilidade; já em laboratório focaliza questões específicas [84].

Robert Campbell, pesquisador do 'User Interface Institute' da IBM, nos últimos dois anos vem realizando pesquisas sobre assistência orientada para tarefas 'online', utilizando-se dos métodos contextuais. 'A maior parte de nosso trabalho de pesquisa na IBM é desenvolver métodos de pesquisa que ampliarão nosso entendimento sobre as necessidades do usuário e suas experiências de uso' [84]. Nesse trabalho procurou-se quantificar e identificar os tipos de erros mais frequentemente cometidos pelos usuários e a satisfação dos mesmos com as características da interface. Essas informações só puderam ser obtidas através de métodos qualitativos, tais como: entrevistas, verbalização dos pensamentos e filmagens durante o uso para observações posteriores. Esses métodos foram aplicados em condições reais de trabalho.

Gene Lynch, um dos principais cientistas da 'Tektronix User Interface Laboratory', objetiva em suas pesquisas desenvolver métodos que consigam adequar

uma boa funcionalidade, em termos das demandas da aplicação, com facilidade de uso e de aprendizado da interface. 'Nossos recentes métodos qualitativos focalizam o sistema de aprendizagem no domínio de usuários experientes, tanto em ambientes de laboratórios quanto no contexto normal de trabalho' [84]. As entrevistas contextuais realizadas por Gene tinham como objetivo evidenciar a eficácia e as deficiências dos sistemas mais usados. Os dados recolhidos indicaram as áreas e tarefas que deveriam ser retestadas em laboratório em uma segunda etapa. Este experimento em laboratório foi então filmado em vídeo-tape para poder-se observar o comportamento, as expectativas, as reações e expressões dos participantes. 'Nós ficamos surpresos com a qualidade das informações que os usuários forneceram, mesmo nos níveis mais baixos de simulação' [84]. Os resultados dessa pesquisa, quando usados no início do projeto de novos produtos, podem oferecer direções específicas e totais para o seu desenvolvimento.

Com base nos relatos acima, escolheu-se a pesquisa de campo contextual como uma metodologia adequada aos propósitos desta pesquisa, já que o principal interesse é identificar quais são as prioridades dos usuários de sistemas interativos considerando seus contextos profissionais e pessoais.

## V.2 Hipóteses principais.

A pesquisa de campo contextual foi utilizada para comprovar as hipóteses nas quais se baseia este trabalho:

1. as características (aspectos técnicos e de fatores humanos) propostas para sistemas interativos têm prioridades diferentes nas diversas áreas de aplicação.
2. áreas de aplicação com ênfase em características técnicas, numéricas ou de produção privilegiam os aspectos técnicos.
3. áreas de aplicação com ênfase em características sociais, educacionais ou de comunicação de massa privilegiam os aspectos de fatores humanos.
4. existem algumas divergências em relação as prioridades das características relacionadas a diferentes perfis de usuários, numa mesma área de aplicação.

Em tese, pode-se supor que as características das áreas de aplicação influenciam diretamente na ordem de prioridades dos aspectos técnicos e de fatores humanos definidos por este trabalho.

Numa análise conjunta com uma pesquisa em andamento no Programa de Engenharia de Sistema da COPPE/UFRJ sobre 'Características das Aplicações' poder-se-ia descobrir qual a relação existente entre as características das aplicações e

a prioridade de cada aspecto. Se tal relacionamento fosse comprovado e identificado, implicaria que: características semelhantes em áreas de aplicação distintas acarretariam prioridades semelhantes para os aspectos a elas relacionados. No entanto, este é um trabalho que só poderá ser realizado e comprovado futuramente.

A última hipótese analisada por este trabalho refere-se ao perfil dos usuários com diferentes períodos de experiência com computadores e com diversas ocupações funcionais que podem gerar conflitos na ordem de prioridade de alguns aspectos.

O objetivo da pesquisa de campo é realizar um estudo exploratório, cujo compromisso básico é fornecer dados para uma técnica de classificação dos aspectos propostos em ordem de prioridade e para uma técnica de avaliação de sistema interativos.

### V.3 Caracterização das Áreas de Aplicação Pesquisadas

Como já mencionado, as áreas de aplicação escolhidas para serem pesquisadas foram:

- Desenvolvimento de Software
- Administrativa
- Educação

Esta escolha deve-se ao fato de que as duas primeiras áreas são as que possuem maior maturidade, em termos regionais (empresas localizadas na cidade do Rio de Janeiro), na utilização de sistemas interativos e onde pode-se encontrar um número maior de pessoas capacitadas a responder o questionário proposto.

Já a escolha da área de educação, embora não possua uma longa vivência no emprego de computadores para auxiliar o ensino nem um grande número de pessoas envolvidas com esta atividade é uma das áreas que merece maior concentração de esforços por parte de pesquisadores interessados nos efeitos do uso de sistemas computadorizados. Nesta área de grande importância social, é fundamental que os sistemas interativos utilizados possuam interfaces que ampliem as possibilidades de sucesso e de obtenção de seus objetivos.

### V.3.1 Área de Desenvolvimento de Software

Buscando principalmente o aumento de produtividade no processo de desenvolvimento de software é que nos últimos anos surgiu o conceito de sistemas que apoiassem a construção de software, denominados de 'Software-Engenning-Enviromment-System' (SEES). Estes ambientes devem compreender todas as atividades relacionadas à Engenharia de Software: métodos, linguagens, ferramentas automatizadas, lista de diretrizes, etc. e devem estar totalmente integrados em um único ambiente organizacional automatizado.

Inicialmente estes ambientes eram constituídos pela aplicação de um método que possuía uma ou mais ferramentas automatizadas, mas que rodavam em máquinas diferentes e não se comunicavam, dificultando o trabalho dos projetistas que se aventuravam a usar tal processo.

A comunidade profissional que utiliza as ferramentas de desenvolvimento de software é basicamente constituída pelos profissionais da área de processamento de dados. São projetistas de software, analistas de sistemas e programadores. Se bem que, com o aprimoramento da interface e da potencialidade dessas ferramentas, espera-se que qualquer pessoa interessada em construir seu próprio programa, seja capaz de utilizá-las com relativa facilidade. Mas é principalmente com os profissionais que trabalham diariamente (de 6 a 8 horas por dia, ou até mais) com estas ferramentas que devemos nos preocupar em oferecer condições de trabalho e ambientais adequadas ao seu perfil e as suas necessidades profissionais e pessoais, objetivando seu bem estar e possibilidades de melhor desempenho [85].

As principais ferramentas utilizadas para desenvolvimento de software pertencem as seguintes categorias [86]:

- auxílio ao projeto de desenvolvimento de software
- auxílio ao desenvolvimento de software
- engenharia de software auxiliada por computador
- compilador/interpretador
- conversor/compilador cruzado
- depurador de programas
- dicionário de dados
- editor de gráficos
- gerador de projetos
- gerador de aplicativos

- gerador de dados de testes
- gerador de programas
- gerador de relatórios
- gerador de telas
- gerador de sistemas especialistas
- otimizador de ambientes operacionais
- otimizador de programas
- otimizador de recursos de impressão
- processador/edição de texto
- gerenciador de banco de dados
- segurança e criptografia

Os requisitos levantados como essenciais para estes ambientes de desenvolvimento de software foram [4,87]:

- **Integração funcional e sintática:** colocar todas as ferramentas oferecidas interagindo entre si e em uma única máquina.
- **Consistência das interfaces:** definir uma interface comum para todas as ferramentas.
- **Completeness:** todas as atividades relacionadas ao processo de construção de software devem ser apoiadas por este ambiente e todos os recursos disponíveis devem estar integrados semanticamente, isto é, devem estar relacionados e sincronizados uns com os outros.
- **Uso amigável:** está fortemente relacionado à satisfação do usuário com as características das ferramentas oferecidas. Estas características são: facilidade no uso, uso interativo, interface homogênea, componentes (ativos e passivos) de ajuda, tolerância a falhas, eficiência, definição de macros, adaptabilidade ao tipo de usuário e ao uso personalizado, etc.
- **Expansibilidade:** capacidade do ambiente ser enriquecido com a introdução de novas ferramentas ou ampliação da funcionalidade de ferramentas pouco complexas.
- **Portatibilidade:** poder transportar todo o ambiente ou parte dele para outras máquinas.

### V.3.2 Área Administrativa.

Entre os principais objetivos do desenvolvimento de sistemas de computação pode-se identificar a automação das tarefas gerenciais, administrativas e burocráticas. É justamente para área administrativa que foram desenvolvidos o maior número de sistemas. Mas muito temos ainda que progredir para chegarmos aos tão almejados 'Escritórios Eletrônicos'[88].

Cada vez mais observa-se que grande parte das tarefas do dia a dia dos trabalhadores de escritórios, estão migrando para estações de trabalho computadorizadas, cujos sistemas oferecem uma variedade de ferramentas e programas aplicativos para a execução das tarefas de [40]:

- preparação de dados
- planejamento de projetos
- gerência de informações
- decisão gerencial
- transferência de dados
- análise financeira
- contas a pagar
- contas a receber
- contabilidade
- controle de estoques
- controle patrimonial
- controle de tarefas
- análise de custos
- faturamento
- folha de pagamento
- orçamento
- pesquisa de mercado
- edição de textos
- gestão de vendas

- gestão de compras
- gestão de produção
- gerenciamento de pessoal
- gerenciamento de tempo
- gerenciamento de escritórios
- planejamento físico e financeiro
- simulação (projeções de lucros e perdas, de aplicações, etc.)

Para cada tarefa mencionada existe uma variedade enorme de programas de computador, desenvolvidos nas próprias empresas ou em empresas especializadas que vendem seus serviços. Estes programas, pacotes aplicativos em sua maioria, são atualmente interativos e voltados para uso em microcomputadores, além de possibilitarem o acesso simultâneo a mais de um de seus módulos (pacote integrado). Mas infelizmente suas interfaces com o usuário estão sujeitas a muitas críticas. Os principais requisitos desejáveis para estes programas são [38]:

- treinamento: é impraticável pretender que pessoas sem um treinamento específico e adequado usem eficientemente uma estação de funções múltiplas
- simplicidade e consistência em sua utilização
- capacidade de atender todas as necessidades funcionais da tarefa
- capacidade de expansão e adaptação a mudanças, como por exemplo nas regras financeiras, de taxaço de impostos e outras
- auxílio 'on-line' visando restringir o uso de manuais
- manuais para o usuário completos e inteligíveis
- manutenção e suporte técnico rápido e de boa qualidade
- saídas bem estruturadas e confiáveis
- garantir um bom desempenho por parte do usuário, aumentando sua velocidade e atenção, diminuindo a necessidade de memorização e a taxa de erros
- garantir a segurança das informações armazenadas
- respeitar o nível de experiência do usuário, oferecendo modalidades de interação distintas para principiantes e para peritos e, principalmente, não negligenciar suas experiências anteriores, sejam elas de caráter manual ou automatizado



### V.3.3 Área de Educação.

A introdução do computador na área educacional visa principalmente, disseminar esta nova cultura desde a infância, preparando os estudantes para lidarem com os computadores como ferramentas de auxílio na realização de suas atividades profissionais futuras. O outro objetivo é o uso do computador nas diferentes disciplinas como ferramenta poderosa para incentivar o aprendizado de forma criativa.

Mas esta introdução deve obedecer critérios rígidos de caráter pedagógico para não vir a atrapalhar o entendimento e desempenho dos alunos. 'Espera-se que os programas não sejam mais difíceis de entender do que a tarefa para a qual estão sendo utilizados' [58].

Uma das críticas mais constantes relativas aos softwares educacionais existentes é a de serem meros viradores de páginas eletrônicas, por um lado por não serem devidamente elaborados e por outro por não serem usados adequadamente. Este efeito se deve em parte à falta de formação apropriada dos professores em relação ao conhecimento das potencialidades que este tipo de ferramenta oferece. Isto confirma a grande necessidade de conseguir-se definir com precisão os objetivos e características especiais que tais softwares devem ter para serem usados nesta área de aplicação tão importante para sociedade.

A classificação dos softwares educacionais tem sido realizada de várias maneiras, segundo o propósito de seus autores. Uma das classificações mais comuns é a que estabelece as seguintes categorias [58]:

- Tutorial
- Exercício e Prática
- Diagnóstico e Teste
- Inquirição
- Simulação
- Modelagem
- Micromundo

Os 'Coursewares', que também são softwares educacionais, são programas desenvolvidos para atender a objetivos educacionais pré-estabelecidos' [58]. Como exemplo de um objetivo educacional, podemos citar:

ENSINAR um fato histórico, para alunos da 6a. à 8a. séries, estimulando o raciocínio lógico, criativo e indutivo do aluno.

Para que o computador seja efetivamente utilizado como ferramenta para auxiliar o ensino e para solucionar problemas educacionais de aprendizado, Lauterback e Frey sugere que os softwares educacionais devem obedecer aos seguintes padrões de qualidade [89]:

- Técnico - referente à forma de utilização dos programas, sua qualidade gráfica em relação a telas, textos e a adequação dos dispositivos de comunicação.
- Didático - referente ao levantamento e especificação dos objetivos, conteúdo abordado, métodos de ensino, forma de apresentação das informações e seus efeitos didáticos.
- Interativo - referente a comunicação com o computador, procurando promover e facilitar a intervenção do aluno e do professor na execução e controle das interações propostas pelo programa.

Para se conseguir esses padrões recomenda-se que os projetistas de software educacional dêem ênfase às seguintes características:

- ofereçam estratégias de aprendizado em que o aluno controle o diálogo [90].
- ofereçam facilidades de interação (gráficos, realimentação imediata) [90].
- considerem as habilidades cognitivas do aluno [91].
- facilitem o uso.
- possibilitem modificações no sistema pelo professor para adaptação a diferentes alunos.
- ofereçam telas de auxílio sempre que for necessário.
- ofereçam uma grande variedade de formatos de apresentação das informações.
- minimizem a necessidade de digitação.
- considerem adequadamente uma larga faixa de respostas do aluno.
- possibilitem a avaliação do progresso do aluno.
- possibilitem a avaliação do programa.
- ofereçam manuais distintos para professores e alunos.
- ofereçam recursos motivacionais, tais como: ilustrações, animação, cores, som, etc.

Durante o desenvolvimento de um software educacional deve coexistir um envolvimento de professores, alunos, psicólogos, analistas e programadores. O que evidencia a necessidade de um roteiro interativo de consultas que possibilite captar e compatibilizar as diferentes percepções sobre o assunto a ser implementado, para que se possa garantir um produto de qualidade técnica e pedagógica [58].

Neste contexto, além das considerações de ordem pedagógicas, destaca-se a importância da interação aluno-computador. E a interface com o usuário é o fator principal nesta interação.

## V.4 Questionário: instrumento de pesquisa.

### V.4.1 Elaboração

Para concretizar a pesquisa de campo necessitou-se de um instrumento de trabalho. O instrumento escolhido e que pareceu ser o mais adequado foi um questionário de múltiplas questões, questões estas com duas finalidades principais:

- Dar suporte aos projetistas de sistemas interativos, identificando quais das características propostas merecem seus maiores esforços.
- Avaliar, em função dessas mesmas características, os sistemas interativos que estão sendo usados nas áreas de aplicação em destaque.

Os dados coletados por estas questões comprovarão ou não as hipóteses sugeridas no início deste capítulo. Servindo também de base para as técnicas de classificação CAHO e de avaliação SUSI definidas no capítulo VI e VII, respectivamente.

As características propostas (aspectos técnicos e de fatores humanos descritos no capítulo IV), perfazem um total de 24 itens independentes, dispostos consecutivamente em forma de tabela, e que deveriam ser valorizados, na primeira coluna, com notas entre zero e dez, de forma a satisfazerem as necessidades profissionais e pessoais de cada participante. Solicitou-se aos participantes que procurassem usar cada nota no máximo três vezes. Esta restrição pareceu ser a mais liberal entre as outras formas (total fixo para a soma das notas ou ordenar por prioridade do primeiro ao vigésimo quarto) de se conseguir chegar aos objetivos da pesquisa.

Solicitou-se também a colaboração dos participantes para avaliarem até três sistemas que usavam em sua área de aplicação. Esta avaliação foi feita em termos conceituais (Ótimo, Bom, Deficiente, Ignora, Não Sei) nas colunas correspondentes a cada sistema especificado pelos participantes.

Neste questionário também foram incluídas questões abertas, num total de quatro, que procuraram identificar:

1. Grupos com necessidades profissionais distintas.
2. Grupos com níveis de experiência distintos.
3. Problemas físicos e psíquicos causados pelo uso de computadores.
4. Recursos que mais motivam o uso de um sistema.

As duas primeiras questões objetivam identificar o perfil da comunidade de usuários em cada área de aplicação. A terceira questão tem por finalidade fornecer dados para o levantamento dos principais problemas de saúde ocasionados pelo uso freqüente de sistemas computadorizados. Na última questão desse tipo procura-se identificar quais são os recursos computacionais que motivam o uso do sistema e que por conseguinte deveriam orientar na aquisição de novos sistemas interativos.

Uma última questão tem por finalidade identificar a preferência dos usuários em interagirem com os cinco estilos de interação descritos no capítulo II. O questionário aqui descrito está no Apêndice B.

#### V.4.2 Validação

A validade do conteúdo do questionário foi realizada por duas pessoas. Uma delas especialista nas áreas Administrativa e de Desenvolvimento de Software e a outra na linha de Informática & Sociedade e Desenvolvimento de Software. Estas pessoas aprimoraram itens referentes à compreensão das definições das características e completaram o conjunto de características, ampliando-o com algumas características que não foram consideradas inicialmente e desdobrando outras a fim de identificar com mais clareza alguns aspectos.

Foram também ouvidas e adicionadas opiniões de duas outras pessoas, uma especialista na área educacional e a outra em elaboração de questionários e formulários.

Simultaneamente foram realizados testes piloto que contaram com a participação e colaboração de dez usuários de sistemas interativos nas três áreas pesquisadas. As dúvidas e sugestões eram imediatamente passadas as pessoas responsáveis pela validação do questionário, que procuravam solucioná-las ou acatá-las.

Chegou-se a conclusão que um mesmo questionário para as três áreas escolhidas iria, inevitavelmente, ser sentido com graus diferentes de dificuldades pelos usuários de cada área. Isto é, o questionário seria mais facilmente compreendido

pelos usuários de desenvolvimento de software do que pelos usuários da área administrativa e menos ainda pelos da área de educação. Obtou-se então, por formas diferentes de aplicação, como será mostrado na próxima sessão. Pois a elaboração de diferentes questionários poderia gerar distorções nos resultados.

### V.4.3 Aplicação.

A procura de usuários da área de desenvolvimento de software e administrativa aptos a responderem o questionário foi feita através de contactos junto à empresas localizadas na cidade do Rio de Janeiro e que fizessem uso de sistemas interativos nestas áreas.

Já os usuários da área de educação foram em sua maioria contactados através de indicações pessoais. Foram também contactadas escolas que notoriamente implantaram algum tipo de sistema educacional, além de equipes de projetos voltados a implementação de sistemas para esta área.

Optou-se por abordagens diferentes para aplicação dos questionários em cada área, pelos motivos anteriormente citados.

Para área de desenvolvimento de software, realizou-se um primeiro contato com a pessoa representante da área na empresa (gerente, chefe, supervisor). Nesta oportunidade, foram explicados os objetivos da pesquisa e deixado um lote de questionários para ser distribuído entre os funcionários usuários dos sistemas interativos mantidos pela empresa com a finalidade de auxiliar nos projetos de desenvolvimento de software (ferramentas automatizadas). As dúvidas que pudessem surgir no preenchimento e entendimento do questionário poderiam ser resolvidas por telefone. Posteriormente, marcava-se uma data para recolhimento (resgate) desses questionários. Notou-se que esta devolução era de menos de 50% do total entregue. Como cada lote variava em torno de vinte questionários, por critério dos representantes contactados, o tamanho da amostra ficou abaixo do estipulado e desejado para a pesquisa.

Na área administrativa, seguiu-se o mesmo caminho de contatos iniciais, mas na primeira visita marcava-se uma próxima para que os funcionários usuários de sistemas administrativos interativos pudessem ser entrevistados individualmente ou em grupos pequenos. Nestas entrevistas eram sanadas dúvidas, dados exemplos que esclarecessem as características e aí então os usuários respondiam por si só os questionários. Observou-se que, embora a área administrativa possua um número elevado de profissionais, poucas pessoas interagem com os sistemas automatizados. Como exemplo podemos citar que em divisões administrativas possuindo na ordem de dez funcionários, menos da metade executam tarefas já automatizadas, e cada um é responsável por apenas uma tarefa. Esta restrição contribuiu para que a população amostral nesta área, também não atingisse o tamanho desejado. Foi

observado também que parte dos entrevistados, embora ocupem cargos administrativos, possuíam alguma formação em computação, às vezes oferecida pela própria empresa. A outra parte não possui nenhum conhecimento de computação. Esta diferença dificulta um levantamento homogêneo para o perfil dessa comunidade de usuários.

Na área de educação foi feito um contato telefônico inicial onde eram explicados os objetivos da pesquisa e marcada uma entrevista, normalmente individual, na qual o usuário, que era normalmente um professor encarregado do laboratório de informática, respondia o questionário após o seu entendimento. Em muitos casos, houve necessidade de se deixar o questionário para ser respondido quando os professores dispusessem de mais tempo. Em algumas instituições educacionais a proximidade do fim do ano letivo (época em que foi realizada a pesquisa), foi mencionada como empecilho para que os professores pudessem dispor de tempo para responder ao questionário. As pessoas envolvidas em projetos educacionais apresentam normalmente formação pedagógica e uma especialização ou experiência em computação, facilitando com isto o entendimento do questionário. Havia-se previsto a participação de alunos, mas não foi possível obtê-la, dado o alto grau de complexidade do questionário para este tipo de usuário (crianças na fase escolar de primeiro e segundo graus). A população amostral desta área já era bastante pequena e devido às restrições mencionadas, também não foi possível alcançar o tamanho desejado para amostra.

Outro fator que contribuiu para diminuir o tamanho das populações amostrais nas três áreas pesquisadas, foi o período extremamente curto (três meses) reservados para pesquisa de campo. Deve-se ressaltar que o recolhimento dos questionários requereu um esforço bem maior ao esperado, uma vez que apesar do interesse geralmente demonstrado pelas pessoas contactadas, elas nem sempre tiveram disponibilidade para atender as solicitações realizadas.

Como conclusão da etapa de aplicação dos questionários pode-se afirmar que maioria dos participantes demonstraram muito interesse nesta pesquisa, o que foi comprovado pela seriedade com que responderam os questionários, pelas solicitações em conhecerem futuramente os resultados obtidos, pelas sugestões de várias formas de aproveitamento destes resultados. Apontaram também aspectos a serem aprofundados em novas pesquisas que dessem continuidade a este trabalho.

## V.5 Identificação da População Amostral.

A pesquisa de campo contextual foi realizada durante os três últimos meses do ano de 1989, em quatro empresas estatais com finalidades diversas (Petrobrás, Furnas, Embratel e Dataprev), uma empresa de capital misto destinada a produção de computadores nacionais (Cobra), em dois agregados a Universidade Federal do Rio de

Janeiro (NCE e COPPE), em um instituto nacional (IBGE), em seis escolas (quatro particulares, uma federal e uma estadual), em três projetos educacionais (CIED, EDUCON e GINAPE) e em dois cursos de Logo para crianças (Ciência Viva e H. O. Informática), todos localizados na cidade do Rio de Janeiro. Na tabela V.1 é mostrada a distribuição de frequências para população amostral referente a cada instituição pesquisada.

Des. de Software	$f_p$	Administrativa	$f_p$	Educação	$f_p$
Petrobrás	8.3	Petrobrás	34.2	D. Pedro II	12.5
Furnas	8.3	Furnas	9.6	Inst. Abel	5.0
Dataprev	3.3	Dataprev	27.4	Ciência Viva	2.5
COPPE/UFRJ	11.8	Cobra	12.3	Colégio Miraflores	2.5
NCE/UFRJ	10.0	IBGE	9.6	S. Educ. Racimec	2.5
Cobra	55.0	S.Educ. Racimec	1.4	C.E. Souza Aguiar	12.5
IBGE	3.3	Embratel	5.5	C. Eliezer Steinberg	2.5
				H. O. Informática	2.5
				CIED	22.5
				Ginape/NCE/UFRJ	20.0
				EDUCON	15.0
total	100%		100%		100%

Tabela V.1: Distribuição da frequência relativa de participação para cada instituição pesquisada.

Nota-se nesta tabela que a distribuição das frequências por participação ( $f_p$ ) não é uniforme. Esta falta de uniformidade deve-se principalmente a uma concentração de esforços para que fosse entrevistado um número maior de usuários que utilizassem um mesmo sistema interativo, para que sua análise e avaliação posterior fosse significativa. Exemplificando: na área de Desenvolvidores de Software optou-se por analisar a Shell (SOX), cujos usuários são exclusivamente da Cobra Computadores Brasileiros S.A.. Na área Administrativa optou-se por analisar o DBase III/plus, Open Access e Carta Certa, cujos usuários encontram-se fundamentalmente na Petrobrás e na Dataprev. Já na área educacional, a distribuição não uniforme, é devida ao fato de existir uma maior concentração de pessoas dentro dos projetos educacionais.

## Capítulo VI

# Técnica CAIIO - Classificação dos Aspectos da Interface em Intervalos Ótimos

### VI.1 Apresentação da técnica CAIIO.

A técnica proposta por este trabalho para classificação dos aspectos técnicos e de fatores humanos é denominada 'CAIIO - Classificação dos Aspectos da Interface em Intervalos Ótimos', e consiste em colocar os aspectos definidos no capítulo IV em ordem decrescente de prioridade em relação às expectativas dos usuários de sistemas interativos.

O objetivo primordial desta técnica é fornecer parâmetros de comparação entre os aspectos para que os projetistas de sistemas interativos (principalmente da interface com o usuário) possam escolher quais os aspectos que devem ser otimizados e quais os aspectos, que em caso de necessidade, devem ser penalizados em função de outros mais prioritários.

Para estabelecer a posição adequada para cada aspecto são gerados intervalos, denominados intervalos ótimos, que representaram, na visão do usuário e a partir dos dados obtidos na pesquisa de campo, os melhores valores possíveis para cada aspecto segundo o critério pré-estabelecido de prioridade em relação aos demais.

A técnica CAIIO pode ser utilizada para um conjunto de aspectos diferentes dos aqui propostos e a metodologia usada para análise dos dados, que é detalhada nas próximas seções, pode ser modificada conforme os atributos e necessidades de cada contexto.



Outro objetivo desta técnica é fornecer a base de conhecimento necessária para dar suporte à técnica de avaliação SUSI (Satisfação dos Usuários de Sistemas Interativos) descrita no capítulo VII.

## VI.1.1 Conceitos estatísticos usados na técnica CAIO.

Nesta seção são descritos os cálculos [92] usados pela técnica CAIO e suas respectivas finalidades de utilização neste trabalho, além de alguns conceitos estatísticos importantes para sua compreensão.

### VI.1.1.1. Medidas de tendência central.

1. Moda: 'é o valor que ocorre com maior frequência em uma amostra, em outras palavras, o valor que tem maior probabilidade de ocorrência' [92]. Pode acontecer que mais de um valor tenha a mesma probabilidade de ocorrência. Se este valor for a moda a distribuição será dita bimodal, trimodal ou multimodal, o que significa que, o valor da moda pode mudar radicalmente mesmo para pequenas mudanças no tamanho da amostra. Por este motivo a moda não é considerada uma medida muito robusta.
2. Média: é o resultado da soma de todos os valores dividido pelo tamanho da amostra, ou seja em outras palavras, é a soma dos produtos de cada valor amostral pelo seu número de ocorrência, dividido pelo tamanho da amostra. Esta medida considera o peso de cada valor amostral e por isto é chamada também de média ponderada. Esta medida é considerada a mais robusta entre as medidas de tendência central, pois não sofre grandes alterações com populações amostrais de diversos tamanhos.
3. Mediana: para populações com tamanho ímpar é o valor que ocupa a posição central quando os valores amostrais estão ordenados segundo suas grandezas. Para populações de tamanho par é o valor da média dos dois valores que ocupam as posições centrais, na mesma ordenação anterior. Esta medida é considerada bastante robusta, pois sofre pequenas variações em populações de vários tamanhos.

### VI.1.1.2. Distribuição amostral.

1. Intervalos de classe: organização ou agrupamento dos dados brutos (coletados na amostra) segundo uma característica comum [92], limitado por dois valores (um máximo e outro mínimo) associados a uma das características mensuráveis da amostra.

2. Amplitude da classe: é o tamanho do intervalo de classe, isto é, o resultado da subtração entre os limites superior e inferior do intervalo.
3. Frequência da classe: quantidade de dados em cada classe, pode ser representada pelo seu percentual em relação à amostra total (frequência relativa). Serão calculadas as frequências relativas para:
  - o número de usuários que responderam dentro de um determinado intervalo de classe, representado por  $f_{int}$  (frequência do intervalo).
  - o número de usuários que responderam o valor moda, representado por  $f_{mod}$  (frequência da moda).

### VI.1.1.3. Cálculos.

1. Média por categoria de aspecto:

$$M_a = \frac{\sum_{j=1}^{n_p} \sum_{i=1}^{n_a} g_{ij}}{n_a n_p}$$

Onde:

$g_{ij}$  - grau dado ao aspecto  $i$  pelo participante  $j$ .

$n_a$  - número de aspectos por categoria.

$n_p$  - número de participantes.

Finalidade: identificar a categoria de aspectos (técnicos ou de fatores humanos) mais importante em cada área.

2. Grau de concordância por aspecto

$$G_c = \frac{1}{n_p} \sum_{i=0}^{n_{pe}} \frac{n_{ri}}{2^i}$$

Onde:

$n_{ri}$  - número de respostas a  $i$  passos da moda, média ou mediana.

$n_p$  - número de participantes.

$n_{pe}$  - número de passos na escala.

