

**ANTÔNIO CARLOS DE SOUZA**

**Proposta de um processo de avaliação da usabilidade  
de interfaces gráficas de sistemas interativos  
computacionais, através da integração das técnicas  
prospectiva, analítica e empírica.**

**Tese para Doutorado**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina**

**Orientador: Prof. Dr. Francisco Antônio Pereira Fialho**

**Florianópolis, outubro/2004.**

**Antônio Carlos de Souza**

**Proposta de um processo de avaliação da usabilidade  
de interfaces gráficas de sistemas interativos  
computacionais, através da integração das técnicas  
prospectiva, analítica e empírica.**

**Tese de Doutorado aprovada pelo Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como  
requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção**

---

**Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.**  
**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção**

**Banca de Avaliação**

---

**Dr. Francisco Antônio Pereira  
Fialho**  
**Orientador – UFSC**

---

**Dr. Luiz Fernando Figueiredo  
Gonçalves**  
**Mediador – UFSC**

---

**Dr. Arnaldo Debatin Neto**  
**Avaliador Externo – UNISUL**

---

**Dra. Elaine Ferreira**  
**Avaliadora Externa – UNIVALI**

---

**Dr. Luis Alberto Gómez**  
**Avaliador – UFSC**

---

**Dr. Júlio César da Silva**  
**Avaliador - UFSC**

**Florianópolis, outubro/2004.**

## Dedicatória

À Lucilene, esposa e companheira e ao Rodrigo, meu filho,  
pela tolerância compreensão e apoio recebido,  
ao longo desta trajetória.

## **Agradecimentos**

**Ao orientador Prof. Francisco Fialho, pelo apoio e pelo positivismo;**

**A Luci e Rodrigo, pelo companheirismo, paciência e compreensão;**

**Aos meus pais, Waldemiro e Nardina pelos valores morais e éticos dos  
quais herdei;**

**Aos meus irmãos Eliane, Edison e Carlos pela convivência, respeito e  
pelo apoio;**

**A banca pela gentileza de atender o convite e pelas contribuições que  
certamente contribuíram para a melhoria deste trabalho;**

**Aos colegas que diretamente auxiliaram na coleta de dados, elaboração  
das tarefas, orientação e apoio nesta pesquisa. Agradecimento especial  
aos Profs. Luis A. Gómez, Daniella E. Amaral, Henderson J. Speck, Edison  
Rohleder, Júlio C. da Silva;**

**Ao colegiado do EGR, ao CCE, ao PPGE e a UFSC por oportunizar-me  
esta qualificação profissional;**

## RESUMO

Os sistemas interativos computacionais se tornam cada vez mais presentes no cotidiano contemporâneo, nas mais diferentes áreas de atuação humana. Através da interface gráfica do sistema, ocorre o processo de interação humano-computador. Neste processo, a usabilidade da interface é o fator determinante no nível de satisfação, na eficácia e na eficiência com que os usuários executam as tarefas típicas do sistema. Este trabalho de pesquisa tem como objetivo, desenvolver um processo de avaliação para determinar o nível de usabilidade das interfaces gráficas de sistemas interativos computacionais, através da integração de diferentes técnicas e ferramentas de avaliação. Utilizou-se neste processo como técnica prospectiva, a ferramenta questionário, como técnica analítica, o *checklist* e como técnica empírica, vamos utilizar o ensaio de interação. Para validar o processo de avaliação, vamos avaliar a interface gráfica do aplicativo CAD 3D Solidworks 2003, um dos aplicativos de modelagem sólida, mais difundidos atualmente no mundo. O processo de avaliação tem com finalidade, determinar num amplo contexto de uso do sistema, os principais problemas de usabilidade da interface gráfica do sistema, que podem interferir na qualidade, na eficácia, na eficiência e na satisfação do usuário, no desenvolvimento de suas tarefas.

**Palavras chave:** Avaliação, Interface Gráfica, Usabilidade.

## **ABSTRACT**

Now a day, interactive computational systems are very common, this fact occurs in many different areas. Through the graphical interface occurs the man-machine interaction process. The usability of the interface is a key factor of the level of satisfaction and the efficiency of the users performing the typical tasks of the system. This research work has a goal to develop a process for evaluating the degree of usability of graphical interfaces of computational interactive systems by integrating different techniques and evaluating tools. In this process, as a prospective technique, a questionnaire will be used, a checklist as empiric technique and, finally an interaction test as empiric technique. In order to validate the evaluation process the graphical interface of the CAD-3D software Solid Works 2003, one of the solid modeling program more used in the world, will be studied. The evaluation process will measure in a broad context the use of the system, the main usability problems of the graphical interface, which could interfere with the quality, efficiency and user satisfaction in developing his tasks.

**Key words:** Evaluation; Graphical Interface; Usability

## SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
SUMÁRIO	7
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS	11
ACRÔNIMOS	12
Capítulo 1	13
INTRODUÇÃO	13
1.1 Considerações gerais	13
1.2 Justificativa	15
1.3 Problema de pesquisa	21
1.4 Hipótese	22
1.5 Objetivo	22
1.5.1 Objetivo geral	22
1.5.2 Objetivos específicos	22
1.6 Procedimentos metodológicos	23
1.7 Processo de avaliação	24
1.8 Objeto de estudo	26
1.8.1 Processos de modelagem no Solidworks 2003	29
1.9 Contribuições do trabalho	31
1.8.1 Originalidade	31
1.8.2 Relevância	32
1.10 Delimitação	32
1.11 Estrutura do trabalho	33
Capítulo 2	35
USABILIDADE EM INTERFACES GRÁFICAS DE SISTEMAS INTERATIVOS	35
2.1 Introdução	35
2.2 Considerações gerais sobre usabilidade	35
2.3 Definição de usabilidade	44
2.4 Normas técnicas sobre requisitos ergonômicos	48
2.4.1 ISO 9241	48
2.4.2 ISO/IEC 9126	50
2.4.3 ISO/IEC 14598	53
2.4.4 ISO 13407	55
2.5 Especificação dos componentes da usabilidade	57
2.6 Medidas e métricas de usabilidade	61
2.6.1 Eficácia	61
2.6.2 Eficiência	61
2.6.3 Satisfação	63
2.7 As técnicas de usabilidade no ciclo de desenvolvimento do produto	64
2.8 Métodos para avaliação de usabilidade	66
2.9 Critérios para comparação entre técnicas de avaliação de usabilidade	68
2.10 Problema de usabilidade	71
2.10.1 O contexto de um problema de usabilidade	71
2.10.2 Efeitos de um problema de usabilidade	72
2.10.3 Descrição de um problema de usabilidade	72
2.10.4 Tipos de problemas de usabilidade	73

2.11	Qualidades ergonômicas recomendadas para IHC	76
2.11.1	A Condução	78
2.11.1.1	Presteza	78
2.11.1.2	Feedback Imediato	79
2.11.1.3	Legibilidade	79
2.11.1.4	Agrupamento/Distinção de Itens	80
2.11.1.4.1	Agrupamento/Distinção por Localização	80
2.11.1.4.2	Agrupamento/Distinção por Formato	81
2.11.2	A carga de trabalho	81
2.11.2.1	Brevidade	81
2.11.2.1.1	Concisão	82
2.11.2.1.2	Ações Mínimas	82
2.11.2.2	Densidade Informacional	82
2.11.3	Controle explícito	83
2.11.3.1	Ações Explícitas do Usuário	83
2.11.3.2	Controle do Usuário	84
2.11.4	Adaptabilidade	84
2.11.4.1	Flexibilidade	84
2.11.4.2	Consideração da experiência do usuário	85
2.11.5	Gestão de Erros	85
2.11.5.1	Proteção contra os erros	86
2.11.5.2	Qualidade das mensagens de erro	86
2.11.5.3	Correção dos erros	87
2.11.6	Homogeneidade/Coerência	87
2.11.7	Significado dos Códigos e Denominações	88
2.11.8	Compatibilidade	88
2.12	Conclusão do capítulo	89
Capítulo 3		90
<b>TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE</b>		90
3.1	Introdução	90
3.2	Considerações gerais	90
3.3	Escolha de medidas	94
3.3.1	Eficácia	95
3.3.2	Eficiência	95
3.3.3	Satisfação	95
3.4	Objetivos de uma avaliação de usabilidade	96
3.4.1	Usuários	97
3.4.3	Descrição dos equipamentos	98
3.4.3	Descrição de ambientes	98
3.5	Métodos de avaliação	98
3.5.1	Técnicas Prospectivas	99
3.5.2	Técnicas Preditivas/Analíticas	101
3.5.2.1	Análise hierárquica da tarefa	101
3.5.2.2	Avaliação heurística	102
3.5.2.2.1	Procedimento para realização da avaliação heurística	104
3.5.2.3	Inspeções ergonômicas via <i>checklists</i>	109
3.5.2.4	Inspeção cognitiva	111
3.5.3	Técnicas empíricas	112
3.5.3.1	Ensaios de interação	113
3.5.3.1.1	Número de usuários em um ensaio de interação	118
3.5.3.1.2	Características fundamentais dos ensaios de interação	120
3.5.3.1.2.1	Constrangimento	120
3.5.3.1.2.2	Verbalização	121



3.5.3.1.2.3	Local do ensaio	123
3.5.3.1.2.4	O registro e a coleta de dados	125
3.5.3.1.3	Montagem de um ensaio de interação	125
3.5.3.1.3.1	Análise preliminar	126
3.5.3.1.3.2	Definição dos scripts, cenários e amostra dos usuários	128
3.5.3.1.3.3	Realização dos ensaios	130
3.5.3.2	Sistemas de Monitoramento	134
3.6	Compromisso entre as técnicas de avaliação	135
3.7	Projeto de avaliação	136
3.8	Plano de testes	138
Capítulo 4		140
<b>MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA</b>		140
4.1	Considerações iniciais	140
4.2	Método científico	141
4.3	Seleção dos sujeitos	141
4.4	Questionários	142
4.4.1	Elaboração do questionário	143
4.5	Inspeção ergonômica via <i>checklist</i>	144
4.6	Ensaio de interação	148
4.6.1	Contexto de avaliação	149
4.6.2	Objetivo	150
4.6.3	Usuários para o ensaio	150
4.6.5	Condução do processo de avaliação	152
Capítulo 5		155
<b>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS</b>		155
5.1	Análise do resultado da avaliação através da técnica prospectiva	155
5.1.1	Avaliadores	155
5.1.2	Perfil dos avaliadores	155
5.1.3	Análise das respostas às questões fechadas do questionário.	157
5.1.5	Análise das questões abertas do questionário de avaliação	176
5.2	Análise do processo de avaliação através da técnica analítica	179
5.2.1	Análise do contexto geral	179
5.2.2	Análise particular dos critérios	185
5.2.3	Considerações finais em relação à técnica analítica	200
5.3	Análise da avaliação através da técnica empírica	201
5.3.1	Perfil dos avaliadores	201
5.3.2	Considerações finais sobre a aplicação da técnica empírica	205
5.4	Análise geral do processo de avaliação	206
Capítulo 6		208
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>		208
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		217
<b>APÊNDICES</b>		222
<b>APÊNDICE 1</b>		223
<b>APÊNDICE 2</b>		227
<b>APÊNDICE 3</b>		235

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Interface gráfica do Solidworks 2003.	26
Figura 2.1	Processo de Interação Humano-computador	40
Figura 2.2	Esquema do processo de interação	40
Figura 2.3	Modelo de atributos de aceitabilidade de um sistema	44
Figura 2.4	Processo de avaliação de produto de <i>software</i> ISO/IEC14598-1	52
Figura 2.5	Ciclo de projeto centrado no usuário ISO 13407	53
Figura 2.6	As normas técnicas e a usabilidade.	55
Figura 2.7	Componentes da usabilidade	56
Figura 2.8	Avaliação de usabilidade no desenvolvimento de um produto.	64
Figura 2.9	Critérios ergonômicos para IHC	75
Figura 3.1	Modelo de <i>layout</i> de um laboratório de teste de usabilidade.	113
Figura 3.2	Laboratório portátil para avaliações de usabilidade.	114
Figura 4.1	Interface do Ergolist.	144
Figura 4.2	Acesso às questões do critério ergonômico <i>presteza</i> .	145
Figura 5.1	Gráfico de respostas referente à opção sempre as perguntas do questionário	155
Figura 5.2	Gráfico de respostas referente à opção quase sempre as perguntas do questionário.	158
Figura 5.3	Gráfico de respostas referente à opção quase sempre as perguntas do questionário	160
Figura 5.4	Gráfico de respostas referente à opção quase nunca as perguntas do questionário	162
Figura 5.5	Gráfico de respostas referente à opção nunca as perguntas do questionário	164
Figura 5.6	Gráfico de respostas referente a todas as opções as perguntas do questionário	167
Figura 5.7	Gráfico de representação das opções por critério ergonômico	168
Figura 5.8	Gráfico de representação de agrupamento dos percentuais de respostas as opções "nunca e quase nunca".	169
Figura 5.9	Gráfico de representação de agrupamento dos percentuais de respostas as opções "sempre e quase sempre".	170
Figura 5.10	Ergolist: critérios conformes	178
Figura 5.11	Ergolist: critérios não conformes	179
Figura 5.12	Ergolist: critérios não aplicáveis na interface gráfica do sistema	181
Figura 5.13	Gráfico geral de respostas do processo de avaliação	183

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1	Comandos básicos para construção dos modelos 3D.	27
Quadro 1.2	Comandos básicos para edição dos modelos 3D	28
Quadro 2.1	Modelo de qualidade para um produto de <i>software</i> ISO/IEC 9126-1	50
Quadro 2.2	Atributos do contexto de uso	58
Quadro 3.1	Plano de avaliação ergonômica de interfaces gráficas de sistemas	137
Quadro 4.1	Tempo estimado de uma sessão de ensaio de interação.	151
Quadro 5.1	Distribuição dos avaliadores por instituição/Empresa	154
Quadro 5.2	Distribuição por faixa etária	154
Quadro 5.3	Distribuição por gênero	154
Quadro 5.4	Distribuição por nível de escolaridade	154
Quadro 5.5	Distribuição por ocupação	154
Quadro 5.6	Nível de experiência	155
Quadro 5.7	Percentuais de respostas da opção sempre por critério	156
Quadro 5.8	Percentuais de respostas da opção quase sempre por critério	158
Quadro 5.9	Percentuais de respostas da opção às vezes por critério	160
Quadro 5.10	Percentuais de respostas da opção quase nunca sempre por critério	162
Quadro 5.11	Percentuais de respostas da opção nunca por critério	165
Quadro 5.12	Percentuais de respostas das opções do questionário de avaliação	167
Quadro 5.13	Percentuais de respostas das opções “nunca e quase nunca” agrupadas	170
Quadro 5.14	Percentuais de respostas das opções “sempre e quase sempre” agrupadas	171
Quadro 5.15	Percentuais por critérios conformes	178
Quadro 5.16	Percentuais dos critérios não conformes	180
Quadro 5.17	Percentuais das questões não aplicáveis da interface do sistema	181
Quadro 5.18	Distribuição por Empresa/Instituição	199
Quadro 5.19	Distribuição por faixa etária	199
Quadro 5.20	Distribuição por gênero	199
Quadro 5.21	Distribuição por nível de escolaridade	199
Quadro 5.22	Distribuição por ocupação	199
Quadro 5.23	Experiência do usuário	199

## ACRÔNIMOS

IHC	Interação Homem-Computador
2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
ISO	International Organization for Standardizing
IEC	International Eletrotechnical Commission
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NB	Norma Brasileira
SW	Solidworks
CAD	Computer Aided Drawing/Design
GOMS	Goals, Operators, Methods and Selection Rules
CGL	Command Grammar Language
MAD	Methods Avaluations Design
SUS	System Usability Scale
SUMI	<i>Software</i> Usability Measurement Inventory
QUIS	Questionnaire for User Interaction Satisfaction
CNC	Computerized Numerical Control

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 Considerações gerais

Nas últimas décadas do século XX e início do século XXI a sociedade vem sofrendo profundas transformações nos mais diversos contextos de atividade humana e principalmente no contexto tecnológico. Este processo de mudança veio incrementar de forma, podemos dizer geométrica, estas novas tecnologias ao nosso cotidiano, em particular as associadas aos sistemas computacionais e às comunicações.

No rastro deste rápido avanço tecnológico contemporâneo houve um aumento considerável de aplicativos computacionais para a realização das mais diversas tarefas do dia a dia das pessoas. E assim, através da interface gráfica do sistema, que ocorre o processo de interação para a realização das tarefas típicas do sistema.

Seguindo este rastro evolutivo, associado à redução de custos dos sistemas computacionais e ao desenvolvimento de interfaces mais amigáveis há manipulação dos usuários, surgiram os primeiros aplicativos CAD. Inicialmente direcionados à representação no espaço bidimensional, traziam poucos recursos e ferramentas para a representação em 3D, isto ocorreu de forma mais evidente no início da década de noventa do século anterior, e aos poucos os usuários foram incorporando esta nova ferramenta gráfica no desenvolvimento de suas atividades projetuais.

Assim, a partir deste momento, abriram-se os caminhos para a implantação dos aplicativos CAD 3D. Em meados da década de 90 surgiram as primeiras ferramentas CAD para modelagem sólida. Inicialmente difíceis de

trabalhar, em virtude de um processo de interação pouco facilitado devido à incorporação de comandos, ferramentas e recursos pouco reconhecidos da realidade dos profissionais usuários destes sistemas. Porém com a inserção de novos comandos ferramentas e recursos, mais próximos da realidade destes profissionais o processo de desenvolvimento de projetos em 3D tem assumido papel cada vez mais importante, na área de projeto, reduzindo desta forma as dificuldades inerentes ao próprio sistema de representação em 2D, como a interpretação de peças com alto grau de complexidade, o que normalmente podem acarretar erros de codificação, dos elementos gráficos representados no plano bidimensional.

Esta nova geração de modeladores paramétricos e variacionais disponibilizam novas ferramentas e recursos com a finalidade de:

- Sistematizar e otimizar o processo de modelagem sólida;
- Facilitar o processo de controle de visualização do modelo;
- Gerenciar o controle de erros no projeto, reduzindo o tempo e o custo do re-projeto;
- Eliminar a necessidade de protótipos físicos e aumentar a produtividade e qualidade do projeto;
- Apresentar uma interface mais amigável e mais adequada ao desenvolvimento da tarefa de projetar.

Os atuais aplicativos CAD 3D procuram incorporar em suas interfaces gráficas soluções altamente flexíveis e complexas, buscando atribuir valor ao desenvolvimento do projeto. Porém, por outro lado, o usuário se depara com um grande número de operações e recursos do sistema que podem levá-lo a situações de desconforto cognitivo e constrangimento. Este trabalho de pesquisa tem particular interesse no estudo da usabilidade, isto é, na qualidade da interação entre interfaces gráficas de aplicativos CAD 3D e seus usuários.

## 1.2 Justificativa

Todo o processo criativo do homem se desenvolve no espaço tridimensional. Quando necessitamos levar nossas idéias adiante, fazemos uso de técnicas de representação. Desde o início dos tempos, o homem tem usado basicamente dois métodos para representar suas idéias de modo que outras pessoas pudessem compreendê-las: através de esculturas ou demais processos de modelamento (modelos físicos) ou através de desenhos (representação em perspectiva e projeções ortográficas).

Se considerarmos a necessidade de uma representação bidimensional daquilo que concebemos tridimensionalmente em nossa mente, temos um processo de codificação (representação gráfica ou desenho 2D) e decodificação (assimilação do modelo 3D com base na representação gráfica ou desenho 2D). Não podemos descartar a possibilidade de erros tanto por quem representa o desenho como por parte de quem o interpreta (decodifica). Considerando estes aspectos, é preferível representar os desenhos em 3D, que são uma espécie de modelo eletrônico daquilo que se quer comunicar e produzir.

Historicamente a primeira apresentação do computador como ferramenta de desenho foi realizada pelo Dr. Ivan Sutherland, no Massachusetts Institute of Technology, em 1963, através de um sistema denominado Sketchpad, que utilizava raios catódicos e uma caneta ótica para a representação de desenhos. A partir desse primeiro sistema a utilização do computador na engenharia, para o desenvolvimento de projetos e no sistema produtivo não parou mais de evoluir. Em 1964 a IBM, lançou no mercado o primeiro sistema CAD comercialmente viável (apudSPECK, 2001).

Os *software* de CAD (Computer Aided Design) denominados de ferramentas gráficas ou aplicativos gráficos, cuja finalidade é o

desenvolvimento de desenhos e projetos no computador em substituição aos instrumentos tradicionais de desenho, tais como, tecnógrafo, prancheta, régua paralela, esquadros, compasso, escalímetro, etc. Estes aplicativos possibilitam desenvolver representações gráficas com alto grau de precisão e visualização. Disponibilizam recursos no desenvolvimento do projeto, re-projeto, impressão e armazenagem totalmente diferenciados da prática até então corrente, isto é, desenho ou projeto através das ferramentas tradicionais de desenho, saindo do meio físico para o digital.

Inicialmente os sistemas CAD foram desenvolvidos para representações em 2D (representação bidimensional, através de vistas ortográficas) e atualmente os programas desenvolvidos para modelagem 3D tem assumido uma importância maior no desenvolvimento de projetos na engenharia, incorporando recursos de precisão, simulação, animação, fotorrealismo, bibliotecas e simulações, detectam interferências geométricas em conjunto e dispositivos complexos, que auxiliam de forma decisiva no processo de projetar.

Com o desenvolvimento dos sistemas CAD 3D mais eficientes, a evolução e acessibilidade dos *hardware* mais poderosos, o processo de modelagem 3D conquistou espaço. A produção de modelos físicos e maquetes, deu lugar ao modelamento em CAD, com alto grau de interatividade, precisão dimensional e acabamento fotorrealista, como podemos observar nos protótipos eletrônicos para uso na engenharia e maquetes eletrônicas amplamente difundidas na arquitetura.

A integração dos computadores nos processos industriais do projeto à prototipagem, fabricação, controle de processos e marketing, está provocando mudanças substanciais nos métodos tradicionalmente utilizados na engenharia.

Os sistemas CAD consistem em componentes físicos denominados de *hardware* e de *software* que são os programas ou os aplicativos. O *hardware*



é o computador propriamente dito (CPU) e seus periféricos, tais como, monitor, teclado, mouse, mesa digitalizadora, caneta ótica, CD ROM, *scanner*, impressora, *plotter*, etc. são classificados em dispositivos de entrada e de saída de dados. Os *software* são os programas de computador que gerenciam todo o processamento e informam ao computador como proceder, quando o usuário através de um dispositivo de entrada introduz dados no sistema.

Os *software* de CAD são classificados de forma genérica como *software* para nível de usuário, para o nível de pequenas e médias empresas e para as grandes corporações são denominados respectivamente de *low range*, *midlle range* e *hight end*.

Todos os programas CAD possuem características comuns, isto é, geram a partir dos dados inseridos pelo usuário uma geometria básica, que fica armazenado em um sistema cartesiano de coordenadas. Porém apesar da geometria ser comum aos programas CAD, cada um possui uma estrutura e filosofia de trabalho diferenciada. Assim podemos classificar quatro procedimentos básicos para o desenvolvimento de desenhos em aplicativos CAD (GIESEKE, 2002):

- Comandos para a construção da geometria 2D básica (descrição da forma e da dimensão);
- Recursos de controle da visualização da geometria gerada;
- Recursos de edição para detalhamento da geometria básica;
- Comandos para inserção de textos, cotas e anotações técnicas gerais.

Para utilizar um sistema CAD de forma eficiente, o usuário deve adquirir habilidades de manipulação, interpretação da interface gráfica, um vocabulário do contexto da aplicação e dominar as práticas de armazenar, copiar e salvar os desenhos desenvolvidos. Para auxiliar usuários iniciantes na aprendizagem

do sistema, os sistemas CAD freqüentemente oferecem programas de treinamento, tutoriais, manuais, auxílio on-line e outros recursos.

Estudos mostram que os aplicativos gráficos para modelagem sólida, permitem reduzir o ciclo de desenvolvimento dos produtos, desde sua concepção (esboço) até sua execução (SPECK, 2001).

Os atuais modeladores sólidos estão revolucionando o desenvolvimento de novos produtos, pois, com a elaboração dos modelos eletrônicos, podemos ser visualizadas texturas, formas, volumes, simular: análise de elementos finitos, movimentos, testes de impacto, processos de estampagem e de usinagem entre outros.

Através dos modeladores sólidos estamos caminhando para uma nova fase da criação de objetos, onde não existirá o desenho técnico impresso em papel, listas de componentes do projeto, formulário ou manuais técnicos: as informações necessárias ao projeto estarão agregadas ao modelo eletrônico.

A modelagem de sólidos aliada a um sistema flexível de manufatura, possibilita a personalização de produtos, fabricação de protótipos ou fabricação de produtos em pequenas séries sem penalização excessiva nos custos.

Do ponto de vista técnico as mudanças não são menos importantes: redução do ciclo de desenvolvimento dos produtos; utilização conjunta de várias ferramentas de projeto; pré-montagem digital; visualização do produto; rapidez no desenvolvimento de protótipos a baixo custo; facilidade no re-projeto; melhora da comunicação com clientes e fornecedores; automação (saída direta para máquinas CNC).

Portanto, e pelo exposto, na vida contemporânea o computador estará cada vez mais presente no cotidiano das empresas e pessoas e provavelmente esta convivência será progressivamente maior no futuro. É

através da interface gráfica, isto é a embalagem do sistema, que ocorre o processo de interação para o desenvolvimento de tarefas, neste sentido uma interface amigável pode facilitar de forma muito evidente, o trabalho do usuário.

A forma como se processa a interação homem-computador é um dos problemas principais à utilização das ferramentas que o homem vem projetando na área da informática. O acesso simples e não mitificado ao manejo de tais ferramentas é condição básica para a disseminação do seu uso, donde pesquisas nesta área, revestem-se de uma grande importância social e econômica. Kay (1990), enfaticamente, afirmou que o projeto de interfaces com o usuário ainda está muito longe de tornar simples a comunicação com estas máquinas. Porém ultimamente, projetistas, desenvolvedores, designers e ergonomistas têm procurado minimizar este aspecto, melhorando significativamente este processo.

A interface gráfica de um sistema computacional é o dispositivo que serve de agente de comunicação entre duas entidades comunicantes, que se exprimem através de uma linguagem específica.

Além de assegurar a conexão física através dos dispositivos de entrada (periféricos do hardware) deve permitir a tradução da linguagem de forma facilitada. No caso da IHC, trata-se de fazer a conexão entre a linguagem externa do sistema e o sistema sensório-motor do usuário.

Um sistema computacional é considerado por estudiosos como a extensão das faculdades cognitivas do usuário, da mesma forma que uma ferramenta é considerada uma extensão das suas capacidades mecânicas (RAMOS, 1996).

As operações numa IHC devem ser cooperativas entre o homem e o sistema, com a finalidade de facilitar sua operacionalização, minimizando o

trabalho mental na execução da tarefa. O processo de interação ocorre quando o usuário recebe uma informação da IHC, processa mentalmente a informação, age através do movimento do mouse, clicando suas teclas ou utilizando o teclado para definição de parâmetros solicitados pelo sistema.

Neste aspecto a usabilidade é uma propriedade da interface homem computador. É uma das prioridades que confere qualidade a um *software*, referindo-se à avaliação da qualidade de uso do produto. Usabilidade como propriedade global do sistema, é medida pela extensão na qual os objetivos de uso e de recursos (efetividade) a serem gastos para se atingir as metas pretendidas (eficiência) e a dimensão na qual os usuários concluem que o sistema geral seja aceitável (satisfação).

Segundo Bevan (1995, apud CATAPAN, 1999), os fatores de qualidade da usabilidade definem-se como eficiência, efetividade e satisfação. A norma ISO 9241 define a usabilidade como:

[...a capacidade que apresenta um sistema interativo de ser operado, de maneira eficaz, eficiente e agradável, em um determinado contexto de operação, para a realização das tarefas de seus usuários.]

Na visão de Norman (1990) o foco do projeto de interfaces deve se desviar do projeto da interface para a tarefa que o usuário quer desempenhar, a interface deve ser centrada no usuário e nas suas metas e objetivos. Centrar o foco na interface, segundo Norman, significa estar preso ao uso das interfaces atualmente existentes, pensar em projeto de interfaces, em melhorar as interfaces já existentes. É claro que elas precisam ser melhoradas, mas essa melhora ocorreria naturalmente se o foco do projeto passa-se a ser a tarefa a ser desenvolvida e as necessidades da pessoa que a desenvolverá. As interfaces nesses casos passariam a ser quase imperceptíveis, pois estariam harmoniosamente integrados à tarefa, mesmo os computadores deveriam ser menos perceptíveis.

[Norman (1990) recomenda como prioridades do projeto: O que o usuário realmente necessita fazer, a análise da tarefa e como o trabalho pode ser realizado de forma melhor. Tendo em conta todo o cenário no qual a tarefa é conduzida, incluindo outras tarefas, o ambiente social, as pessoas e a organização.]

Tanto quanto possível, uma boa interface gráfica, consiste em fazer a tarefa dominar e tornar a ferramenta invisível. Aperfeiçoar a interação, fazendo as coisas certas ficarem visíveis, fornecendo os modelos mentais corretos, ou seja, seguir as regras do bom projeto para o usuário.

Os *software* de CAD para modelagem sólida, comercialmente disponíveis no mercado, apresentam uma diversidade muito grande de terminologia, iconização, recursos, ambientes de trabalho, sistema de coordenadas, planos de trabalho, *lay out* da área gráfica, ferramentas de construção, controle, edição e filosofia de trabalho, dificultando a migração para outra ferramenta gráfica.

Assim, dentro deste contexto, interfaces otimizadas com o foco na tarefa do usuário de aplicativos CAD para modelagem sólida, podem de forma relevante, contribuir para a execução da tarefa de modelamento 3D, e permitir uma melhor operacionalização do sistema e satisfação do usuário alvo, neste caso o projetista.

### **1.3 Problema de pesquisa**

A interface gráfica do modelador sólido 3D Solidworks, apresenta uma usabilidade compatível com o modelo mental dos profissionais público alvo do sistema?

## **1.4 Hipótese**

Qual nível de dificuldade, os problemas de usabilidade da interface gráfica do aplicativo CAD 3D Solidworks 2003, impõem na realização da tarefa de modelagem 3D, para seus usuários.

## **1.5 Objetivo**

### **1.5.1 Objetivo geral**

Este trabalho de pesquisa tem como finalidade apresentar contribuições metodológicas focadas num processo de avaliação, para a otimização da usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos computacionais, com o objetivo de facilitar o processo de interação entre o usuário e a interface gráfica do aplicativo, detectando, identificando e classificando os principais problemas de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo para a realização de tarefas por parte de seus usuários.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a usabilidade da interface gráfica de um modelador sólido, através de diferentes técnicas de avaliação, com o objetivo de determinar os seus principais problemas de usabilidade.
- Determinar se diferentes técnicas de avaliação podem detectar diferentes problemas de usabilidade.
- Observar constatar e registrar os principais problemas de usabilidade do sistema durante o processo de interação;
- Conhecer a opinião do usuário em relação à interface gráfica do sistema;
- Identificar as dificuldades de operacionalização do sistema;

- Definir a eficácia do processo de interação na interface gráfica do sistema, na execução da tarefa de representar graficamente modelos e dispositivos nos seus diferentes ambientes de trabalho;
- Identificar parâmetros referentes ao nível de satisfação dos usuários no desenvolvimento tarefas próprias do sistema;
- Analisar o impacto de cada uma das abordagens técnicas sobre a usabilidade verificada do sistema.
- Apresentar um relatório final de avaliação sobre os principais problemas de usabilidade detectados.

## 1.6 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos aplicados no desenvolvimento desta tese, fundamentam-se na utilização de diferentes técnicas de avaliação para a coleta de dados sobre a usabilidade de um sistema interativo computacional. Serão empregadas: a técnica de prospectiva, com o objetivo de atingir usuários do sistema, dispersos geograficamente, coletando dados de grupos de usuários distintos, utilizando o sistema em ambientes profissionais diferentes com a finalidade de obter uma visão geral do sistema dentro de um contexto mais amplo possível de opiniões. Outra técnica empregada no processo de avaliação é a analítica, utilizando-se uma lista de verificação com o objetivo de determinar o nível de conformidade e aspectos não conformes da interface e finalizando o processo de avaliação, através da aplicação de uma técnica empírica. Utilizamos os ensaios de interação que é um procedimento fundamental para observar usuários executando tarefas, interagindo diretamente com o sistema. O detalhamento do método científico utilizado nesta pesquisa, os procedimentos, a preparação, os cuidados, a definição dos *scripts*, os ambientes, as formas de aplicação, a condução dos processos são apresentados no capítulo 4 deste projeto de tese.

## 1.7 Processo de avaliação

Um processo de avaliação significa um ato de proceder, de ir adiante, de procurar um curso, de dar seguimento, pode ser uma sucessão de estados ou de mudança. É uma forma pela qual se realiza uma operação, segundo determinadas normas, método e técnicas. Significa também, a seqüência de estados de um sistema que se transforma e evolui. É uma atividade por meio da qual se exerce concretamente em relação a um determinado estudo, significa conferir, verificar documentos para se validar uma hipótese. (HOLANDA FERREIRA, 1986)

Um processo de avaliação de interfaces gráficas de sistemas interativos, consiste em executar um planejamento sistemático para definir técnicas e ferramentas, procedimentos e atitudes, estabelecer critérios e parâmetros e determinar o perfil dos avaliadores que irão participar do processo, com a finalidade de atingir os propósitos pretendidos na avaliação.

Neste trabalho buscou-se propor um processo de avaliação, através da integração de diferentes técnicas e ferramentas para determinar a usabilidade da interface gráfica de um aplicativo na área de CAD, para modelagem sólida, através de um procedimento metodológico criterioso, aplicado com a finalidade de detectar e caracterizar os principais problemas de usabilidade e qualidades ergonômicas, que podem dificultar ou facilitar o processo de interação com seus usuários, na tarefa de modelar peças, componentes, elementos e conjuntos mecânicos completos nos diferentes ambientes de trabalho de uma ferramenta gráfica contemporânea para modelagem 3D.

Este processo de avaliação pretende, através da interação direta com usuários deste sistema interativo, verificar por diferentes meios, o estabelecimento dos parâmetros fundamentais de controle do processo de avaliação, com o objetivo de garantir um padrão consistente de resultados na



avaliação, quando aplicado em contextos diversos, isto é, em diferentes interfaces de sistemas interativos computacionais.