Finalidade: o grau de concordância pertence ao intervalo (0 - 1] dos números reais. Quanto mais este valor se aproximar de um, maior a concordância entre os participantes da amostra. Se for igual, implica em uma concordância absoluta, isto é, todos os participantes deram a mesma resposta. Mede o grau de

concentração em torno da moda, média ou da mediana e por conseguinte a maior ou menor estabilidade da resposta. Serão calculados os graus de concordância em relação à moda para:

- cada aspecto em relação ao número total de participantes da amostra, representado por  $G_{ct}$  (Grau de concordância total).
- cada aspecto em relação ao número de participantes que responderam dentro de um intervalo, representado por  $G_{ci}$  (Grau de concordância no intervalo).

### VI.1.2 Definição dos intervalos de classe.

Para analisar e organizar os dados numéricos (valorização dos aspectos) coletados pela pesquisa de campo, estipulou-se agrupá-los dentro das seguintes classes: Ótimo, Bom, Deficiente e Ignora. Estas classes representam a conceituação desses dados considerando a escala de semântica diferencial pré-estabelecida no questionário. Esta escala deu origem a definição dos seguintes intervalos:

- Intervalo Ótimo: representa a valorização de cada aspecto em relação aos demais segundo sua prioridade para assegurar a satisfação das necessidades dos usuários, isto é, a valorização plena (totalmente satisfatória) para cada aspecto.
- Intervalo Bom: representa uma conceituação razoável (satisfatória) para cada aspecto.
- Intervalo Deficiente: representa uma conceituação deficiente (não satisfatória) para cada aspecto.
- Intervalo Ignora: representa a não existência do aspecto, isto é, no desenvolvimento do sistema este aspecto deve ser omitido (não implementado).

Estes intervalos são utilizados pela técnica de avaliação SUSI. A técnica CAHO utiliza apenas o intervalo ótimo, pois é a partir dele que é possível indentificar a prioridade dada pelos usuários a cada aspecto.

Os intervalos são apresentados usando-se a seguinte notação:

$$[lim_{inf} - lim_{sup}]$$

Onde:

$\lim_{inf}$ : limite inferior do intervalo.

$\lim_{sup}$ : limite superior do intervalo.

Os intervalos aqui propostos foram gerados a partir da contagem dos dados dos questionários referentes à valorização dos aspectos. Estes valores dão origem a intervalos discretos, pois pertencem a um subconjunto dos números Naturais positivos ( $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ ) conforme o estipulado pelo questionário.

O critério de formação do intervalo ótimo, que será descrito a seguir, pode ser baseada em qualquer uma das três medidas de tendência central (vide seção VI.1.1.1) conforme as particularidades de cada amostra. No caso específico deste trabalho, observou-se, como será mostrado na tabela VI.24, que os valores encontrados para moda, média e mediana mantiveram-se bem próximos e em alguns casos até coincidiram, demonstrando desta forma a qualidade da amostra. Esta constatação possibilitou que a escolha para formação dos intervalos ótimos recaísse na moda, o que enfatiza o conceito do melhor intervalo possível para cada aspecto segundo sua prioridade. Para aspectos que possuíam mais de uma moda, deu-se preferência pelo valor modal que acarretasse um melhor (maior) grau de concordância total ( $G_{ct}$ ). Em amostras em que estes valores não estejam tão próximos, deve-se estudar uma escolha mais robusta para formação dos intervalos.

Os critérios propostos para formação dos intervalos de classe são:

• para intervalo Ótimo:

1. ajustar ao redor da moda um intervalo que inclua no mínimo 50% do número total de participantes da amostra ( $f_{int} \geq 50\%$ ),
2. a amplitude deste intervalo deve ser menor ou igual a três,
3. maximizar a freqüência do intervalo de forma a incluir todos os valores vizinhos à moda (dentro de uma amplitude de no máximo três) que tenham freqüências significativas, isto é, que suas freqüências sejam no mínimo 20% da freqüência da moda.

• para intervalo Bom: identificar os valores menores do que o limite inferior do intervalo ótimo que formem um intervalo que inclua no mínimo 80% dos participantes que responderam abaixo do intervalo ótimo.

• para intervalo Deficiente: formar um intervalo que vá do valor um até o limite inferior do intervalo Bom menos um.

• para intervalo Ignora: é o intervalo representado pelo valor nulo, isto é, o intervalo  $[0]$ .

Deve-se ter em mente que para aspectos com prioridades baixas pode-se não conseguir definir intervalos que representem todas as classes estipuladas. Discutir-se-á este problema no próximo capítulo.

A restrição da amplitude do intervalo ótimo ser menor ou igual a três deve-se ao fato de que quanto maior o tamanho do intervalo, maior será sua frequência, mas o grau de concordância será menor; pois o grau de concordância do intervalo é inversamente proporcional a sua frequência. Logo para assegurar melhores níveis (mais altos) de concordância optou-se por esta restrição. Quando esta restrição não for satisfeita, isto é, não conseguir-se um intervalo de amplitude três que tenha frequência igual a 50% (pior caso), propõe-se analisar o aspecto associado procurando identificar a existência de grupos de usuários com características diferentes (perfis diferentes) que gerem intervalos ótimos. Esta análise, neste trabalho, abrange dois perfis de usuários, a saber:

- Usuários com tempos de experiência diferentes.
- Usuários com cargos diferentes.

### **VI.1.3 Critérios para ordenação dos intervalos.**

A regra principal para ordenação dos intervalos ótimos para concretização da técnica CAIO consiste em priorizar os aspectos associados a intervalos que possuam:

1. o maior limite superior,
2. a menor amplitude de classe.

Em caso de empates, isto é, intervalos iguais, estipulou-se alguns critérios de desempate para identificar a posição mais adequada para cada aspecto.

### **VI.1.4 Critérios de desempate**

A restrição contida no item do questionário referente a valorização dos aspectos de 'procurar usar cada valor no máximo três vezes' ampliou a possibilidade de empates em contraposição a uma ordem rígida para classificar os aspectos do mais prioritário ao menos prioritário (do 1º até o 24º), mas também aumentou as chances de que todos os aspectos que merecessem uma determinada valorização a conseguissem.

Para solucionar este problema, definiu-se critérios que desempatassem intervalos iguais. Estes critérios obedecem a seguinte hierarquia:

1. Para intervalos iguais, desempatar pela maior frequência do intervalo ( $f_{int}$ ).
2. Para intervalos iguais e frequências do intervalo iguais, desempatar pelo maior grau de concordância total ( $G_{ct}$ ).
3. Para intervalos iguais, frequências do intervalo e graus de concordância total iguais, desempatar pelo maior grau de concordância do intervalo ( $G_{ci}$ ).
4. Para intervalos iguais, frequências do intervalo iguais e graus de concordância (total e do intervalo) iguais, desempatar pela maior média.
5. Para intervalos iguais, frequências do intervalo iguais, graus de concordância (total e do intervalo) iguais e médias iguais, desempatar pela maior frequência da moda ( $f_{mod}$ ).
6. Para intervalos iguais, frequências do intervalo iguais, graus de concordância (total e do intervalo) iguais, médias iguais e frequências da moda iguais, desempatar pela maior moda.

Na elaboração desta hierarquia para os critérios de desempate, considerou-se que o mais importante seria privilegiar as medidas que envolvessem a totalidade da população amostral, medidas estas representadas pela frequência do intervalo e pelo grau de concordância total. Em um segundo nível, optou-se pelo melhor grau de concordância dentro do intervalo, que representa uma maior maturidade dos participantes em relação ao aspecto. A média foi escolhida como quarto critério de desempate devido a sua maior robustez, o que torna a classificação dos aspectos menos suscetível a mudanças. A frequência da moda e a moda ficaram como últimos critérios de desempate, por serem menos robustos e poderem alterar mais facilmente a posição dos aspectos. A instabilidade no posicionamento dos aspectos é um efeito que deve ser minimizado, embora não acarrete consequências graves, a não ser em apenas um caso que é analisado a partir de um exemplo na análise da área de Desenvolvimento de Software.

## VI.2 Metodologia usada na Análise dos Dados.

Os questionários foram agrupados para esta análise por área de aplicação. Dentro da análise de cada área será apresentada a quantidade de questionários resgatados e a quantidade de questionários invalidados, juntamente com as razões do invalidamento.

Em seguida serão analisadas as hipóteses formuladas no capítulo V em relação a categoria de aspectos privilegiada em cada área de aplicação pesquisada.

Apresenta-se uma tabela com a lista dos aspectos classificados por ordem decrescente de prioridade. Para estruturar a análise desta tabela em cada

área, decidiu-se dividir a lista dos vinte quatro aspectos em três grupos, com oito aspectos cada. Os oito primeiros aspectos são os de mais alta prioridade, os aspectos que ocupam da nona à décima sexta posição têm uma prioridade mediana e os restantes foram associados ao mais baixo nível de prioridade, a não ser que existam aspectos associados ao intervalo ignora que, neste caso, não têm nenhuma prioridade, isto é, têm prioridade nula. São feitas observações concernentes a cada grupo de aspectos conforme o seu nível de prioridade (alta, média, baixa ou nula). Estes grupos de aspectos podem variar de tamanho conforme as características da amostra. Esta variação será detalhada a partir de um exemplo na análise da área de Desenvolvimento de Software.

A análise que possibilita comprovar divergências na priorização de alguns aspectos considerando o perfil dos usuários foi dividida da seguinte maneira:

1. Análise por tempo de experiência: tem por objetivo identificar os aspectos que gerem intervalos ótimos diferentes conforme as características dos usuários relacionadas ao seu tempo de experiência com computadores. Estipulou-se o período de cinco anos de experiência com computadores para diferenciar usuários novatos de usuários experientes, por achar-se que este é o tempo necessário para conseguir um conhecimento semântico e sintático das funções realizadas pelos computadores (vide anúncios que pedem profissionais com mais de cinco anos de experiência).
2. Análise por cargos diferentes: tem por objetivo identificar os aspectos que gerem intervalos ótimos diferentes conforme as características dos usuários relacionadas à sua ocupação funcional dentro das instituições pesquisadas.

Em cada uma dessas análises serão apresentadas tabelas que mostram a frequência de participação ( $f_p$ ) dos usuários de cada grupo (novatos ou experientes e para cargos diferentes) e tabelas que mostram os aspectos divergentes, os intervalos ótimos a eles associados, seus valores modais e suas frequências em relação ao número total de participantes em cada grupo.

Também para cada área apresenta-se uma tabela com os recursos motivacionais citados nos questionários juntamente com suas frequências ( $f_{mot}$ ). Deve-se ressaltar que um participante podia fornecer mais de uma motivação para usar um sistema. Foram considerados também os questionários invalidados para as análises anteriores, mas excluídos os questionários onde esta questão não foi respondida.

Finalmente, é apresentada para cada área uma classificação em ordem decrescente de prioridade de preferência para os estilos de interação propostos no questionário. Para isto foi montada uma tabela que mostra as frequências relativas obtidas por cada estilo em cinco colunas que correspondem biunivocamente as posições de classificação, isto é, a primeira coluna refere-se à avaliação dos estilos

mais prioritários, a segunda a dos seguintes mais prioritários e assim até a quinta coluna. O critério para classificação considera o estilo de interação mais freqüente ( $f_{ei}$ ) em cada coluna da tabela, a menos que ele já tenha sido escolhido em colunas anteriores.

Também é feita uma análise comparativa das três áreas conjuntamente e dos problemas de saúde levantados pela pesquisa.

### VI.3 CAIO para área de Desenvolvimento de Software.

Nesta área foram resgatados sessenta questionários, cinco dos quais foram invalidados, principalmente por não respeitarem a restrição de 'procurar usar cada valor no máximo três vezes'. Com o cálculo da média por categoria de aspecto (item 1 da seção VI.1.1.3), constatou-se que a categoria dos aspectos técnicos é mais importante para os profissionais da área de Desenvolvimento de Software do que a categoria dos aspectos de fatores humanos. No *Apêndice E* é apresentada a estatística de testes realizada para as três áreas, que comprova que as médias são significativamente diferentes.

- Média para categoria dos aspectos técnicos: 7,484
- Média para categoria dos aspectos de fatores humanos: 6,016

Este fato comprova a hipótese dois, que previa que áreas com ênfase em características técnicas, numéricas e de produção privilegiariam os aspectos técnicos.

A tabela VI.1 mostra a classificação dos aspectos na ordem de prioridade fornecida pela técnica CAIO para a área de Desenvolvimento de Software.



Ordem	Aspectos	Intervalo	$f_{int}$	$G_{et}$	$G_{oi}$	Média	$f_{mod}$	Moda
1 <sup>a</sup>	Confiabilidade	[9-10]	90.9	0.838	0.900	10	72.7	10
2 <sup>a</sup>	Funcionalidade	[9-10]	83.6	0.765	0.880	9	63.6	10
3 <sup>a</sup>	Usabilidade	[7-10]	89.1	0.540	0.596	8	29.1	9
4 <sup>a</sup>	Integridade	[7-10]	87.3	0.585	0.638	8	40.0	10
5 <sup>a</sup>	Rapidez	[7-10]	81.8	0.547	0.627	8	30.9	8
6 <sup>a</sup>	Documentação	[7-10]	80.0	0.493	0.579	8	21.8	9
7 <sup>a</sup>	Comunicabilidade	[6- 9]	81.8	0.510	0.594	7	27.3	8
8 <sup>a</sup>	Indulgência	[6- 9]	78.2	0.524	0.604	8	30.9	9
9 <sup>a</sup>	Compleitude	[6- 9]	76.4	0.497	0.589	7	23.6	7
10 <sup>a</sup>	Aprendizagem	[6- 9]	74.5	0.480	0.597	7	21.8	8
11 <sup>a</sup>	Manutenibilidade	[6- 9]	70.9	0.513	0.660	7	30.9	7
12 <sup>a</sup>	Adaptabilidade	[6- 9]	69.1	0.386	0.503	7	25.4	7
13 <sup>a</sup>	Consistência	[5- 8]	80.0	0.613	0.526	6	25.4	6
14 <sup>a</sup>	Permissividade	[5- 8]	63.4	0.460	0.628	6	25.4	6
15 <sup>a</sup>	Portatibilidade	[5- 8]	54.5	0.347	0.533	6	18.2	8
16 <sup>a</sup>	Criatividade	[4- 7]	72.7	0.440	0.546	5	27.3	4
17 <sup>a</sup>	Motivabilidade	[4- 7]	69.1	0.474	0.572	6	20.0	5
18 <sup>a</sup>	Memorização	[4- 7]	58.2	0.632	0.407	6	20.0	5
19 <sup>a</sup>	Multimodalidade	[3- 6]	81.8	0.521	0.594	5	32.7	6
20 <sup>a</sup>	Condicionalidade	[3- 6]	72.7	0.662	0.506	5	27.3	4
21 <sup>a</sup>	Universalidade	[3- 6]	72.7	0.500	0.637	5	25.4	5
22 <sup>a</sup>	Rentabilidade	[3- 6]	60.0	0.406	0.621	5	20.0	4
23 <sup>a</sup>	Salubridade	[3- 6]	52.7	0.361	0.595	6	18.2	5
24 <sup>a</sup>	Atenção	[3- 5]	65.4	0.569	0.763	4	40.0	3

Tabela VI.1: CAIO para área de Desenvolvimento de Software e valores usados pelos critérios de desempate.

Observando-se na tabela VI.1 os valores referentes aos graus de concordância totais, verifica-se que os dois aspectos mais prioritários são os que gozam de maior estabilidade em relação a seus intervalos ótimos. Alguns outros aspectos também apresentam uma grande estabilidade: a consistência, a memorização e a condicionalidade. Os aspectos menos estáveis são: adaptabilidade, portatibilidade e salubridade. Os demais aspectos que apresentam uma estabilidade razoável, estão sujeitos a serem associados a outros intervalos e por conseguinte mudarem de posição em CAIO.

Outra forma de se constatar esta tendência (mudança de posição) é observando-se as colunas referentes à média e à moda. Nota-se que quando é quebrada a ordem decrescente na lista desses valores (de cima para baixo), como acontece com os aspectos usabilidade e integridade (modas 9 e 10 respectivamente)

e com os aspectos comunicabilidade e indulgência (médias 7 e 8 respectivamente), o posicionamento adequado destes aspectos é um pouco instável. Este fato não é tão grave quando os aspectos estão associados à intervalos diferentes, nem quando eles estão no mesmo nível de prioridade, nem quando a ruptura é constatada apenas na coluna referente à moda, por esta não ser uma medida tão robusta quando à média (como já mencionado). Mas quando esta ruptura acontece de forma a separar os aspectos em níveis de prioridade distintos (exemplo: criatividade e motivabilidade) deve-se contornar o problema aumentando-se o número de aspectos do grupo mais prioritário. No caso desta área, o grupo de prioridade média será composto por nove aspectos (até a décima sétima posição) e o grupo de baixa prioridade ficará apenas com sete aspectos.

Observa-se que apenas dois aspectos de fatores humanos (usabilidade e comunicabilidade) fazem parte dos oito aspectos mais valorizados por esta comunidade de usuários. Estes oito primeiros aspectos merecem a maior atenção por parte dos projetistas de ferramentas automatizadas que auxiliem no desenvolvimento de sistemas.

Os aspectos que pertencem ao segundo grupo estão divididos entre as duas categorias de aspectos (quatro técnicos e cinco de fatores humanos). Estes aspectos devem ser analisados principalmente com relação aos seus graus de interferência nos aspectos com prioridades mais altas.

Os aspectos que ocupam as posições restantes são em sua maioria aspectos de fatores humanos. A exceção é a rentabilidade, aspecto muito pouco valorizado pela comunidade de usuários e que será analisado com mais detalhes para usuários com cargos diferentes.

Deve-se notar que o aspecto salubridade ocupa a penúltima posição e seu intervalo Ótimo obteve a mais baixa frequência (52.7%) e um dos mais baixos grau de concordância total (0.361), deixando transparecer pouca conscientização, por parte dos profissionais da área de Desenvolvimento de Software, de como é importante por um lado, resguardar sua própria saúde e por outro, como implementar este aspecto em produtos de software. Este aspecto foi o que teve uma distribuição de frequências mais uniforme, isto é, frequências semelhantes em todos os valores possíveis (de 0 a 10).

É necessário dar destaque especial para as quatro primeiras posições, ocupadas pelos aspectos confiabilidade, funcionalidade, usabilidade e integridade, que merecem um grande esforço em termos de pesquisas e desenvolvimento de métodos e técnicas que venham a esclarecer e ampliar sua utilização adequada em projetos de sistemas interativos, principalmente no que se refere a interface com o usuário.

### VI.3.1 Análise por tempo de experiência.

Na tabela VI.2 é apresentada a distribuição de freqüência entre usuários novatos e experientes, conforme estipulado na seção VI.2.

experiência dos usuários	$f_p$
novatos ( $\leq 5$ anos)	30.9
experientes ( $\geq 5$ anos)	69.1
total	100%

Tabela VI.2: Distribuição de freqüência dos usuários por tempo de experiência.

Observa-se que a participação dos usuários experientes é bem mais significativa, o que leva a crer que esta área possui um perfil de usuários mais conscientes de suas necessidades profissionais e pessoais.

Na seção VI.1.2.1 foi mencionado que esta análise seria feita apenas para aspectos que não conseguissem formar um intervalo Ótimo. Como isto aconteceu com todos os aspectos desta amostra, optou-se por analisar os aspectos que apresentaram na tabulação dos dados divergências de opiniões sobre suas valorizações segundo a experiência dos usuários. Deve-se ressaltar que a tabulação dos dados para todos os aspectos foi feita diferenciando usuários novatos de usuários experientes.

A tabela VI.3 mostra os aspectos divergentes na área de Desenvolvimento de Software. Esta divergência está representada por intervalos distintos. A freqüência dos intervalos Ótimo foi calculada tendo em vista o número total de usuários novatos (17) e experientes (38).

Supõe-se que usuários novatos necessitem mais de sistema indulgentes do que usuários experientes, o que não foi comprovado pelos intervalos encontrados. Talvez este fato deve-se a própria conscientização do ato de errar. Usuários novatos atribuem os erros a sua própria falta de conhecimento, enquanto que os experientes sabem que grande parte dos erros poderiam ser minimizados através de sistemas que valorizassem o aspecto indulgência, visto que estes usuários já possuem a segurança necessária para reconhecerem que o aumento ou a diminuição da taxa de erros estão associadas as facilidades oferecidas nos programas.

O aspecto completitude é mais valorizado pelos usuários novatos. Se tivéssemos conseguido uma menor valorização do aspecto adaptabilidade para estes usuários em relação ao aspecto em questão e em relação aos usuários experientes,

<i>Usuários</i>	<i>Novatos</i>			<i>Experientes</i>		
	<i>intervalo</i>	<i>moda</i>	<i>f<sub>int</sub></i>	<i>intervalo</i>	<i>moda</i>	<i>f<sub>int</sub></i>
<i>Indulgência</i>	[6-8]	8	58.8	[8-10]	9	52.6
<i>Completitude</i>	[7-9]	9	64.7	[5- 8]	7	73.7
<i>Memorização</i>	[5-7]	7	58.8	[7- 9]	7	58.3

Tabela VI.3: Aspectos divergentes entre usuários novatos e experiente da área de Desenvolvimento de Software.

isto é, experientes valorizassem mais a adaptabilidade do que os novatos, poderíamos supor que para usuários experientes a completitude pode ser resolvida através de um sistema mais adaptável as suas necessidades (eles próprios complementariam o sistema). Esta solução para usuários novatos é mais complexa sendo mais razoável desejar uma maior completeza do sistema. Devido a baixa freqüência de usuários novatos em relação aos experientes, fica sem confirmação esta suposição. Talvez uma amostra maior e mais variada possa fornecer dados que esclareçam estas dúvidas.

A memorização, por ser um aspecto altamente influenciado pelas capacidades individuais dos seres humanos (capacidades baixa ou alta de memorização), é difícil de ser analisada. Fica aqui um lembrete sobre a capacidade de memorização versus idade. Quanto mais idade o usuário tiver menos informações ele pode reter em sua memória de trabalho num dado tempo [27].

### VI.3.2 Análise por cargos diferentes.

A tabela VI.4 mostra a freqüência de ocupação funcional dos participantes da amostra na área de Desenvolvimento de Software.

cargo	$f_p$
Pesquisador	3.6
Coordenador	1.9
Engenheiro	1.9
Programador	9.1
Analista de suporte	7.3
Projetista de software	43.6
Analista de sistemas	32.6
total	100%

Tabela VI.4: Distribuição da frequência de usuários por cargos nas instituições pesquisadas na área de Desenvolvimento de Software.

Não foram incluídos nesta análise os cargos com pequenos percentuais de participação, que foi realizada apenas para usuários Projetista de software e para usuários Analistas de sistemas, como mostrado na tabela VI.5. O cálculo da frequência dos intervalos ( $f_{int}$ ) foi feito em relação ao número total de Analistas (18) e o número total de Projetistas (24).

<i>Usuários</i>	Projetistas de Software			Analistas de Sistemas		
	intervalo	moda	$f_{int}$	intervalo	moda	$f_{int}$
Rentabilidade	[3-5]	4	58.3	[6-9]	7	66.7
Portabilidade	[6-9]	8	58.3	[3-5]	6	61.1
Memorização	[5-8]	5	70.8	[4-6]	6	61.1

Tabela VI.5: Aspectos divergentes entre Projetistas e Analistas.

A tabela VI.5 apresenta os aspectos que obtiveram intervalos ótimos mais diferenciados neste contexto. Nota-se que o aspecto rentabilidade foi acen-tuadamente menos valorizado pelos projetistas do que pelos analistas e que seus intervalos associados são intervalos disjuntos e complementares. Talvez os proje-tistas por terem menos responsabilidade de caráter administrativo e uma formação técnica em software básico (perfil dos profissionais da amostra) não privilegiem tanto este aspecto. Isso não acontece com os analistas, que possuem uma formação em ad-ministração de empresas e estão mais comprometidos com a relação custo/benefício exigida pelas empresas.

Nota-se a valorização exatamente inversa no aspecto portatibilidade. Pode-se supor que este aspecto é mais valorizado pelos projetistas por ser muito desejável nos produtos desenvolvidos por estes profissionais com a finalidade de ampliar o mercado consumidor. Analistas, por sua vez, não se preocupam tanto com este aspecto, uma vez que como os equipamentos eletrônicos são caros, sendo pois pouco provável que as empresas em que trabalham mudem constantemente sua configuração de hardware. Logo, basta que o sistema 'rode' na configuração disponível na empresa.

Memorização, como já foi mencionado, é de difícil análise. Sabe-se porém, que os projetistas devem otimizar este aspecto em seus próprios produtos para facilitar seu uso e analistas se preocupam um pouco menos com estes detalhes, normalmente passados aos responsáveis pela programação.

### **VI.3.3 Recursos que motivam o uso de um sistema**

Na tabela VI.6 é mostrada a freqüência dos recursos motivacionais em relação a uma população de tamanho cinqüenta, pois dez questionários dos sessenta resgatados não responderam o item referente a este tópico.

Motivação	$f_{mot}$
funcionalidade	40.0
confiabilidade	22.0
rapidez	22.0
facilidade de uso	22.0
boa documentação	14.0
comunicação	12.0
interação amigável	10.0
aprender novos sistemas	8.0
integridade	6.0
manutenção rápida	6.0
facilidade em aprender	6.0
automatizar tarefas rotineiras	4.0
utilidade prática	4.0
necessidades da profissão	4.0
completo	4.0
adaptabilidade	2.0
pouca memorização	2.0
criatividade	2.0
integração entre ferramentas	2.0
portátil	2.0
ser o melhor de sua espécie	2.0
desafio de conhecer as leis que o governam	2.0
um produto final de qualidade	2.0
indulgência	2.0
depende da tarefa	2.0
salário	2.0

Tabela VI.6: Distribuição dos recursos motivacionais para usuários da área de Desenvolvimento de Software.

Observa-se que os aspectos prioritários identificados pela técnica CAHO para área de Desenvolvimento de Software são também tidos como recursos motivacionais para utilização de sistemas interativos e deveriam também o serem para sua aquisição.

Destaca-se a disposição de alguns usuários em conhecer o maior número de sistemas possível (motivação: aprender novos sistemas) e de conseguir interpretar os procedimentos internos do sistema (motivação: desafio de conhecer as leis que o governam), objetivando talvez, aprender novos recursos para serem utilizados em seus próprios programas.

Infelizmente observa-se que existem usuários que não estão motivados ou satisfeitos com seu trabalho. Isto pode ser deduzido por um lado pelo alto índice de abstenção (respostas em branco) e por outro pelas respostas tais como: necessidades profissionais e salário. Espera-se que com o aprimoramento e maior adequação dos sistemas, possa-se minimizar as causas geradoras da insatisfação em serviços automatizados.

### VI.3.4 Preferência em relação aos Estilos de Interação.

A tabela VI.7 mostra a frequência dos usuários em relação às suas preferências pelos estilos de interação propostos por este trabalho para uma população de tamanho cinquenta e oito (dois não preencheram este item do questionário). Horizontalmente é apresentado os graus de concordância para cada estilo (linha) em relação às posições de preferência ( $G_{ce}$ ) e os graus de concordância para cada posição (coluna) em relação aos estilos ( $G_{cp}$ ) são apresentados verticalmente.

Estilos de Interação	$f_{eiP/1^a}$	$f_{eiP/2^a}$	$f_{eiP/3^a}$	$f_{eiP/4^a}$	$f_{eiP/5^a}$	$G_{ce}$
Linguagem de comandos	25.9	15.5	25.9	<u>22.4</u>	10.3	0.539
Formulário	6.9	1.7	3.4	20.7	<u>67.3</u>	0.791
Menu de seleção	25.9	<u>31.0</u>	22.4	19.0	1.7	0.600
Interação gráfica	<u>27.6</u>	29.3	19.0	17.2	6.9	0.577
Linguagem natural	13.8	22.4	<u>31.0</u>	19.0	13.8	0.586
$G_{cp}$	0.524	0.560	0.481	0.408	0.767	

Tabela VI.7: Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área de Desenvolvimento de Software.

Observa-se uma certa uniformidade de preferências em todos os estilos de interação, principalmente no que diz respeito ao estilo linguagem de comandos, que tem frequências semelhantes para primeira, terceira e quarta posições. O estilo com preferência mais baixa é também o único que apresenta um grau de concordância mais elevado (0.791), bem como a última posição de preferência (0.767) é a mais estável. Os demais graus de concordância são relativamente baixos.

Por estes motivos, discutiu-se muito se era conveniente ou não apresentar a ordenação dos estilos, segundo o critério de maior frequência em cada posição. Decidiu-se mostrar esta classificação, alertando-se que esta ordenação não é muito estável, sendo necessário estudos mais profundos ao escolher-se um determinado estilo de interação (vide capítulo II). A classificação gerada a partir da tabela



VI.7 para os estilos de interação para área de Desenvolvimento de Software é:

- 1<sup>o</sup>. Interação gráfica.
- 2<sup>o</sup>. Menus de seleção.
- 3<sup>o</sup>. Linguagem natural.
- 4<sup>o</sup>. Linguagem de comandos.
- 5<sup>o</sup>. Formulários.

## VI.4 CAIO para área Administrativa

Nesta área foram resgatados setenta e três questionários, dois dos quais foram invalidados por não estarem dentro dos padrões solicitados. O cálculo da média por categoria de aspecto (item 1 da seção VI.1.1.3) comprovou também a maior valorização dos aspectos técnicos pelos profissionais da área administrativa, área com ênfase em características técnicas, numéricas e de produção.

- Média para categoria dos aspectos técnicos: 7,508
- Média para categoria dos aspectos de fatores humanos: 6,023

A tabela VI.8 mostra a classificação dos aspectos na ordem de prioridade fornecida pela técnica CAIO para a área Administrativa.

A área administrativa apresenta uma certa uniformidade referente aos graus de concordância (terceira e quarta coluna da tabela VI.8), que, embora não sejam elevados, mostram uma conscientização sobre as necessidades relevantes à comunidade de usuário desta área. Os melhores casos são para os quatro primeiros aspectos (funcionalidade, rapidez, confiabilidade, integridade) que, como veremos em seguida, podem mudar de posicionamento entre si, mas provavelmente sempre serão os quatro mais prioritários. Os piores casos são o da motivabilidade e o da condicionalidade, que por apresentarem os menores graus de concordância, têm maior probabilidade de mudança nos seus intervalos ótimos.

Observando-se a coluna referente aos valores médios, nota-se que as posições instáveis para os aspectos são: da 2<sup>a</sup> à 4<sup>a</sup>, da 17<sup>a</sup> à 19<sup>a</sup>. Mas estas instabilidades não são significativas pois não acarretaram nenhuma ruptura de níveis de prioridade.

Na análise dos níveis de prioridades, observa-se que também na área administrativa a medida que a prioridade diminui, aumenta a quantidade de aspectos de fatores humanos. No primeiro grupo de aspectos, composto pelos oito aspectos mais valorizados, apenas dois aspectos são de fatores humanos (usabilidade e aprendizagem). No segundo grupo, o número de aspectos de fatores humanos é maior do que o número de aspectos técnicos, na proporção de cinco para três. Isto sugere uma inversão significativa no sentido da valorização dos aspectos que estão mais intimamente relacionados com a interface e com as habilidades humanas individuais.

Ordem	Aspectos	Intervalo	$f_{int}$	$G_{Ci}$	$G_{Ci}$	Média	$f_{mod}$	Moda
1 <sup>a</sup>	Funcionalidade	[8-10]	88.7	0.683	0.762	9	54.9	10
2 <sup>a</sup>	Rapidez	[8-10]	85.9	0.648	0.729	8	39.4	9
3 <sup>a</sup>	Confiabilidade	[8-10]	83.1	0.643	0.771	9	46.5	10
4 <sup>a</sup>	Integridade	[8-10]	77.5	0.607	0.764	9	47.9	10
5 <sup>a</sup>	Indulgência	[7-10]	85.9	0.576	0.660	8	35.2	9
6 <sup>a</sup>	Usabilidade	[7-10]	78.9	0.454	0.563	8	29.6	10
7 <sup>a</sup>	Aprendizagem	[7-10]	78.9	0.415	0.516	7	23.4	10
8 <sup>a</sup>	Documentação	[6-9]	81.7	0.566	0.668	7	32.4	8
9 <sup>a</sup>	Completitude	[6-9]	78.9	0.543	0.643	7	31.0	8
10 <sup>a</sup>	Comunicabilidade	[6-9]	78.9	0.502	0.542	7	31.0	6
11 <sup>a</sup>	Adaptabilidade	[5-8]	77.5	0.501	0.614	7	25.3	7
12 <sup>a</sup>	Manutenibilidade	[5-8]	69.0	0.468	0.592	7	29.6	8
13 <sup>a</sup>	Memorização	[5-8]	62.0	0.420	0.554	6	22.5	5
14 <sup>a</sup>	Motivabilidade	[5-8]	62.0	0.396	0.531	6	19.7	5
15 <sup>a</sup>	Consistência	[4-7]	76.0	0.516	0.643	6	28.2	5
16 <sup>a</sup>	Multimodalidade	[4-7]	70.4	0.480	0.615	6	22.5	6
17 <sup>a</sup>	Universalidade	[4-7]	70.4	0.468	0.595	5	23.9	6
18 <sup>a</sup>	Condicionalidade	[4-7]	67.6	0.412	0.508	6	19.7	4
19 <sup>a</sup>	Rentabilidade	[4-7]	60.6	0.445	0.663	6	25.3	5
20 <sup>a</sup>	Portatibilidade	[3-6]	73.2	0.485	0.577	5	28.2	6
21 <sup>a</sup>	Atenção	[3-6]	69.0	0.428	0.576	5	19.7	4
22 <sup>a</sup>	Permissividade	[3-6]	67.6	0.456	0.594	5	21.1	5
23 <sup>a</sup>	Criatividade	[3-6]	57.7	0.421	0.658	5	21.1	4

Tabela VI.8: CAHO para área Administrativa e valores usados pelos critérios de desempate.

O último grupo, o menos valorizado, é composto de apenas sete aspectos, dois dos quais são técnicos (rentabilidade e portatibilidade). A menor quantidade de aspectos neste grupo deve-se ao fato de não ter-se conseguido chegar a um intervalo Ótimo para o aspecto salubridade. Este aspecto não convergiu em nenhuma das

análises propostas (tempos de experiência e cargos diferentes), demonstrando que, embora a comunidade de usuários desta área não identifique se a salubridade é ou não um aspecto prioritário, este é sem dúvida um aspecto polêmico e oportunamente levantado para gerar discussões.

Os aspectos que ocupam as quatro primeiras posições nesta classificação (funcionalidade, rapidez, confiabilidade e integridade), mostram que a qualidade técnica desejada pelos usuários para softwares administrativos deve ser a mais alta possível. Estes softwares devem fornecer também todos os recursos possíveis para auxílio em situações de erro e a interface deve orientar o uso das funções propostas pelo sistema (prioridade alta para usabilidade e baixa para permissividade).

#### VI.4.1 Análise por tempo de experiência

Na tabela VI.9 é apresentada a distribuição de freqüência entre usuários novatos e experientes para área Administrativa.

experiência dos usuários	$f_u$
novatos ( $\leq 5$ anos)	52.1
experientes ( $\geq 5$ anos)	47.9
total	100%

Tabela VI.9: Distribuição de freqüência dos usuários por tempo de experiência.

Observa-se que a participação dos usuários nesta área com relação ao tempo de experiência foi a mais uniforme, isto é, freqüências semelhantes nos dois grupos pesquisados. Este fato mostra que o perfil desta comunidade de usuários é bem diversificado; existem pessoas com experiência de mais de dez anos e outras com experiência de apenas alguns meses.

Como na área de Desenvolvimento de Software, esta análise foi feita para os aspectos que apresentaram na tabulação dos dados, divergências de opiniões sobre a valorização do aspecto em relação a este contexto. A tabela VI.10 mostra estes aspectos, juntamente com seus intervalos e freqüências. O cálculo das freqüências foi feito para o número total de usuários novatos (37) e para o número total de usuários experientes (34).

<i>Usuários</i>	<i>Novatos</i>			<i>Experientes</i>		
	<i>intervalo</i>	<i>moda</i>	<i>f<sub>int</sub></i>	<i>intervalo</i>	<i>moda</i>	<i>f<sub>int</sub></i>
Multimodalidade	[6-8]	6	73.0	[3-5]	5	64.7
Universalidade	[6-8]	6	54.1	[4-6]	5	67.6
Motivabilidade	[3-6]	5	56.7	[5-8]	6	67.6
Condicionalidade	[3-5]	4	51.4	[4-7]	5	61.8
Criatividade	[4-7]	5	56.8	[3-4]	4	55.9

Tabela VI.10: Aspectos divergentes entre usuários novatos e experientes da área Administrativa.

Como era esperado, usuários novatos desta área privilegiam o aspecto multimodalidade e universalidade, que são aspectos que facilitam o aprendizado do sistema. Também lhes parece atrativo o aspecto criatividade, que na classificação geral ficou na última posição. Já usuários experientes privilegiam os aspectos motivabilidade e condicionalidade, objetivando respectivamente, um maior interesse pelo trabalho e uma maior velocidade na execução de suas tarefas, efeitos sentidos pelos usuários ao utilizarem sistemas interativos que oferecem estes aspectos principalmente através de interfaces amigáveis.

## VI.4.2 Análise por cargos diferentes

A tabela VI.11 mostra a frequência da ocupação funcional dos participantes da amostra na área Administrativa. Como pode ser notado, a diversidade de cargos e a participação relativamente baixa de alguns impossibilitou uma análise que considerasse todos eles.

A análise foi então feita para Analistas de sistemas conjuntamente com Programadores, pois estes dois cargos nesta área apresentaram características comuns, em comparação com Assistentes administrativos. O cálculo da frequência dos intervalos na tabela VI.12 foi feito em relação ao número total de Analistas de sistemas e Programadores (18) e o número total de Assistentes administrativos (36).

O grupo denominado de Assistente administrativo inclui diversos cargos, tais como: técnico de apoio de serviços administrativos, auxiliar ou ajudante de administração, de escritório ou de pessoal. O cargo de Analista administrativo inclui o pessoal de recursos humanos e da área financeira, e em Analistas de sistemas foram incluídos os Analistas de processamento de dados.

cargo	$f_p$
Assistente administrativo	50.7
Digitator	2.8
Analista administrativo	5.6
Engenheiro	5.6
Chefia	2.8
Programador	7.0
Analista de sistemas sem identificação	18.5 7.0
total	100%

Tabela VI.11: Distribuição da frequência de usuários por cargos nas instituições pesquisadas na área Administrativa.

Deve-se ressaltar que o perfil da comunidade usuária desta área é totalmente heterogêneo, e infelizmente as características que possibilitariam uma melhor classificação dos grupos de usuários não foram previamente estabelecidas para que pudessem ser levantadas pelos questionários. Estas características revelariam principalmente o tipo de conhecimento que os Assistentes administrativos têm sobre computadores e sistemas interativos. Neste grupo de usuários, muitos embora não tenham o cargo de programadores exercem esta função, e outros apenas usam algumas facilidades do sistema para executarem uma tarefa determinada (consulta, atualização, etc.), mas não têm nenhum conhecimento mais sofisticado sobre o assunto. Este fato pode ter interferido nos resultados da área Administrativa de duas formas: fazendo com que as prioridades dos aspectos para esta área se aproximassem das da área de Desenvolvimento de Software e não acentuando as divergências dos intervalos ótimos para grupos com cargos diferentes. Mas vale ressaltar que esta interferência é decorrente da heterogeneidade do perfil dos usuários da área Administrativa. A tabela VI.12 apresenta os aspectos que obtiveram intervalos ótimos divergentes nesta área.

Ficou constatada a preocupação dos assistentes em relação a rentabilidade do sistema administrativo, objetivando principalmente uma alta taxa de produtividade, pois na maioria das vezes o volume de serviços é superior a sua vazão. Manutenção eficiente e rápida é muito importante para que o serviço não fique acumulado por tempo indeterminado. Estes dois aspectos, como pode-se notar, não divergiram muito na opinião dos dois grupos (analistas e programadores deram apenas um pouco menos de importância do que os assistentes administrativos). Talvez porque a manutenibilidade seja um problema difícil de ser resolvido e que requeira grandes esforços por parte dos profissionais que desenvolvem sistemas administrativos. Já nos aspectos permissividade e memorização a divergência é bem acentuada.

Pode-se deduzir que os assistentes desejam um maior controle na interação do que analistas e programadores desejam oferecer. É constatado também a necessidade de maximizar-se os esforços para que seja exigido o mínimo de memorização para sistemas administrativos. Analistas e programadores devem ser conscientizados dessas necessidades.

<i>Usuários</i>	Assistente administrativo			Anal. sistemas/Programador.		
	intervalo	moda	$f_{int}$	intervalo	moda	$f_{int}$
Rentabilidade	[5-7]	5	58.3	[4-6]	4	55.5
Manutenibilidade	[5-8]	8	69.4	[5-7]	5	55.5
Permissividade	[5-8]	5	61.1	[3-5]	5	77.8
Memorização	[7-10]	10	52.8	[4-7]	6	61.1

Tabela VI.12: Aspectos divergentes entre Assist. administrativos e Analista de sistemas ou Programadores.

### VI.4.3 Recursos que motivam o uso de um sistema

Na tabela VI.13 é mostrada a freqüência dos recursos motivacionais em relação a uma população de tamanho sessenta e oito, pois cinco questionários dos setenta e três resgatados não responderam o item referente a este tópico.

Observa-se que os aspectos prioritários identificados pela técnica CAIO também para esta área são vistos como recursos motivacionais para utilização e aquisição de sistemas interativos. Destaca-se o sentido prático de algumas motivações, tais como: evitar acúmulo de papéis, facilidade de correção ou correção automática, desempenho, produto final de qualidade e acesso fácil as informações. A disposição de conhecer o maior número de sistemas possível mostra o interesse dessas pessoas em empregarem bem o computador em suas tarefas rotineiras, além do aprimoramento profissional que possibilitará ganhos financeiros. Como na área de Desenvolvimento de Software, existem usuários que não estão motivados ou satisfeitos com seu trabalho (alto índice de abstenção e necessidades profissionais).

Motivação	$f_{mot}$
rapidez	45.6
confiabilidade	25.0
facilidade de uso	14.7
funcionalidade	13.2
automatizar tarefas rotineiras	10.3
interação amigável	2.9
necessidades da profissão	2.9
transparência	2.9
segurança	2.9
aprender um número maior de sistemas	1.5
novidades do sistema	1.5
desempenho	1.5
criatividade	1.5
um produto final de qualidade	1.5
facilidade de acessar informações	1.5
flexibilidade	1.5
evitar acúmulo de papéis	1.5
facilidade de correção	1.5
possibilidade de correção automática de erros	1.5

Tabela VI.13: Distribuição dos recursos motivacionais para área Administrativa.

#### VI.4.4 Preferência em relação aos Estilos de Interação

A tabela VI.14 mostra a frequência dos usuários em relação às suas preferências pelos estilos de interação propostos por este trabalho, para uma população de tamanho sessenta e sete (seis não preencheram ou preencheram erradamente este item do questionário). Foram calculados os graus de concordância para cada estilo ( $G_{cc}$ ) e para cada posição na ordem de preferência ( $G_{ep}$ ) apresentados horizontalmente e verticalmente, respectivamente.

Estilos de Interação	$f_{eiP/1^a}$	$f_{eiP/2^a}$	$f_{eiP/3^a}$	$f_{eiP/4^a}$	$f_{eiP/5^a}$	$G_{ca}$
Linguagem de comandos	24.0	17.9	14.9	<u>29.8</u>	10.4	0.515
Formulário	10.4	6.0	19.4	16.4	<u>44.8</u>	0.610
Menu de Seleção	<u>29.8</u>	35.8	13.4	10.5	7.5	0.628
Interação gráfica	10.4	<u>23.9</u>	19.4	25.4	17.9	0.529
Linguagem natural	22.4	12.0	<u>26.8</u>	17.9	17.9	0.535
$G_{cp}$	0.518	0.515	0.432	0.449	0.605	

Tabela VI.14: Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área Administrativa.

Também nesta área observa-se uniformidade de preferências em todos os estilos de interação, o que gera graus de concordância relativamente baixos nos dois sentidos. Logo, as observações feitas para área de Desenvolvimento de Software também se aplicam a esta área.

A classificação dos estilos propostos conforme a preferência dos usuários para área Administrativa é:

- 1<sup>a</sup>. Menus de seleção.
- 2<sup>a</sup>. Interação gráfica.
- 3<sup>a</sup>. Linguagem natural.
- 4<sup>a</sup>. Linguagem de comandos.
- 5<sup>a</sup>. Formulários.

Fica comprovado pelo índice fornecido pela primeira colocação para Menus de seleção que as interfaces para sistemas administrativos devem sempre que possível orientar o uso do sistema.

## VI.5 CAHO para área de Educação

Nesta área foram resgatados quarenta questionários, todos válidos, possivelmente porque as entrevistas na educação foram realizadas individualmente. O cálculo da



média por categoria de aspecto comprovou a hipótese três que previa que áreas com ênfase em características sociais, educacionais ou de comunicação de massa, privilegiariam os aspectos de fatores humanos. As médias obtidas foram:

- Média para categoria dos aspectos técnicos: 6,336
- Média para categoria dos aspectos de fatores humanos: 7,177

A tabela VI.15 mostra a classificação dos aspectos na ordem de prioridade fornecida pela técnica CAIO para a área Educacional.

Ordem	Aspectos	Intervalo	$f_{int}$	$G_{ct}$	$G_{ci}$	Média	$f_{mod}$	Moda
1 <sup>a</sup>	Criatividade	[10]	77.5	0.835	1.000	9	77.5	10
2 <sup>a</sup>	Motivabilidade	[8-10]	90.0	0.646	0.708	9	45.0	10
3 <sup>a</sup>	Usabilidade	[8-10]	82.5	0.616	0.686	9	35.0	9
4 <sup>a</sup>	Funcionalidade	[7-10]	97.5	0.601	0.615	8	32.5	9
5 <sup>a</sup>	Aprendizagem	[7-10]	90.0	0.594	0.646	9	32.5	9
6 <sup>a</sup>	Comunicabilidade	[7-10]	82.5	0.558	0.651	8	32.5	9
7 <sup>a</sup>	Indulgência	[7-10]	82.5	0.530	0.629	8	27.5	9
8 <sup>a</sup>	Confiabilidade	[7-10]	82.5	0.433	0.515	8	25.0	10
9 <sup>a</sup>	Atenção	[7- 9]	60.0	0.458	0.644	7	30.0	9
10 <sup>a</sup>	Adaptabilidade	[6- 9]	82.5	0.508	0.591	7	25.0	8
11 <sup>a</sup>	Documentação	[6- 9]	75.0	0.510	0.633	7	27.5	8
12 <sup>a</sup>	Rapidez	[6- 9]	72.5	0.505	0.664	7	30.0	9
13 <sup>a</sup>	Multimodalidade	[6- 8]	67.5	0.530	0.681	6	35.0	6
14 <sup>a</sup>	Permissividade	[5- 8]	82.5	0.530	0.591	7	32.5	8
15 <sup>a</sup>	Universalidade	[5- 8]	82.5	0.522	0.614	6	27.5	6
16 <sup>a</sup>	Salubridade	[5- 8]	72.5	0.492	0.646	7	30.0	6
17 <sup>a</sup>	Memorização	[5- 8]	70.0	0.407	0.531	6	22.5	5
18 <sup>a</sup>	Completitnde	[4- 7]	82.5	0.621	0.558	6	25.0	6
19 <sup>a</sup>	Consistência	[4- 7]	72.5	0.480	0.569	5	27.5	4
20 <sup>a</sup>	Manutenibilidade	[4- 7]	70.0	0.422	0.522	4	22.5	4
21 <sup>a</sup>	Integridade	[4- 7]	67.5	0.441	0.611	5	22.5	5
22 <sup>a</sup>	Portatibilidade	[4- 7]	62.5	0.437	0.640	5	20.0	4
23 <sup>a</sup>	Rentabilidade	[2- 5]	65.0	0.449	0.635	4	25.0	3
24 <sup>a</sup>	Condicionalidade	[0- 3]	62.5	0.449	0.695	3	37.5	0

Tabela VI.15: CAIO para área Educacional e valores usados como critérios de desempate.

Nesta área os graus de concordância foram bastante elevados, o que sugere um alto grau de conscientização dos reais valores de cada aspecto, fornecidos pela comunidade relacionada com a atividade de introduzir recursos computacionais na educação. Os quatro primeiros aspectos exemplificam o melhor caso de estabilidade em relação aos seus intervalos ótimos, enquanto que o pior caso é o do aspecto memorização, maior probabilidade de mudar de intervalo. Como o ocorrido na área Administrativa, as posições instáveis não chegam a ser preocupantes, nem interferem no tamanho dos grupos de níveis de prioridade. Os pares de aspectos que poderiam trocar de posição são: funcionalidade com aprendizagem, indulgência com confiabilidade, documentação com rapidez, multimodalidade com permissividade, universalidade com salubridade, memorização com completitude e manutenibilidade com integridade.

Nota-se claramente que esta área apresenta necessidades completamente diferentes das áreas analisadas anteriormente. Os oito aspectos mais valorizados são em sua maioria de fatores humanos (5 aspectos de fatores humanos e três técnicos). O grupo de aspectos intermediário, apresenta a mesma proporcionalidade a favor dos aspectos de fatores humanos (5 para 3). Esta proporção também é mantida no último grupo, mas em sentido inverso, isto é, a maioria para os aspectos técnicos, o que evidencia que embora seja desejável uma boa qualidade técnica para softwares educativos, são os aspectos de fatores humanos que realmente qualificam este tipo de software. Sabendo-se que tais aspectos são oferecidos e otimizados nas interfaces, destaca-se a importância de estabelecer critérios adequados para estes projetos, principalmente quando eles são dirigidos à área educacional.

Os aspectos que ocupam as duas primeiras posições nesta classificação (criatividade e motivabilidade), nas outras áreas ocupam posições muito menos significativas. Estes aspectos são fatores chaves para o desenvolvimento do raciocínio e para despertar o interesse dos usuários alvo, os alunos, que são normalmente crianças ou adolescentes. Os dois aspectos seguintes (usabilidade e funcionalidade) também foram muito valorizados nas outras áreas, o que mostra que estes aspectos são na verdade os mais importantes dentro de um contexto geral. Os três aspectos de fatores humanos que pertencem ao último grupo (condicionalidade, memorização e consistência) devem ser analisados com mais detalhe em desenvolvimentos de sistemas educacionais conforme as particularidades dos projetos. Em particular a condicionalidade parece não ser importante, pois repetir automaticamente uma ação não auxilia em nada o aprendizado nem o desenvolvimento do raciocínio, e transforma a essência da educação em mero condicionamento. As vezes necessita-se exigir um maior esforço de memorização para o desenvolvimento intelectual do aluno e diminuir a consistência para mantê-lo atento a suas ações durante a interação.

### VI.5.1 Análise por tempo de experiência

Na tabela VI.16 é apresentada a distribuição de freqüência entre participantes novatos e experientes no uso de software educativo.

Observa-se que a participação dos entrevistados nesta área com relação ao tempo de experiência é inversa ao ocorrido na área de Desenvolvimento de Software; isto pode ser explicado pela recente introdução e utilização do computador como instrumento de ensino. Devido a baixa freqüência de participantes experientes, foi impossível identificar divergências de opiniões entre estes grupos.

experiência dos usuários	$f_n$
novatos ( $\leq 5$ anos)	82.5
experientes ( $\geq 5$ anos)	17.5
total	100%

Tabela VI.16: Distribuição de freqüência dos usuários por tempo de experiência.

### VI.5.2 Análise por cargos diferentes

A tabela VI.17 mostra a freqüência da ocupação funcional dos participantes da amostra na área Educacional. Como pode ser notado, conseguiu-se, por acaso, freqüências semelhantes em todos os grupos de participantes, induzindo a uma tabulação dos dados brutos que considerasse esta particularidade.

Analisando-se os graus de concordância dos intervalos ótimos na tabela VI.15, pode-se constatar que houve um consenso geral entre todos os participantes da amostra sobre a valorização dos aspectos, o que demonstra um alto grau de conscientização das reais necessidades desta área. As pequenas divergências estão apresentadas nas tabelas VI.18 e VI.19.

Na tabela VI.18 identifica-se um grupo de facilitadores de Logo que totalizaram quinze pessoas e outro grupo formado por professores e assistentes de pesquisa educacional que totalizaram vinte e cinco pessoas. Não se pode dizer que os intervalos divergem, apenas se complementam. Pode-se notar uma divergência mais acentuada apenas em relação ao valor da moda que em um grupo se aproxima do limite inferior e no outro se aproxima do limite superior.

cargo	$f_p$
Assist. pesq. educacional	27.5
Professor	35.0
Facilitador de Logo	37.5
total	100%

Tabela VI.17: Distribuição da frequência de usuários por cargo nas instituições pesquisadas na área de Educação.

Usuários	Facilitadores de Logo			Outros		
	intervalo	moda	$f_{int}$	intervalo	moda	$f_{int}$
Integridade	[5-8]	8	53.3	[4-7]	5	80.0
Confiabilidade	[6-9]	8	73.3	[7-10]	10	96.0

Tabela VI.18: Aspectos divergentes entre Facilitadores de Logo e Professores/Assistentes de pesquisa educacional.

Usuários	Assist. de Pesq. Educac.			Outros		
	intervalo	moda	$f_{int}$	intervalo	moda	$f_{int}$
Condicionabilidade	[0]	0	81.8	[2-5]	5	58.6

Tabela VI.19: Aspectos divergentes entre Assistentes de pesquisa educacional e Professores/Facilitadores de Logo.

Os grupos formados para a tabela VI.19 incluem de um lado onze assistentes de pesquisa e do outro professores e facilitadores de Logo somando vinte nove pessoas neste grupo. O aspecto condicionabilidade na área educacional é um aspecto muito importante, no que diz respeito a sua minimização dentro do ambiente educacional, seja este ambiente automatizado ou não. Para assistentes de pesquisa é essencial que o intervalo Ótimo deste aspecto seja o intervalo Ignora, isto é, que o software educativo não forneça nenhum estímulo que induza os alunos a agirem

automaticamente (sem pensar, sem elaboração de um processo cognitivo associado a um ato). Já na opinião do outro grupo este aspecto pode ser implementado quando for necessário que o aluno desassocie o seu processo cognitivo da interação para usá-lo plenamente na tarefa de assimilação do conteúdo didático.

### VI.5.3 Recursos que motivam o uso de um sistema

Na tabela VI.20 é mostrada a freqüência dos recursos motivacionais para área de educação relativos a uma população de tamanho quarenta (totalidade da amostra).

Motivação	$f_{mot}$
desafio e criatividade	38.9
recursos visuais	16.7
facilidade de uso	11.1
instrumento didático	11.1
facilitar o aprendizado	8.3
funcionalidade (conteúdo)	5.5
rapidez	5.5
motivação	5.5
confiabilidade	2.8
rentabilidade	2.8
automatização de tarefas	2.8
estimular os sentidos	2.8
desenvolver o raciocínio lógico	2.8
possibilidade de desequilibrar	2.8
experimentação	2.8
gerar discussões	2.8
permissividade	2.8
conhecimento do sistema	2.8

Tabela VI.20: Distribuição dos recursos motivacionais para área de Educação.

Observa-se que os aspectos prioritários identificados pela técnica CAIO foram citados como recursos motivacionais analogamente ao que aconteceu nas outras áreas. Mas sem dúvida foi a área educacional a que mais contribuiu para esclarecer o que se espera ou entende por recursos motivacionais.

Foram citados como motivadores os seguintes recursos visuais: a utilização de cores, de figuras animadas, de sons estimulantes e de simulações do mundo real. A elaboração de jogos educativos que desafiam o raciocínio, motivam o uso

desses sistema e fazem do ato de aprender uma tarefa agradável. A possibilidade de desequilibrar, isto é, desestruturar conceitos para depois através de discussão reestruturá-los corretamente, deve fazer parte do conteúdo de sistemas educativos. Além é claro de possibilitar e estimular a atividade de criar e de experimentação, principalmente através de sistemas que ofereçam plenos poderes de domínio aos usuários (permissividade).

#### VI.5.4 Preferência em relação aos Estilos de Interação

A tabela VI.21 mostra a freqüência dos participantes na área Educacional em relação as suas preferências pelos estilos propostos para população total da amostra (40). Foram calculados os graus de concordância por linha para cada estilo ( $G_{ce}$ ) e por coluna para cada posição de preferência ( $G_{cp}$ ).

Estilos de Interação	$f_{eip/1^2}$	$f_{eip/2^2}$	$f_{ueip/3^2}$	$f_{eip/4^2}$	$f_{eip/5^2}$	$G_c$
Linguagem de comandos	22.9	14.3	17.1	<u>31.4</u>	14.3	0.536
Formulário	0.0	5.8	17.1	14.3	<u>92.8</u>	0.750
Menu de Seleção	0.0	25.7	<u>42.8</u>	25.7	5.8	0.700
Interação gráfica	25.7	<u>31.4</u>	20.0	20.0	2.9	0.596
Linguagem natural	<u>51.3</u>	22.9	2.9	8.6	14.3	0.655
$G_{cp}$	0.656	0.589	0.813	0.480	0.754	

Tabela VI.21: Distribuição das preferências dos usuários para os estilos de interação para área de Educação.

Embora esta área possua um perfil de participantes com menos experiência do que o perfil nas demais áreas pesquisadas, no que diz respeito a preferência no estilo de interação é a área que apresenta maiores graus de concordância tanto no sentido horizontal quanto no vertical, o que reforça a dedução já observada de um alto grau de conscientização por parte dos profissionais desta área sobre suas reais necessidades. É apresentada a seguir a classificação dos estilos de interação para área de Educação:

- 1<sup>a</sup>. Linguagem natural.
- 2<sup>a</sup>. Interação gráfica.
- 3<sup>a</sup>. Menus de seleção.
- 4<sup>a</sup>. Linguagem de comandos.
- 5<sup>a</sup>. Formulários.

Em oposição as demais áreas esta classificação goza de uma maior estabilidade em relação a ordem de preferências dos estilos propostos.

A escolha da linguagem natural como estilo preferido solidifica a necessidade de desenvolver-se interfaces que maximizem os fatores humanos priorizados por CAHO para esta área.

## VI.6 Salubridade: levantamento dos problemas nas três áreas

Este levantamento dos dados engloba as três áreas conjuntamente. Isto significa uma população amostral de tamanho cento e setenta e três. A tabela VI.22 mostra os problemas físicos e psíquicos citados e a distribuição de suas frequências relativas.

O índice percentual dos participantes da amostra que não sentem nenhum incômodo é bastante elevado (39 pessoas dos 173); neste grupo foram incluídas as pessoas que não responderam esta questão.

A incidência de problemas físicos parece ser maior do que a de problemas psíquicos, muitas vezes por serem mais fáceis de identificar e de aceitá-los socialmente.

Foram citados como problemas visuais: ardência nos olhos, alterações na visão, ressecamento da córnea, cansaço visual, lacrimejar constante, vermelhidão devido principalmente a exigência de precisão dos pontos na tela e a fosforescência e luminosidade das telas e a falta de umidade ambiental.

Os problemas de postura mais constantes foram: dores nas costas e desvio de coluna ocasionados pela permanência por longos períodos na posição sentada que também ocasiona má circulação, principalmente nas pernas. Foram mencionados o desconforto e a falta de adequação do mobiliário fornecido para este tipo de trabalho, que são mal projetados e não apresentam características ergonômicas. As dores musculares são normalmente sentidas nos braços e mãos.

	Problemas	$f_p$
	visuais	55.5
	de postura	22.0
	dores musculares e câimbras	6.9
F	dores de cabeça	4.6
Í	auditivos	2.9
S	fadiga	1.7
I	má circulação	1.1
C	com a temperatura baixa	1.1
O	ressecamento de pele e olhos	0.6
S	tontura	0.6
	enjôo	0.6
	falta de atividade física suplementar	0.6
	cansaço mental	10.4
	irritabilidade	8.7
P	monotonia	4.6
S	ansiedade	4.0
Í	no sono	2.3
Q	insegurança	2.3
U	medo	1.1
I	desconforto com o idioma inglês	1.1
C	frustração	1.1
O	dificuldade de interagir com máquina	0.6
S	nervosismo	0.6
	dificuldade de raciocinar em frente ao terminal	0.6
0	nenhum	22.5

Tabela VI.22: Distribuição dos problemas de saúde relacionados nas três áreas pesquisadas.