A característica marcante e fundamental do processo de avaliação é coletar informação sobre o processo de interação de usuários experientes, atuando em diferentes ambientes, seja no contexto acadêmico ou profissional. Com isto, procuramos estabelecer critérios, relevantes, confiáveis, práticos, seguros e consistentes na condução do processo de avaliação. Tendo assim, como propósito terminal, identificar os principais problemas que podem interferir neste processo de interação. Entende-se por problema, tudo aquilo que possa causar um obstáculo, um contratempo, uma dificuldade que pode desafiar a capacidade de solução do usuário. Conflitos, mau funcionamento crônico de alguma função, algo que pode acarretar transtornos ou que exige grande esforço mental e determinação para ser contornado, situação incômoda ou mesmo fora de controle que pode acarretar problemas de diferentes magnitudes para o usuário na realização das tarefas típicas ao interagir com a interface gráfica do sistema interativo.

A definição das técnicas e das ferramentas de avaliação consolidadas nos propósitos estabelecidos nesta pesquisa procuram dar consistência e acompanhar os princípios estabelecidos no planejamento do processo. Desta forma, selecionamos as técnicas prospectiva, analítica e empírica na definição do processo de avaliação.

As técnicas foram selecionadas em virtude, de poderem permitir estabelecer um diagnóstico fundamentado dos principais problemas no processo de interação, definindo como fundamento à experiência dos usuários, o domínio na área de ergonomia e design, buscando coletar informações em contextos de trabalho diferenciados. Assim, através de ensaio de interação podemos determinar na prática e de forma controlada os principais obstáculos deste processo, através da lista de verificação ergonômica, colher subsídios de profissionais que transitam e dominam aspectos ergonômicos que devem nortear o design gráfico das interfaces dos sistemas interativos e por último,

pela aplicação de questionários para coletar informações de ambientes profissionais distintos, permitindo romper aspectos geográficos que poderiam limitar o contexto do processo de avaliação.

O processo de avaliação poderá contribuir de forma significativa para a visualização dos principais problemas e auxiliar na melhoria dos procedimentos de interação homem-computador, através do uso de critérios de usabilidade mais amigáveis e eficientes e compatíveis com o mundo concreto real de seus usuários. O processo deverá estabelecer como princípio fundamental a capacidade de diagnosticar sucessos e insucessos relacionados à usabilidade do sistema, por meio de uma inspeção eficiente, na determinação de resultados de forma qualitativa confiável e acessível.

## 1.8 Objeto de estudo

O *software* SolidWorks criado em 1995, é um aplicativo de CAD (Desenho/Projeto Assistido por computador) que trabalha com a modelagem sólida (3D) paramétrica e variacional, desenvolvido pela empresa Solidworks Corporation, com sede nos EUA, e de propriedade do grupo francês Dassault Systemes. Fundamenta a filosofia de trabalho em planos de representação (Front, Top e Right), sobre os quais o usuário representa uma geometria bidimensional e, sobre a mesma, aplica a coordenada Z, obtendo o modelo 3D básico. Sobre as faces do modelo básico são aplicados as *features* e os recursos de edição para detalhamento completo do modelo. Este ambiente de modelagem é denominado ambiente *Part*. O programa possui, além deste, outros dois ambientes distintos: o ambiente *Drawing* e o ambiente *Assembly*.

O ambiente *Drawing* permite a representação 2D do modelo desenvolvido, isto é a documentação, através do sistema de vistas ortográficas, cortes, seções e detalhes de partes do modelo, possibilitando a edição dimensional do processo de cotagem.

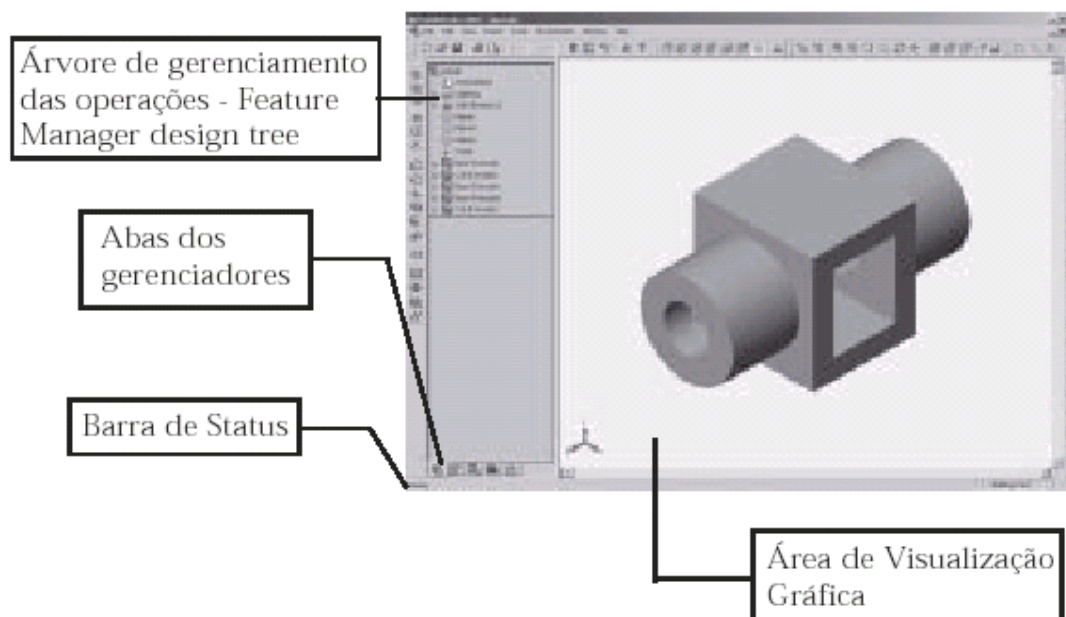
O ambiente *Assembly* é o ambiente de montagem do programa. Neste ambiente, o usuário insere os componentes, elementos e peças de um conjunto, dispositivo, máquina ou equipamento e, através de aplicação das relações geométricas faz a montagem do sistema mecânico.

Uma característica fundamental que o programa possui nos três ambientes de trabalho descritos é a disponibilização de uma árvore de gerenciamento do processo construtivo, Isto é, *feedback* do processo, que mostra textualmente e de forma seqüencial todo o procedimento executado pelo usuário no desenvolvimento do modelo ou projeto.

O SolidWorks é classificado como um *software* de CAD *mid-range*, isto é, se caracteriza por possuir recursos de representação que se posiciona num nível intermediário entre os *software* destinados mais ao uso pessoal de usuários e os pacotes gráficos com recursos altamente sofisticados para uso de grandes corporações e empresas. Podemos dizer de forma simplificada que seria um *software* recomendado para empresas de médio porte.

Portanto, o público alvo a que se destina é um público que pode ser constituído por engenheiros, arquitetos, designers e profissionais de áreas afins, que possuem alguma familiaridade ou experiência com o processo de projeto em programas de CAD, com a finalidade de desenvolverem seus projetos em seus respectivos campos de trabalho.

Especificamente no contexto do design de produto o Solidworks tem uma importância significativa no desenvolvimento de protótipos, possuindo ferramentas dispositivos e recursos que permitem ao projetista trabalhar não só o aspecto referente à forma, mas também verificar aspectos de interferência geométrica e dimensional na montagem dos mesmos, além de possibilitar a criação de ambientes para apresentação final do produto.






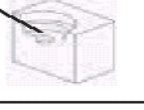





Fonte: SOUZA, 2003.

Figura 1.1: Interface gráfica do Solidworks 2003.

Analisando a interface gráfica do sistema, destacamos facilmente duas áreas distintas de feedback, na barra inferior da interface o usuário disponibiliza o feedback imediato, informando o usuário sobre a posição espacial e orientação na aplicação dos comandos e recursos, os procedimentos e parâmetros a serem observados, na área direita (árvore de gerenciamento de operações) o aplicativo relaciona todo o procedimento construtivo do modelo. A parte central é a área gráfica, área de trabalho aonde os modelos vão sendo construídos. Na parte superior as ferramentas próprias dos aplicativos que funcionam sobre a plataforma *windows*, os menus tipo cascata e as barras de ferramentas do sistema que de forma flexível podem ser reposicionadas de acordo com a conveniência e experiência do usuário.

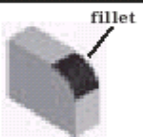
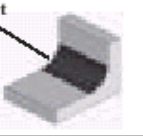
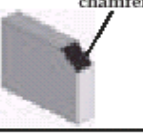
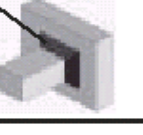
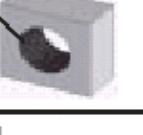


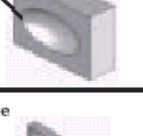
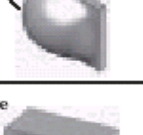

### 1.8.1 Processos de modelagem no Solidworks 2003

Os quadros 1.1 1.2 mostram didaticamente os procedimentos básicos que os usuários do Solidworks disponibilizam para os processos básicos de construção e de edição para geração dos modelos 3D, no ambiente de modelagem do aplicativo (SOUZA, 2003).

Modelagem Sólida no SolidWorks 2003 - Comandos Básicos de Construção				
Comandos de Construção	<i>Extrude</i> (Extrusão)	<i>Extrude Boss</i>	Acrescenta Material	
		<i>Extrude Cut</i>	Retira Material	
	<i>Revolve</i> (Revolução)	<i>Revolve Boss</i>	Acrescenta Material	
		<i>Revolve Cut</i>	Retira Material	
	<i>Sweep</i> (Varredura)	<i>Sweep Boss</i>	Acrescenta Material	
		<i>Sweep Cut</i>	Retira Material	
	<i>Loft</i> (Por Seções)	<i>Loft Boss</i>	Acrescenta Material	
		<i>Loft Cut</i>	Retira Material	
	<i>Rib</i> (Nervura ou Reforço)	<i>Rib</i>	Acrescenta Material	

Fonte: SOUZA, 2003.

Quadro 1.1. Comandos básicos para construção dos modelos 3D.

Modelagem Sólida no SolidWorks 2003 - Comandos Básicos de Edição				
Comandos de Edição	Fillet (Arredondamentos)	Arredondamento Externo	Retira Material	
		Arredondamento Interno	Adiciona Material	
	Chamfer (Chanfrados)	Chanfrado Externo	Retira Material	
		Chanfrado Interno	Adiciona Material	
	Hole (Furos)	Furos	Retira Material	
	Shell (Casca, Conchas)		Retira Material	
	Dome (Capotas Esféricas)	Exterior (Convexa)	Adiciona Material	
		Interior (Côncava)	Retira Material	
	Shape (Conformação Condicional)	Exterior	Adiciona Material	
		Interior	Retira Material	

Fonte: SOUZA 2003.

Quadro 1.2: Comandos básicos para edição dos modelos 3D.

## **1.9 Contribuições do trabalho**

A contribuição deste trabalho de pesquisa para doutoramento, é de colaborar para o fortalecimento de estudos voltados a interação humano-computador, contribuir com o aprofundamento de questões relativas a usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos, além de cooperar também para a divulgação e aprofundamento dos métodos e técnicas de avaliação da usabilidade em interfaces, neste caso específico, em relação as técnicas, prospectiva, analítica e empírica.

Podemos antecipar, que a apresentação de mais um estudo de avaliação da usabilidade, juntamente com o referencial teórico investigado, aliado a outras pesquisas em IHC podem contribuir para o avanço na resolução dos problemas relacionados à usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos, colaborando também, para o desenvolvimento de novas competências na área de ergonomia e usabilidade de interfaces gráficas. Esta pesquisa pode mostrar, que a desconsideração das recomendações ergonômicas no projeto de interfaces pode tornar o produto final pouco eficiente para a realização de tarefas próprias do contexto de aplicação. No caso do objeto de estudo, a tarefa de modelagem, representação ortográfica e montagem de conjuntos e dispositivos, nos diferentes ambientes de trabalho do Solidworks 2003.

### **1.8.1 Originalidade**

A originalidade deste trabalho consiste na utilização de forma associada e integrada de três técnicas distintas no processo de avaliação para determinar problemas de usabilidade da interface gráfica de aplicativos CAD para modelagem sólida, utilizando neste processo, usuários experientes no uso do sistema e designers de interface.

### **1.8.2 Relevância**

Como relevância destacamos o fortalecimento dos estudos voltados a interação humano-computador e as questões relativas a usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos, além de cooperar também para a divulgação e aprofundamento dos métodos e técnicas de avaliação da usabilidade em interfaces.

Como relevância acadêmica podemos destacar a contribuição que apresenta o trabalho, ao abordar as estratégias, o planejamento, os procedimentos, os cuidados, a preparação, o controle de variáveis e o ambiente de aplicação, para conduzir um processo de avaliação sobre a usabilidade de um aplicativo CAD 3D e assim, determinar os possíveis problemas de usabilidade que interferem no processo de interação no contexto de uso, deste tipo de aplicativo.

### **1.10 Delimitação**

O trabalho foi validado no contexto de avaliação de um aplicativo CAD para modelagem sólida. É um processo de avaliação da usabilidade para determinar problemas de usabilidade de interface gráfica de qualquer natureza, pela associatividade de técnicas distintas. Neste processo utilizou-se como técnica prospectiva o questionário, como técnica analítica o Ergolist, e como técnica empírica os ensaios de interação para a realização de tarefas específicas dentro de um determinado contexto de uso e de aplicação. Os usuários que participaram da avaliação preencheram o requisito fundamental de possuírem experiência no uso do aplicativo CAD para modelagem sólida. Assim, enfocou-se neste estudo em particular os problemas de usabilidade da interface gráfica do Solidworks 2003, não abordando problemas em outros aplicativos CAD, apesar do processo de avaliação ser desenvolvido para ser aplicado em qualquer interface gráfica de sistemas interativos computacionais



e não foi focado também, problemas de usabilidade da interface gráfica do sistema, detectados por usuários inexperientes.

### **1.11 Estrutura do trabalho**

A introdução apresenta, contextualiza e justifica o tema da tese, formula o problema da pesquisa, a hipótese a ser corroborada, o objetivo geral e os objetivos específicos a serem atingidos, o processo de avaliação, os procedimentos metodológicos, o objeto de estudo, a relevância e a originalidade do trabalho além, da estrutura geral da tese.

No capítulo 2 iniciamos a fundamentação teórica do trabalho, apresentando aspectos, características, conceitos, definições, parâmetros e métricas de usabilidade das interfaces gráficas de sistemas interativos computacionais.

No capítulo 3, abordamos os procedimentos científicos utilizados para este contexto de avaliação. Apresentando as principais técnicas de avaliação de usabilidade da interface gráfica dos sistemas interativos computacionais, procedimentos e cuidados a serem observados, preparação e aplicação, coleta de dados e preparação de relatórios.

No capítulo 4 justificamos as técnicas selecionadas para o processo de avaliação, estabelecendo os parâmetros necessários de controle, a forma de aplicação e a seleção dos usuários avaliadores, que poderão participar do processo de avaliação e de coleta dos dados.

No capítulo 5 apresentamos a análise e a interpretação dos dados coletados através da aplicação das técnicas de avaliação da interface gráfica do sistema, o tratamento estatístico e a forma de apresentação dos resultados, obtidos neste processo de avaliação.

No capítulo 6 apresentamos as considerações finais deste estudo, descrevendo de forma clara e objetiva as conclusões desta pesquisa de tese.

## Capítulo 2

# USABILIDADE EM INTERFACES GRÁFICAS DE SISTEMAS INTERATIVOS

## 2.1 Introdução

Este capítulo inicia a fundamentação teórica do trabalho de pesquisa para doutoramento, realiza uma abordagem sobre a qualidade ergonômica em termos de usabilidade<sup>1</sup> de interfaces gráficas de sistemas interativos, considerando a usabilidade como sinônimo de facilidade para o uso e satisfação do usuário. Apresenta as características fundamentais que deve possuir a interface gráfica de um sistema interativo com qualidade de usabilidade, permitindo assim, que os usuários a utilizem para a execução de suas tarefas com eficácia, eficiência e satisfação.

## 2.2 Considerações gerais sobre usabilidade

Segundo Wisner (1987) ergonomia é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto, segurança e eficácia. Pela definição de Wisner, fica estabelecido de forma clara, o caráter interdisciplinar da ergonomia uma vez que, para adaptar o trabalho ao homem, o ergonomista deve conhecer tanto um quanto o outro. Desta forma, deve se fundamentar num referencial teórico do conhecimento humano que envolva disciplinas tanto das ciências humanas e da saúde como das ciências exatas e das engenharias.

---

<sup>1</sup> Pode ser considerada como um meio pelo qual se busca a utilização racional de um produto. Pode representar a medida de facilidade para o aprendizado e uso de uma determinada interface de um sistema interativo (PREECE, 1994).

O processo de interação humano-computador em interfaces gráficas de sistemas interativos envolve duas componentes distintas: a física e a mental.

Esta última componente tem por domínio, o conjunto de atividades de codificação e tratamento da informação dos usuários envolvidos na realização de suas tarefas. A ergonomia de interfaces humano-computador (IHC) se aplica no contexto da tarefa informatizada, onde os processos cognitivos são determinantes.