Problemas auditivos foram associados principalmente ao barulho produzido pelas impressoras. Para o problema de fadiga, sugeriu-se a diminuição da jornada de trabalho para seis horas consecutivas e mencionou-se também a dificuldade de conseguir-se uma boa alimentação nos locais de trabalho, o que também causa problemas físicos.

Os problemas causados por temperaturas baixas são: resfriados constantes, coriza, mal estar, pressão baixa, ressecamento de pele e olhos.

O problema psíquico de maior incidência citado foi cansaço mental que tem suas origens no excesso de solicitações ao processo cognitivo humano para execução da tarefa de interação com os sistemas.



As causas da irritabilidade citadas foram: tempo de resposta demorado ou inconstante, constantes 'quedas' (paradas) dos sistemas, perda de informações, falta de indicação sobre os motivos que geram erros, muito ruído humano (vide seção II.2.2) e manuais de má qualidade e confusos.

As causas para ansiedade estão normalmente associadas aos usuários principiantes e a presença constante de situações novas. O problema de monotonia foi associado ao sedentarismo, isolamento e a falta de comunicação e cooperação humanas.

Problemas no sono: insônia, sonhos freqüentes com telas, erros, mensagens, etc. Estes tipos de problemas são normalmente causados pelo excesso de trabalho diário em frente de terminais de vídeo. Sua classificação podia ser tanto em problemas físicos quanto em psíquicos. Preferiu-se classificá-lo como psíquico devido aos outros problemas psíquicos mencionados pelos participantes que sentem perturbações no sono.

Insegurança e impotência foram citados como efeitos da falta de controle pelo usuário ou do controle excessivo do sistema.

O medo está associado principalmente aos usuários principiantes, que temem causar danos no sistema ao perder arquivos importantes.

Sente-se frustração ou insatisfação quando não se consegue solucionar um problema desafiante e complexo. Segundo um participante entrevistado na área educacional, em sistemas educativos objetiva-se um processo contínuo de equilíbrios e desequilíbrios emocionais. Daí surgirem problemas psíquicos que devem ser trabalhados junto com a criança para reequilibrá-la com maior segurança e solidez. Às vezes o desafio proposto é maior do que o que a criança consegue enfrentar, causando uma frustração que ajudará a aumentar a sua satisfação quando conseguir vencer o desafio proposto.

Como pode-se notar a maioria dos problemas psíquicos estão relacionados a falta de oferecimento e de otimização dos aspectos de fatores humanos e alguns técnicos nos sistemas interativos em uso. Esta relação é sintetizada a seguir:

- stress: condicionalidade, memorização e atenção.
- irritabilidade: rapidez, manutenibilidade, indulgência e documentação.
- ansiedade: universalidade, consistência e aprendizagem.
- insegurança: permissividade.
- medo: integridade e indulgência.

## VI.7 Comparação entre as três áreas pesquisadas.

A tabela VI.23 mostra a posição ordenada que os aspectos ocupam em CAIO para cada área de aplicação e seus respectivos intervalos ótimos. Esta tabela tem por finalidade mostrar as divergências e identidades existentes entre as três áreas pesquisadas tanto no que se refere ao posicionamento de cada aspecto quanto aos seus intervalos ótimos. Nesta tabela pode-se relacionar os aspectos que possuem níveis de prioridades coincidentes para as várias combinações possíveis das três áreas em questão e os aspectos que não possuem nenhum tipo de identidade (aspectos polêmicos). Este relacionamento é mostrado a seguir:

Áreas	Desenv. Software		Administrativa		Educação	
	ord.	interv.	ord.	interv.	ord.	interv.
Funcionalidade	2 <sup>a</sup>	[9-10]	1 <sup>a</sup>	[8-10]	4 <sup>a</sup>	[7-10]
Rentabilidade	22 <sup>a</sup>	[3-6]	19 <sup>a</sup>	[4-7]	23 <sup>a</sup>	[2-5]
Rapidez	5 <sup>a</sup>	[7-10]	2 <sup>a</sup>	[8-10]	12 <sup>a</sup>	[6-9]
Integridade	4 <sup>a</sup>	[7-10]	4 <sup>a</sup>	[8-10]	21 <sup>a</sup>	[4-7]
Indulgência	8 <sup>a</sup>	[6-9]	5 <sup>a</sup>	[7-10]	7 <sup>a</sup>	[7-10]
Confiabilidade	1 <sup>a</sup>	[9-10]	3 <sup>a</sup>	[8-10]	8 <sup>a</sup>	[7-10]
Completitude	9 <sup>a</sup>	[6-9]	9 <sup>a</sup>	[6-9]	18 <sup>a</sup>	[4-7]
Portatibilidade	15 <sup>a</sup>	[5-8]	20 <sup>a</sup>	[3-6]	22 <sup>a</sup>	[4-7]
Adaptabilidade	12 <sup>a</sup>	[6-9]	11 <sup>a</sup>	[5-8]	10 <sup>a</sup>	[6-9]
Manutenibilidade	11 <sup>a</sup>	[6-9]	12 <sup>a</sup>	[5-8]	20 <sup>a</sup>	[4-7]
Documentação	6 <sup>a</sup>	[7-10]	6 <sup>a</sup>	[6-9]	11 <sup>a</sup>	[6-9]
Aprendizagem	10 <sup>a</sup>	[6-10]	7 <sup>a</sup>	[7-10]	5 <sup>a</sup>	[7-10]
Usabilidade	3 <sup>a</sup>	[7-10]	6 <sup>a</sup>	[7-10]	3 <sup>a</sup>	[8-10]
Comunicabilidade	7 <sup>a</sup>	[6-9]	10 <sup>a</sup>	[6-9]	6 <sup>a</sup>	[7-10]
Multimodalidade	19 <sup>a</sup>	[3-6]	16 <sup>a</sup>	[4-7]	13 <sup>a</sup>	[6-8]
Consistência	13 <sup>a</sup>	[5-8]	15 <sup>a</sup>	[4-7]	19 <sup>a</sup>	[4-7]
Universalidade	21 <sup>a</sup>	[3-6]	17 <sup>a</sup>	[4-7]	15 <sup>a</sup>	[5-8]
Motivabilidade	17 <sup>a</sup>	[4-7]	14 <sup>a</sup>	[5-8]	2 <sup>a</sup>	[8-10]
Condicionalidade	20 <sup>a</sup>	[3-6]	18 <sup>a</sup>	[4-7]	24 <sup>a</sup>	[0-3]
Permissividade	14 <sup>a</sup>	[5-8]	22 <sup>a</sup>	[3-6]	14 <sup>a</sup>	[5-8]
Criatividade	16 <sup>a</sup>	[4-7]	23 <sup>a</sup>	[3-6]	1 <sup>a</sup>	[10]
Memorização	18 <sup>a</sup>	[4-7]	13 <sup>a</sup>	[5-8]	17 <sup>a</sup>	[5-8]
Salubridade	23 <sup>a</sup>	[3-6]	-	---	16	[5-8]
Atenção	24 <sup>a</sup>	[3-5]	21	[3-6]	9	[7-9]

Tabela VI.23: Comparação entre as três áreas em relação as prioridades e os intervalos Ótimo dos aspectos.

1. Aspectos no mesmo nível de prioridade nas três áreas:
  - prioridade alta: funcionalidade, indulgência, confiabilidade e usabilidade.
  - prioridade média: adaptabilidade.
  - prioridade baixa: rentabilidade e condicionalidade.
  
2. Aspectos no mesmo nível de prioridade nas áreas de Desenvolvimento de Software e Administrativa:
  - prioridade alta: rapidez, integridade e documentação.
  - prioridade média: completitude, manutenibilidade, consistência e moti-  
vabilidade.
  - prioridade baixa: universalidade e atenção.
  
3. Aspectos no mesmo nível de prioridade nas áreas Administrativa e Educativa:
  - prioridade alta: aprendizagem.
  - prioridade média: multimodalidade.
  - prioridade baixa: portabilidade.
  
4. Aspectos no mesmo nível de prioridade nas áreas de Desenvolvimento de Software e Educacional:
  - prioridade alta: comunicabilidade.
  - prioridade média: permissividade.
  - prioridade baixa: memorização.
  
5. Aspectos polêmicos:
  - Criatividade:
    - prioridade alta: na área Educacional.
    - prioridade média: na área de Desenvolvimento de Software.
    - prioridade baixa: na área Administrativa.
  - Salubridade:
    - prioridade média: na área Educacional.
    - prioridade baixa: na área de Desenvolvimento de Software.

Principalmnte os aspectos que são prioritários (alta prioridade) nas três áreas conjuntamente merecem todos os esforços, tanto de pesquisadores quanto de projetistas, na busca de métodos e ferramentas automatizadas que os otimizem

no desenvolvimento de sistemas interativos. Os aspectos que apresentam alta prioridade em duas das três áreas também requerem estudos mais profundos, visto que estes aspectos podem ser prioritários em outras áreas com características funcionais semelhantes as áreas pesquisadas neste trabalho.

É a partir do relacionamento anterior que deve-se, em conjunto com o estudo sobre 'características das aplicações' já mencionado, procurar identificar as características da aplicação ou da área que proporcionam a coincidência dos aspectos em níveis de prioridade idênticos, mas em áreas distintas. Os resultados dessa futura pesquisa poderão fornecer indícios de quais seriam as prioridades dos aspectos em áreas onde não fossem realizadas pesquisas no campo.

Observando-se a amplitude dos intervalos ótimos associados aos aspectos pode-se verificar que existe uma maior ou menor flexibilidade em relação à valorização e ao grau de satisfação dos usuários conforme as áreas de aplicação. Exemplificando: o valor para funcionalidade, para usuários da área de Desenvolvimento de software, deve ser de 9 ou 10 (amplitude um) e ocupa a segunda posição em CAHO para esta área; já para os usuários administrativos este valor é mais flexível e pode ser 8, 9, ou 10 (amplitude dois) embora ocupe a primeira posição em CAHO para área Administrativa. Na Educação este aspecto é ainda mais flexível, podendo seu valor ser 7, 8, 9, 10 (amplitude três). Já o aspecto criatividade para os participantes da área de Educação só será satisfatória com valor 10 (amplitude zero), enquanto que nas outras áreas sua prioridade diminui e seu valor é bem mais flexível (amplitude três).

Conclui-se então que a flexibilidade de um aspecto em relação à sua valorização e ao seu grau de satisfação sentido pelo usuário é diretamente proporcional à amplitude do seu intervalo associado, isto é, um usuário da área de Desenvolvimento de Software ainda se sentirá satisfeito com um sistema que apresente uma criatividade valorizada em quatro (limite inferior de seu intervalo ótimo).

Na tabela VI.24 são mostradas as três medidas de tendência central calculadas a partir dos dados amostrais de cada aspecto por área de aplicação.

Como foi mencionado, a proximidade e algumas vezes a coincidência desses valores possibilitou a escolha da moda para formação dos intervalos ótimos. Para os aspectos cujos intervalos são bimodais (notar que as modas são adjacentes) escolheu-se para formação dos intervalos o valor modal que fornecia um maior grau de concordância dentro do intervalo.

Pode-se observar na tabela VI.24 que a maioria dos aspectos apresentam uma continuidade de valores que ultrapassam os limites das áreas de aplicação (exceto os aspectos integridade, manutenibilidade, motivabilidade, criatividade e atenção), mesmo que ocupem posições bem diferentes pela ordenação CAHO em cada área. Exemplificando: o aspecto aprendizagem possui mediana 7 na área de Desenvolvimento de Software e ocupa a décima posição, média 8 na área Adminis-

trativa e ocupa a sétima posição, moda 9 na área de Educação e ocupa a quinta posição.

Áreas	Desenv. Software			Administrativa			Educação		
	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_1$	$m_2$	$m_3$
Funcionalidade	10	9	10	10	9	10	9	8	9
Rentabilidade	4	5	5	5	6	5	3	4	3
Rapidez	8	8	8	9	8	9	8	7	7
Integridade	10	8	9	10	9	9	5	5	5
Indulgência	9	8	8	9	8	9	9	8	8
Confiabilidade	10	10	10	10	9	9	10	8	8
Completitude	7	7	7	8	7	8	6/7	6	6
Portatibilidade	8	6	6	6	5	5	4/5	5	5
Adaptabilidade	7	7	7	7	7	7	8	7	8
Manutenibilidade	7	7	7	8	7	7	4	4	5
Documentação	9/10	8	8	8	7	8	8	7	8
Aprendizagem	8	7	7	10	8	8	9	9	9
Usabilidade	9	8	8	10	8	8	9	9	9
Comunicabilidade	8	7	8	6	7	6	9	8	8
Multimodalidade	6	5	5	6	6	6	6	6	6
Consistência	6	6	6	5	6	6	4	5	5
Universalidade	5	5	5	6	5	6	6	6	6
Motivabilidade	5/7	6	6	5	6	6	10	9	9
Condicionalidade	4	5	5	4	6	5	0	3	3
Permissividade	6	6	6	5	5	5	8	7	7
Criatividade	4	5	5	4	5	5	10	9	10
Memorização	5	6	6	5	6	6	5	6	6
Salubridade	5	6	5	3	5	5	6	7	7
Atenção	3	4	3	4	5	5	9	7	7

Tabela VI.24: Medidas de tendência central ( $m_1$ - moda,  $m_2$ - média,  $m_3$ - mediana) por aspecto para as áreas pesquisadas.

O esquema VI.1 mapeia os aspectos em relação aos seus níveis de prioridade (alta, média, baixa ou nula) sobre um esquema de perfil, de forma a se ter uma visualização dos níveis de prioridade de cada aspecto em cada área de aplicação pesquisada. Este esquema foi elaborado com base no esquema de perfil para usuários (capítulo II). Para comparação entre as três áreas a ordenação dos aspectos é a mesma do capítulo IV, onde os aspectos estão divididos nas categorias técnico e de fatores humanos. A finalidade do perfil por área, neste contexto, é ressaltar as semelhanças e as divergências entre as áreas e no contexto de avaliação de sistemas,

próximo capítulo, é ressaltar as semelhanças e as divergências entre os sistemas que estão sendo efetivamente usados em cada área e uma modelo para futuros sistemas que se adequariam mais as necessidades e características da comunidade de usuários de cada área.

Observa-se que na parte superior do esquema VI.1, referente aos aspectos técnicos (de 1 até 11), o traçado para área de Desenvolvimento de Software é bem semelhante ao traçado da área Administrativa. Difere por um aspecto apenas (portatibilidade), o que demonstra que as duas áreas têm muito em comum no que diz respeito a qualidade e as necessidades técnicas de seus sistemas de computação. Já a parte inferior do esquema, referente aos aspectos de fatores humanos, não apresenta traçado semelhante em nenhuma das áreas, o que demonstra uma grande diversidade de necessidades em relação a esta categoria de aspectos.

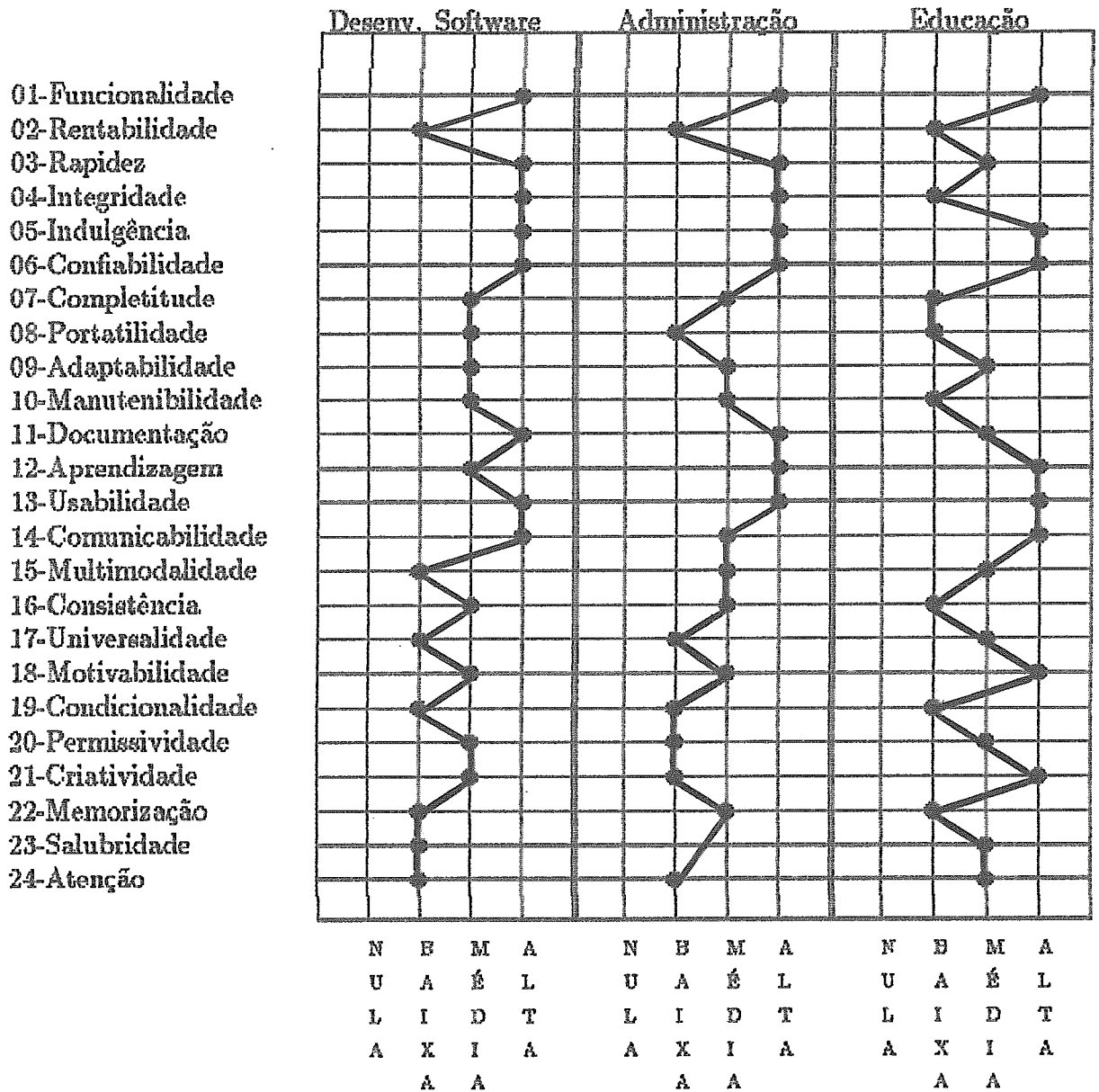


Figura VI.1: Visualização esquemática do perfil das três áreas pesquisadas.

## Capítulo VII

# SUSI - Satisfação do Usuário de Sistema Interativo : Técnica de Avaliação

### VII.1 Introdução.

Tradicionalmente, a determinação do valor de um sistema é um problema da área econômica. Os custos do desenvolvimento e das funções realizadas pelo sistema devem ser subtraídos dos benefícios reais obtidos com a implantação do sistema. O resultado dessa operação fornece o valor líquido do sistema. Mas esses operandos não são simples de serem reconhecidos e convertidos em seu equivalente monetário, dificultando e às vezes tornando impossível esta operação [93,94].

No entanto é a opinião do usuário sobre a interação do sistema que determina em grande parte seu valor, mais do que sua qualidade técnica. Um sistema interativo tecnicamente bom pode ser percebido por seus usuários como um sistema pobre, logo ele será assim rotulado.

O grau de utilização do sistema indica o sucesso deste sob certas condições de uso. Caso os usuários considerem, por exemplo, o sistema pouco confiável, sua utilização refletirá estas dúvidas e se seu uso não for obrigatório por motivos organizacionais, este sistema será evitado. Mas se o uso de um sistema for preferido mesmo em condições voluntárias, isto significará que os recursos motivacionais empregados foram bem sucedidos.

Pesquisas realizadas para medir a satisfação dos usuários no uso de sistemas de informação (UIS - 'User Information Satisfaction') [94] tornaram bastante comuns a utilização de questionários de múltiplas questões. Geralmente estes questionários têm duas finalidades específicas:



- focalizar o produto do sistema desde seu conteúdo até a forma pela qual a informação é apresentada ao usuário. Exemplos: 'System acceptance' [95], 'Output Quality' [96], 'MIS appreciation' [97].
- focalizar também o suporte organizacional utilizado para desenvolver e manter o sistema. Como por exemplo itens sobre treinamento, documentação, procedimentos de desenvolvimento, manutenção, etc.

Os resultados obtidos com essas pesquisas indicaram a qualidade dos serviços de informação utilizados. Como exemplo dessas pesquisas, citamos o trabalho realizado por Gallagher [98]. Seu questionário possuía dois tipos de questões sobre as características de um sistema de informação: solicitações para que os usuários *as estimassem quantitativamente (valor em dólar) qualitativamente (com adjetivos semanticamente diferentes)*. Nesta pesquisa foram entrevistados 75 usuários de uma única empresa.

Gallagher concluiu que tanto o valor estimado em dólar quanto o julgamento usando adjetivos eram potencialmente válidos para analisar o valor do sistema de informação. No entanto, a correlação entre as duas medidas foi muito baixa para concluir que ambas estivessem medindo o mesmo relato. O desvio padrão foi extremamente alto e a distribuição quase assimétrica. Mais ainda, 30% dos entrevistados não responderam a questão do valor em dólar, alegando falta de familiaridade com os custos do sistema.

Também Jenkins e Ricketts [99] elaboraram um questionário com 20 itens sobre satisfação do usuário, com base em pesquisa literária. Cada item era respondido em uma escala de semântica diferencial de 7 pontos. Esse questionário foi testado psicometricamente em 5 experimentos de laboratório, envolvendo um total de 197 participantes. A análise dos resultados mostrou que cada item apresentava uma distribuição normal e obteve uma confiabilidade bastante aceitável. Dezoito itens do questionário constituíam a medida para cinco fatores propostos a priori como representantes da satisfação do usuário. Os escores desses cinco fatores foram derivados da análise fatorial dos 18 itens medidos. Estes escores foram então usados numa equação de regressão, juntamente com uma das duas medidas obtidas nos dois itens restantes do questionário ( $20 - 18 = 2$ ), que representavam medidas globais da satisfação do usuário e serviam como uma variável de critério. Deve-se ressaltar que a análise fatorial falhou em evidenciar o fator estrutural originalmente proposto.

Tendo-se como subsídios esses relatos e outros não citados, mas que são encontrados na bibliografia pesquisada, elaborou-se uma técnica para avaliar sistemas interativos que utilizasse a satisfação do usuário como medida de qualidade para estes sistemas.

## VII.2 Apresentação da técnica de avaliação SUSI.

A técnica de avaliação aqui proposta é denominada SUSI - Satisfação do Usuário de Sistema Interativos. Sua finalidade é detectar o grau de satisfação dos usuários de sistemas interativos, isto é, como eles acreditam que o sistema que utilizam vai de encontro as suas necessidades profissionais e as suas habilidades pessoais.

Esta avaliação foi realizada através de um questionário de múltiplas questões referente aos vinte e quatro aspectos definidos no capítulo IV e utilizados na técnica CAHO no capítulo VI. Estes aspectos tentam abordar as características principais que um sistema interativo deve possuir para garantir a satisfação dos usuários. Cada participante podia avaliar no máximo três sistemas.

Para avaliar os vinte e quatro aspectos propostos pelo questionário, escolheu-se a seguinte escala de semântica diferencial:

O	(Ótimo):	quando o aspecto era plenamente satisfeito.
B	(Bom):	quando o aspecto era razoavelmente satisfeito.
D	(Deficiente):	quando o aspecto era deficientemente satisfeito.
I	(Ignora):	quando o aspecto não era satisfeito (era ignorado).
NS	(Não Sei):	quando não tinha meios de avaliar o aspecto.

A técnica SUSI foi idealizada de forma a utilizar os intervalos gerados pela técnica CAHO e consiste em associar o conceito mais freqüente ( $C_{mod}$ : conceito moda) de cada aspecto ao seu respectivo intervalo ( $Int_{ass}$ : Intervalo associado) determinado por CAHO. Isto é, se o conceito moda for Bom o intervalo associado será o intervalo Bom definido em CAHO (seção VI.1.2).

Para intervalos ótimos com prioridades muito baixas em muitos casos, não é possível gerar intervalos Bons ou Deficientes. Nesses casos deve-se associar ao intervalo Bom o limite inferior do intervalo ótimo, e ao intervalo Deficiente o próprio intervalo Ignora. A escolha deste critério ficará mais clara quando forem explicadas as tendências de aproximação dos valores numéricos dos aspectos para os limites de seus intervalos associados.

Os aspectos cujo conceito moda for NS não serão avaliados, pois esta informação mostra apenas que estes aspectos não estão totalmente claros no conceito da maioria dos usuários ou não fazem parte de sua vivência profissional.

Esta técnica é uma tentativa de se conseguir um critério de medição para os aspectos de um sistema interativo. Os valores numéricos pertencentes ao intervalo ótimo (valores máximos) para cada aspecto é consequência da prioridade do aspecto em relação aos demais. Analogamente a uma prova, onde questões mais

complexas têm peso superior às questões mais fáceis, mas a finalidade é acertar todas as questões para conseguir o conceito ou nota máxima da prova.

O que se tenta demonstrar nesta proposta de associação entre intervalos numéricos e conceitos é a relatividade de um conceito frente determinados critérios (grau de complexidade, níveis de prioridade, etc.). Assim sendo, o conceito Bom pode estar associado a um valor 1.0, se o valor total de uma questão é 2.0 pontos e o conceito Ótimo estar associado ao valor 0.5 se este for o valor total de uma questão em uma prova.

O critério estabelecido neste trabalho já foi explicado, e está relacionado à prioridade de cada aspecto em determinada área de aplicação segundo a visão da comunidade de usuários. O que representa dizer que o conceito ótimo para um aspecto com alta prioridade pode estar associado ao intervalo [8-10] e para outro aspecto com baixa prioridade pode ser o intervalo [0-1], por exemplo.

Deve-se ressaltar que o conceito moda nem sempre consegue cotação de uma maioria significativa da população amostral (vide *Apêndice C*), isto é, sua frequência relativa maior que 50%. Neste caso é interessante verificar se o valor numérico do aspecto relativo ao conceito moda está mais próximo do limite superior ou do limite inferior do intervalo associado por SUSI, conforme a grandeza da frequência obtida pelos conceitos vizinhos ao conceito moda (frequência vizinha); naturalmente, exclui-se desta verificação o conceito NS (Não Sei). Exemplificando: se o conceito moda para um determinado aspecto é Bom e o seu intervalo associado fornecido por CAIO é [5-7] então:

- se a maior frequência vizinha for a do conceito Ótimo implica que o valor numérico deste aspecto está mais próximo de sete (limite superior do intervalo Bom).
- se a maior frequência vizinha for a do conceito Deficiente ou do conceito Ignora ou ainda a soma das duas frequências, implica que o valor numérico deste aspecto está mais próximo de cinco (limite inferior do intervalo Bom).

Esta verificação deve ser realizada mesmo quando a frequência relativa do conceito moda for maior que 50% e quando a amplitude do intervalo associado for maior que um.

Se o aspecto tiver mais de um conceito moda (multimodal), deve-se escolher como moda o conceito que possuir a maior frequência vizinha ou em outras palavras o maior grau de concordância.

Um item a ser observado na análise dos sistemas avaliados refere-se a amplitude dos intervalos (ótimo, bom, deficiente e ignora) associados a um aspecto. Quanto maior a amplitude do intervalo maior será a flexibilidade de conceituação do

aspecto a ele associado. Uma amplitude zero significa uma associação conceito-valor muito rígida.

Para uma melhor visualização e comparação do conceito moda de cada aspecto em relação à sua prioridade estabelecida em CAHO, é necessário elaborar o perfil do sistema que se está avaliando (perfil real) e o perfil modelo dos usuários para cada área de aplicação (perfil modelo). Tendo-se em mente este objetivo, decidiu-se associar os níveis de prioridade dos aspectos (seção VI.2) aos adjetivos usados para avaliação dos sistemas, da seguinte forma:

- prioridade alta ao conceito Ótimo.
- prioridade média ao conceito Bom.
- prioridade baixa ao conceito Deficiente.
- prioridade nula ao conceito Ignora.

Usando-se este critério de mapeamento para traçar o perfil de sistemas, distinguir-se-á com mais facilidade, se os aspectos do sistema avaliado que deveriam ser otimizados realmente o foram, ou se aspectos que não merecem grandes esforços foram privilegiados em detrimento de outros de maior relevância.

Para facilitar ainda mais a visualização e comparação entre 'perfil real' e 'perfil modelo', deve-se apresentar a lista de aspectos ordenada segundo CAHO. Desta forma o 'perfil modelo' será padrão para qualquer área de aplicação (da 1ª posição a 8ª associa-se a Ótimo, da 9ª a 16ª associa-se a Bom e da 17ª a 24ª associa-se a Deficiente).

Deve-se ressaltar que na avaliação dos sistemas é bem mais grave conceituar-se um aspecto com alta prioridade com o adjetivo Deficiente do que aspectos com média ou baixa prioridades. O perfil 'ideal' para os sistemas em qualquer área, salvo algumas particularidades da área, é representado no esquema de perfil por um traçado perpendicular à coordenada referente ao conceito ótimo ou ao nível de alta prioridade, mas a perfeição não é um atributo fácil de ser alcançado, embora sempre seja almejado.

### VII.3 Avaliação aplicando SUSI.

Serão apresentadas nesta seção as avaliações de alguns sistemas interativos aplicando a técnica SUSI. A escolha destes sistemas, como já mencionado, não obedeceu a nenhum critério pré-estabelecido, apenas foram avaliados os sistemas que obtiveram as maiores frequências na pesquisa de campo. No *Apêndice D* são apresentados todos os sistemas que foram avaliados pelos entrevistados e suas frequências de participação.

### VII.3.1 Shell (SOX/Cobra)

#### Características do Sistema:

- área de aplicação: Desenvolvimento de Software.
- categoria: Interpretador.
- estilo de interação: Linguagem de comandos.
- definição: Interface do sistema operacional SOX (Sistema UNIX-like, da Cobra). É ao mesmo tempo um Interpretador de comandos e uma Linguagem de programação.
- utilidade: desenvolvimento e execução de programas, acesso e comunicação com o sistema operacional SOX.
- metodologia de desenvolvimento: orientada a objeto.
- objetivos do desenvolvimento: portabilidade, manutenção fácil, uso interativo ou em lote (para arquivos shell), modularidade, encapsulação (não ter dados comuns nem código duplicado), reutilização (microcomponentes de software), multiprocessamento e multiprogramação.
- funcionalidade: tipos de dados ('booleans', inteiros, caminhos de diretórios e expressão de caminhos), operações sobre 'strings' e inteiros, comandos simples, arquivos de comandos, estruturas de controle (para: acesso, recursividade, 'tracking', testes, iterações condicionais e enumerativas e seleção), conceitos de 'aliasing' (rebatismo), de 'hiding' (tornar inacessível), de 'overloading' (o mesmo nome designa entidades diferentes conforme o contexto), cotação (perda de significado), modelo (geração de nomes), redirecionamento externo de arquivos, assíncronismo e sincronismo na execução de processos, comunicação entre processos ('pipe' conceito consumidor/produtor), controle de verbosidade (conteúdo e extensão das mensagens), histórico das interações (comandos para visualizar, repetir e desfazer).

A tabela VII.1 mostra para o sistema Shell o conceito moda e seu intervalo associado, aplicando SUSI por aspecto. A disposição dos aspectos obedece a ordem de prioridade estabelecida por CAIO para área de Desenvolvimento de Software. A frequência relativa dos usuários que contribuíram para análise e avaliação deste sistema em relação a população amostral total da área de Desenvolvimento de Software é de 41.8%.

Nota-se que as expectativas para os dois principais aspectos prioritários para área em questão foram plenamente satisfeitos. Explorando o item funcionalidade, descrito nas características do sistema, pode-se observar a quantidade de funções oferecidas pelo sistema e concluir-se que estas funções são de alta

qualidade técnica, pois as saídas e resultados oferecidos por elas são totalmente confiáveis. O valor numérico atribuído a estes aspectos para tão boa aceitação por parte do usuário é de no mínimo nove e no máximo dez.

Três aspectos deveriam ser considerados mais rigorosamente, pois não alcançaram plenamente seus objetivos (usabilidade, integridade e rapidez). Acredita-se que exista uma relação forte entre usabilidade e funcionalidade que precisa ser pesquisada com mais detalhe devido principalmente a sua importância nas três áreas pesquisadas (prioridade alta nas três). Foi observada uma leve tendência que aproxima o valor numérico referente aos aspectos integridade e rapidez ao valor do limite superior de seu intervalo e referente à usabilidade ao valor do limite inferior de seu intervalo. Observando-se a amplitude de cada intervalo Bom associado a dois destes aspectos nota-se que há uma maior flexibilidade na aceitação dos critérios de segurança do sistema e uma maior exigência quanto à sua velocidade.

Os três aspectos restantes de mais alta prioridade para área de Desenvolvimento de Software foram bastante negligenciados. Mas nota-se uma leve tendência em aproximar seus valores numéricos ao valor do limite superior dos seus intervalos Deficiente. Também a relação entre indulgência e usabilidade requer atenção e prioridade em futuras pesquisas.

Ao analisar os aspectos com prioridade média, verifica-se que a Shell conseguiu que a maioria desses aspectos atingissem seus objetivos. As execuções foram em relação a completude, manutenibilidade e principalmente aprendizagem. Observa-se que o valor numérico para aprendizagem aproxima-se acentuadamente do valor do limite superior do seu intervalo Deficiente, já os valores para motivabilidade, consistência e adaptabilidade aproximam-se consideravelmente dos valores do limite inferior de seus intervalos Ótimos. A relação entre consistência, aprendizagem e usabilidade merece interesse igual a relação mencionada anteriormente.

Observa-se uma interferência positiva entre permissividade, adaptabilidade e funcionalidade, isto é, conceitos ótimos nos dois primeiros contribuem para que a funcionalidade também seja ótima.

O valor para manutenibilidade tende para o limite superior do seu intervalo Bom, mas observa-se que uma boa parte dos usuários da Shell (26%) não souberam avaliar este aspecto. Um dos objetivos de uma boa manutenibilidade é minimizar a sua necessidade de uso, fazendo com que o sistema não necessite de manutenções constantes e por conseguinte dificultando o conhecimento deste aspecto para avaliação por parte dos usuários finais.

Nenhum dos sete aspectos com baixa prioridade na área de Desenvolvimento de Software satisfizeram as expectativas dos usuários. Dois aspectos deste grupo foram considerados deficientes na implementação da Shell, memorização e universalidade, mas seus valores tendem para o limite superior de seus intervalos Deficientes. A rentabilidade foi o único aspecto que não pode ser associado a um

intervalo, devido a falta de conhecimento da maioria dos usuários sobre os custos atribuídos ao desenvolvimento da Shell.

O esquema VII.1 é a representação visual da comparação do perfil do sistema Shell com o perfil modelo referente à área de Desenvolvimento de Software

Observa-se que seis aspectos (quatro técnicos e dois de fatores humanos) coincidiram em termos de nível de prioridade (alta, média, baixa ou nula) e de conceituação (ótimo, bom, deficiente, ignora), que sete aspectos (quatro técnicos e três de fatores humanos) que estão do lado esquerdo do traçado padrão, foram negligenciados neste projeto, isto é, foram conceituados abaixo dos seus níveis de prioridade, e que dez aspectos (dois técnicos e oito de fatores humanos), que estão do lado direito do traçado padrão, ultrapassaram seus níveis de prioridade.

A parte superior do esquema (da primeira posição a décima), onde estão localizados os aspectos com maior prioridade, apresenta a concentração total dos aspectos negligenciados. Já a parte inferior mostra uma concentração oposta, isto é, dos aspectos que foram supervalorizados.

Não objetiva-se chegar a nenhuma conceituação global do sistema, mas considerando as observações acima, pode-se dizer que o sistema Shell está dentro de um padrão de qualidade bastante bom, principalmente no que diz respeito aos aspectos de fatores humanos.

	Aspectos	$C_{mod}$	$Int_{ass}$
A	Confiabilidade	O	[9-10]
	Funcionalidade	O	[9-10]
L	Usabilidade	B	[4-6]
	Integridade	B	[3-6]
T	Rapidez	B	[5-6]
	Documentação	D	[1-3]
A	Comunicabilidade	D	[1-3]
	Indulgência	D	[1-3]
M	Completitnde	B	[5]
É	Aprendizagem	D	[1-3]
	Manutenibilidade	B	[3-5]
D	Adaptabilidade	O	[6-9]
	Consistência	O	[5-8]
I	Permissividade	O	[5-8]
	Portatibilidade	O	[5-8]
A	Criatividade	O	[4-7]
	Motivabilidade	O	[4-7]
B	Memorização	D	[1-2]
	Multimodalidade	B	[2]
A	Condicionalidade	B	[2]
I	Universalidade	D	[1]
	Rentabilidade	NS	—
X	Salubridade	B	[2]
	Atenção	B	[2]
A			

Tabela VII.1: Associação entre conceito e intervalo para Shell (SOX) conforme SUSI.



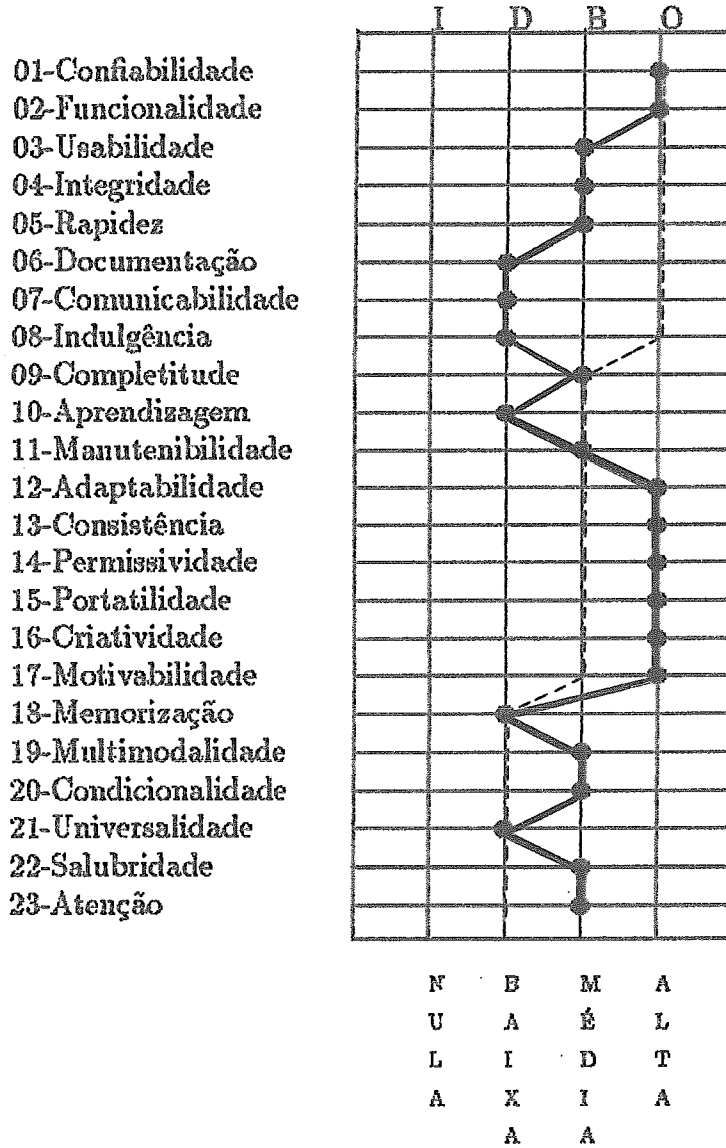


Figura VII.1: Perfil Shell (SUSI) versus Perfil padrão para área de Desenvolvimento de Software (CAIO).

## VII.3.2 DBASE III/plus

### Características do Sistema:

- área de aplicação: Administrativa/Desenvolvimento de Software.
- categoria: Gerenciador de Banco de Dados.
- definição: sistema gerenciador de banco de dados relacional para micro-computadores da linha PC.
- estilo de interação: Menu de seleção.
- utilidade: consulta, atualização, emissão de relatórios, programação.
- metodologia de desenvolvimento: não foi identificada.
- objetivos do desenvolvimento: não foi identificada.
- funcionalidade: possui todos os comandos indispensáveis a uma linguagem de programação de alto nível, um editor interno de programas e outro para telas de aplicação, um gerador de relatórios e um de etiquetas para mala direta. Fornece assistência ao usuário através de janelas que mostram informações pertinentes à operação corrente, uma linha com a sintaxe do comando, uma linha de estado que mostra o comando em execução, o disco corrente, o arquivo corrente, etc.

A tabela VII.2 mostra para o sistema DBase III/plus o conceito moda e seu intervalo associado, segundo SUSI, para cada aspecto. A disposição dos aspectos obedece a ordenação de prioridade fornecida por CAHO para área Administrativa. Decidiu-se analisar este sistema considerando as características da área Administrativa, ao invés da área de Desenvolvimento de Software porque a maioria dos usuários entrevistados estão usando-o para finalidades administrativas e avaliaram-no dentro desta aplicação.

A frequência relativa dos usuários que contribuíram para análise e avaliação do DBase III/plus em relação ao total da população amostral da área Administrativa foi de 22,5% e em relação ao total da população amostral da área de Desenvolvimento de Software foi de 9,1%. A frequência relativa da participação de uma e de outra área em relação a população total de avaliadores deste sistema foi de 76,2% para usuários da área Administrativa e 23,8% para usuários da área de Desenvolvimento de Software. Não foi observada nenhuma divergência de opiniões entre os usuários de áreas diferentes.

Observa-se que dentre os oito aspectos com prioridade mais alta, cinco atingiram plenamente seus objetivos. Mas os valores numéricos dos aspectos

de fatores humanos mostram uma tendência de aproximação para os limites inferiores de seus intervalos ótimos. Esta tendência também é observada nos aspectos confiabilidade e documentação, embora a exigência em relação a confiabilidade seja bem maior do que em relação à documentação, isto é, para confiabilidade o valor mínimo aceitável é maior do que o para documentação. O aspecto rapidez, altamente motivador, está em níveis razoáveis de aceitação, e tende ao limite superior de seu intervalo Bom. Os aspectos menos satisfatórios deste grupo são integridade e indulgência, mas ambos tendem aos limites superiores de seus intervalos associados, minimizando desta forma sua interferência negativa nos aspectos funcionalidade e usabilidade, respectivamente.

Dentre os aspectos com prioridade média, observa-se que apenas um (manutenibilidade) não obteve um conceito razoável. Este aspecto apresenta também um índice percentual elevado (83.3%) de falta de conhecimento por parte dos usuários finais. A tendência observada para manutenibilidade é positiva, isto é, tende para o limite superior do seu intervalo Deficiente. Também positivas são as tendências da completude e da multimodalidade. A amplitude zero de muitos aspectos está associada às características dos dados amostrais desta pesquisa e a baixa prioridade dos seus aspectos, o que não invalida a proposta de um maior rigor em relação aos valores dos intervalos Bom e Deficiente desses aspectos. É o que acontece com os dois aspectos menos prioritários deste grupo e com alguns aspectos do grupo com prioridade baixa.

No grupo de prioridade baixa dois aspectos de fatores humanos, atenção e criatividade, atingiram plenamente seus objetivos em relação às expectativas e necessidades dos usuários, embora a atenção apresente uma tendência de proximidade do limite inferior de seu intervalo ótimo. Os demais aspectos foram todos bem aceitos, com exceção do aspecto portatibilidade que não faz parte do conhecimento profissional da maioria desta população amostral. Só a universalidade poderia ser analisada segundo uma tendência de aproximação aos limites de seu intervalo associado (amplitude diferente de zero), mas esta tendência não foi esclarecida porque as frequências vizinhas de ambos os lados são iguais.

O esquema VII.2 mostra a comparação do perfil do sistema DBase III/plus com o perfil modelo referente à área Administrativa.

Observa-se neste esquema que doze aspectos (cinco técnicos e sete de fatores humanos) igualaram seus conceitos aos seus níveis de prioridade. O total de aspectos do lado esquerdo, isto é, os que precisam ser aprimorados, é de apenas quatro, todos técnicos. Já os aspectos que excederam seus níveis de prioridade perfazem um total de seis (cinco de fatores humanos e um técnico). Dois aspectos não foram mapeados, portatibilidade por ter sido conceituado com NS (não sei) e salubridade por não ter sido possível distinguir seu nível de prioridade.

Também no DBase III/plus, como na Shell, a parte superior do esquema concentra a totalidade dos aspectos que necessitam ser aprimorados e a parte

inferior concentra a totalidade dos aspectos supervalorizados.

Também neste sistema uma conceituação global sobre sua qualidade seria altamente positiva, com menos ênfase para os aspectos técnicos.

	Aspectos	<i>C<sub>med</sub></i>	<i>Int<sub>ass</sub></i>
A	Funcionalidade	O	[8- 9]
	Rapidez	B	[4- 7]
L	Confiabilidade	O	[8-10]
	Integridade	D	[1- 4]
T	Indulgência	D	[1- 3]
	Usabilidade	O	[7-10]
A	Aprendizagem	O	[7-10]
	Documentação	O	[6- 9]
M	Completitude	B	[4- 5]
É	Comunicabilidade	B	[4- 5]
	Adaptabilidade	B	[2- 4]
D	Manutenibilidade	D	[1- 2]
	Memorização	B	[3- 4]
I	Motivabilidade	B	[2-4]
	Consistência	B	[3]
A	Multimodalidade	B	[3]
B	Universalidade	B	[2- 3]
	Condicionalidade	B	[3]
A	Rentabilidade	B	[3]
	Portatilidade	NS	—
I	Atenção	O	[3- 6]
	Permissividade	B	[2]
X	Criatividade	O	[3- 6]
	Salubridade	B	—
A			

Tabela VII.2: Associação entre conceito e intervalo para DBase III/plus conforme SUSI.

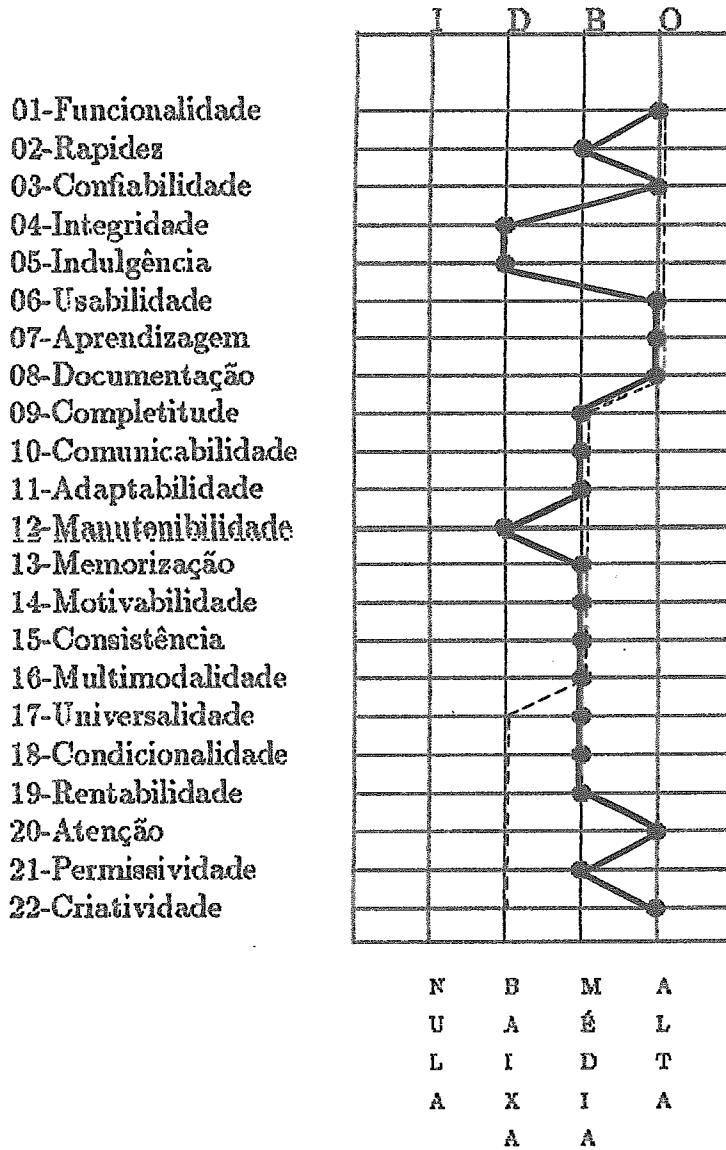


Figura VII.2: Perfil do DBase III/plus (SUSI) versus Perfil padrão da área Administrativa (CAHO).

### VII.3.3 Open Access

#### Características do Sistema:

- área de aplicação: Administrativa
- categoria: pacote com múltiplas funções.
- definição: é um sistema multiuso para automação de escritórios.
- estilo de interação: Menu de seleção.
- utilidade: geração de relatórios, consultas e atualizações, cálculos, edições de textos e de gráficos.
- metodologia de desenvolvimento: não foi identificada.
- objetivos do desenvolvimento: simplicidade no uso e aumento de produtividade.
- funcionalidade: composto por seis módulos que se comunicam entre si pela transferência de arquivos ou pela passagem direta de dados. Esses módulos são:
  1. Gerenciador de informações: sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (SGBD).
  2. Folha de cálculo: planilha eletrônica com grande capacidade de armazenamento.
  3. Processador de texto: editor, mostra o texto como será impresso.
  4. Processador gráfico: elaboração de vários tipos de gráficos.
  5. Agenda eletrônica: gerencia compromissos, horários, tempo, etc.
  6. Módulo de comunicação: Transfere arquivos para outros micros, para rede de assinantes e para computadores de grande porte.

Não possibilita nem a utilização simultânea de mais de um módulo nem programação.

A tabela VII.3 mostra para o pacote Open Access o conceito moda e seu intervalo associado, segundo SUSI, para cada aspecto. A disposição dos aspectos obedece a ordenação de prioridade fornecida por CAIO para área Administrativa. A freqüência relativa dos usuários que utilizam e avaliaram este pacote em relação ao total da população amostral da área Administrativa foi de 25,4%.

Por esta tabela observa-se que apenas um (indulgência) dos oito aspectos com alta prioridade não atingiu plenamente as expectativas dos usuários, não apresentando nenhuma tendência que possibilite aproximá-lo dos limites de seu

intervalo associado. O valor numérico da maioria dos aspectos com alta prioridade tendem a uma aproximação com os limites superiores de seus intervalos associados, com exceção da integridade e da documentação. Deve-se ressaltar os elevados índices percentuais dos aspectos aprendizagem e usabilidade (77.8% e 72.8% respectivamente) que fazem parte dos objetivos do desenvolvimento deste pacote e que foram atingidos, segundo os usuários. Futuros projetos cujos objetivos sejam estes devem procurar conhecer e aprimorar as facilidades oferecidas por este pacote (ver método GOMS no capítulo III).

Analisando a amplitude dos intervalos, verifica-se que os cinco primeiros aspectos são bastantes rígidos quanto aos seus possíveis valores numéricos. O pior caso é o da indulgência que, como valor bom, só aceita os valores quatro ou cinco (amplitude um).

O segundo grupo de aspectos (média prioridade) conseguiu satisfazer totalmente as expectativas dos usuários, visto que, como já foi mencionado, o conceito NS para conceito moda do aspecto manutenibilidade indica que este pacote não apresenta problemas de software e por isto não necessita de manutenção. Apenas dois aspectos desse grupo (adaptabilidade e multimodalidade) apresentam uma tendência bastante acentuada de aproximação de seus valores numéricos aos valores dos limites inferiores de seus intervalos associados. Todos os aspectos desse grupo estão associados a intervalos de amplitude três, logo são bastantes flexíveis em relação a sua valorização e ao seu grau de satisfação dos usuários.

O último grupo de aspectos está dividido igualmente entre aspectos plenamente satisfatórios e aspectos razoavelmente satisfatórios. Os dois aspectos de mais difícil avaliação por parte de usuários finais (rentabilidade e portatibilidade) realmente não fazem parte do conhecimento profissional da maioria desta população amostral, sendo que a portatibilidade apresenta uma grande diversidade de opiniões.

O esquema VII.3 mostra a comparação do perfil do pacote Open Acesa com o perfil modelo para área Administrativa.

Segundo a opinião dos usuários, este pacote é altamente satisfatório, pois dentre os vinte aspectos mapeados sete coincidiram (cinco técnicos e dois de fatores humanos). Apenas um necessita de aprimoramentos (aspecto técnico) e doze foram supervalorizados (dez de fatores humanos e dois técnicos).

Ressalta-se ainda a quantidade de aspectos que foram avaliados com a conceituação máxima (plenamente satisfatórios), num total de dezesseis aspectos. A plena satisfação dos usuários estaria representada visualmente por uma linha reta vertical na posição Ótima, isto é, se todos os aspectos fossem conceituados com ótimo seus valores numéricos pertenceriam aos seus intervalos ótimos.



	Aspectos	$C_{med}$	$Int_{0,99}$
A	Funcionalidade	O	[8-10]
	Rapidez	O	[8-10]
L	Confiabilidade	O	[8-10]
	Integridade	O	[8-10]
T	Indulgência	B	[4- 5]
	Usabilidade	O	[7-10]
A	Aprendizagem	O	[7-10]
	Documentação	O	[6- 9]
M	Completitude	O	[6- 9]
É	Comunicabilidade	O	[6- 9]
	Adaptabilidade	O	[5- 8]
D	Manutenibilidade	NS	—
	Memorização	O	[5- 8]
I	Motivabilidade	O	[5- 8]
	Consistência	O	[4- 7]
A	Multimodalidade	O	[4- 7]
B	Universalidade	B	[2- 3]
	Condicionalidade	B	[3]
A	Rentabilidade	NS	—
	Portatilidade	NS	—
I	Atenção	O	[3- 6]
	Permissividade	B	[2]
X	Criatividade	O	[3- 6]
A	Salubridade	O	—

Tabela VII.3: Associação entre conceito e intervalo para Open Aces conforme SUSI.

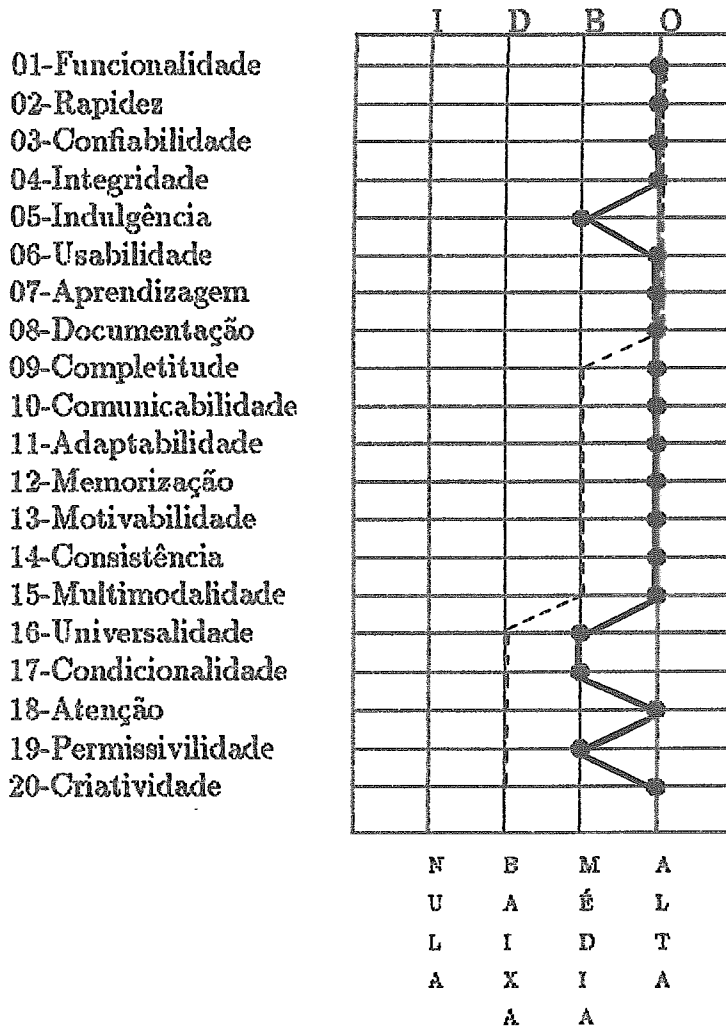


Figura VII.3: Perfil do Open Access (SUSI) versus Perfil padrão para área Administrativa (CAHO).

### VII.3.4 Carta Certa

#### Características do Sistema:

- área de aplicação: Administrativa.
- categoria: Editor de textos.
- definição: é um programa de computador para processamento de texto.
- estilo de interação: Menu de seleção e formulário.
- utilidade: principalmente para atividades de secretariado.
- metodologia de desenvolvimento: não foi identificada.
- objetivos do desenvolvimento: velocidade, facilidade no aprendizado e uso.
- funcionalidade: mala direta (etiquetas, endereçamento, cartas personalizadas), opção de gravação automática do texto (evita perda do serviço em casos emergenciais), telas de auxílio (denominadas Dicas) para procedimento de uso, teclas especiais, movimento do cursor, formato dos comandos, todos os comandos necessários a edição de textos, duas modalidades de uso: original, na qual o texto é mostrado ou impresso com os caracteres de controle inseridos no texto, e a formatada, na qual o texto é mostrado ou impresso formatado.

A tabela VII.4 mostra para o editor Carta Certa o conceito moda e seu intervalo associado segundo SUSI para cada aspecto. A disposição dos aspectos obedece a ordenação de prioridade fornecida por CAIO para área Administrativa. A frequência relativa dos usuários que utilizam e avaliaram este editor em relação ao total da população amostral da área Administrativa foi de 29,6%.

Observa-se que apenas três aspectos (funcionalidade, integridade e indulgência) do primeiro grupo não alcançaram a satisfação plena dos usuários, sendo o pior caso o da integridade e segurança dos textos, seguido da funcionalidade por ser o aspecto primordial para esta área de aplicação. Os aspectos de fatores humanos foram plenamente satisfatórios. Deve-se ressaltar o elevado índice percentual dos aspectos aprendizagem e usabilidade (90,5% e 80,9%, respectivamente), comprovando, de certa forma, uma relação diretamente proporcional entre estes dois aspectos. Os objetivos do desenvolvimento deste editor foram alcançados, pois a rapidez, aprendizagem e usabilidade foram alcançados de forma plenamente satisfatória. Todos os aspectos desse grupo não apresentaram nenhuma tendência de aproximação com os limites de seus intervalos associados.

Os aspectos que pertencem ao segundo grupo estão divididos entre aspectos razoavelmente satisfatórios (um técnico e quatro de fatores humanos), aspectos plenamente satisfatórios (dois de fatores humanos) e aspectos que não são do

âmbito profissional dos avaliadores (dois técnicos). O aspecto adaptabilidade neste editor apresenta um alto grau de divergência de opiniões. Os valores numéricos para os aspectos comunicabilidade e motivabilidade apresentam uma tendência de aproximação com os valores dos limites inferiores de seus intervalos ótimos. Já os valores numéricos para os aspectos associados aos intervalos Bom, com exceção dos aspectos cujos intervalos têm amplitude um (aspectos não flexíveis), tendem para o limite superior desses intervalos.

O grupo de aspectos com menor prioridade está dividido nas mesmas proporções que o grupo anterior. Os dois aspectos conceituados com NS (não sei) são os que não fazem parte do conhecimento profissional dos usuários desta área, como nos outros sistemas avaliados. Os dois últimos aspectos (criatividade e salubridade) foram plenamente satisfeitos. A maioria desses aspectos, por serem do nível de baixa prioridade, são bastante rígidos em sua valorização para intervalos bons (amplitude zero).

O esquema VII.4 mostra a comparação do perfil do editor Carta Certa com o perfil modelo para área Administrativa.

No esquema acima, nota-se que apenas dezenove aspectos são do âmbito profissional da população amostral, pois quatro aspectos foram avaliados pela maioria com NS (não sei), além da salubridade que não possui intervalo ótimo. Nove aspectos (quatro técnicos e cinco de fatores humanos) foram conceituados nos seus níveis de prioridade. Três aspectos técnicos requerem uma maior concentração de esforços para alcançarem seus níveis de prioridade. O sete aspectos restantes, todos de fatores humanos, ultrapassaram seus níveis de prioridade.