Barthet (1988) estabelece recomendações ergonômicas para definição dos parâmetros de interfaces gráficas de sistemas interativos para uso profissional. Para o desenvolvimento de tais recomendações a autora integra elementos provenientes da psicologia cognitiva e da ergonomia, em razão da necessidade de se obter o maior número de dados sobre o tratamento das informações, semelhantes ao processo de interação entre usuário e sistema.

A usabilidade além da característica associada a qualidade da interface de um sistema interativo, representa também os critérios ergonômicos em processos de avaliação. Ambos, usabilidade e ergonomia trabalham para atingir objetivos comuns através da investigação e aplicação de conceitos durante o desenvolvimento do produto (REBELO, 2003).

Coutaz (1990) define uma interface gráfica como um dispositivo que serve de limite comum a duas entidades comunicantes que se exprimem numa linguagem específica (sinal elétrico, movimento, língua natural). Além de assegurar a conexão física o dispositivo deve permitir a tradução de uma linguagem (formalismo) para outra. No caso da interface homem-computador trata-se de fazer a conexão entre a imagem externa do sistema (interface gráfica) e o sistema sensório-motor do homem. O projeto da interface gráfica do sistema pressupõe, portanto, o conhecimento preciso de cada uma das entidades a conectar, a complexidade do sujeito homem torna esta uma tarefa relativamente difícil.

O computador não é uma ferramenta comum: em virtude do seu potencial funcional, o mesmo pode ser visto, não como uma simples ferramenta e sim como um colaborador na realização de tarefas (COUTAZ, 1990). Uma ferramenta é um instrumento sem poder decisório, ela é concebida para ser manipulada. O colaborador, ao contrário, participa ativamente da realização do trabalho comum, a sua eficácia depende muito do conhecimento que ele tenha das estratégias do seu parceiro. Essa afirmação de Coutaz confere um certo nível de antropomorfização ao computador, pois o eleva ao nível de um parceiro na realização da tarefa.

Diversos autores, através de estudos buscam desenvolver metodologias para conceber ou avaliar sistemas interativos com qualidade ergonômica, tarefa esta bastante complexa e árdua, em face das percepções utilizabilidade e de usabilidade que variam bastante de indivíduo para indivíduo e também, de acordo com a situação de uso do sistema (BURKHARDT, 1998).

A interface é um dos componentes fundamentais de um sistema interativo, é através da mesma que ocorre o contato visual do usuário com o aplicativo, meio no qual há comunicação entre os agentes para que as tarefas possam ser realizadas. Sendo entendida como espaço de comunicação, a interface pode ser desenvolvida utilizando diversos elementos gráficos, textuais, cores, sons, animações que irão estruturar de forma organizada e sistematizada a configuração do espaço de comunicação.

O objetivo de se estabelecer uma comunicabilidade, é permitir ao usuário interagir com o sistema, possibilitando transmitir de maneira eficaz e eficiente às intenções e princípios que guiaram o projetista durante o processo de desenvolvimento.

Assim, nessas condições, aquele que concebe a interface de um sistema interativo deve elaborar uma descrição o mais próxima e precisa possível dos problemas e dos processos cognitivos do usuário (COUTAZ,

1990). Para em seguida concretizar o mais fielmente possível esta representação na interface gráfica do aplicativo. Dessa forma, o sistema pode ser considerado como a extensão eletrônica das faculdades cognitivas do usuário, da mesma forma que uma ferramenta é uma extensão mecânica das suas faculdades musculares e sensoriais.

Kay (1990), comentando o conceito de agentes da interface, concorda que estas devem buscar formas mais eficazes de cooperação com o usuário. O autor salienta que, como comunicação é a palavra chave nesta área, então, além de analisar como? o que? o homem comunica, cabe analisar com quem ele se comunica? o homem se comunica em primeiro lugar com ele mesmo e com as suas ferramentas, e em segundo lugar, com seus companheiros e seus agentes. Os computadores pessoais têm, até agora, somente se concentrado na primeira dimensão citada acima. As redes de computadores têm facilitado a comunicação dos homens entre si, mas, nos computadores, com exceção de alguns poucos dispositivos, existe pouca coisa atuando eficientemente como agentes a serviço dos usuários.

Kay (1990) defende sua proposta alegando que na verdade os homens sempre usaram uns aos outros como agentes prestadores de serviço. Aplicações de computadores que incluam tais agentes deixam a categoria de ferramentas manipuláveis e passam à classe das ferramentas manejáveis ou administráveis.

A interface do sistema é freqüentemente o padrão de comparação pelo qual o sistema é julgado. Uma interface difícil de usar, na melhor das hipóteses irá resultar em um alto nível de erros e, na pior será descartado, independente de sua funcionalidade. Se a informação é apresentada de modo confuso e desorientada, o usuário poderá não entender o significado da mesma. Podendo iniciar uma seqüência de ações que corrompa dados ou mesmo cause uma falha geral no sistema (SOMMERVILLE, 1997, apud RAMOS, 2003).

Quando a interface gráfica de um sistema é bem desenhada, a mesma tende a desaparecer, permitindo maior concentração do usuário na realização da tarefa, criar este ambiente onde as tarefas são realizadas com menor esforço, requer um grande e árduo trabalho do designer (SHNEIDERMAN 1998, apud RAMOS, 2003).

É evidente, que a interface gráfica de um sistema interativo, meio que media o processo de interação entre o homem e a máquina, precisa ser agradável graficamente, mas, sobretudo, ela deve ser funcional (possuir utilidade) e ser fácil de usar (possuir usabilidade).

Segundo Reeves (1999) usabilidade envolve o cumprimento de aspectos que indiquem facilidade de aprendizado, eficiência na utilização e presença de poucos erros no sistema.

Preece (1994) atribui à usabilidade um conceito chave em termos de IHC, considerando que representa a qualidade da interação entre sistema e usuário, com o compromisso de oferecer ao usuário um sistema fácil de usar e aprender.

De forma genérica podemos dizer que a usabilidade representa a medida de facilidade para o aprendizado e utilização de uma determinada interface de um sistema interativo.

Segundo Bonsiepe (1997) as interfaces de sistemas interativos são o meio através do qual os usuários e o computador se comunicam ou ainda de acordo com a APPLE, a interface para o usuário é o conjunto de toda a comunicação entre o sistema computacional e o usuário.

É onde acontece a troca de informações, comunicação, codificação das informações por parte dos usuários. O design da interface permite que o usuário construa um modelo mental no seu cérebro que tende a reproduzir o

conhecimento dos projetistas, que possuem uma visão íntima dos detalhes de funcionamento interno e rotinas do sistema.

As conhecidas interfaces de manipulação direta, ou interfaces gráficas, são constituídas por ícones, janelas, menus, teclas e caixas de diálogos, que são compreendidas como instrumentos metafóricos de uma realidade com o qual o usuário tende a se familiarizar buscando um melhor desempenho na execução de suas tarefas. Porém os objetos gráficos não representam uma realidade, mas constituem uma realidade (BONSIEPE , 1997).

A interface é o domínio do acoplamento estrutural entre ferramenta e usuário. Usando a noção de acoplamento estrutural de Maturana e Varela, pode-se afirmar que a interface gráfica é para um sistema interativo o que o cabo é para o martelo. Este acoplamento ocorre primeiramente através do espaço retinal. A noção “*look and feel*” se refere a este processo de acoplamento entre corpo e ferramenta através da percepção visual (BONSIEPE, 1997).

O espaço retinal é estruturado por meio de distinções gráficas tais como: forma, cor, tamanho, posição, orientação, textura, transições ou transformações no tempo (BONSIEPE, 1997).

A interface que apresenta qualidade ergonômica é aquela que possibilita abertura de novas possibilidades de ação para o público alvo.

Do ponto de vista do usuário, a interface é sinônimo de programa. Esta é uma avaliação forte porque o programa é avaliado em termos de rapidez, confiabilidade e *power*. Estas distinções vão além da interface, muito embora o poder e a rapidez de um *software* se manifestam através da interface (BONSIEPE, 1997).



Interfaces que possuem a qualidade da consistência são mais fáceis de aprender e de usar.

Na ergonomia de *software* a preocupação anterior estava no projeto da máquina, isto é, o *hardware*, adaptado às características do homem. Em geral o trabalho do especialista em ergonomia terminava neste ponto, porque as características destas máquinas eram imutáveis, depois de produzidas. Atualmente, as máquinas são programáveis por *software*, que determinam a estrutura do trabalho. Comparando com a situação anterior, é como se cada aplicativo modificasse as características da máquina, pois passa a operar de forma diferente. Assim, o especialista em ergonomia precisa ter acesso aos projetos destes sistemas para que eles sejam desenvolvidos de modo que atendam os requisitos humanos do usuário (IIDA, 1990).

A interação em interfaces gráficas de sistemas interativos que ocorre entre o usuário e o sistema é uma área de conhecimento que se fundamenta e tem suas raízes em diversas áreas do conhecimento humano, das quais destacamos: ergonomia, psicologia, sociologia, antropologia, engenharia, computação e design. Este referencial teórico é que fornece o suporte científico para tentar determinar o fenômeno que se dá no processo de interação humano computador.

Segundo o dicionário Aurélio interação é a ação que se exerce mutuamente entre duas ou mais coisas; ação recíproca; reciprocidade; sentido de ação como 1. Ato ou efeito de agir, de atuar, atuação, ato, feito, obra. 2. Manifestação de uma força, de uma energia, de um agente. Mais adiante: 17. Filos. Processo que decorre da natureza ou da vontade de um ser, o agente, e de que resulta criação ou modificação da realidade. Ver figura 2.1 e 2.2.

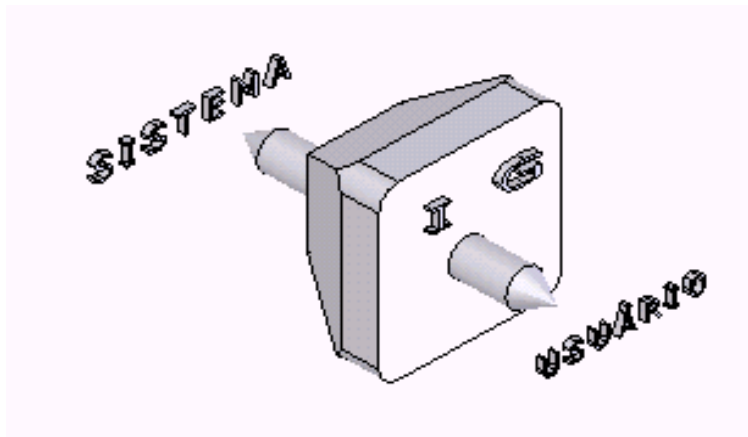


Figura 2.1: Processo de Interação Humano-computador.

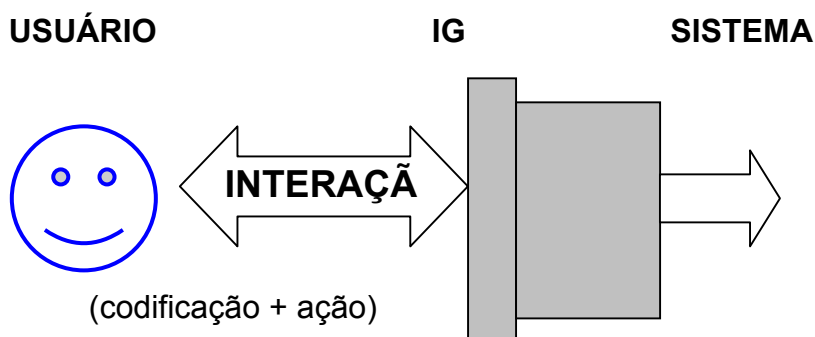


Figura 2.2: Esquema do processo de interação.

A interface gráfica de um sistema interativo computacional pode ser definida como a embalagem do sistema, desta forma, deve possuir determinadas características como facilidade de aprendizado, simplicidade no uso, e, ter clareza suficiente para permitir a execução de tarefas com satisfação, eficácia e eficiência.

O processo de interação humano-computador, ou simplesmente IHC como é comumente denominada, pode ser definida como uma área do conhecimento relacionada ao projeto, à avaliação e à implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e ao estudo dos principais fenômenos que os cercam (HEWETT, 1996).

Este processo de interação ocorre através da interface com o usuário que pode ser definida como o conjunto de todas as linguagens através das

quais o usuário e o produto se comunicam (Mayhew, 1999). Estas linguagens de comunicação se apresentam nas mais diversas formas, tais como: os elementos visuais das telas (p.ex. menus, ícones, cores e *links*), os componentes físicos (p.ex. mouses, teclados e botões), os comandos de voz, visuais e gestos, chegando futuramente às novas gerações de interfaces onde computadores estarão espalhados por todo o ambiente, dotados de sensores capazes de captar informações sobre o contexto e reagir às pessoas e atividades que estiverem à sua volta.

Para a transformação de instrumentos físicos manipuláveis tais como: lápis, escalímetro, régua, borracha, compasso e esquadros em ferramentas digitais é necessário além de compreender os diferentes estilos de interação que os sistemas interativos disponibilizam ao usuário, como também, reconhecer a forma pelo qual o ser humano interpreta, age e raciocina na situação de uso. O design metafórico das ferramentas digitais de projeto deve conduzir o usuário na associação adequada com o mundo real. Este processo se constitui um grande desafio para a equipe de designers da interface gráfica do sistema interativo para aplicativos CAD (BELLEMAIN, 2001).

Assim, a interface gráfica de todo e qualquer sistema interativo têm papel fundamental, pois é através da mesma que ocorre a comunicação entre o usuário e o sistema, ou seja, quanto maior for a usabilidade da interface, mais fácil será a comunicação tendendo a tornar mais fácil a execução de tarefas próprias do sistema. A usabilidade passa então a ser um objetivo a ser perseguido continuamente durante o desenvolvimento de novos sistemas e aperfeiçoamento de interfaces gráficas já implantadas de sistemas interativos.

O processo que vai fornecer os métodos estruturados para que se possa atingir um alto grau de usabilidade da interface com o usuário durante o desenvolvimento do produto é chamado de Engenharia de Usabilidade (MAYHEW, 1999).

## 2.3 Definição de usabilidade

A usabilidade em interfaces gráficas tem como propósito minimizar: o tempo de aprendizagem; a irritação dos usuários na execução de tarefas; a sub-utilização dos recursos disponíveis; os erros do usuário; o baixo rendimento do trabalho. Projetos adequadamente planejados, desenvolvidos e executados procuram atingir os fatores que minimizem os aspectos supracitados.

Usabilidade pode ser compreendida como a capacidade, em termos funcionais humanos de um sistema ser usado com facilidade e com eficiência pelo usuário.

Para Bastien e Scapin (1993), a usabilidade está diretamente relacionada ao diálogo que acontece na interface de um sistema, seria a capacidade do *software* em permitir que o usuário alcance suas metas de interação com o sistema.

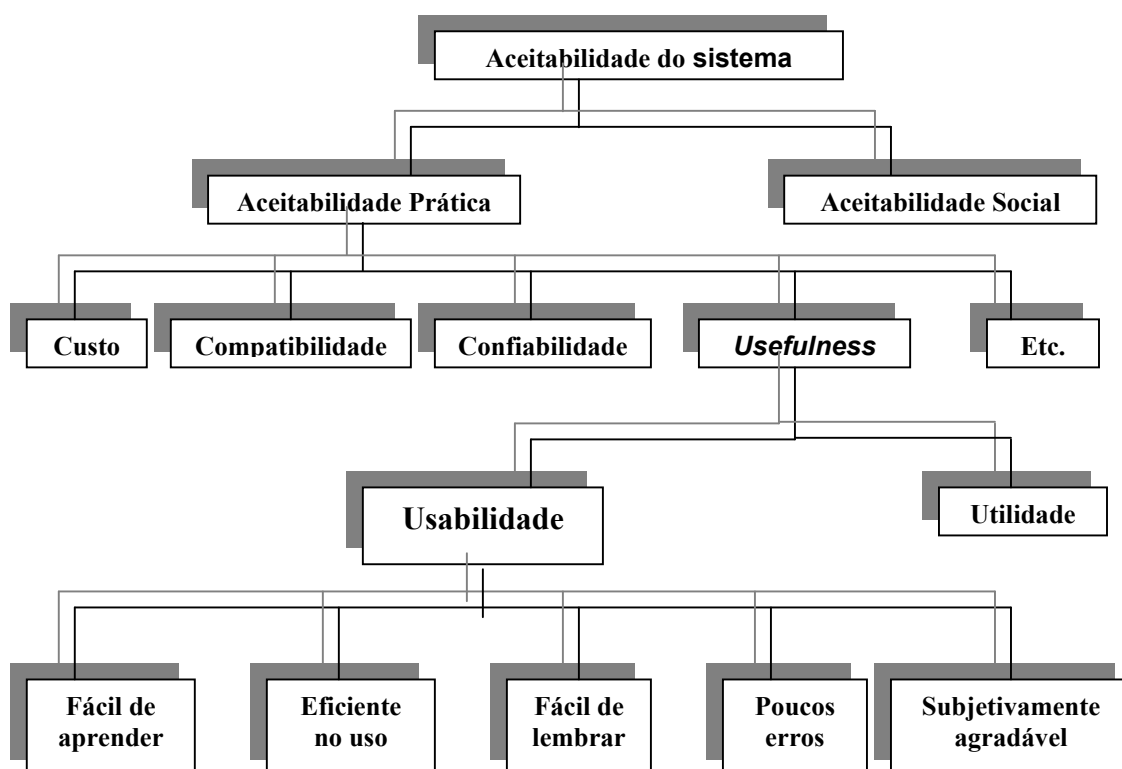
Moraes (2002), define os principais fatores relacionados à abrangência do termo usabilidade: facilidade de aprendizagem, efetividade, atitude, flexibilidade, utilidade percebida do produto, adequação à tarefa, característica da tarefa e características do usuário.

A interação Homem-Computador é um campo de estudos interdisciplinar que tem como objetivo geral entender como os usuários utilizam as interfaces gráficas no seu contexto mais amplo. O termo *Human Computer Interaction*, passou a ser adotado em meados da década de 80 como uma forma de descrever um novo campo de estudo cuja principal preocupação era como o uso de computadores poderia enriquecer a vida pessoal e profissional de seus usuários. Enfocava-se em particular as capacidades e limitações do usuário, isto é, procurava-se entender o lado humano na interação com sistemas computadorizados.

O termo Interação Homem-Computador traz nos dias atuais outros focos de interesse que não apenas o design de interfaces e os processos psicológicos envolvidos na interação com sistemas computadorizados. Preocupa-se também com os demais aspectos relacionados na interação entre seres humanos e sistemas computacionais, tais como: a configuração física dos equipamentos denominada de hardware; a organização do trabalho em ambientes informatizados.

Outras definições do termo Interação Homem-Computador: “...conjunto de processos, diálogos e ações através dos quais um usuário humano interage com um determinado sistema computadorizado” (BACKEN & BUXTON, 1987, apud MORAES 2002, p.30), ou ainda “...é uma disciplina que se dedica ao design, avaliação e implementação de sistemas computadorizados interativos para o uso humano e ao estudo dos principais fenômenos que circulam essa interação (ACM-SIGCHI, 1992, apud MORAES, 2002, p. 30)”.

Segundo Nielsen (1993) usabilidade é um dos componentes da “aceitabilidade de um sistema” que é um conceito mais amplo envolvendo aspectos como custo, confiabilidade e até mesmo aceitabilidade social. Para o autor a aceitabilidade de um sistema se refere à capacidade do sistema de satisfazer todas as necessidades e exigências dos usuários, que podem ser tanto os usuários finais quanto outras pessoas que estejam envolvidas de alguma forma com esse sistema. Ver figura 2.3.



Fonte: NIELSEN, 1993.

Figura 2.3: Modelo de atributos de aceitabilidade de um sistema.

O termo *usefulness* se refere ao sistema poder ser empregado para atingir um determinado objetivo e é decomposto em utilidade e usabilidade. A utilidade se refere a verificar se o sistema tem as funcionalidades certas e se estas funcionalidades fazem o que deve ser feito, enquanto que a usabilidade se refere à qualidade com que os usuários conseguem utilizar essas funcionalidades. A usabilidade se aplica a todos os aspectos do sistema com os quais o usuário pode interagir, incluindo os procedimentos de instalação e manutenção e deve ser sempre verificada relativamente a determinados usuários executando determinadas tarefas.

Jordan (1998) desenvolveu um modelo para usabilidade baseado inicialmente em três componentes, que são respectivamente: intuitividade, aprendizagem e performance do usuário com experiência, e que, mais tarde teve uma extensão com a adição de mais dois componentes: potencial do sistema e re-usabilidade. Cada um desses componentes é definido assim:

- **Intuitividade:** é o custo para o usuário (em termos de tempo e taxas de erros, por exemplo) para utilizar um produto ou realizar uma nova tarefa pela primeira vez;
- **Aprendizagem:** é o custo para o usuário em atingir um determinado nível de competência na realização de uma tarefa, excluindo as dificuldades encontradas para realizá-la pela primeira vez;
- **Performance do usuário experiente (PUE):** é o nível da performance (desempenho) atingido por determinado usuário ao realizar muitas vezes a mesma tarefa com um determinado sistema;
- **Potencial do sistema:** representa o nível máximo de performance que pode ser atingido ao realizar uma determinada tarefa com um sistema. É o limite máximo de desempenho;
- **Re-usabilidade:** indica uma possível diminuição do desempenho que pode ocorrer após o usuário não utilizar o produto, ou não executar uma determinada tarefa, por um determinado período de tempo.

Para o autor a usabilidade também não pode ser considerada isoladamente, pois ela é uma propriedade da interação entre o sistema , o usuário, a tarefa a ser executada e o ambiente que o envolve.

Para a avaliação e quantificação da usabilidade, Nielsen (1993) a define em função de cinco atributos principais, que são respectivamente:

- **Aprendizagem:** o sistema deve ser de fácil aprendizado para que o usuário possa começar a utilizá-lo rapidamente;
- **Eficiência:** o sistema deve ser eficiente no sentido de que uma vez que o usuário aprenda a utilizá-lo ele o faça com alta produtividade;
- **Memorização:** o sistema deve ser de fácil lembrança, ou seja, ao passar um determinado período sem utilizar o sistema o usuário pode utilizá-lo novamente sem ter que aprender tudo novamente;

- **Erros:** a taxa de erros deve ser baixa. Erros de extrema gravidade não devem ocorrer. Ao cometer algum erro, o usuário deve ter a possibilidade de recuperar o sistema para o estado imediatamente anterior ao erro;
- **Satisfação:** os usuários devem gostar do sistema. Ele deve ser agradável de ser utilizado para que as pessoas se sintam satisfeitas com o seu uso.

Vamos utilizar neste processo de avaliação o contexto mais amplo de usabilidade, englobando seus parâmetros mais relevantes, de acordo com os autores referenciados neste referencial bibliográfico.

## **2.4 Normas técnicas sobre requisitos ergonômicos**

### **2.4.1 ISO 9241**

A norma ISO 9241, de 1998, trata dos “Requisitos ergonômicos para trabalho de escritórios com computadores” contém 17 unidades (partes) que abordam diferentes aspectos referentes ao ambiente de trabalho e a prática do projeto de diálogo.

A unidade 11 desta norma apresenta as “orientações sobre usabilidade” e define usabilidade como sendo: a eficiência, a eficácia e a satisfação com as quais determinados usuários realizam determinadas tarefas em um determinado contexto de uso. Onde eficácia é a exatidão e completude com as quais os usuários atingem objetivos específicos. Eficiência refere-se aos recursos gastos em relação à exatidão e completude com as quais os usuários atingem os objetivos. Satisfação é o conforto e a aceitabilidade no uso. E o contexto de uso consiste de usuários, tarefas, equipamentos (*hardware*, *software* e materiais), e os ambientes físico e social em que o produto é utilizado (NBR 9241-11, 2002).

Esta definição deixa claro que a usabilidade não é uma propriedade isolada do produto, depende também de quem o está utilizando, com quais



objetivos e em que contexto de uso ou ambiente o produto está sendo utilizado para e realização das tarefas.

A ISO 9241 unidade 11 explica como identificar as informações que são necessárias para especificar ou avaliar a usabilidade em termos de medidas de performance do usuário e de sua satisfação. São fornecidas orientações, em forma de princípios e técnicas, sobre como descrever explicitamente o contexto de uso do produto e as medidas que são relevantes para determinar sua usabilidade.

A ISO 9241-11 enfatiza ainda que a usabilidade dos sistemas computacionais é dependente do contexto de uso e que o grau de usabilidade alcançado dependerá das circunstâncias específicas nas quais o produto é usado. O contexto de uso consiste de usuários, tarefas, equipamentos (*hardware*, *software* e materiais), e do ambiente físico e social, pois todos os envolvidos desse processo podem ter influência sobre a usabilidade de um produto, dentro de um sistema de trabalho. As medidas de desempenho e satisfação do usuário avaliam o sistema de trabalho como um todo, e, quando um produto é o foco de interesse, estas medidas fornecem informações sobre a usabilidade do produto avaliado, dentro de um contexto particular de uso proporcionado pelo restante do sistema de trabalho. Os efeitos das mudanças em outros componentes do sistema de trabalho, tal como: tempo de treinamento do usuário ou melhoria de iluminação, podem também ser medidos pelo desempenho e satisfação do usuário.

O termo usabilidade é empregado para referenciar mais precisamente os atributos de um produto que o tornam mais fácil de ser utilizado.

A ISO 9241-11 define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um computador em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. É definida orientação sobre como descrever

explicitamente o contexto de uso do produto (*hardware*, *software* ou serviços) e as medidas relevantes de usabilidade. A orientação é dada na forma de princípios e técnicas gerais, em vez de requisitos para usar métodos específicos.

#### **2.4.2 ISO/IEC 9126**

A norma ISO/IEC 9126-1, de 2001, “Engenharia de *software*: Qualidade do produto” é uma norma para avaliação de qualidade de produto de *software*.

Esta norma traz o conceito de “qualidade no uso” que é definida como sendo:

[...a capacidade do produto de *software* em permitir a usuários específicos atingir metas especificadas com eficácia, produtividade, segurança e satisfação em um contexto de uso especificado] (ABNT, 1999).

Esta definição é similar a definição de usabilidade da ISO 9241 unidade 11, e também faz referência ao contexto de uso, deixando claro que a qualidade em uso não é uma característica intrínseca do produto.

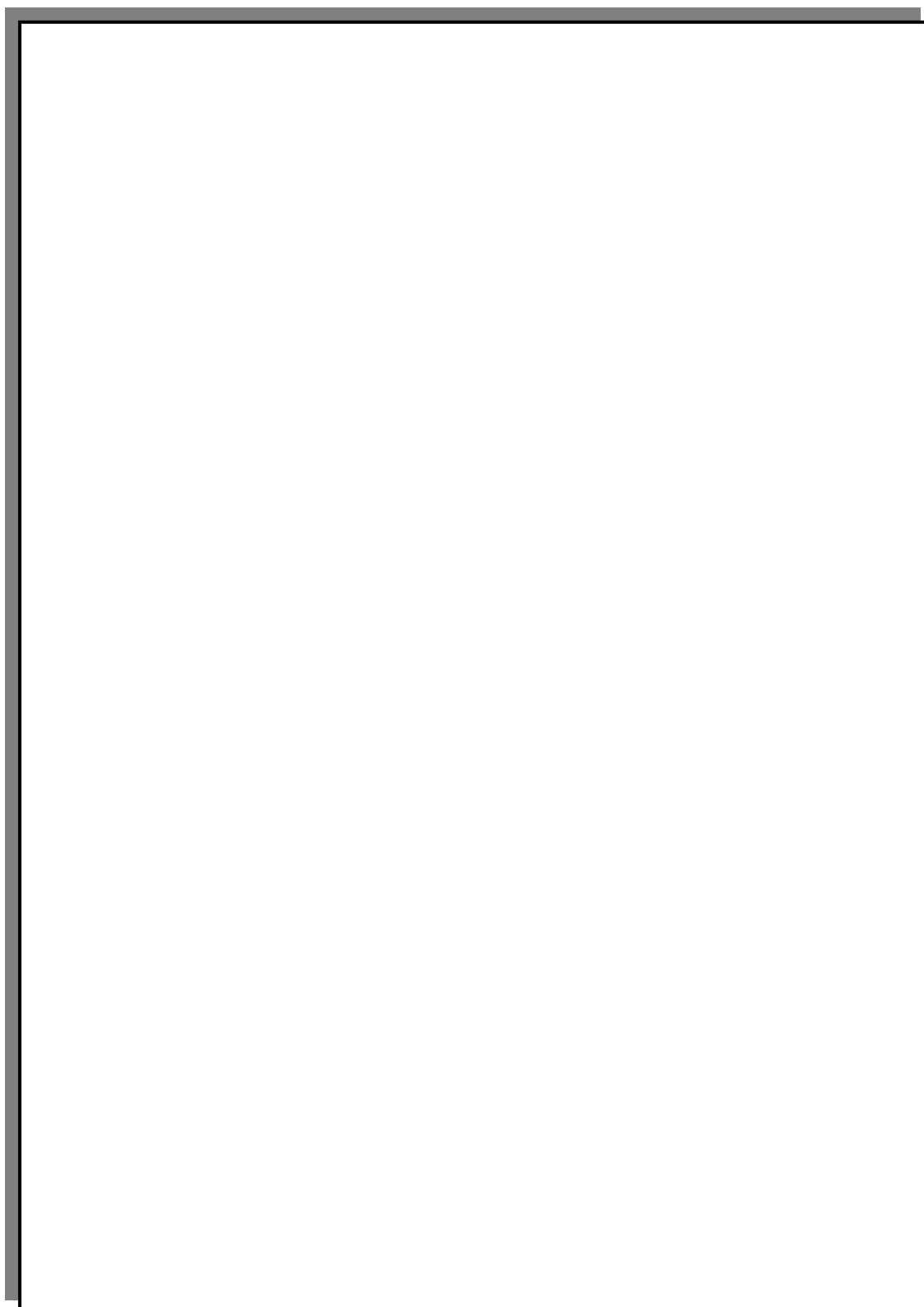
A qualidade em uso é a visão do usuário sobre a qualidade de um sistema interativo e é verificada em termos de resultados de utilização do sistema e não em função de suas propriedades (BEVAN, 2002).

A ISO/IEC 9126-1 descreve um modelo de qualidade que categoriza os atributos de qualidade de sistemas interativos através de seis características, que são respectivamente: a funcionalidade, a confiabilidade, a usabilidade, a eficiência, a manutenibilidade e a portabilidade onde cada uma dessas características é subdividida em sub-características. Estas características e sub-características estão representadas visualmente no quadro 2.1.

Neste modelo a usabilidade é uma das componentes da qualidade de *software* e é definida como: a capacidade do *software* de ser entendido, de ser aprendido, de ser utilizado e de ser agradável para o usuário, quando utilizado sob condições determinadas. É uma definição mais próxima à visão de Nielsen e Jordan onde a usabilidade está mais relacionada à facilidade de uso e do aprendizado.

Segundo Bevan (1999) para atingir a qualidade em uso, depende de atingir os critérios para as medidas externas de comportamento do sistema interativo, o que por sua vez, depende de atingir os critérios relacionados para as medidas internas, portanto os atributos dos três níveis devem ser avaliados.

As normas ISO/IEC 9126-2 e ISO/IEC 9126-3 definem exemplos de métricas externas e internas que se associam aos atributos de qualidade relacionados às características e sub-características deste modelo. A parte 2, métricas externas, descreve métricas que são aplicadas ao produto de *software* executável, enquanto a parte 3, métricas internas, descreve métricas que são aplicadas ao produto de *software* não-executável, durante as fases de codificação. As métricas para avaliar a qualidade em uso estão descritas no documento ISO/IEC 9126-4.



Fonte: BEVAN, 2001, apud, ABNT, 1999.

Quadro 2.1: Modelo de qualidade para um produto de *software* ISO/IEC 9126-1

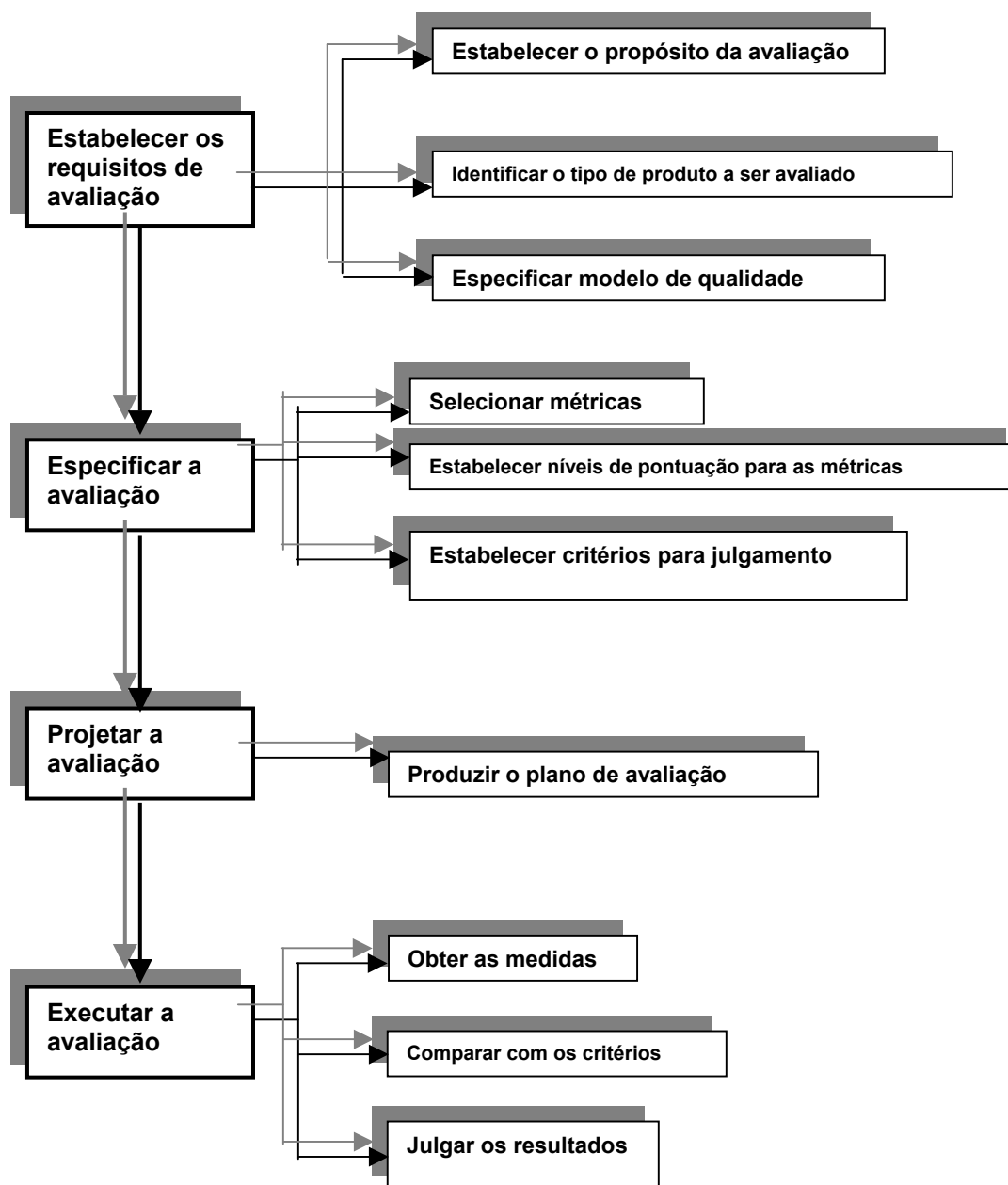
### 2.4.3 ISO/IEC 14598

A norma ISO/IEC 14598 (unidades 1 a 6) descreve o processo a ser utilizado para a avaliação de um produto de *software*. Ela está organizada em diferentes objetivos de avaliação segundo o ponto de vista do produtor, do comprador e do avaliador independente.