Verifica-se que todos os aspectos negligenciados são muito importantes para os usuários da área Administrativa (parte superior do esquema); já os aspectos supervalorizados não necessitavam de tantos esforços dispendidos.

Globalmente, o Carta Certa é um bom editor de texto, mas necessita aprimorar sua qualidade técnica.

	Aspectos	$C_{mod}$	$Int_{ass}$
A	Funcionalidade	B	[5-7]
	Rapidez	O	[8-10]
L	Confiabilidade	O	[8-10]
	Integridade	D	[1-4]
T	Indulgência	B	[4-6]
	Usabilidade	O	[7-10]
A	Aprendizagem	O	[7-10]
	Documentação	O	[6-9]
M	Completitude	B	[4-5]
É	Comunicabilidade	O	[6-9]
	Adaptabilidade	NS	—
D	Manutenibilidade	NS	—
	Memorização	B	[3-4]
I	Motivabilidade	O	[5-8]
	Consistência	B	[3]
A	Multimodalidade	B	[3]
B	Universalidade	B	[2-3]
	Condicionalidade	B	[3]
A	Rentabilidade	NS	—
	Portatibilidade	NS	—
I	Atenção	B	[2]
	Permissividade	B	[2]
X	Criatividade	O	[3-6]
	Salubridade	O	—
A			

Tabela VII.4: Associação entre conceito e intervalo para Carta Certa conforme SUSI.

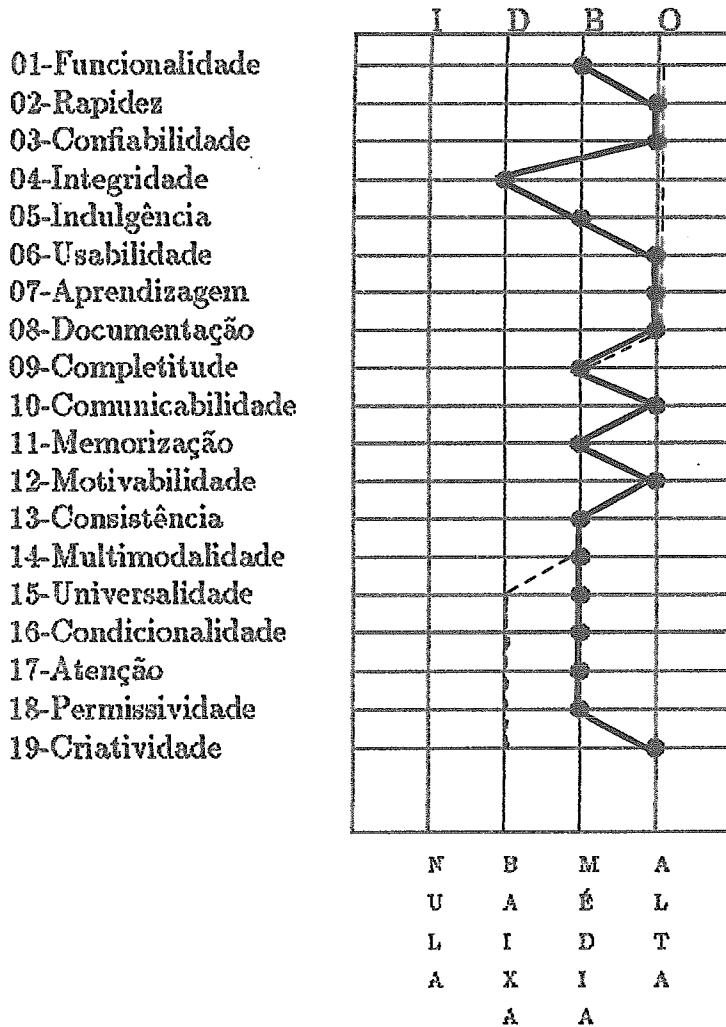


Figura VII.4: Perfil Carta Certa (SUSI) versus Perfil padrão para área Administrativa (CAIHO).

### VII.3.5 Logo

#### Características do Sistema:

- área de aplicação: Educacional.
- categoria: Interpretador.
- definição: linguagem de programação voltada para educação.
- estilo de interação: linguagem de comandos.
- utilidade: programação de micromundos, brincadeiras, jogos, etc.
- metodologia de desenvolvimento: não identificada.
- objetivos do desenvolvimento: desenvolvimento do raciocínio lógico e abstrato, principalmente de crianças.
- funcionalidade: processamento de listas semelhantemente a linguagem LISP, usando a idéia de composição de funções. Oferece a possibilidade de gerar figuras gráficas em duas ou três dimensões, além de todas as funções comuns a uma linguagem de programação de forma simplificada para atender a objetivos educativos.

A tabela VII.5 mostra para o sistema Logo o conceito moda e seu intervalo associado, segundo SUSI, para cada aspecto. A disposição dos aspectos obedece a ordenação de prioridade fornecida por CAIHO para área Educativa. A freqüência relativa dos usuários que utilizam e avaliaram este sistema educativo em relação ao total da população amostral da área de Educação foi de 65.0%.

O grupo de aspectos com mais alta prioridade está igualmente dividido entre aspectos plenamente satisfatórios (todos de fatores humanos) e aspectos razoavelmente satisfatórios (três técnicos e um de fatores humanos). Os valores numéricos para os aspectos indulgência e motivabilidade apresentam uma tendência de proximidade com os limites inferiores de seus intervalos associados, já a comunicabilidade apresenta uma tendência oposta. Os aspectos que pertencem a este grupo são bastantes rígidos quanto a sua valorização e grau de satisfação dos usuários, pois dois dos intervalos associados têm amplitude zero, um tem amplitude um e três têm amplitude dois.

O grupo de aspectos com média prioridade apresenta um aspecto não satisfatório (documentação). Este aspecto, em particular para o Logo, não é dirigido aos usuários finais, que seriam os alunos, e sim aos professores e instrutores que foram os avaliadores deste sistema. O objeto deste aspecto (manuais, livros, etc.) necessita ser aprimorado, principalmente no que diz respeito às publicações

nacionais. Os aspectos plenamente satisfatórios apresentam uma tendência em aproximar seus valores numéricos aos valores do limite inferior de seus intervalos ótimos. Verifica-se que deve existir uma relação bastante forte entre adaptabilidade e permissividade que dá origem a conceitos iguais nos dois aspectos. Entre os aspectos que não foram satisfeitos plenamente (associados ao intervalo Bom) apenas o valor da universalidade tende para o limite inferior do seu intervalo associado; os demais tendem para o limite superior de seus intervalos associados. A exigência para maior velocidade do sistema é bastante rígida (intervalo com amplitude zero). Três outros aspectos também são bastante rígidos quanto a seus valores numéricos que acarretariam uma boa aceitação pelos usuários (intervalos com amplitude um), os demais aspectos são mais flexíveis em relação a seus possíveis valores ótimos (intervalos com amplitude três).

O grupo de aspectos com baixa prioridade apresentam três aspectos que não fazem parte do âmbito acadêmico (manutenibilidade, portabilidade e rentabilidade). Os demais aspectos estão razoavelmente implementados no sistema Logo, segundo a opinião dos avaliadores, com exceção da condicionalidade que foi ignorada neste projeto e que, devido ao seu intervalo ótimo ([0-3]), está plenamente dentro das expectativas e desejos da população amostral total da área de Educação. Segundo alguns avaliadores, os objetivos deste sistema só seriam alcançados se não houvesse condicionamento em seu uso, obrigando o usuário a um exercício constante do raciocínio.

O esquema VII.5 mostra a comparação do perfil do sistema Logo com o perfil modelo para área de Educação. Foram excluídos da lista de aspectos aqueles que não faziam parte do conhecimento da profissional da população entrevistada.

Nota-se uma divisão quase uniforme entre o número de aspectos coincidentes com seus níveis de prioridade (sete de fatores humanos e um técnico), o número de aspectos que foram conceituados abaixo de seus níveis de prioridade (quatro técnicos e dois de fatores humanos) e o número de aspectos que foram conceituados acima de seus níveis de prioridade (quatro de fatores humanos e três técnicos). No esquema do sistema educativo mais difundido junto as escolas, observa-se que a parte superior do esquema concentra a maior parte dos aspectos negligenciados, com exceção da condicionalidade, e que a parte inferior do esquema concentra a maioria dos aspectos supervalorizados, com exceção da adaptabilidade.

A condicionalidade, como já foi mencionado, é um aspecto polêmico para área educacional. Em muitos casos, o seu intervalo ótimo pode se reduzir ao valor zero, tornando-o de prioridade nula. Para estes casos a condicionalidade faria parte do grupo de aspectos que coincidiram com seus níveis de prioridade.

Na síntese global, pode-se dizer que o Logo é um sistema educativo bastante equilibrado e que valoriza os aspectos de fatores humanos em detrimento dos fatores técnicos.



	Aspectos	$C_{mod}$	$Int_{asa}$
A	Criatividade	O	[10]
	Motivabilidade	O	[8-10]
L	Usabilidade	O	[7-10]
	Funcionalidade	B	[4-6]
T	Aprendizagem	O	[7-10]
	Comunicabilidade	B	[6]
A	Indulgência	B	[4-6]
	Confiabilidade	B	[5-6]
M	Atenção	B	[5-6]
É	Adaptabilidade	O	[6-9]
	Documentação	D	[1-4]
D	Rapidez	B	[4]
	Multimodalidade	O	[5-8]
I	Permissividade	O	[5-8]
	Universalidade	B	[3-4]
A	Salubridade	B	[3-4]
B	Memorização	B	[3-4]
	Complextitude	B	[2-3]
A	Consistência	B	[3]
	Manutenibilidade	NS	—
I	Integridade	B	[2-3]
	Portatibilidade	NS	—
X	Rentabilidade	NS	—
A	Condicionalidade	I	[0]

Tabela VII.5: Associação entre conceito e intervalo para Logo conforme SUSI.

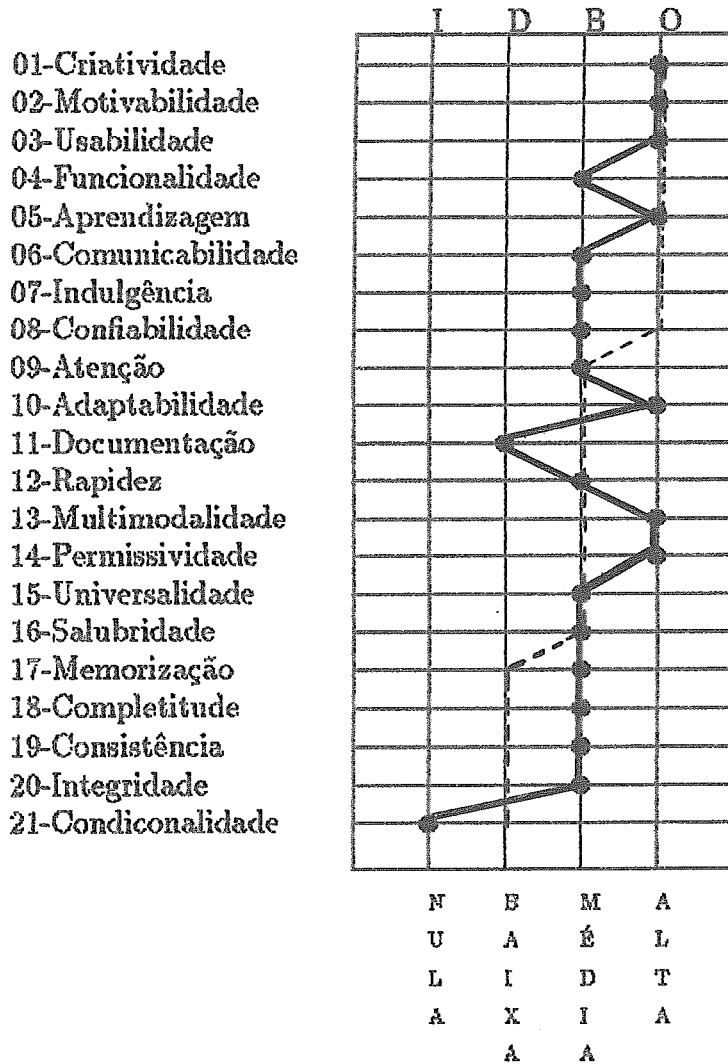


Figura VII.5: Perfil do Logo (SUSI) versus Perfil padrão para área da Educação (CAHO).

## Capítulo VIII

# CONCLUSÃO

### VIII.1 Otimização Ergonômica.

A análise da relação existente entre os aspectos que possibilitariam a otimização de um determinado aspecto em função da maximização ou da minimização de outros é um estudo bastante complexo e demorado. Nesta sessão espera-se apenas mostrar a viabilidade deste estudo. Com este intuito, a partir dos dados coletados na pesquisa de campo aplicou-se a técnica de análise fatorial utilizando-se o pacote 'Statgraphic'. A análise fatorial é uma técnica que reduz as dimensões de uma matriz de forma a ressaltar uma estrutura de dependência entre as diversas variáveis, sem que haja perda significativa de informações. Nesta técnica são geradas novas variáveis, representadas pela colunas da matriz reduzida, denominadas fatores que são combinações lineares das variáveis originais. Os fatores considerados são os que possuem uma porcentagem da variância significativamente alta. Estes fatores deverão ser interpretados de acordo com os maiores coeficientes das variáveis originais em cada coluna da matriz gerada pela análise fatorial, isto é, os maiores coeficientes positivos maximizam estes fatores e os negativos os minimizam; coeficientes pequenos (próximos de zero) não se relacionam com estes fatores.

Os dados para realização da análise fatorial nesta pesquisa foram processados globalmente, sem que houvesse distinção entre áreas, experiência ou cargo dos usuários; apenas foram distinguidos entre: dados sobre as expectativas dos usuários (dados numéricos utilizados em CAHO) e dados sobre a avaliação dos sistemas (dados alfanuméricos utilizados em SUSI). Esta distinção gerou duas matrizes de análise fatorial distintas que são apresentadas no Apêndice E, juntamente com suas respectivas visualizações gráficas.

Observa-se na *Matriz 1* uma acentuada polarização entre as categorias técnica e de fatores humanos (capítulo IV), identificada nas três colunas (colunas 'Factor 1', 'Factor 2' e 'Factor 3') correspondentes aos fatores considerados

pela análise fatorial. Esta polarização está representada por uma alternância entre coeficientes positivos e negativos para aspectos técnicos e de fatores humanos respectivamente, isto é, na coluna em que a maioria dos coeficientes dos aspectos técnicos são positivos, a maioria dos coeficientes dos aspectos de fatores humanos são negativos e vice-versa. Este fato vem de encontro a expectativa da existência de duas categorias de aspectos relacionados com a satisfação dos usuários de sistemas interativos.

Analisando a *Matriz 1* pode-se deduzir que o 'Factor 1' está ligado à otimização da relação custo/benefício da dupla composta pelo sistema e pelo usuário. Esta constatação deve-se ao fato que todos os aspectos que se relacionam mais intensamente com o fator 1 de forma positiva (maiores coeficientes positivos na coluna 1 da matriz 1) apontam para este objetivo (manutenibilidade, integridade, rentabilidade, condicionalidade e consistência). Os aspectos que se relacionam negativamente (maiores coeficientes negativos) relacionam-se com a minimização dos custos com o desenvolvimento do sistema, isto é, restringindo a indulgência, adaptabilidade, universalidade e motivabilidade, e os custos com a implementação de aspectos que incentivariam uma maior demora na interação, tais como permissividade e criatividade.

O 'Factor 2' está ligado a otimização da facilidade de interação com o sistema, em outras palavras, procura minimizar os esforços humanos. Este objetivo seria alcançado através da valorização dos seguintes aspectos: usabilidade, aprendizagem, memorização e comunicabilidade (pois estes aspectos apresentam os mais altos coeficientes positivos na coluna 2 da matriz 1). Aspectos tais como portabilidade, integridade, manutenibilidade e rentabilidade não são importantes no desenvolvimento de interfaces fáceis de usar, visto que apresentam os mais altos coeficientes negativos.

O 'Factor 3' está ligado a otimização da qualidade técnica dos sistemas, pois os coeficientes positivos referem-se a aspectos tais como confiabilidade, integridade, funcionalidade e os negativos a aspectos tais como atenção, motivabilidade e salubridade.

Já a *Matriz 2* mostra a relação dos aspectos conforme a avaliação de sistemas reais. Foram identificados cinco fatores mas apenas três são significativos. O fator mais significativo ('Factor 1' desta matriz) refere-se a qualidade técnica do sistema sendo otimizado através dos aspectos indulgência, integridade, confiabilidade, documentação, consistência e outros. O fator 2 está ligado a intenção de oferecer o poder de controle do sistema aos usuários ('Factor 2') visto que os aspectos que o otimizam são a adaptabilidade, criatividade, permissividade, motivação e multimodalidade. Como último fator identificou-se a intenção de satisfazer e motivar os usuários através de recursos oferecidos pelo sistema ('Fator 3') tais como, rapidez, funcionalidade, adaptabilidade, aprendizagem, usabilidade, comunicabilidade, etc.

Passando à análise dos gráficos, nota-se que o *Gráfico 1* que repre-

senta a *Matriz 1 (Apêndice E)* tem como eixo vertical o 'Factor 2' que é de grande interesse para os propósitos deste trabalho. Sabe-se que o agrupamento de aspectos, pontos próximos no gráfico, mostram um relacionamento mais intenso entre estes aspectos, para juntos alcançarem o objetivo de facilitar a interação. Pode-se identificar os seguintes grupos:

- Grupo 1: usabilidade
- Grupo 2: aprendizagem, memorização, comunicabilidade, atenção e salubridade
- Grupo 3: motivabilidade e criatividade

Os aspectos que não interferem ou que se opõem a este objetivo estão agrupados da seguinte forma:

- Grupo 4: portabilidade, completeza e rapidez
- Grupo 5: integridade, manutenibilidade, rentabilidade e condicionalidade
- Grupo 6: adaptabilidade
- Grupo 7: funcionalidade

Para exemplificar um relacionamento entre os aspectos, pode-se deduzir que a usabilidade poderia ser implementada procurando-se maximizar os aspectos dos grupos 1 ao 3 e minimizar alguns aspectos dos grupos 4 ao 7, como por exemplo completeza, adaptabilidade.

Caso o objetivo de um projeto seja otimizar a qualidade técnica do sistema, deve-se então observar o *Gráfico 2* de forma a identificar grupos de aspectos que mais se relacionam com o 'Factor 1' (eixo horizontal). Estes grupos são:

- Grupo' 1: integridade e indulgência
- Grupo' 2: confiabilidade e consistência
- Grupo' 3: universalidade
- Grupo' 4: documentação
- Grupo' 5: completeza, rentabilidade, condicionalidade e rapidez

Verifica-se ainda que a funcionalidade está próxima a comunicabilidade (que também afeta positivamente a facilidade de uso) e aos aspectos do Grupo' 5. Como a funcionalidade é um dos aspectos mais importantes nas três áreas pesquisadas sua otimização é muito almejada. Pode-se deduzir que esta otimização levaria em conta uma boa implementação dos aspectos dos Grupos' 1 ao 5 mais o aspecto comunicabilidade. Nesta otimização não seria necessário restringir nenhum aspecto, já que todos os coeficientes negativos que estão relacionados com o 'Factor 1' são insignificantes (muito pequenos).

Deve-se ressaltar que o objetivo central dos projetos de sistemas interativos, proposto por este trabalho, é maximizar os aspectos com alta prioridade, segundo CAIO, conforme a área de aplicação a que se destina. Aspectos com prioridades mais baixas que interferem negativamente na obtenção deste objetivo, devem ser restritamente implementados de maneira que, em avaliações futuras aplicando SUSI, sejam conceituados, ou no limite inferior de seus intervalos Ótimo, ou mesmo dentro dos intervalos Bom ou Deficiente, considerando suas posições em CAIO, isto é, se fazem parte do grupo de prioridade média (Bom) ou do grupo de prioridade baixa (Deficiente) ou ainda considerando seus graus de interferência negativa nos aspectos com maior prioridade. Já aspectos que interferem positivamente para obtenção de bons resultados nos aspectos prioritários, devem ser plenamente implementados, mesmo que suas prioridades sejam baixas, com excessão dos aspectos cujo intervalo Ótimo seja associado ao valor nulo (intervalo Ignora). Neste caso deve-se restringir a implementação desses aspectos aos mesmos níveis de aspectos com interferência negativa ou se possível não implementá-los, para que em avaliações futuras aplicando SUSI sejam conceituados com Ignora.

## VIII.2 Considerações Finais.

No processo de evolução dos sistemas de computadores descrito por Brian R. Gaines e Mildred L. G. Shaw [6] (seção I.5.1, figura I.1), o período atual das técnicas de interação homem-computador é o da automação. A partir das teorias formuladas no período anterior geram-se experiências e regras que possibilitem a construção de ferramentas automatizadas que serão usadas rotineiramente no próximo período (maturidade). Dentro deste contexto enquadram-se os estudos e as propostas realizadas neste trabalho.

A sistematização da fase inicial dos projetos de interface em quatro níveis hierárquicos, que enfatizam o conhecimento da comunidade de usuários e os objetivos do sistema para posteriormente esboçar a interface em termos técnicos com a escolha do estilo de interação e dos dispositivos de comunicação e com a elaboração de um protótipo para que o usuário avalie o resultado antes da implementação definitiva do sistema, é a formulação de uma regra baseada em estudos da literatura técnica (*teoria e experiência*) sobre desenvolvimento de sistemas interativos.

As categorias técnicas e de fatores humanos definidas para agrupar aspectos da interface, que interferem na satisfação do usuário, relacionadas respectivamente ao sistema como um todo e somente a interface, poderiam ser representadas esquematicamente como dois eixos perpendiculares (figura VIII.1). O eixo vertical (de sustentação) referente aos aspectos de fatores humanos (fator 2 no gráfico 1 do Apêndice E) e o eixo horizontal (de equilíbrio) referente aos aspectos técnicos (fator 1 no gráfico 2 do Apêndice E). Isto significaria que a qualidade técnica de um sistema como um todo é sustentada e equilibrada pela qualidade da interface, ou seja, pelas facilidades de caráter humano que o sistema oferece ao usuário. Estudos mais profundos sobre esta consideração devem ser realizados de forma a esclarecerem esta hipótese.

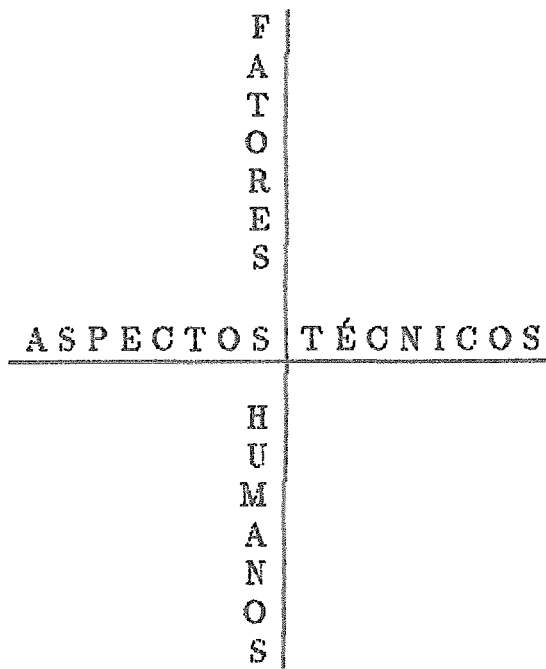


Figura VIII.1: Esquema Fatores Humanos suporte para Técnica.

Esta constatação mostraria a importância dos aspectos de fatores humanos nos projetos de interfaces e a necessidade de elaborar-se programas de treinamento em fatores humanos para os profissionais das áreas técnicas cujos produtos de alguma forma interajam com pessoas. Bem como a necessidade de se manter profissionais capazes de identificar os aspectos humanos em todas as fases do ciclo de vida de um projeto de interface com o usuário.

A principal contribuição deste trabalho é a definição das técnicas CAHO e SUSI que proporcionam o conhecimento das reais expectativas dos usuários em relação a prioridade dos aspectos definidos e em relação a sua satisfação no uso dos sistemas interativos avaliados. As hipóteses formuladas por este trabalho no capítulo V foram comprovadas pelos resultados e análises dos dados apresentados no capítulo VI.

Os resultados alcançados com a técnica CAIO auxiliarão de imediato novos projetos de sistemas interativos, indicando quais os aspectos que deverão ser priorizados em cada área de aplicação pesquisada. Os resultados obtidos com a técnica SUSI servirão de referência para identificar quais os aspectos que foram ou não satisfeitos em sistemas reais; para ao se querer otimizar um determinado aspecto, procurar quais os sistemas que conseguiram satisfazer plenamente os usuários em relação a este aspecto e quais foram os recursos utilizados para isto.

### VIII.3 Pesquisas Futuras.

Tendo por base os resultados e propostas deste trabalho surgem inúmeros caminhos para o desenvolvimento de novas pesquisas que visam a aprimorar e a ampliar este estudo. Novas pesquisas sobre projeto de interfaces, satisfação do usuário, processos cognitivos e, principalmente, a integração e concretização desses estudos em métodos de desenvolvimento de sistemas e ferramentas automatizadas, necessitam ser cada vez mais estimuladas de forma a construir a base de conhecimentos para uma nova disciplina, a Ergonomia de Software.

É mencionado a seguir algumas pesquisas que contribuiriam para concretização dessa meta.

- Realizar esta mesma pesquisa de campo em outras áreas de aplicação.
- Elaborar e realizar uma pesquisa de campo que levante conjuntamente as características do desenvolvimento do sistema (método de desenvolvimento, ciclo de vida, ferramentas utilizadas, número de pessoas envolvidas, tempo destinado a cada fase do projeto, etc.) e sua avaliação aplicando a técnica SUSI, com o objetivo de identificar qual o tipo de desenvolvimento de sistemas mais adequado para otimizar cada aspecto ou um conjunto deles.
- Elaborar e realizar uma pesquisa de campo que levante as prioridades dos aspectos, estipuladas pela comunidade de desenvolvimentos de software para seus projetos em cada área de aplicação, objetivando identificar as divergências e as convergências de opiniões entre comunidade usuária e comunidade produtora.
- Desenvolver uma ferramenta que automatize todo o processo descrito neste trabalho, desde a pesquisa de campo até a elaboração das tabelas e esquemas de perfil das técnicas CAIO e SUSI.
- Esclarecer a relação entre as características das aplicações e a prioridade dos aspectos, objetivando o desenvolvimento de um sistema especialista que forneça CAIO para áreas de aplicação não pesquisadas no campo.



- Adaptar a técnica de avaliação SUSI para que possa ser utilizada como estratégia de aceitação dos produtos de software (seção II.4), com o objetivo de identificar os aspectos que devem ser aprimorados no produto final.
- Utilizar os dados coletados por esta pesquisa de campo em uma equação de regressão polinomial de forma a representar matematicamente o relacionamento entre os aspectos, objetivando a elaboração de um modelo quantitativo estatístico do usuário (seção III.1.2) em relação à sua satisfação e às suas necessidades pessoais e profissionais.
- Elaborar uma taxionomia para tarefa de usuários e para as atividades que compõem cada tarefa, objetivando a definição de modelos conceituais de usuário (seção III.1.1), principalmente em relação à seqüências de ações requisitadas pelo sistema ao usuário.
- Aprofundar os estudos sobre linguagens de simulação de usuários (seção III.1.2), objetivando o desenvolvimento de um protótipo programável que substitua a presença do usuário real em testes com interfaces (seção II.4.1).
- Aprofundar estudos sobre estações de trabalho automatizadas, objetivando desenvolver um modelo quantitativo ergonômico (seção III.1.2) para hardware e outro para software adequado ao perfil físico e cultural da população, considerando diferenças regionais e as necessidades da área de aplicação.
- Desenvolver métodos e ferramentas automatizadas que facilitem o uso e disseminação das técnicas de modelagem do usuário (seção III.2), objetivando torná-las uma prática no desenvolvimento de sistemas interativos.
- Realizar experimentos em laboratório que possibilitem observar o comportamento dos usuários (novatos e experientes) ao usarem um sistema interativo (seção III.2.2), objetivando aprimorar tais sistemas, não cometendo os mesmos erros em novos projetos.
- Formar uma equipe composta de projetistas e psicólogos que possam discutir quais são as características que deveriam ser levantadas e medidas para identificação do perfil da comunidade usuária de sistemas interativos (seção II.1), com o objetivo de elaborar uma bateria de testes psicotécnicos que seria aplicada em caso de necessidade (sistemas muito caros, ou que sejam destinados a um grande número de pessoas, etc.) ou conforme o desejo do fabricante.
- Aprofundar os estudos sobre a interação analista-usuário (seção II.2), objetivando o desenvolvimento de métodos que identifiquem e descrevam a funcionalidade necessária em sistemas interativos.

# Referências Bibliográficas

- [1] ROCHA, A.R.C. Um Modelo para Avaliação da Qualidade de Especificações. Tese de Doutorado - Dep. de Informática - PUC/RJ, Junho/1983.
- [2] SHNEIDERMAN, Ben Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison-Wesley Publishing Company. USA/1987.
- [3] VENDA, V. e LÓMOV, B. La Interrelación Hombre-Máquina en los Sistemas de Información. Editorial Progreso, URSS/1983.
- [4] FAIRLEY, Richard Software Engineering Concepts. McGraw-Hill Book Company, New York/1985.
- [5] SOUZA, J.M. e ROCHA, A.R.C. 'TABA: uma Estação de Trabalho para Engenheiro de Software'. Relatório Técnico da COPPE Sistemas/UFRJ ES-a45/1988.
- [6] GAINES, Brian R. e SHAW, Mildred L. G. 'From Timesharing to the sixth generation: The development of human-computer interaction'. Int. J. Man-Machine Studies No. 24, 1986
- [7] BON, Ana C. 'Ferramentas para Edição de Texto em um Ambiente Operacional Amigável'. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ 1988.
- [8] STAHAL, Marimar M. 'Avaliação da Qualidade de Software Educacional'. Relatório Técnico do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação COPPE/UFRJ, junho/1988.
- [9] FERREIRA, R. L. e ROCHA, A. R. C. 'A influência da Natureza da Aplicação na Qualidade de Software'. Relatório Técnico da COPPE Sistema/UFRJ 1987.
- [10] CIEE - Dicionário das profissões Volume II, SP/1981.
- [11] MELLO, H.B. 'Software Amigável - o desafio de hoje'. Cobra Computadores e Sistemas Brasileiros RJ/1988.
- [12] MUNÍPOV V. e ZÍNCHENKO V. Fundamentos de Ergonomia. Editorial Progreso URSS/1985.

- [13] GARDINER, Margaret M. e CHRISTIE, Bruce Applying Cognitive Psychology to user-interface Design. John Wiley & Sons - New York em 1987.
- [14] APPLE COMPUTER, Inc. Apple Human Interface Guidelines. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 1987.
- [15] HECKEL, Paul, 'The Elements of Friendly Software Design'. Warner Books, New York/1982.
- [16] MAIDANTCHIK, C.L.L. 'Estudo da Viabilidade de uma Ferramenta de apoio a especificação de sistemas utilizando o Método Análise Essencial' Projeto de final de curso - NCE/UFRJ - Maio de 1989.
- [17] MAUCHLY, J. W. Preparation of Problems for EDVAC - type machines. Editora B. Randell Berlin/1973
- [18] SHACKEL, B. Ergonomic for a Computer?. Design, n.120. New York/1959.
- [19] IBM, 'Proceeding IBM Scientific Computing Symposium Man-Machine Communication'. White Plains, New York/1966.
- [20] MARTIN, J. Design of Man-Computer Dialogues. New Jersey, USA/1973.
- [21] SIME, M. E. , GREEN, T. R. e GUEST, D. J. 'Psychological evaluation of two conditional constructions used in computer languages' International Journal of Man-Machine Studies, n.5, 1973.
- [22] WALTHER, G. H. e O'NEIL H. F. 'On line user-computer interface' Proceedings of the National Computer Conference n.43, New Jersey/1974.
- [23] WILLIGES, Robert C. 'The use of models in Human-Computer Interface Design' Ergonomics, Vol 30 n. 3. 1987.
- [24] GOULD J.D. e LEWIS, C. 'Designing for usability: Key principles and what designer think'. Communication of the ACM, n.28, 1985.
- [25] FOLEY, James D., WALLACE, Victor L., CHAN, Peggy 'The Human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques'. IEEE CG&A nov/1984.
- [26] ISAACS G. 'Text Screen Design for Computer-Assisted Learning' British Journal of Educational Technology. 18(1) Janeiro/1987.
- [27] GALITZ, W.O. Técnicas de Formatação de Tela. Editora Campus, RJ/1988.
- [28] LEAVITT, Haroldo J. Psicologia para Administradores. Editora Cultrix Ltda. 1972.
- [29] SLB - Relatório Avaliação de Perfil para Diretor e Assessor Comercial para Empresas Comerciais. Empresa de Consultoria SLB do RJ/1989.

- [30] PETROBRÁS, 'Relatório para Determinação de Objetivos' SEPROD, Rio de Janeiro, 1989.
- [31] BENNETT, J.L. 'The commercial impact of usability in interactive systems' Infotech State of the Art Report on Man/Computer Communication Maidenhead, Berks: Infotech International Ltda - 1979.
- [32] CARROLL J.M, e ROSSON M.B. Usability specifications as a tool in interactive development H.R.Hartson, Advances in Human-Computer Interaction. Norwood, Ablex Publishing, New York/1984.
- [33] GOOD, M., SPINE, T., WHETESIDE, J. e GEORGE, P. 'User-derived impact analysis as a tool for usability engineering' Proceedings of CHI'86 Human Factors in Computing Systems, ACM New York 1986.
- [34] GOODWIN, N.C. 'Cursor positioning on an electronic display using lightpen, lightgun, ou keyboard for three basic tasks. Human factors n.17, 1975.
- [35] MALT, L.G. Keyboard design for the electronic era. Pira-Developments in Data Capture and Photocomposition - 1977.
- [36] MASSINGIL, D.P., GORDAN, M.E. e HENRY, A.G. 'Studies in typewrites modification II' Journal of Applied Psychology, n.60, 1985.
- [37] MICHAELS, S.E. 'QWERTY versus alphabetic Keyboards as a function of typing skills'. Human Factors n.13, 1971.
- [38] WHITFIELD, A. 'Pointing as an input technique for human-computer interactions' Proceedings of an IEEE Colloquium on Future Input Techniques for Man-Machine Interaction, Digest n.42 - 1983.
- [39] RITCHIE, G. J. e TURNER, J.A. 'Input devices for interactive graphics' International journal of Man-Machine Studies n.7, 1975.
- [40] MEIRELLES, F. S., Informática: novas aplicações com microcomputadores. McGraw-Hill, São Paulo/1988.
- [41] KARAT, J., MCDONALD, J.E. e ANDERSON, M. 'A comparison of selection techniques: touch panel, mouse, keyboard'. B. Schackel (ed) Interact'84 First IFIP Conference on Human Computer Interaction, Amsterdam IFIP, North-Holland, 1984.
- [42] HALLER, R., MUTSCHLER, H. e VOSS, M. 'Comparison of input devices for correction of typing errors in office systems'. B. Schackel (ed) Interact'84 First IFIP Conference on Human Computer Interaction. Amsterdam/1984.
- [43] BRAUNSTEIN, e ANDERSON, J.R. 'Aquisition of cognitive skill' Psychological Review, 89, 1982.

- [44] GREEN, T.R.G., PAYNE, S.J., GILMORE, D.J. e MEPHAM, M. 'Predicting expert slips'. B. Schackel (ed) *Interact'84. First IFIP Conference on Human Computer Interaction. Amsterdam/1984*
- [45] PECKHAM, J. 'Automatic speech recognition: a solution in search of a problem? Proceedings of the User Interface'. *The Ergonomics of Interactive Computing. Leicester Polytechnic, UK/1983.*
- [46] SCHOFIELD, D. 'Interaction using speech'. Bevan and D. Murray (eds). *Infotech State of the Art Report 13: Man-Machine Integration. London/1985.*
- [47] ASKWALL, S. 'Computer supported reading versus reading text on paper: A comparison of two reading situations'. *International Journal of Man-Machine Studies* n.22 (425-439), 1985.
- [48] MARSHALL, C.J. 'The intellegibility of synthetic speech for machine to man communication'. *Unpublished dissertation. Loughborough University/1982.*
- [49] LAMB, M. e BUCKLEY, V. 'New techniques for gesture - Based dialogue'. B. Schackel (ed) *Interact' 84. First IFIP Conference on Human Computer Interaction. Amsterdam/1984.*
- [50] BORK, A. 'The Computer assisted learning'. *CAL' 83 Conference held at Bristol University/1983.*
- [51] MARSHALL, C.J. 'More bite for mailbox user'. N. Bevan e D. Murray (eds) *Infotech State of the Art Report 13: Man-Machine Integration. London/1985.*
- [52] DÍPOLITTO, Claudio 'Prototipagem - Desenvolvimento Exploratório de Software'. *Relatório Técnico do Programa de Engenharia de Sistemas COPPE/UFRJ/1989.*
- [53] FLOYD, Christiane 'A Systematic Look at Prototyping' *Approaches to Prototyping Springer-Verlag, 1984.*
- [54] ALAVI, Maryam 'An Assessment of the Prototyping Approach to Information Systems Development' *Comm. of the ACM 27,6, Jun/1984.*
- [55] BOAR, Bernard H. *Application Prototyping. John Wiley & Sons, 1984.*
- [56] YOUNG, R. M., GREEN, T. R. G. e SIMON, Tony, 'Programmable User Models for Predictive Evaluation of Interface Designs'. *Human Factors in Computing Systems, ACM press CHI89 - Texas.*
- [57] RUNCIMAN, C. e HAMMOND, N.V., *User programs: A way to match computer systems and human cognition.. M. D. Harrison & A. F. Monk (Eds) People and computers: designing for Usability, Cambridge University Press, 1986.*

- [58] STAHL, Marimar M. 'Interface com o Usuário no Software Educacional'. Relatório Técnico da COPPE/UFRJ - setembro/1988.
- [59] WASSERMAN, A.I., PERCHER, P.A., SHEWNAKE, D.T. e KERSTEN, M.L. 'Developing Interactive Information Systems with the User Software Engineering Methodology. IEEE vol-SE.12 No. 2 pags 326-345 fevereiro/1986.
- [60] BONNEY, M.C. e CASE, K. 'The development to SAMMIE for computer aided work place and work task design. Proceedings of the 6th Congress of International Ergonomics Association em 1976.
- [61] MACDANIEL, J.W., 'Computerized Biomechanical Man model' Proceedings of the 6th Congress of the International Ergonomics Association (University of Maryland: College Park, Maryland) 1976.
- [62] LEWIS, J.L., 'Operator station design system: A computer-aided design approach to work station layout'. Proceedings of the 23th Annual Meeting of the Human Factors Society: Santa Monica, California, 1979.
- [63] LANE, N.E., STRIEB, M.I., GLENN, F.A. and WHERRY, R.J. The human operator simulator: An overview. Manned System Design: Methods, Equipment and Applications. Edited by J. Moraal and K-F. Kraiss)- New York, 1981.
- [64] CHUBB, G.P., SAINT a digital simulation language for the study of manned systems. Manned System Design: Methods, Equipment and Applications. Edited by J. Moraal and K.F. Kraiss New York, 1981.
- [65] TULLIS, T.J., 'Designing a menu-based interface to an operating system'. Proceedings of CHI'85 Human Factors in Computing Systems ACM New York 1985.
- [66] FOLLEY, L.J. and WILLIGES, R. C. User models of editing command selection. Human-computer Dialogue Design. Edited by R.W. Ehrich and R.C. Williges Amsterdam, 1986.
- [67] HAYES, B.C. and WILLIGES, R.C., 'Defining search strategies in information retrieval'. Proceedings of the 1986 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. IEEE New York, 1986.
- [68] FELICIANO, A.N., FURLAN, J.D., e HIGA, W. Engenharia da Informação: Metodologia, Técnicas e Ferramentas. Ed. McGraw-Hill SP/1988.
- [69] MCMENAMEN, S.M. e PALMER, J.F. Essential Systems Analyses. Yourdon Press, New York em 1984.

- [70] WASSERMAN, A.I., PERCHER, P.A. e KERSTEN, M.L. 'Developing Interactive Information Systems with the User Software Engineering Methodology' IEEE vol.SE.12 no. 2 pp. 326-345 Fevereiro/86.
- [71] SMITH, J.M. e SMITH D.C. 'Conceptual database design'. Software Design Techniques 4th ed. CA:IEEE Comput Soc. 1983.
- [72] CHEN, P.P.S. 'The entity-relationships model'. Trans. Database System vol.1 no. 1, Março/76.
- [73] LUNDEBERG, M., GOLDKUHL, G., and NILSSON, A. 'Information System Development - A Systematic Approach'. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall International, 1981.
- [74] GANE, C. and SARSON, T., 'Structured Systems Analysis'. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1979
- [75] LEVESON, N.G., WASSERMAN, A.I. and BERRY, D.M., 'BASIS: A behavioral approach to the specification of information systems'. In forma System vol. 8, no. 1, 1983.
- [76] SANTOS, Carlos L.N. 'Atributos de Qualidade de uma interface com o Usuário'. Relatório Técnico da COPPE - Sistemas UFRJ/1988.
- [77] MAADS, Jon A. 'Defining the Ergonomic Buzzwords'. ACM O-89791-120-2/83/010/0116 1983.
- [78] FRIED, Louis 'Nine principles for ergonomic software'. Datamation. Barrington, IL, Technical Publ. n.28(12), Novembro/1982.
- [79] Vidal, Mario, 'Ergonomia'. Monografia da COPPE Engenharia de Produção.
- [80] Vidal, Mario, 'Ergonomia'. Monografia da COPPE Engenharia de Produção.
- [81] MILLER, G.A. 'Trends and Debates in Cognitive Psychology'. Cognition n.10, 1981.
- [82] SMITH, S.L., MOSIER, J.N., 'Design Guidelines for the User Interface for Computer-Based Information System'. MITRE Corporation, Bedford, setembro/1984.
- [83] LOCKHEED, Missiles and Space Company, 'Human Factors Review of Electric Power Dispatch Control Centers'. Vol.2, 1981.
- [84] CAMPBELL, R., LYNCH, G. e WRIGHT, P. 'Experience with Contextual Field Research'. Human Factors in Computing Systems, ACM press CHI89 - Texas.
- [85] SAVADOVSKY, Pedro 'Introdução ao Projeto de Interfaces em Linguagem Natural'. SID Informática, Seminário sobre Novas Tecnologias da Informação (NPQ) junho/1988.

- [86] WERNECK, V.M. 'Relatório do Grupo de Aplicação'. Trabalho não publicado COPPE/1988.
- [87] FERREIRA, R.L. 'A Relação entre a Natureza da Aplicação e os Fatores de Qualidade de Software'. Tese de Mestrado, Inst. Militar de Engenharia RJ/1987.
- [88] EATON, J. e SMITHERS, J., Tecnologia da Informação: um guia para empresas, gerentes e administradores. Editora Campus, RJ/1984.
- [89] LAUTERBACK, R. e FREY, K. 'Educational software: review and outlook'. Prospects XVII (3), 1987.
- [90] NIEVERGELT, J. A. 'Pragmatic Introduction to Courseware' Design Computer (3), setembro/1980.
- [91] SEWELL, D.F. e ROTHERAY, D. R. 'The Application of Computers in Education'. Prospects XVII (3), 1987.
- [92] SPIEGEL, M.R., Probabilidade e Estatística. Coleção Schaum. Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda. - 1978.
- [93] DIAS, D. S., O Sistema de Informação e a Empresa. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1985.
- [94] IVES, B., OLSON, M. H., e BAROUDI, J. J., 'The Measurement of User Information Satisfaction'. Communication of the ACM. Vol. 26 Num. 10 Outubro/1983.
- [95] IGERSCHEIM, R. H., 'Management response to an information system'. AFIPS Conference Proceedings National Computer Conference, 1976.
- [96] LUCAS, H.C., Jr. Why Information Systems Fail. Columbia University Press, New York/1975.
- [97] SWANSON, E.B., 'Management information systems: appreciation and involvement'. Manager. Sci.21, 1974.
- [98] GALLAGHER, C. A. 'Perceptions of the value of a Management Information System'. Acad. Manage. J.17.1 (1974).
- [99] JENKINS, A.M. and RICKETTS, J.A. 'Development of an instrument to measure user information satisfaction with management information systems'. Unpublished working paper. Indiana University. Bloomington. Nov/1979.
- [100] JUGNET, Philippe, 'Exemplo prático de aplicação da Metodologia orientada a objetos', XX Congresso Nacional de Informática, 1987.



- [101] COBRA, E.B. Computadores, 'Especificação de requisitos de software da SHELL/SOX'. Sefer, DSO, 1987.
- [102] PETROBRÁS, 'Relatórios de Software do SEMICRO - DBase' vol. 1 a 40.
- [103] PETROBRÁS, 'Relatórios de Software do SEMICRO - Open Access' vol. 1 a 40.
- [104] PETROBRÁS, 'Manual de Operação Carta Certa 3'. Convergente.
- [105] HARVEY, Brian Computer Science Logo Style. MIT Press Cambridge - Massachusetts, Volume 1, 1982.

## Apêndice A: Diretrizes para Projetos de Interfaces.

### 1. Diretrizes para amostragem de dados

#### a. Consistência na amostragem de dados .

Durante o projeto terminologias, abreviações, formatações, etc. , devem ser padronizadas e controladas. Utilizar, para isto, um dicionário com estes itens. Ser consistente também nas rotulações e convenções gráficas. Usar formatos consistentes para cabeçalho, rodapés, paginação, menus, etc.

#### b. Assimilação eficiente da informação pelo usuário.

Neste caso, deve-se usar uma formatação familiar ao usuário e que também se relacione com as tarefas a serem executadas e com os dados requisitados pelo sistema. Para este fim, usar regras para simplificar colunas de dados, justificar pela esquerda dados alfanuméricos e pela direita os inteiros, alinhar os pontos decimais, adequar o espaçamento, criar rótulos compreensivos e usar apropriadamente valores codificados. Apresentar valores digitais somente quando o conhecimento de valores numéricos é realmente necessário e útil. Somente apresentar dados que ajudem ao usuário. Apresentar informações graficamente quando apropriado, usar marcadores de escala, comprimento de linhas e outras técnicas que ressaltem a leitura e interpretação de dados alfanuméricos.

#### c. Exigência mínima pela memória do usuário.

Não utilizar informações de uma tela em outra, organizar as tarefas de forma que seu término ocorra ao fim de poucas interações, minimizando as chances de esquecimento da execução de passos. Fornecer rótulos e formatações usuais aos usuários.

#### d. Compatibilidade da amostragem de dados com a entrada de dados.

O formato da informação amostrada deve ser claramente ligado ao formato de entrada de dados.

**e. Flexibilidade para o controle da amostragem de dados pelo usuário.**

Os usuário devem poder obter as informações da forma mais conveniente para a tarefa em que estão trabalhando. Permitir que o usuário chame uma página por seu número; numerar todas as páginas.

**f. Qualidade do equipamento para a amostragem de dados.**

Usar monitores de alta resolução, fazer sua manutenção periodicamente a fim de fornecer máxima qualidade de amostragem. Projetar a amostragem em formato monocromático, usar espaçamento e adicionar cor onde esta fornecer auxílio ao usuário.

**g. Entrosamento com os usuários.**

Envolver os próprios usuários no desenvolvimento de novas amostragens e procedimentos.

## 2. Diretrizes para apreensão da atenção do usuário.

**a. Intensidade.**

Usar apenas dois níveis.

**b. Marcação**

Sublinhar, enquadrar, usar setas ou indicadores como asterisco, círculos, traços ou um X.

**c. Tamanho**

Usar até quatro tamanhos.

**d. Escolha de tipo de caracter**

Usar até três tipos.

**e. Inversão do vídeo**

Usar vídeo normal ou invertido.

**f. Cintilação**

Usar caracteres piscando ou normais (em 2 - 4 hertz de frequência).

**g. Coloração**

Usar até quatro cores padrões, reservando cores adicionais para serem usadas ocasionalmente.

**h. Sonorização**

Usar sons suaves para respostas positivas e usuais, e sons estridentes para situações de emergência.

### 3. Diretrizes para *Entrada de Dados*.

**a. Consistência nas ações de entrada de dados.**

Seqüências similares de ações em todas as circunstâncias, demilitadores e abreviações similares, etc.

**b. Minimizar os dados requisitados pelo sistema.**

Substituir a digitação de uma comprida cadeia de caracteres por apenas um toque na tecla chave ou de caneta luminosa ou por pressão na tela. O ato de selecionar dentre uma lista de escolhas elimina a necessidade de memorização, estrutura a tarefa de tomada de decisão e elimina a possibilidade de erros de tipografia.

**c. Minimizar a sobrecarga da memória de usuário.**

Reduzir a necessidade do usuário recordar longas listas de códigos e cadeias de comandos sintaticamente complexas.

**d. Compatibilizar a entrada de dados com a amostragem dos dados.**

O formato das informações de entrada de dados deve ser estritamente ligado ao formato das informações amostradas.

**e. Flexibilidade para o usuário controlar a entrada de dados.**

Usuários experientes podem preferir entrar com as informações em uma seqüência que possam controlar. Em algumas ocasiões em um ambiente de controle aéreo, por exemplo, a hora de chegada é a principal campo para um controlador, em outras ocasiões, a altitude é primordial. Esta flexibilidade deve ser usada cautelosamente, pois vai contra o princípio da consistência.

#### 4. Diretrizes para elaboração de mensagens de erro.

**a. Seja tão preciso e específico quanto possível.**

Aumentar a atenção na planificação de mensagens, consultar escritores técnicos ou editores sobre a escolha das palavras e da linguagem para aumentar a clareza e a consistência.

**b. Seja construtivo, indicar os passos necessários a cumprir.**

Dar o controle ao usuário e informações suficientes para que possam agir. Ao invés de 'comando incorreto', tentar 'comandos permitidos: SALVAR, CARREGAR OU EXPLICAR'.

**c. Usar tom positivo, evitando fazer condenações.**

Reduzir ou eliminar termos como ILEGAL, INVÁLIDO, ERRO. Por exemplo usar em vez de 'SENHA ILEGAL' 'SUA SENHA NÃO CONFERE, TENDE DE NOVO'.

d. Usar uma linguagem direcionada para o usuário.

Evitar frases vagas como 'ERRO DE SINTAXE' ou códigos internos obscuros. Usar nomes de variáveis e conceitos conhecidos pelos usuários, ao invés de 'DADOS INVÁLIDOS', tentar 'Tamanho do intervalo entre 5 e 16'.

e. Considerar múltiplos níveis de mensagens.

f. Manter o estilo gramatical, a terminologia e as abreviações consistentes.

g. Manter a formatação visual e posicionamento consistentes.

Usar uma formatação simples, consistente e compreensível. Evitar códigos numéricos longos, mnemônicos obscuros e amostragens amontoadas.

## 5. Diretrizes para Desenvolvimento de Mensagens.

a. Estabelecer um grupo de controle de qualidade de mensagens.

As mensagens devem ser aprovadas por um comitê de controle de qualidade onde participem programadores, usuários e especialistas em fatores humanos. As mudanças e acréscimos devem ser monitorados e registrados.

b. Incluir mensagens na fase de projeto.

c. Colocar todas as mensagens em um arquivo.

d. Rever as mensagens durante o desenvolvimento.

e. Tentar eliminar a necessidade de mensagens.

f. Executar testes de aceitação.

As mensagens do sistema devem ser sujeitas a um teste de aceitação pela comunidade usuária apropriada para determinar se estas são compreensíveis. Os testes podem variar de uma experiência rigorosa em situações reais (para sistemas de alto risco ou

de alta confiabilidade) ou de uma leitura informal e revisão por usuários interessados (para sistemas pessoais ou aplicações de baixo risco).

g. Armazenar dados sobre a frequência de cada mensagem.

Dados sobre a frequência devem ser coletados para cada condição de erro em um banco de dados. Se possível, cada comando do usuário deve ser guardado para um estudo mais detalhado. Saber onde os usuários sentem dificuldades possibilita a revisão da mensagem, melhorias no treinamento, modificações no manual ou mudanças no sistema. A taxa de erros para cada mil comandos pode ser usada como medida de qualidade do sistema e uma estimativa de como os melhoramentos afetam o desempenho do usuário. Uma opção de contabilidade de erros é útil tanto para sistemas internos quanto para servir como propaganda para produtos de software.

## 6. Diretrizes para projetos de Abreviação.

a. **Truncamento simples.**

Usar a primeira, segunda ou terceira letras de cada comando. Esta estratégia requer que cada comando seja diferenciável pela cadeia de caracteres iniciais. As abreviações podem ser todas do mesmo tamanho ou não.

b. **Truncamento simples com retirada de vogal.**

Eliminar as vogais e usar algumas letras das que restaram. Se a primeira letra for uma vogal, pode ou não ser conservada. H, Y e W podem ou não ser consideradas como vogais.

c. **Primeira e última letra.**

A primeira e a última letra são altamente evidentes. Usá-las sempre que possível, como por exemplo o ST para SORT.

d. **A primeira letra de cada palavra em uma frase.**

Esta técnica popular adequa-se frequentemente com um plano de projeto hierárquico.

**e. Abreviações padrões de outros contextos.**

Usar abreviações familiares tais como QTY para QUANTITY, XTALK para CROSS-TALK, PRT para PRINTE ou BAK para BACKUP.

**f. Fonética.**

Focalizar a atenção para o som emitido, como por exemplo EXEC para 'execute'.

**g. Colisão.**

Uma regra primária simples deve ser usada para gerar abreviações para a maioria dos itens, e uma regra secundária também simples usada para aqueles itens onde há colisões.

**h. Indicar abreviações geradas por regras secundárias.**

A abreviação gerada pela regra secundária deve possuir um indicador (por exemplo um asterisco) incorporado nela.

**i. Restringir o uso de regras secundárias.**

O número de palavras abreviadas pela regra secundária deve ser o menor possível.

**j. Explicitar a regra usada para a abreviação.**

Os usuários devem ser informados das regras usadas para gerar as abreviações.

**l. Truncamento.**

O truncamento é uma regra fácil de ser usada, mas pode produzir um grande número de colisões.

**m. Tamanho fixo.**

São preferíveis as abreviações de tamanho fixo do que as de tamanho variável.



## n. Eliminar terminações.

As abreviações não devem ser formadas de modo a incorporarem terminações (MENTE, ADO, S).

## o. Evitar abreviações em mensagens.

A menos que haja um sério problema de espaço, não se deve usar abreviações em mensagens.

# 7. Diretrizes para projetos de diálogos.

## a. Consistência.

Seqüências consistentes de ações devem ser mantidas em situações similares, deve-se usar terminologia idêntica nos sinais de pronto ('prompt'), nos menus e nas telas de ajuda. Comandos consistentes devem ser empregados em todas as partes, exceções como a não ecoação da senha ou a não abreviação do comando DELETE devem ser compreensíveis e limitadas em número.

## b. Possibilitar o uso de atalhos.

Conforme aumenta a freqüência de uso aumenta o desejo do usuário reduzir o número de interações e de aumentar a velocidade de interação. Abreviações, teclas especiais, comando ocultos e facilidade com comandos macro são apreciadas por usuários freqüentes.

## c. Oferecer realimentação informativa.

Toda ação do sistema deve providenciar uma realimentação para o usuário. A realimentação informativa ao término de um grupo de ações dá ao usuário a satisfação da realização e uma indicação de que o caminho está livre para a preparação do próximo grupo de ações.

**d. Diálogos projetados para finalizar.**

Seqüências de ações devem ser organizadas em grupos com um começo, meio e fim.

**e. Oferecer tratamento de erros simplificados.**

Tanto quanto possível, o projeto do sistema deve ser tal que o usuário não possa cometer erros graves. No caso de erro, providenciar que o sistema detecte-o o mais breve possível e ofereça mecanismos simples e compreensivos para o tratamento e recuperação do erro. O usuário não deve ter que redigitar o comando inteiro, mas somente reparar a parte errada. Comandos errados ou devem deixar o sistema num estado inalterado ou dar instruções sobre a restauração do sistema.

**f. Permitir uma fácil reversão das ações.**

Tanto quanto possível as ações devem ser reversíveis. As unidades de reversibilidade podem ser uma ação simples, uma entrada de dados ou um grupo completo de ações.

**g. Suportar a localização interna de controle.**

Usuários experientes desejam fortemente sentir que são responsáveis pelo sistema e que este responde a suas ações. Ações surpreendentes do sistema, seqüências tediosas de entrada de dados, incapacidade ou dificuldade de obter informações necessárias e a inability para produzir a ação que desejam geram ansiedade e insatisfação.

**h. Reduzir o armazenamento na memória de curto prazo.**

A limitação do processo de informação humana na memória de curto prazo requer que as informações sejam simples, que seja reduzida a movimentação freqüente de janelas, tempo de treinamento para códigos, mnemônicos e seqüências de ações. Acesso 'on-line' para consultar a sintaxe dos comandos, abreviações, códigos e outras informações.

**8. Diretrizes para projetos gráficos e formatação de menus.**

#### a. Títulos.

Algumas pessoas preferem títulos centrados mas a justificação pela esquerda é aceitável, especialmente com velocidade de amostragem baixa.

#### b. Colocação dos itens.

Os itens são tipicamente justificados a esquerda, com o número ou letra do item precedendo a descrição do mesmo. Linhas em branco podem ser usadas para separar grupos significativos de itens. No caso de utilização de múltiplas colunas, um padrão consistente de numeração ou marcação com letras deve ser usado.

#### c. Instruções.

As instruções devem ser idênticas em cada menu e devem ser colocadas na mesma posição. Isto inclui as instruções de prosseguimento, de ajuda ou de utilização de teclas de funções.

#### d. Mensagem de erro.

Se o usuário faz uma escolha inaceitável uma mensagem deve aparecer em um lugar consistente e fixo.

#### e. Relatório de estado.

Indicar qual a parte da estrutura do menu que está sendo utilizada, qual a página da estrutura está sendo mostrada ou quais itens devem ser escolhidos para completar uma tarefa. Estas informações devem estar em lugar consistente.

## 9. Diretrizes para projetos de Menus de Seleção.

#### a. Organização

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

**b. Posição**

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

**c. Nomeação**

Ao descer em uma estrutura em árvore, transformar os itens em títulos.

**d. Agrupar itens**

Fazer agrupamentos e seqüências significativos de itens em um menu.

**e. Formação de itens**

Itens devem ser breves e consistentes no estilo gramatical.

**f. Controle pelo usuário**

Permitir atalhos como 'type-ahead' e 'jump-ahead' (digitações e saltos adiantados). Permitir saltos para menus anteriores ou para o menu principal.

**g. Consistência**

Usar formatos e terminologias consistentes.

**h. Novidade de periféricos**

Levar em consideração novos mecanismos de seleção e novos periféricos.

**i. Velocidade da interação**

Levar em consideração os impactos dos tempos de resposta e da velocidade de amostragem.

**j. Capacidade da tela**

Levar em consideração o tamanho da tela.

**l. Auxiliar o usuário**

Oferecer facilidades de ajuda ao usuário.

**10. Diretrizes para Linguagem dos itens do menu.****a. Utilizar uma terminologia familiar e consistente.**

Selecionar cuidadosamente a terminologia que seja familiar à comunidade de usuários e manter uma lista com estes termos para facilitar sua utilização consistentemente.

**b. Assegurar que os itens sejam distintos entre si.**

Cada item deve ser claramente distinguível dos demais.

**c. Usar linguagem consistente e concisa.****d. Colocar as palavras chaves à esquerda.**

Escrever os itens do menu de forma que a primeira palavra ajude o usuário a reconhecer e identificar o item. Se a primeira palavra não é relevante, usuários precipitados podem prosseguir para o próximo item.

**11. Diretrizes para projetos de formulários ('fill-in').****a. Títulos significativos.**

Identificar o tópico, evitando terminologia computacional.