A ISO/IEC 14598-1 também define o conceito de qualidade em uso como “a extensão na qual um produto utilizado por usuários específicos atende às suas necessidades de atingir objetivos específicos com eficácia, produtividade e satisfação em um contexto de uso específico” (Bevan, 2002).

Esta norma pode utilizar qualquer modelo de qualidade, no entanto a aplicação deste processo de avaliação é muito mais simples se for utilizado o modelo da 9126-1, pois todas as normas da família 14598 estão fortemente relacionadas a este modelo de qualidade (ABNT,1999).

A figura 2.4 ilustra o processo de avaliação de produto de *software* baseado na ISO/IEC 14598-1.



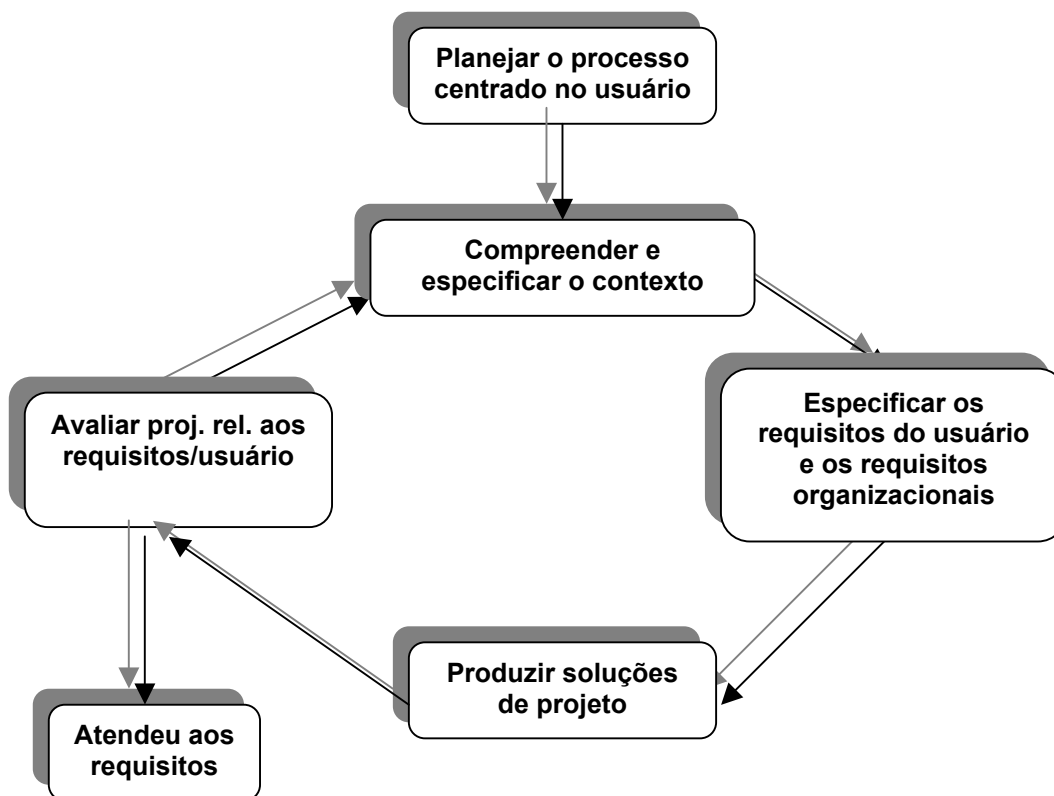
Fonte: ABNT, 1999.

Figura 2.4: Processo de avaliação de produto de *software* ISO/IEC14598-1

#### 2.4.4 ISO 13407

O processo de projeto centrado no usuário é uma filosofia de projeto que tem o usuário como foco principal, privilegiando assim a lógica de operação do sistema interativo.

A norma ISO 13407, de 1999, que trata do “Processo de projeto centrado no usuário para sistemas interativos” fornece orientações sobre como atingir a qualidade em uso ao incorporar atividades de projeto centrado no usuário em todo o ciclo de vida de sistemas interativos computacionais (Bevan, 2000). Esta norma define o processo de compreender e especificar o contexto de uso como uma das principais etapas do processo de projeto centrado no usuário. Ver figura 2.5.



Fonte: MAGUIRE, 2001, apud BETIOL 2003.

Figura 2.5: Ciclo de projeto centrado no usuário ISO 13407.

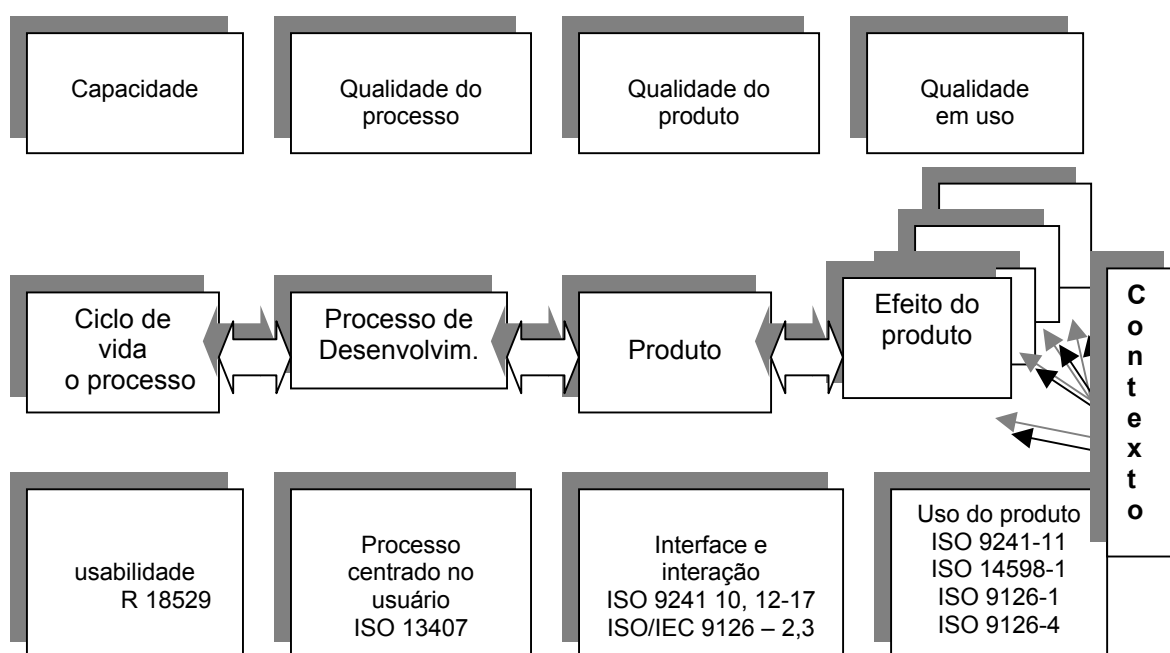
A ISO TR 18529, de 2000, contém um conjunto estruturado de processos derivados da ISO 13407 referentes ao ciclo de vida do produto. Esta norma pode ser utilizada para avaliar a capacidade de uma organização de aplicar as atividades de Projeto Centrado no Usuário e também para especificar o que é necessário para implementar essa filosofia de processo (BEVAN, 2000).

A figura 2.6 representa graficamente como as normas apresentadas anteriormente podem apoiar o processo para atingir a usabilidade de um sistema. Estas normas podem ser categorizadas em relação a:

- Uso do produto (eficácia, eficiência e satisfação em relação a um determinado contexto de utilização);
- Interface com o usuário e interação;
- Processo utilizado para o desenvolvimento do produto;
- Capacidade de uma organização de aplicar o processo de projeto centrado no usuário.

Ou seja, o objetivo é que o produto seja utilizado com eficácia, eficiência e satisfação quando usado em determinados contextos. Um pré-requisito para que isto ocorra é a existência de interface e interação apropriadas a execução das tarefas. Isto exige que o processo de projeto seja centrado no usuário, o que, por sua vez, para ser atingido consistentemente exige uma capacidade organizacional que apóie esta filosofia de projeto (BEVAN, 2001).





Fonte: BEVAN, 2002 apud, BETIOL, 2003.

Figura 2.6: As normas técnicas e a usabilidade.

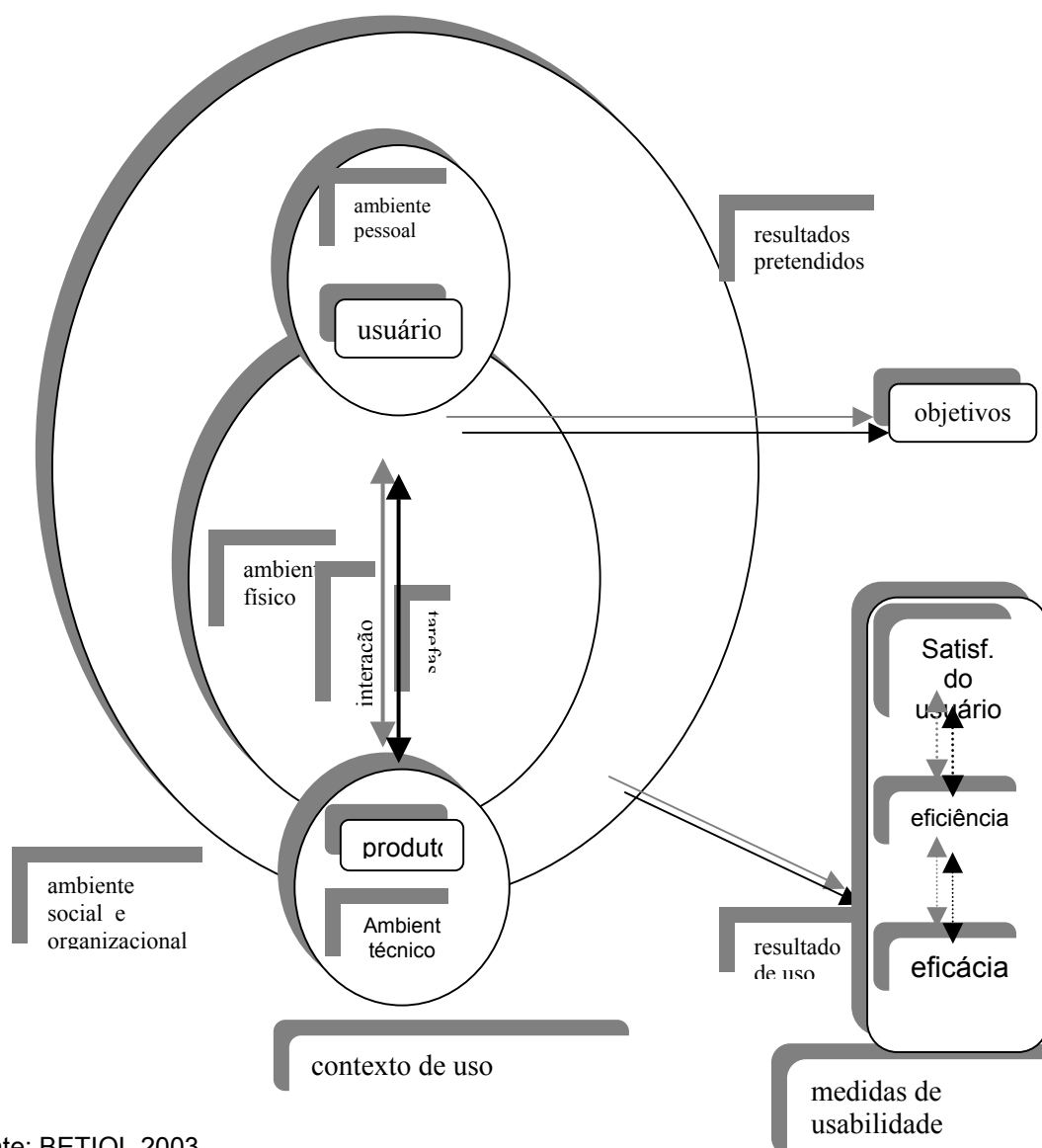
## 2.5 Especificação dos componentes da usabilidade

De acordo com as definições apresentadas, a usabilidade, como sinônimo de qualidade em uso, pode ser medida na extensão em que um produto possa ser usado com eficácia, eficiência e satisfação dentro de um determinado contexto, ou seja, a usabilidade de um produto é afetada não somente pelas características do produto, mas também pelo seu contexto de uso.

Na área de IHC há bastante tempo já se reconhece que os usuários e as tarefas que eles executam têm grande efeito nos resultados de qualquer sistema de avaliação (Miller, 1971 apud Maguire, 2001). Em meados dos anos 80 houve um movimento maior em relação à importância do contexto com o trabalho de Whiteside e seus colegas. Eles perceberam que embora alguns produtos apresentassem bons resultados em experimentos realizados dentro do laboratório, o mesmo não se repetia quando o produto era usado no mundo

real. As pesquisas do grupo trouxeram novamente à tona a importância do contexto de uso na avaliação (MAGUIRE, 2001).

O contexto de uso é definido a partir dos usuários do produto, das tarefas que eles têm que executar, dos ambientes técnico, organizacional e físico e até mesmo do dia e da hora em que o produto está sendo utilizado (Bevan, 2002). A figura 2.7 ilustra todos os componentes da usabilidade e a relação entre eles.



Fonte: BETIOL 2003.

Figura 2.7: As normas técnicas e a usabilidade.

Desta forma, para especificar ou medir a usabilidade de um sistema interativo é necessário definir os objetivos de uso, o contexto de uso e as medidas de usabilidade. Cada um destes itens é detalhado na seqüência:

- **Objetivos:** Primeiramente devem ser descritos os objetivos de uso do produto, ou seja, que objetivos o usuário espera atingir ao utilizar aquele determinado produto. Estes objetivos podem ser decompostos em sub-objetivos e servirão, posteriormente, como orientação para a descrição das tarefas.
- **Contexto de uso:** A análise do contexto de uso vai permitir a especificação das características dos usuários, das tarefas que eles executam e das circunstâncias reais de uso. A partir desta especificação é possível determinar quais atributos do contexto de uso irão afetar a usabilidade e, portanto, deverão ser analisados durante o processo de avaliação, assegurando desta forma a validação dos resultados (Thomas, 1996). O quadro 2.2 ilustra alguns dos principais atributos do contexto de uso.
- **Medidas de usabilidade:** A eficácia, eficiência e a satisfação podem ser medidas de maneira objetiva a partir dos resultados da interação do usuário com o sistema. A importância de cada componente da usabilidade vai depender do contexto de uso e dos objetivos da avaliação, que vão determinar a escolha e o nível de detalhes de cada medida. O “Método da Medida da Performance” (Macleod, 1997) sugere um conjunto de medidas e métricas baseadas na análise da execução e do resultado da tarefa realizada pelo usuário.

<b>sistema</b>	<b>Usuários</b>	<b>Tarefas</b>
<b>Sistema ou produto</b> Nome Versão Descrição Finalidade Principais áreas de aplicação Principais funções Mercado alvo  <b>Para cada tipo de usuário</b> Tipo Papel Objetivo Principais benefícios com o uso do sistema/produto Custos no uso do sistema/produto	<b>Usuário</b> Nome Tipo (primário/secundário/indireto)  <b>Experiência, habilidades, conhecimento</b> Experiência com o produto Experiência relacionada ao uso do produto Conhecimento da tarefa Conhecimento organizacional Nível de treinamento Habilidade com os dispositivos de entrada de dados Qualificação Habilidades de linguagem  <b>Atributos pessoais</b> Idade Sexo Capacidades físicas e cognitivas Limitações físicas e cognitivas Atitudes Motivação	<b>Para cada tarefa da lista</b> Nome Características Objetivos/resultados Passos Frequência Duração Flexibilidade Dependências Demanda física e mental Resultado Riscos resultantes de erros Demandas críticas de segurança
<b>Ambiente</b>		
<b>Técnico</b>	<b>Físico</b>	<b>Organizacional</b>
Hardware <b>Software</b> Rede Materiais de referência Outros equipamentos	<b>Condições do local de trabalho</b> Condições atmosféricas Ambiente acústico Ambiente térmico Ambiente visual Instabilidade ambiental  <b>Projeto do local de trabalho</b> Espaço Móveis Postura do usuário Localização  <b>Segurança do local de trabalho</b> Riscos para a saúde Roupas e equipamentos de proteção	<b>Estrutura</b> Grupos de trabalho Práticas de trabalho Assistência Interrupções Estrutura de gerência Estrutura de comunicação Salário  <b>Atitudes e cultura</b> Política no uso dos computadores Objetivos organizacionais Relações industriais  <b>Projeto do trabalho</b> Cargos Horas de trabalho Flexibilidade Monitoramento do desempenho Velocidade Autonomia Disciplina

Fonte: MAGUIRE, 2001, apud BETIOL, 2003.