**b. Instruções compreensíveis.**

Usar terminologia familiar e compacta, ter telas de ajuda para usuários novatos. A palavra 'digite' deve ser usada para entrada de informações, como por exemplo: 'Digite o endereço' ou simplesmente 'Endereço'. A palavra 'pressione' ou 'tecle' deve ser usada para identificar teclas especiais (TAB, ENTER), movimentos de cursor e teclas de funções programadas (PFK, CTRL K). Evitar o uso de pronomes ou referências ao usuário ('Você deve...' ou 'O usuário deve...'). Não usar a palavra ENTRE em instruções, pois ela é associada a uma tecla. Uma vez desenvolvido um estilo de gramática para as instruções, aplicá-lo consistentemente.

**c. Agrupamento lógico e seqüência dos campos.**

Campos relacionados entre si devem ficar adjacentes e alinhados, com espaços em branco para as separações entre grupos. O seqüenciamento deve refletir padrões comuns ( cidade, estado, CEP).

**d. Formato dos formulários visualmente atrativo.**

É preferível uma distribuição uniforme de campos na tela do que a super-utilização de uma parte e sub-utilização de outras. O alinhamento cria uma sensação de ordem e compreensibilidade. Para que o usuário se concentre mais nos campos de entrada do que nos rótulos, justifica-se que estes sejam alinhados à direita.

**e. Rótulos familiares.**

Procurar usar termos comuns, como 'endereço' ao invés de 'domicílio'.

**f. Terminologias e abreviações consistentes.**

Preparar uma lista de termos e abreviações aceitáveis e restringir-se a esta lista, fazendo adiões somente após cuidadosas considerações.

**g. Espaço e limite dos campos de entrada de dados visíveis.**

Informar ao usuário o número de caracteres requisitados usando travessões de sublinhado ('underscore'). Desta forma o usuário saberá quando for necessário fazer abreviações ou outros arranjos.

#### **h. Movimento de cursor cómodo e rápido.**

Usar mecanismos visuais simples para movimentar o cursor de um campo para outro, tais como a tecla TAB ou as setas de movimentação de cursor.

#### **i. Correção de erros para caracteres e para campos inteiros.**

Uma tecla de retrocesso ('back-space') e a sobreposição de caracteres na digitação ('overtyping') devem ser permitidos para facilitar correções ou mudanças nos campos.

#### **j. Mensagens de erro para valores inaceitáveis.**

A mensagem de erro deve indicar os valores permitidos para o campo, como por exemplo: se o código postal é digitado como 28k21 ou 2380, a mensagem deve indicar que 'o código postal deve ter cinco dígitos'.

#### **l. Campos opcionais devem ser explicitados.**

A palavra 'opcional' deve estar visível em campos facultativos. Campos opcionais devem suceder os campos obrigatórios quando possível, sem quebrar o seqüenciamento lógico.

#### **m. Mensagens explicativas para os campos.**

Sempre que o cursor estiver localizado em um campo fornecer informações explicativas sobre este campo ou seus valores. Estas informações devem aparecer em uma posição padronizada, tal como uma janela no pé da tela.

#### **n. Sinal de conclusão.**

Deve ficar claro para o usuário o que fazer quando terminar de preencher o campo. Geralmente o projetista deve evitar a conclusão automática quando o último campo for preenchido, pois o usuário pode querer voltar atrás e rever ou alterar alguns campos.

## 12. Diretrizes para projetos de Linguagens de Comandos.

- a. Criar um modelo de objetos e ações explícito.
- b. Escolher nomes significativos, específicos e distinguíveis.
- c. Tentar usar uma estrutura hierárquica.
- d. Fornecer uma estrutura consistente (hierarquia, ordem dos argumentos, ação-objeto).
- e. Utilizar regras de abreviação consistentes, preferir truncamento a uma só letra.
- f. Oferecer a possibilidade de criação de macros.
- g. Considerar a velocidade do 'display' em menus de comandos.
- h. Limitar o número de comandos e as formas de executar uma tarefa.



## Apêndice B: Questionário.

## QUESTIONÁRIO PARA ANÁLISE DE SISTEMAS INTERATIVOS


A finalidade deste questionário é classificar em grau de importância as características de um sistema interativo homem-computador por área de aplicação, visando um retorno de benefício para satisfação dos usuários. É também do nosso interesse, em função das características definidas, avaliar os sistemas que estão sendo utilizados nestas áreas.

Sua contribuição será muito útil e consiste em nos fornecer sua opinião e experiência para podermos dar subsídios aos projetistas de sistemas interativos, identificando quais das características propostas merecem seus maiores esforços em termos de pesquisa, tempo de especificação, de implementação, etc. Gostaríamos também de solicitar a sua contribuição para avaliar até três softwares que você utiliza em seu trabalho.

Precisamos ressaltar que, ao responder este questionário, sua colocação deve ser a de um usuário final, mesmo que você seja projetista de software.

Você e sua empresa poderão ter acesso ao resultado e análise desta pesquisa, pois esta fará parte de uma Tese de Mestrado em andamento na COPPE/UF RJ, com previsão de término para março de 1990.

Grata por sua colaboração.



Rita de Cássia Oliveira Estevam

## 1) ÁREA DE APLICAÇÃO:

- (...) Desenvolvimento de Software
- (...) Administrativa
- (...) Educação
- (...) Outras (especifique:.....)

## 2) CARGO NA EMPRESA:.....

3) Especifique até três sistemas que você utiliza na área de aplicação indicada no item 1 e que deverão ser avaliados nas colunas A, B, e C do quadro 6, conforme as instruções do item 5.b.

Sistema A:.....

Funções principais:

Sistema B:.....

Funções principais:

Sistema C:.....

Funções principais:

5) PREENCHER O QUADRO DE CARACTERÍSTICAS, CONFORME AS INSTRUÇÕES:

5.a - Na primeira coluna (PRIORIDADE), dê valores de 0 a 10 para as características descritas para satisfazer da melhor forma possível suas necessidades profissionais e pessoais. Procure usar cada valor no máximo três vezes para os 24 itens do quadro 6. Recorde-se do que o faz feliz ou frustado no uso de sistemas computadorizados.

5.b - Nas colunas A, B, e C, avalie o (s) sistema (s) que você especificou no item 4, com base no seguinte esquema:

- |    |               |   |
|----|---------------|---|
| O  | (ótimo):      | quando o sistema satisfaz plenamente a condição.      |
| B  | (bom):        | quando o sistema satisfaz razoavelmente a condição.   |
| D  | (deficiente): | quando o sistema satisfaz deficientemente a condição. |
| I  | (ignora):     | quando o sistema não satisfaz (ignora) a condição.    |
| NS | (não sei):    | quando não tiver meios de avaliar a condição.         |

**OBS:** acrescente no final da lista outras características que você achar necessárias a sua área de aplicação, avaliando-as como as demais.

6) QUADRO DAS CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA INTERATIVO.

O SISTEMA COMO UM TODO....	PRIOR.	.A.	.B.	.C.
Realiza as funções necessárias, em quantidade e qualidade, para atender sua necessidades. (FUNCIONALIDADE)				
Apresenta uma boa relação custo/benefício, considerar recursos monetários, computacionais e humanos. (RENTABILIDADE)				
Fornecer respostas rápidas. (RAPIDEZ)				
Garante a proteção e segurança ao acesso das informações, tanto as do usuário quanto as do sistema. (INTEGRIDADE)				
É eficiente no tratamento de erros, oferecendo diagnósticos claros, evitando propagação dos erros, auxiliando na recuperação, etc. (INDULGÊNCIA)				
Fornecer respostas confiáveis. (CONFIABILIDADE)				
Oferece todas as funções propostas e completamente desenvolvidas. (COMPLETEZA)				
Pode ser utilizado em configurações com características diferentes da hardware e software. (PORTABILIDADE)				
Permite modificações e inclusão de funções. (ADAPTABILIDADE)				
Fornecer documentação adequada em manuais, telas de ajuda, etc. (DOCUMENTAÇÃO)				

A INTERFACE (MÓDULO DE INTERAÇÃO)...	PRIOR.	.A.	.B.	.C.
É fácil de aprender. (APRENDIZAGEM)				
É fácil de usar. (USABILIDADE)				
A comunicação é de fácil compreensão (ícones, diálogos, entradas e saídas). (COMUNICABILIDADE)				
Permite o uso de vários níveis de interação, com complexidades diferentes, conforme a experiência do usuário. (MULTIMODALIDADE)				
Oferece Comandos e 'lay-outs' padronizados. (CONSISTÊNCIA)				
Oferece uma comunicação que leva em conta a experiência do usuário em outros sistemas automatizados ou não. (UNIVERSALIDADE)				
Fornece recursos que motivam o seu uso. (MOTIVABILIDADE)				
Fornece estímulos que induzem o usuário a procedimentos automáticos. (CONDICIONALIDADE)				
Permite uma liberdade de ação na seqüência de utilização das funções do sistema. (PERMISSIVIDADE)				
Estimula a criatividade do usuário. (CRIATIVIDADE)				
Exige pouco esforço de memorização (MEMORIZAÇÃO)				
Não provoca incômodos físicos nem psíquicos. (SALUBRIDADE)				
Prende a atenção do usuário. (ATENÇÃO)				

**7) MENCIONE SUSCINTAMENTE OS PROBLEMAS FÍSICOS E PSÍQUICOS QUE VOCÊ SENTE AO TRABALHAR COM COMPUTADOR.**

**8) O QUE O MOTIVA MAIS A USAR UM SISTEMA?**

**9) ORDENE DE 1 a 5 OS ESTILOS DE INTERAÇÃO CONFORME O SEU AGRADO (1 para o que mais lhe agrada e 5 para que menos lhe agrada).**

(...) Linguagem de comandos

(...) Formulários

(...) Menus de seleção

(...) Interação gráfica

(...) Linguagem Natural

## Apêndice C: Tabelas de Frequência para SUSI.

## 1. Tabela com as frequências dos conceitos para a Shell.

Aspectos	O	B	D	I	NS
Funcionalidade	65.2	34.8			
Rentabilidade	8.8	34.8	4.3	4.3	47.8
Rapidez	30.5	60.9	4.3		4.3
Integridade	30.5	56.4	8.8	4.3	
Indulgência	8.8	26.0	65.2		
Confiabilidade	65.2	30.5	4.3		
Compleitude	26.0	60.9	4.3		8.8
Portatibilidade	82.6	17.4			
Adaptabilidade	47.8	43.6	4.3		4.3
Manutenibilidade	21.8	34.8	13.1	4.3	26.0
Documentação	4.3	39.2	52.2		4.3
Aprendizagem	8.6	39.2	52.2		
Usabilidade	13.1	56.4	30.5		
Comunicabilidade	4.3	34.8	52.2	8.6	
Multimodalidade	17.4	52.2	26.0	4.3	
Consistência	39.2	21.7	30.5	8.6	
Universalidade	13.1	21.7	34.8	13.1	17.4
Motivabilidade	39.2	34.8	26.0		4.3
Condicionalidade	17.4	43.6	26.0	8.6	4.3
Permissividade	65.2	30.5	4.3		
Criatividade	70.0	17.4	8.6	4.3	
Memorização	13.1	34.8	39.2	8.6	
Salubridade	30.5	39.5	13.1	8.6	8.6
Atenção	13.1	34.8	21.7	26.0	4.3

2. Tabela com as frequências dos conceitos para o DBase III/plus.

Aspectos	O	B	D	I	NS
Funcionalidade	66.7	33.3			
Rentabilidade	14.3	57.1	4.8		23.8
Rapidez	38.0	52.5	9.5		
Integridade		33.3	42.9	19.0	4.8
Indulgência	4.8	33.3	52.4		9.5
Confiabilidade	57.2	42.8			
Completitude	33.3	57.2	4.8		4.8
Portatidade	14.3	14.3	19.0	4.8	47.6
Adaptabilidade	14.3	52.5	4.8	4.8	23.8
Manutenibilidade	4.8	33.8	38.0		33.3
Documentação	57.2	28.6	9.5		4.8
Aprendizagem	57.2	42.8			
Usabilidade	57.2	42.8			
Comunicabilidade	28.6	61.9	9.5		
Multimodalidade	28.6	33.3	4.8	19.0	14.3
Consistência	28.6	61.9	9.5		
Universalidade	9.5	76.2	9.5		4.8
Motivabilidade	42.8	47.6			9.5
Condicionalidade	23.8	57.2	4.8		14.3
Permissividade	23.8	57.2	4.8		14.3
Criatividade	66.7	23.8	4.8	4.8	
Memorização	19.0	57.2	14.3	4.8	4.8
Salubridade	28.6	38.1	14.3	14.3	4.8
Atenção	47.6	23.8	19.0	4.8	4.8



## 3. Tabela com as frequências dos conceitos para o Open Access.

Aspectos	O	B	D	I	NS
Funcionalidade	77.8	22.2			
Rentabilidade	16.7	27.8			55.5
Rapidez	77.8	22.2			
Integridade	50.0	44.4	5.6		
Indulgência	16.7	66.7	16.7		
Confiabilidade	61.1	38.9			
Completitude	72.2	27.8			
Portatibilidade	22.2	16.7	22.2		38.9
Adaptabilidade	38.9	22.2	5.6	11.2	22.2
Manutenibilidade	16.7	33.3			50.0
Documentação	55.5	38.9	5.6		
Aprendizagem	77.8	22.2			
Usabilidade	72.8	27.8			
Comunicabilidade	66.7	22.2	11.2		
Multimodalidade	44.4	33.3		16.7	5.6
Consistência	61.1	22.2			16.7
Universalidade	16.7	61.1	5.6	5.6	11.2
Motivabilidade	61.1	33.3	5.6		
Condicionalidade	27.8	72.2			
Permissividade	16.7	38.9		5.6	11.2
Criatividade	55.5	38.9	5.6		
Memorização	61.1	38.9			
Salubridade	38.9	33.3	11.2		16.7
Atenção	55.3	38.9	5.6		

## 4. Tabela com as frequências dos conceitos para Carta Certa.

Aspectos	O	B	D	I	NS
Funcionalidade	28.6	71.4			
Rentabilidade	4.8	38.1			57.2
Rapidez	71.4	28.6			
Integridade		28.6	66.7	4.8	
Indulgência	14.3	61.9	23.8		
Confiabilidade	71.4	28.6			
Compleitude	23.8	71.4	4.8		
Portatibilidade	14.3	9.5	9.5	4.8	61.9
Adaptabilidade	14.3	23.8	19.0	9.5	33.3
Manutenibilidade		23.8	9.5		66.7
Documentação	80.9	14.3	4.8		
Aprendizagem	90.5	9.5			
Usabilidade	76.2	23.8			
Comunicabilidade	66.7	33.3			
Multimodalidade	19.0	33.3		29.6	19.0
Consistência	28.6	66.7	4.8		
Universalidade	19.0	76.2			9.5
Motivabilidade	57.2	42.8			
Condicionalidade	33.3	66.7			4.8
Permissividade	14.3	52.4	19.0	9.5	4.8
Criatividade	57.2	38.1	4.8		
Memorização	33.3	66.7			
Salubridade	47.6	23.8	4.8	14.3	9.5
Atenção	38.1	52.4	9.5		

5. Tabela com as frequências dos conceitos para o Logo.

Aspectos	O	B	D	I	NS
Funcionalidade	27.0	69.2	3.8		
Rentabilidade	7.7	30.8	11.5		50.0
Rapidez	35.8	61.5	3.8		
Integridade	27.0	46.1	7.7	15.4	3.8
Indulgência	15.4	42.3	38.5	3.8	
Confiabilidade	42.3	53.8	3.8		
Completitude	11.5	46.1	38.5		3.8
Portatibilidade	19.2	15.4	19.2	19.2	27.0
Adaptabilidade	50.0	38.5	3.8	3.8	3.8
Manutenibilidade	15.4	23.1	7.7		53.8
Documentação	19.2	19.2	57.7		3.8
Aprendizagem	88.5	7.7	3.8		
Usabilidade	84.6	15.4			
Comunicabilidade	38.5	61.5			
Multimodalidade	42.3	35.8	3.8	19.2	
Consistência	15.4	42.3	27.0	3.8	11.5
Universalidade	23.1	30.8	15.4	23.1	7.7
Motivabilidade	61.5	38.5			
Condicionalidade	3.8	38.5	19.2	38.5	
Permissividade	50.0	35.8	3.8	7.7	3.8
Criatividade	84.6	15.4			
Memorização	35.8	61.5	3.8		
Salubridade	38.5	46.1			15.4
Atenção	38.5	61.5			

**Apêndice D: Sistemas Interativos avaliados na pesquisa de campo.****Área de Desenvolvimento de Software:**

- Harvard Total Project Manager
- UM/SP
- SIDRA (recuperação automática)
- PROFS (Correio eletrônico IBM)
- Lotus 123 (planilha)
- Word (editor)
- Microsoft Fortran
- Mumps
- SPF (IBM)
- Windows
- TASA (Cobra)
- MESA (Cobra)
- Macintosh
- SBD/TS (Gerenciador Banco de dados)
- Pascal
- Ampliware AW/DOS (gerenciador de redes)
- Carta Certa (editor)
- DBase III/plus
- MBasic
- FIU (Cobra)
- MMS (gerenciador de Sistemas)
- ED/TPU
- linguagem 'C'
- Vax/Rally (gerenciador de aplicações)
- Vax/Cobol (gerenciador de programas)

- Shell (Cobra)
- Smalltalk V
- Turbo 'C'
- Turbo Pascal
- CASE
- IDEAL (linguagem de quarta geração)
- DBase online Tools (DOT)
- DOS Roscoe Tools (DRT)
- SUPRA (IBGE)
- Librarian
- SISNE
- SOD (Cobra)
- SCAP (cadastramento de erros para consulta)

### Área Administrativa:

- DBase III/plus
- Gerador de Relatórios Gerenciais
- Controle de Estoques de Material
- Acompanhamento de viagens e passagens
- Função de Confiança
- Sistema de controle de aposentados e pensionistas
- Sistema para controle de benefícios
- Previsão de vazões
- SPFFPC (edição e submissão de programas)
- Lista de obras.
- Controle de envio e chegada de documentos
- Open Access
- Dissos (Correio eletrônico IBM)
- SIEX (agenda da Proceda)

- TSK (agenda da Bolcand)
- Sistema de pesquisa salarial
- Desenvolvimento e implantação de planos de cargos
- IDMS
- Sistema GRH (gerenciador de recursos humanos)
- Manutenção de sistemas
- XPC (programação de formulários)
- Word Star (editor)
- Persona
- Lotus 123
- Carta Certa (editor)
- Sistema Mumps
- SRIU
- SRIT
- SAM
- Framework
- Visoplot
- Supercalc (planilha)
- Manutenção de tabelas da área de pessoal
- Manutenção de banco de dados
- Consulta a banco de dados
- Contas à pagar
- Movimentação de numerário
- Fechamento do caixa
- Cadastro de Bens e Imóveis
- Controle de projetos
- Sistema de obrigações e recebimentos
- Emissão de Borderaux
- Administração de índices financeiros

- Dialog Plus/C
- DOT/DRT
- Controla de farmácia
- AS-MED empregados
- Vale transporte
- orçamento
- folha de pagamento
- cadastro de pessoal
- Consulta a banco de dados de pessoal consolidado
- Cadastro de empresas prestadoras de serviço
- Cadastramento de hardware e Software
- Cadastramento de Clientes e Fornecedores
- Controla local de estoque
- (SAC) Controle local de compras
- Projeto lógico de sistemas
- Cadastro e emissão de notas fiscais

### Área de Educação:

- Logo
- Super Pilot (sistema de autor)
- Interação entre dois corpos
- Critérios para escolha de bons referenciais
- DBase
- Pascal
- Word Star
- Totalwork
- Reago
- HOT Logo

## Apêndice E: Matrizes e Gráficos para Análise Fatorial.

### 1. Teste estatístico para comparação das médias.

Para verificar que as médias calculadas para os aspectos técnicos nas três áreas pesquisadas são significativamente diferente das médias dos aspectos de fatores humanos utilizou-se o pacote estatístico SAS ('Statistical Analysis System') que oferece a estatística para o teste  $T$ , que será mostrada a seguir, para as três áreas distintamente.

Para comprovar a hipótese 2 do capítulo V que supõem que a média para os aspectos técnicos é maior do que a média para os aspectos humanos na área de Desenvolvimento de Software usou-se o teste  $T$  para a diferença entre duas médias, tendo como hipótese nula  $H_0 : M_t - M_{fh} = 0$  e alternativa  $H_a : M_t - M_{fh} > 0$  (onde:  $M_t$ : Média dos aspectos técnicos e  $M_{fh}$ : Média dos aspectos de fatores humanos). A estatística do teste  $T$  obtida foi de 9,932 e o valor crítico  $t_0$  ao nível de significância de 5% é de 1,672 (57 graus de liberdade). Como  $T > t_0$ , rejeita-se a hipótese nula, comprovando-se assim a hipótese 2.

Para área Administrativa usou-se o mesmo teste e as mesmas hipóteses, os resultados obtidos foram:  $T = 9,414$  e  $t_0 = 1,669$  ao nível de significância de 5% com 67 graus de liberdade. Como  $T > t_0$  rejeitou-se, também nesta área, a hipótese nula comprovando-se a hipótese deste trabalho.

Para área Educacional, as hipóteses foram:

$$H_0 : M_t - M_{fh} = 0$$

$$H_a : M_t - M_{fh} < 0$$

A estatística de teste  $T$  foi de -3,582 e o valor crítico  $t_0$  ao nível de 5% de significância (39 graus de liberdade) é -1,085. Como  $T < t_0$  rejeita-se a hipótese  $H_0$  comprovando-se a hipótese alternativa, isto é, que a média dos aspectos de fatores humanos é significativamente maior do que a do aspectos técnicos para área de Educação.



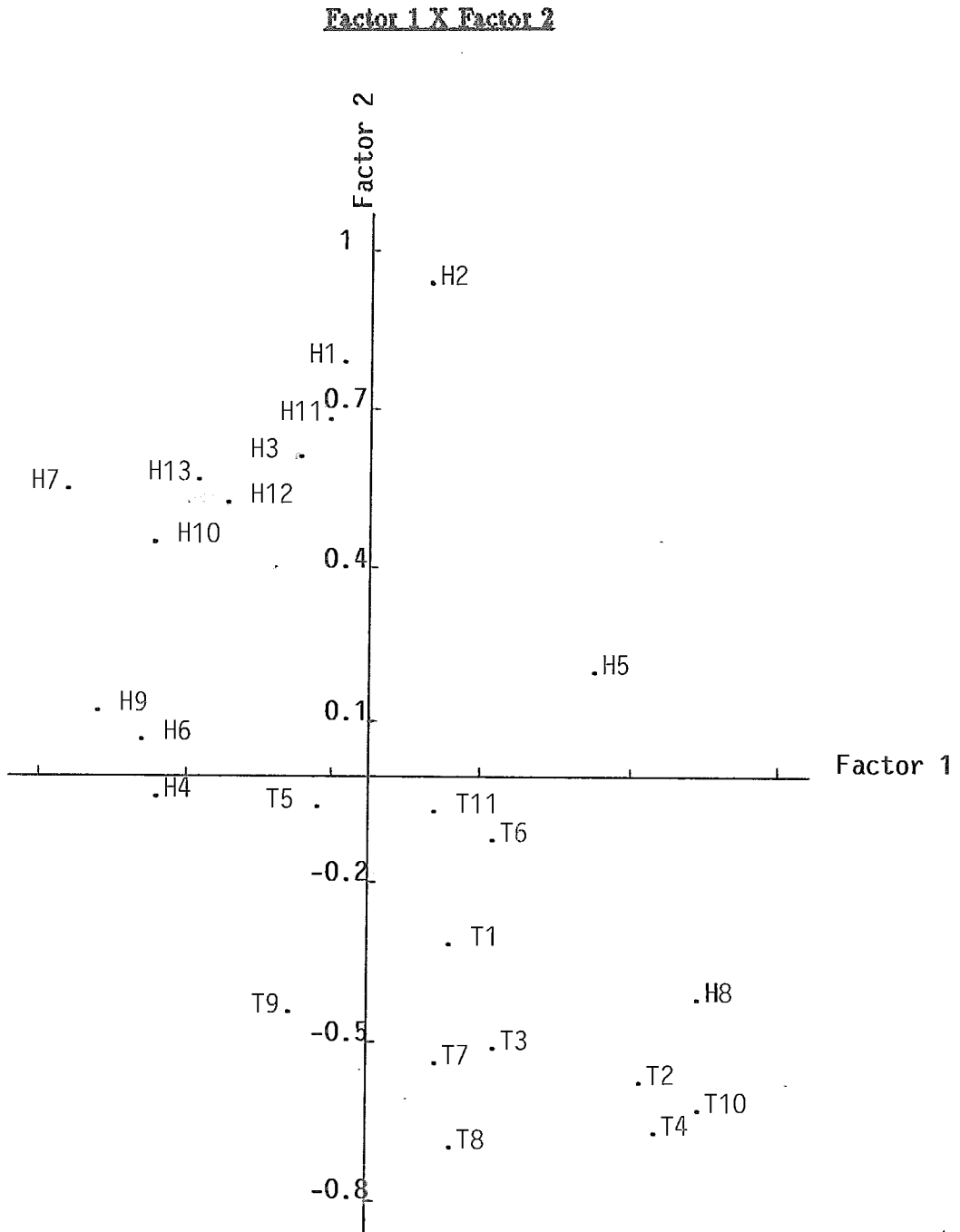
## 2. Escolha dos Fatores sobre a Expectativa dos Usuários.

Variable	Factor	Percent Var	Cum Percent
funcionalidade	1	78.6	78.6
rentabilidade	2	15.8	94.4
rapidez	3	4.6	99.0
integridade	4	1.0	100.0
indulgência	5	.0	100.0
confiabilidade	6	.0	100.0
completitude	7	.0	100.0
portatibilidade	8	.0	100.0
adaptabilidade	9	.0	100.0
manutenibilidade	10	.0	100.0
documentação	11	.0	100.0
aprendizagem	12	.0	100.0
usabilidade	13	.0	100.0
comunicabilidade	14	.0	100.0
multimodalidade	15	.0	100.0
consistência	16	.0	100.0
universalidade	17	.0	100.0
motivabilidade	18	.0	100.0
condicionalidade	19	.0	100.0
permissividade	20	.0	100.0
criatividade	21	.0	100.0
memorização	22	.0	100.0
salubridade	23	.0	100.0
atenção	24	.0	100.0

3. *Matriz 1.*

VARIMAX ROTATED FACTOR MATRIX			
variable/factor	1	2	3
funcionalidade	0.20216	-0.32401	0.61703
rentabilidade	0.72269	-0.58755	0.22770
rapidas	0.31838	-0.51583	0.41234
integridade	0.79075	-0.67142	0.70370
indulgência	-0.13403	-0.07242	0.23552
confiabilidade	0.30867	-0.12449	0.71577
completitude	0.17327	-0.54576	0.42760
portatibilidade	0.23494	-0.71151	0.36202
adaptabilidade	-0.25206	-0.44480	-0.03905
manutenibilidade	0.87633	-0.64364	0.47266
documentação	0.15854	-0.07572	0.35208
aprendizagem	-0.07252	0.76575	-0.38026
usabilidade	0.14738	0.93712	-0.12961
comunicabilidade	-0.19797	0.60563	-0.18254
multimodalidade	-0.58834	-0.05014	-0.08787
consistência	0.58770	0.19619	0.03489
universalidade	-0.62490	0.06009	-0.03594
motivabilidade	-0.81469	0.53247	-0.66982
condicionalidade	0.90049	-0.42729	0.41510
permissividade	-0.76510	0.11412	-0.36366
criatividade	-0.58153	0.44618	-0.47265
memorização	-0.09663	0.67233	-0.20584
salubridade	-0.38418	0.51670	-0.50736
atenção	-0.47691	0.54783	-0.74765

## 4. Gráfico 1.



## 5. Escolha dos Fatores sobre a Avaliação dos Sistemas.

Variable	Factor	Percent Var	Cum Percent
funcionalidade	1	57.3	57.3
rentabilidade	2	28.6	85.9
rapidez	3	10.1	96.0
integridade	4	3.6	99.6
indulgência	5	.4	100.0
confiabilidade	6	.0	100.0
completitude	7	.0	100.0
portabilidade	8	.0	100.0
adaptabilidade	9	.0	100.0
manutenibilidade	10	.0	100.0
documentação	11	.0	100.0
aprendizagem	12	.0	100.0
usabilidade	13	.0	100.0
comunicabilidade	14	.0	100.0
multimodalidade	15	.0	100.0
consistência	16	.0	100.0
universalidade	17	.0	100.0
motivabilidade	18	.0	100.0
condicionalidade	19	.0	100.0
permissividade	20	.0	100.0
criatividade	21	.0	100.0
memorização	22	.0	100.0
salubridade	23	.0	100.0
atenção	24	.0	100.0

6. *Matriz 2.*

VARIMAX ROTATED FACTOR MATRIX			
variable/factor	1	2	3
funcionalidade	0.58234	0.10520	0.79686
rentabilidade	0.94918	0.56423	0.10514
rapidez	0.89631	0.48466	0.85759
integridade	1.85007	-0.01613	0.17091
indulgência	2.00476	-0.02610	-0.03106
confiabilidade	1.77001	0.28988	0.38396
completitude	1.03697	0.40076	0.31535
portatibilidade	0.79793	1.16056	0.12132
adaptabilidade	-0.21509	1.39859	0.63000
manutenibilidade	0.35526	0.58269	-0.05883
documentação	1.14325	-0.18215	0.15653
aprendizagem	-0.25396	0.61262	1.68928
usabilidade	-0.03464	0.67231	1.66795
comunicabilidade	0.34645	0.24082	1.31034
multimodalidade	0.41453	1.39672	0.62680
consistência	1.63376	0.35467	0.30501
universalidade	1.45458	0.60380	-0.29908
motivabilidade	-0.01361	1.60676	0.77812
condicionalidade	0.92825	0.41963	-0.20157
permissividade	0.54903	2.02261	0.34519
criatividade	-0.22664	2.16391	0.88770
memorização	0.11197	0.56044	1.06725
salubridade	0.82297	1.13963	0.41736
atenção	0.56360	1.39093	0.70918

## 7. Gráfico 2.