Quadro 2.2: Atributos do contexto de uso.

## 2.6 Medidas e métricas de usabilidade

### 2.6.1 Eficácia

A eficácia é definida como a acurácia e a completude com que os usuários atingem objetivos específicos.

A acurácia pode ser medida pela extensão com a qual o resultado da tarefa realizada pelo usuário corresponde aos critérios especificados. A completude pode ser medida como a proporção dos objetivos da tarefa que foram atingidos.

Macleod (1997) define uma métrica para eficácia em função da quantidade da tarefa completada pelo usuário (completude) e da qualidade dos resultados obtidos (acurácia).

$$\text{Eficácia} = f(\text{quantidade, qualidade})$$

A eficácia medida em relação a cada tarefa realizada pelo usuário pode ser definida pela fórmula:

$$\text{Eficácia da tarefa} = (\text{quantidade} \times \text{qualidade}) / 100\%$$

Indica a qualidade e a quantidade dos objetivos atingidos pelo usuário, independentemente do tempo necessário e das dificuldades encontradas na realização da tarefa.

### 2.6.2 Eficiência

A eficiência é medida relacionando os níveis de eficácia alcançados com os recursos utilizados. Estes recursos podem ser tempo, carga de trabalho físico ou mental, custos materiais ou financeiros.

- Eficiência temporal: A eficiência temporal pode ser medida como a razão entre a eficácia e o tempo gasto para realizar a tarefa (Macleod, 1997):

$$\text{Eficiência do usuário} = \text{eficácia} / \text{tempo da tarefa}$$

Esta métrica determina a qualidade e a quantidade dos objetivos atingidos pelo usuário em relação ao tempo gasto na execução de uma determinada tarefa em um contexto específico.

- Eficiência relativa: A eficiência relativa do usuário é definida como a razão entre a eficiência de qualquer usuário e a eficiência de um usuário especialista no mesmo contexto (Macleod, 1997):

$$\text{Eficiência relativa} = (\text{eficiência do usuário} / \text{eficiência do especialista}) \times 100 \%$$

Ao realizar repetidas avaliações com o mesmo usuário esta métrica pode indicar a taxa de crescimento no aprendizado de um determinado produto em um contexto específico. Também pode ser utilizada para indicar a posição do usuário na curva de aprendizado do sistema.

- Produtividade do usuário: Para Macleod (1997) é importante separar as ações do usuário em produtivas quando contribuem para o resultado da tarefa, mesmo que o usuário não tenha utilizado a seqüência ótima de ações para chegar ao resultado<sup>1</sup>, e improdutivas, quando as ações não contribuem diretamente para o resultado da tarefa. São consideradas ações improdutivas: busca de ajuda sobre o sistema, navegação por estruturas escondidas do sistema sem ativar nenhuma delas, ações que cancelam uma ação anterior e qualquer ação que seja cancelada, rejeitada ou ignorada pelo sistema, não tendo, portanto, nenhum efeito.

A produtividade do usuário pode ser definida como o percentual do tempo gasto na realização da tarefa com atividades produtivas:

$$\text{Produtividade do usuário} = (\text{tempo produtivo} / \text{tempo de duração da tarefa}) \times 100\%$$

O tempo produtivo é medido subtraindo o tempo gasto com as ações improdutivas do tempo de duração da tarefa.

Por exemplo: se a tarefa for desenhar um segmento de reta com um *software* gráfico, a ação de checar qual o estilo de linha que está selecionado não faz parte do caminho ótimo, mas pode ser considerada produtiva, pois contribuiu para o resultado da tarefa (MACLEOD, 1997).

- Carga de trabalho: A carga de trabalho também pode ser medida para verificar quanto esforço físico e cognitivo foi exigido do usuário para a realização da tarefa e assim avaliar qual o seu impacto na eficiência.

Esse esforço é pessoal e vai depender da individualidade de cada um. Portanto a única maneira de medi-lo é pedindo à pessoa que descreva a sua experiência. Uma ferramenta que pode ser utilizada para avaliar a opinião do usuário sobre o esforço despendido na execução da tarefa é o NASA Task Load Index (NASA, 1986) um questionário que permite definir uma pontuação total para a carga de trabalho baseado em seis fatores: demanda física, demanda mental, demanda temporal, esforço, performance e frustração.

### 2.6.3 Satisfação

As medidas de satisfação descrevem a usabilidade como ela é percebida pelo usuário em relação ao sistema como um todo.

A performance e a satisfação do usuário não estão diretamente relacionadas, o usuário pode apresentar uma ótima performance embora não goste do sistema e vice-versa (MACLEOD, 1997).

A satisfação pode ser avaliada por medidas objetivas como batimentos cardíacos e frequência respiratória ou baseadas na observação do usuário como postura e movimentos do corpo que podem indicar níveis de stress e conforto (NIELSEN, 1993).

As medidas subjetivas podem ser baseadas na opinião do usuário sobre o sistema. Uma forma simples de avaliar a satisfação é perguntar ao usuário o que ele achou do sistema, do que ele mais gostou, o que o deixou irritado. Entretanto, é recomendado utilizar um dos vários questionários que já foram desenvolvidos exatamente para este fim. Esses questionários apresentam algumas frases ao usuário e pedem que ele marque em uma escala a posição que corresponde à sua opinião sobre aquele item. Alguns questionários que podem ser utilizados para medir a satisfação são o SUM I- *Software Usability Measurement Inventory* (SUMI, 2003), o QUIS - *Questionnaire for User Interaction Satisfaction* (QUIS, 2003), e o SUS - *System Usability Scale* (SUS, 2003; BROOKE, 1996).

## **2.7 As técnicas de usabilidade no ciclo de desenvolvimento do produto**

O primeiro passo do processo de projeto centrado no usuário é a fase de análise, ou seja, é preciso conhecer o contexto de uso, pois as informações sobre o usuário, seus objetivos, as tarefas que ele irá executar e o local onde o produto será utilizado irá trazer informações importantes para a especificação dos requisitos de usabilidade permitindo criar sistemas que sejam adequados às reais necessidades dos usuários. Nesta fase de análise, podem ser utilizadas técnicas como *focus group*, *Contextual Enquiry*, questionários e entrevistas (HACKOS, 1998).

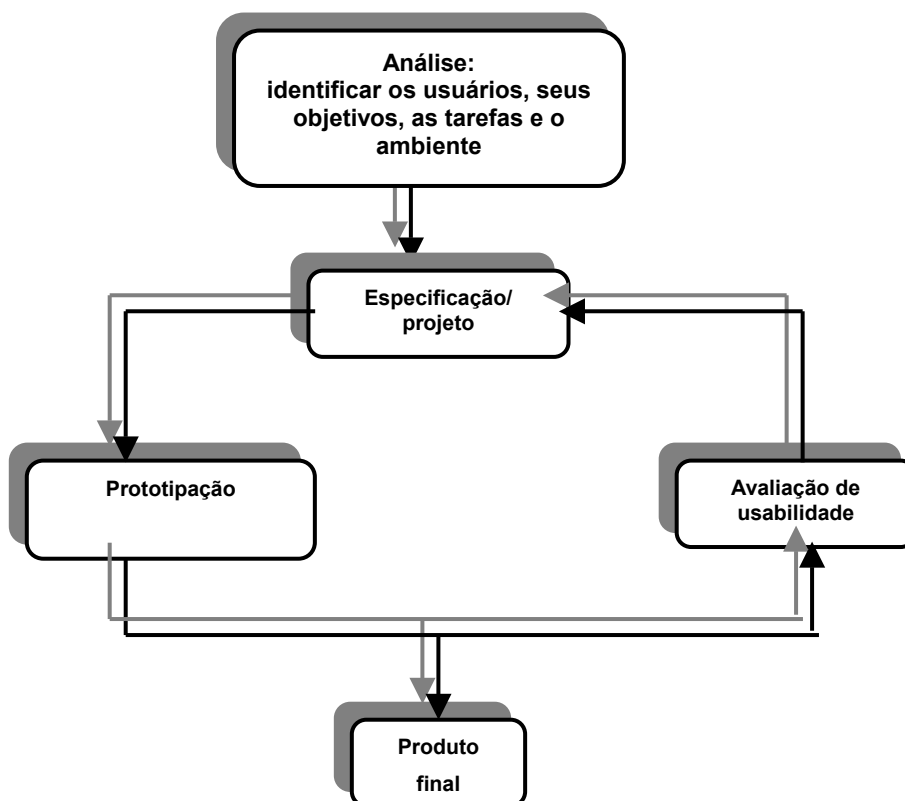


Durante o restante do desenvolvimento do projeto é possível envolver o usuário utilizando técnicas como design participativo (Hackos, 1998), sessões de arranjo e classificação ou diagramas de afinidade (GAFFNEY, 2000).

As avaliações podem ser conduzidas para medir a usabilidade em vários estágios durante o processo de desenvolvimento do produto. Os resultados dessas avaliações fornecem subsídios importantes para a tomada de decisão sobre necessidades de alteração de projeto a fim de aumentar a usabilidade.

Os métodos de avaliação de usabilidade podem e devem ser aplicados em várias fases durante o ciclo de desenvolvimento do produto, desde técnicas aplicadas nas fases iniciais do projeto como prototipação em papel até testes de usabilidade realizados com o produto final em campo, cujos resultados irão subsidiar o desenvolvimento de novas versões ou até mesmos novos produtos. É sempre recomendado que sejam realizadas avaliações menores em várias versões de protótipos em lugar de realizar uma única avaliação em versões finais do produto.

Quanto mais cedo forem realizadas as avaliações de usabilidade, mais simples será a alteração no projeto e conseqüentemente mais facilmente os requisitos de usabilidade podem ser incorporados ao produto. Esta abordagem iterativa ilustrada através da figura 2.8 pode reduzir custos e evita reformulações muito amplas ou às vezes até muito difíceis de serem realizadas quando o produto já se encontra em suas versões finais.



Fonte: BETIOL 2003

Figura 2.8: Avaliação de usabilidade no desenvolvimento de um produto.

## 2.8 Métodos para avaliação de usabilidade

Não existe um único método capaz de identificar todos os problemas de usabilidade de uma interface. As técnicas são complementares e a sua escolha dependerá principalmente das diferentes fases do ciclo de desenvolvimento do projeto, dos objetivos da avaliação e dos recursos humanos, físicos e financeiros que estiverem disponíveis.

As técnicas diferem quanto ao tipo e quantidade de problemas que identificam, à sistematização de seus resultados, à facilidade de aplicação e às chances que seus resultados apresentam para convencer os projetistas das necessidades de mudanças na interface (CYBIS, 2002).

Os resultados de uma avaliação de usabilidade fornecem subsídios para novas especificações de projeto, daí a importância das avaliações estarem presentes desde o início do projeto.

Cybis (2002) classifica as técnicas de avaliação de usabilidade em três categorias:

- **Prospectivas:** buscam a opinião do usuário sobre a interação com o sistema. São baseadas em questionários e entrevistas com os usuários para avaliar a sua satisfação ou insatisfação com o sistema (Jordan, 1998).
- **Preditivas/Analíticas:** buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta de usuários. As avaliações são baseadas em verificações e inspeções feitas por especialistas em usabilidade ou projetistas. São exemplos de técnicas preditivas (Nielsen, 1994): Análise Hierárquica da Tarefa, Avaliação Heurística, Inspeções Ergonômicas via *Checklists*, Inspeção Cognitiva.
- **Objetivas/Empíricas:** buscam constatar os problemas a partir da observação do usuário interagindo com o sistema. São os Ensaio de Interação, também chamados Testes de Usabilidade, que serão descritos em mais detalhes a seguir.

As técnicas adotadas neste trabalho para avaliar usabilidade, ou melhor identificar os problemas de usabilidade na interface gráfica do aplicativo gráfico de modelagem 3D, Solidworks 2003, serão abordadas na seqüência deste trabalho.

## 2.9 Critérios para comparação entre técnicas de avaliação de usabilidade

Bastien e Scapin (1995) definiram três características que devem ser consideradas ao se comparar técnicas de avaliação de usabilidade: validade, completude e confiabilidade:

- **Validade:** é definida pela habilidade do avaliador em focar aspectos específicos e pré-definidos do design.
- **Completude:** a avaliação é considerada completa se ela consegue examinar o máximo possível da interface.
- **Confiabilidade:** a avaliação é considerada confiável se for possível reproduzir os mesmos resultados com outra avaliação realizada nas mesmas condições.

Como Bastien e Scapin não indicaram como essas características poderiam ser medidas, Sears (1997) propôs estender a definição desses conceitos e definiu um conjunto de métricas que permitem compará-los quantitativamente. Cada métrica tem uma escala de 0 a 1 onde 1 é o valor ótimo:

- **Validade:** uma técnica é considerada válida se permite que o avaliador foque nos aspectos que são pertinentes, ou seja, o avaliador não vai identificar como um problema de usabilidade um aspecto que não cause nenhum impacto no usuário. Desta forma a validade pode ser definida como a razão entre a quantidade de problemas reais identificados e a quantidade de todos os problemas identificados como problemas de usabilidade.

**Validade= quant. de probl. reais encontrados/ quant. de problemas identificados**

A validade mede quanto esforço extra está sendo gasto em aspectos que não são importantes, ou seja, na identificação de problemas que não são considerados problemas reais de usabilidade.

- **Completude:** a técnica é considerada completa se permite que os avaliadores avaliem todos os aspectos da interface. Desta forma a completude pode ser definida como a razão entre os problemas reais que são identificados e os problemas que existem no sistema.

**Completude = quant. de prob. reais encontrados/quantidade de prob. reais que existem**

A completude mede o percentual de problemas encontrados.

- **Confiabilidade:** a confiabilidade implica em que resultados similares devem ser obtidos quando as condições da avaliação forem reproduzidas. Desta forma a confiabilidade pode ser definida como a razão entre o desvio padrão da quantidade de problemas encontrados e a média da quantidade de problemas encontrados nas várias avaliações.

**Confiabilidade =  $1 - \frac{\text{desvio padrão (quant. de prob.reais)}}{\text{média (quant. de prob.reais)}}$**

Para eliminar a possibilidade de um valor negativo para a confiabilidade, o que ocorre sempre que o numerador for maior que o denominador, a confiabilidade será definida como:

**Confiabilidade = Valor Máximo (0, Confiabilidade)**

A confiabilidade mede a consistência entre as diferentes avaliações.

O trabalho de Jeffries (1991) também apresenta um conjunto de medidas que podem ser utilizadas na comparação entre as diferentes técnicas de avaliação. As medidas derivam de um relatório que deve ser feito pelo avaliador com todos os problemas de usabilidade que ele venha a encontrar

durante a avaliação. Para o autor um problema de usabilidade é definido como qualquer aspecto que pode diminuir a facilidade de uso do sistema, desde um problema interno do sistema até uma palavra grifada de forma inadequada.

A partir do relatório com todos os problemas de usabilidade encontrados pelo avaliador, Jeffries (1991) sugere que sejam definidas as seguintes medidas:

- **Quantidade de problemas identificados pelo avaliador;**
- **Quantidade de problemas não duplicados:** ou seja, problemas que só foram identificados naquela avaliação específica;
- **Severidade dos problemas encontrados:** variando de 1 (problema trivial) a 9 (problema crítico). O grau de severidade deve ser atribuído pelo avaliador em função do impacto do problema, da frequência com que ele ocorreu e do número de usuários que seriam afetados por ele. Quando a avaliação for feita com base na observação de usuários, Desurvire (1994) sugere uma escala de três pontos para determinar a severidade de um problema. A escala começa com um problema que causa um pequeno aborrecimento ou confusão ao usuário, depois vem um problema que causa um erro, e por fim um problema que cause ao usuário uma falha na execução da tarefa;
- **Período de avaliação;**
- **Benefício/custo:** com base nas duas medidas anteriores, grau de severidade e período de avaliação (tempo gasto na aplicação da técnica) o autor define uma métrica para avaliar a razão entre o benefício e o custo:

**Benefício/custo = soma dos graus de severidade dos prob. encontrados / pessoa hora de avaliação**

São várias as referências que fazem uso dessas métricas e medidas na comparação de técnicas de usabilidade para a avaliação de interfaces para *desktop* como (Desurvire, 1994; Karat, 1994; Sutcliffe, 1997). No capítulo 4 deste trabalho de doutoramento serão apresentados e justificados os procedimentos adotados na verificação da usabilidade da interface gráfica do sistema objeto deste estudo.

## **2.10 Problema de usabilidade**

Um problema de usabilidade ocorre em determinadas circunstâncias, quando determinada característica do sistema interativo, acaba por retardar, prejudicar ou mesmo inviabilizar a realização de uma tarefa, incomodando, constrangendo ou até mesmo traumatizando o usuário que utiliza o sistema interativo. Assim, um problema de usabilidade se revela durante a interação, atrapalhando o usuário e a realização de sua tarefa, mas que pode ter sua origem em decisões de projetos inadequadas.

Conforme os termos da definição supracitados, um problema de usabilidade pode ser descrito a partir de informações sobre (Cybis, 2002):

- O contexto de operação onde pode ser detectado;
- Os efeitos possíveis sobre o usuário e sua tarefa, incluindo a frequência com que este problema/contexto se manifesta.

### **2.10.1 O contexto de um problema de usabilidade**

O contexto de um problema de usabilidade é caracterizado por determinados tipos de usuários, realizando determinadas tarefas, com determinados equipamentos e em determinados ambientes físicos ou organizacionais, para os quais a usabilidade do sistema pode ser diminuída.

Para efeito do raciocínio sobre aspectos da usabilidade, as características do sistema devem ser consideradas sem perder a perspectiva de que usuários mais velhos estão sujeitos a problemas de acuidade visual e de habilidade manual. É importante também considerar as dificuldades que terão na realização da tarefa informatizada as pessoas em formação profissional e atividade afim da tarefa, as inexperientes em informática, ou as que se valem do sistema de forma eventual. Com o mesmo objetivo interessa saber que equipamentos em mau estado de conservação, podem diminuir a legibilidade das apresentações e induzir acionamentos involuntários, por exemplo. Interessa também saber que a expressão temporal pode induzir o usuário a erros em tarefas complexas e mal estruturadas, e que este será sempre uma espécie novata na realização de tarefas esporádicas.

### **2.10.2 Efeitos de um problema de usabilidade**

Os efeitos de um problema de usabilidade podem ser sentidos diretamente sobre o usuário e indiretamente sobre sua tarefa. Assim, por exemplo, efeitos sobre o usuário como uma sobrecarga perceptiva (dificuldade de leitura), cognitiva (desorientação ou hesitação) ou física (dificuldade de acionamento) podem provocar efeitos sobre a realização da tarefa como perda de tempo, falhas ou perda de dados.

### **2.10.3 Descrição de um problema de usabilidade**

Fundamentado no que foi exposto podemos propor um formato para a descrição de um problema de usabilidade, como o apresentado no exemplo a seguir:

- **Identificação do problema:** barra de ferramentas com opções de comandos e recursos em tamanho inadequado (reduzido);



- **Descrição do problema:** um usuário com problemas de visão poderá encontrar dificuldades na leitura dos ícones que representam os comandos e recursos da barra devido ao tamanho reduzido. Este fato está também na origem de uma sobrecarga de trabalho do usuário para acionar uma opção da mesma, devido à necessidade de uma maior precisão no movimento do mouse. Usuários mais idosos, ou trabalhando com equipamentos mal conservados podem ter dificuldades maiores de acionamento da opção a ser ativada.
- **Tipo de usuário considerado:** pessoas com problema de acuidade visual e de coordenação motora;
- **Tipo de equipamento considerado:** em mau estado de conservação;
- **Tipo de tarefa considerada:** freqüente;
- **Efeito sobre o usuário:** dificuldade de leitura, sobrecarga motora, acionamentos involuntários;
- **Efeito sobre a tarefa:** diminuição da produtividade;
- **Sugestão de melhoria:** aumentar o tamanho dos botões icônicos.

Cabe aqui ressaltar que nesta proposta de formato, os problemas de usabilidade serão identificados por sua origem no projeto da interface, e não por suas conseqüências durante a interação.

#### **2.10.4 Tipos de problemas de usabilidade**

Com base em algumas combinações sobre a estrutura do problema de usabilidade, o tipo de usuário que é afetado e seus efeitos sobre a usabilidade das funções do sistema interativo, pode-se propor o seguinte sistema de classificação.

Uma análise da estrutura de um problema de usabilidade permite classificá-lo como uma barreira, um obstáculo ou um ruído (Cybis, 2002):

- **Barreira:** refere-se a um aspecto da interface no qual o usuário esbarra sucessivas vezes e não aprende a superá-lo. Uma barreira voltará a se apresentar ao usuário na próxima vez que realizar a tarefa, comprometendo fortemente seu desempenho e até pode fazer com que o mesmo desista de utilizar esta função no sistema. A presença de barreiras na interface implica em prejuízos definitivos que dependendo da tarefa e usuário, podem trazer além de prejuízos econômicos prejuízos pessoais ao usuário;
- **Obstáculo:** refere-se a um aspecto da interface gráfica no qual o usuário esbarra e aprende a superá-lo. Em função do obstáculo, as próximas realizações da tarefa se darão a custo de uma perda de desempenho. A presença de um obstáculo implica na acumulação de prejuízos para os que operam e para os que adquirem o sistema;
- **Ruído:** refere-se a um aspecto da interface que, sem se consistir em barreira ou obstáculo ao usuário, causa uma diminuição de seu desempenho na tarefa. Em função de ruídos na interação o usuário pode desenvolver uma má impressão do sistema (aspecto subjetivo).

A partir do tipo de tarefa em que ele se manifesta, o problema de usabilidade pode ser classificado como principal ou secundário.

- **Principal:** um aspecto da interface que compromete a realização de tarefas freqüentes ou importantes;
- **Secundário:** um aspecto da interface que compromete a realização de tarefas pouco freqüentes ou de menor importância.

Com base no tipo de usuário que afeta, um problema de usabilidade pode ser classificado como geral, inicial, avançado e especial.

- **Geral:** um aspecto da interface que atrapalha qualquer tipo de usuário durante a realização de uma tarefa;
- **Inicial:** um aspecto da interface gráfica que atrapalha o usuário iniciante ou intermitente durante a realização de uma tarefa;
- **Avançado:** refere-se a um aspecto da interface gráfica que atrapalha o usuário especialista durante a realização de sua tarefa;
- **Especial:** refere-se a um aspecto da interface gráfica que atrapalha tipos de usuários especiais (portadores de deficiência) durante a realização de sua tarefa, mas que outros são capazes de suplantar, sem prejuízos para sua tarefa.

É importante citar a existência de duas categorias de problemas, ortogonais em relação ao sistema de classificação proposto, que salientam os possíveis problemas de uma revisão de projeto equivocada. Elas se referem ao *falso* e ao *novo* problema de usabilidade.

- **Falso:** refere-se a um aspecto da interface gráfica que, apesar de classificado como problema, na realidade não traz qualquer prejuízo ao usuário, nem a sua tarefa. Trata-se de um engano provocado pela falta de experiência do avaliador ou de uma deficiência em sua ferramenta de avaliação;
- **Novo:** refere-se a um aspecto da interface gráfica que representa um obstáculo, devido a uma revisão de usabilidade equivocada.

A análise das causas e dos efeitos de um problema de usabilidade permitem algumas conclusões sobre a severidade deste tipo de problema. Por exemplo, um problema verificável para qualquer tipo de usuário é, logicamente,

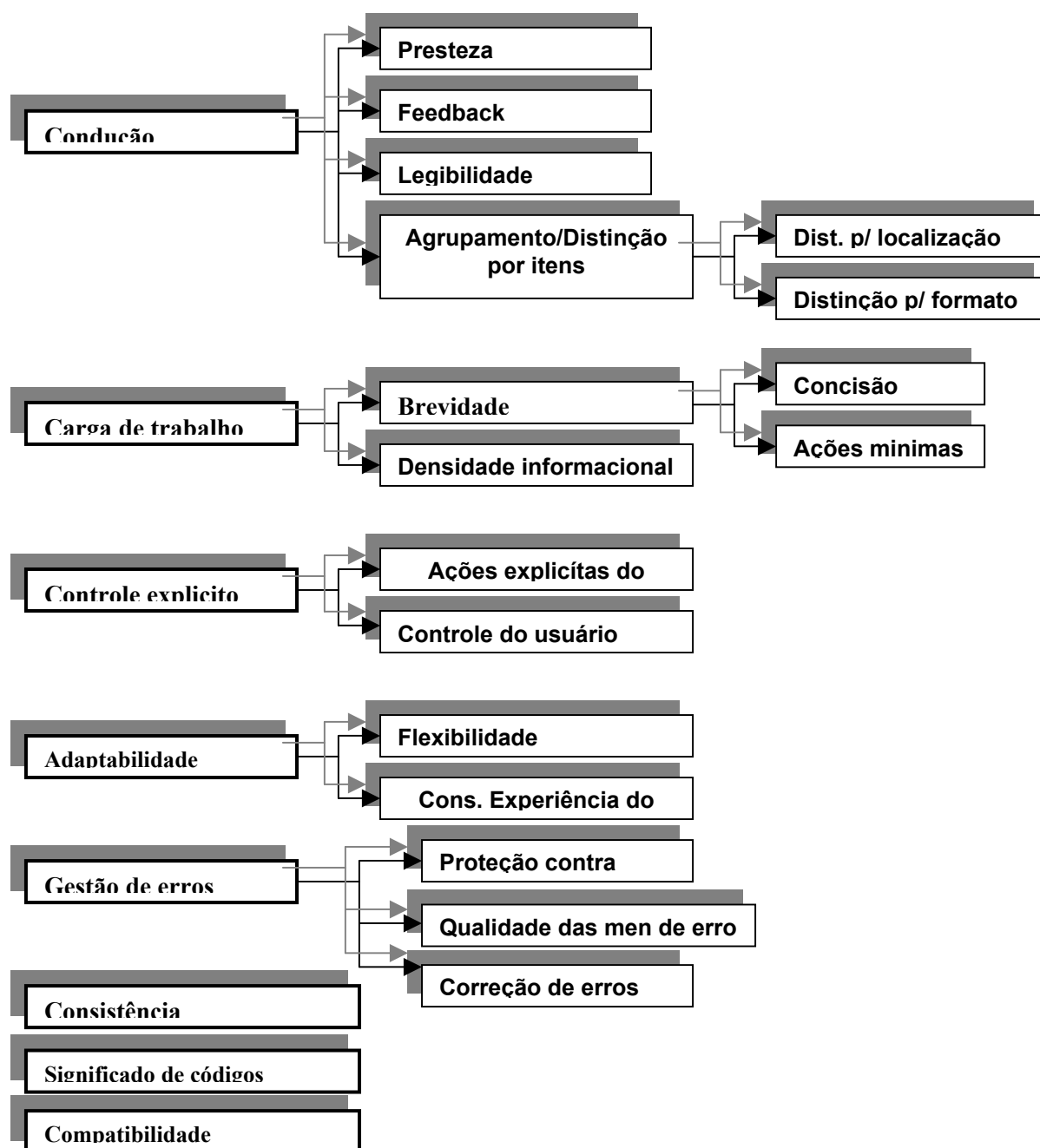
prioritário que um outro, que verifica-se somente para alguns tipos de usuários (usuário novato na operação, novato na tarefa, com problemas de acuidade visual, com idade avançada, etc.). Por outro lado, pode-se considerar também prioritário o problema de usabilidade que possa causar perda de tempo na realização de tarefas com elevada frequência de realização ou o que provoque falhas ou perda de dados em tarefas de elevada importância.

## **2.11 Qualidades ergonômicas recomendadas para IHC**

Uma das considerações mais importantes no processo de avaliação de usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos são os critérios ergonômicos desenvolvidos por Scapin e Bastien em 1993. O sucesso de toda e qualquer atividade de concepção ou de avaliação depende do emprego de critérios adequados e bem definidos. A abordagem ergonômica fundamenta-se em um conjunto de critérios definidos por Scapin e Bastien (1993), pesquisadores do INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique) da França.

Scapin e Bastien definiram um conjunto de 8 (oito) critérios principais que se dividem e subdividem de modo a minimizar a ambigüidade na identificação e classificação das qualidades e problemas ergonômicos das interfaces gráficas de sistemas interativos.

Os critérios principais, as divisões e sub-divisões estabelecidas pelos autores supracitados são representados graficamente na figura 2.9.



Fonte: SCAPIN e BASTIEN 1993

Figura 2.9: Critérios ergonômicos para IHC.

### 2.11.1 A Condução

O *software* ergonômico deve aconselhar, orientar, informar, e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.), possibilitando:

- A localização do usuário, ou seja, que saiba, a qualquer hora, onde se encontra, numa seqüência de interações ou na execução de uma tarefa;
- Conhecimento das ações permitidas, bem como suas conseqüências;
- Obtenção de informações suplementares (eventualmente por demanda).

O *software* prestativo proporciona aprendizado rápido e de fácil utilização permitindo que o usuário melhore seu desempenho e diminua o número de erros na operação do sistema. Esta qualidade pode ser analisada a partir de duas dimensões: a *presteza* e o *feedback* imediato.

#### 2.11.1.1 Presteza

O sub-critério *presteza* se refere às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e o modo de acesso, incluindo todos os mecanismos ou meios que permitam ao mesmo conhecer as alternativas, em termos de ações, conforme o estado ou contexto no qual se encontra. Esta qualidade elementar engloba os meios utilizados para conduzir o usuário a realizar determinadas ações.

O *software* prestativo deve guiar o usuário e facilitar, o aprendizado de uma série de comandos, permitindo ao usuário conhecer o modo ou o estado e onde se encontra no processo de diálogo, bem como o que fez para ser conduzido a está situação. Uma qualidade aceitável de *presteza* deve facilitar a navegação dentro do aplicativo e diminuir a ocorrência dos erros.

### **2.11.1.2 Feedback Imediato**

A qualidade de *Feedback* imediato se refere às respostas do sistema às ações do usuário. Estas entradas podem ir do simples pressionar de uma tecla, até uma lista de comandos. As respostas do computador devem ser fornecidas, de forma ágil, através de um tempo de resposta apropriado e consistente para cada tipo de operação. Uma resposta rápida deve ser fornecida com informação sobre a transação solicitada e seu resultado.

A qualidade e rapidez do *feedback* são características importantes para o estabelecimento do grau de satisfação e confiança do usuário, assim como para o entendimento do diálogo. Estes fatores possibilitam que o usuário tenha um entendimento facilitado do funcionamento do sistema. A ausência de *feedback* ou a demora do mesmo podem ser desconcertantes para o usuário. Podendo suspeitar de uma falha no sistema, e podem assumir atitudes prejudiciais para as operações e processamentos em andamento.

### **2.11.1.3 Legibilidade**

O desempenho pode melhorar quando o design da informação leva em conta as características cognitivas e perceptivas dos usuários. Uma boa legibilidade facilita a leitura da informação apresentada. Por exemplo, textos escuros em um fundo claro são mais fáceis de interpretar que letras claras em um fundo escuro; texto apresentado com letras maiúsculas e minúsculas pode ser lido mais rapidamente do que texto escrito somente com maiúsculas.

A qualidade legibilidade se refere às características lexicais das informações apresentadas na tela do monitor que possam dificultar ou facilitar a leitura das informações (brilho, contraste, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.).

#### **2.11.1.4 Agrupamento/Distinção de Itens**

O entendimento de uma tela do sistema pelo usuário depende, entre outros aspectos, da estruturação, do posicionamento, e da distinção dos objetos (imagens, textos, comandos, etc.) que são apresentados. Os usuários vão detectar os diferentes itens ou grupos de itens, e entender as suas relações mais facilmente, se, os mesmos, forem apresentados de uma forma organizada (como por ex., ordem alfabética, frequência de uso, etc.), e, os itens ou grupos de itens forem apresentados em formatos, ou codificados de forma a indicar suas similaridades ou diferenças. Desta forma, podem auxiliar na aprendizagem e a recuperação de itens ou de grupos de itens.

Esta qualidade se refere à organização visual dos itens de informação, relacionando famílias que possuam parâmetros similares, levando em conta a topologia (localização) e algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, apontando pertinência ou não, a uma determinada classe, ou indicando diferenças entre classes. Esta qualidade também diz respeito à organização dos itens de uma classe.

O critério agrupamento/distinção de itens está subdividido em dois sub-critérios elementares: agrupamento/distinção *por localização* e agrupamento/distinção *por formato*, que são abordados na seqüência.

##### **2.11.1.4.1 Agrupamento/Distinção por Localização**

A qualidade de agrupamento/distinção por localização se refere ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes, e o posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe.



#### **2.11.1.4.2 Agrupamento/Distinção por Formato**

Deverá ser mais fácil para o usuário observar relacionamentos entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem suas similaridades ou diferenças. Estes relacionamentos provavelmente serão mais fáceis de aprender e de relembrar.

A qualidade de agrupamento/distinção por formato se refere mais especificamente às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma determinada classe, ou se indicam distinções entre diferentes classes, ou ainda distinções entre itens de uma mesma classe.

### **2.11.2 A carga de trabalho**

Quanto maior a carga de trabalho cognitivo para o usuário, diretamente proporcional será a probabilidade do mesmo cometer erros, além disso, quanto menos o usuário for distraído por informação sem relevância, mais será capaz de desempenhar suas tarefas eficientemente, pois quanto menos operações são necessárias, mais rápido pode ser o processo de interação.

O critério Carga de Trabalho, que define o *software* ergonômico, se refere a todos elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário, e no incremento da eficiência do diálogo.

O critério *Carga de Trabalho* está subdividido em dois sub-critérios: Brevidade (que inclui Concisão e Ações Mínimas) e Densidade Informacional.

#### **2.11.2.1 Brevidade**

A capacidade da memória de curto termo do ser humano é limitada. Assim, quanto menos entradas, menor a probabilidade de cometer erros. Além disso, quanto mais suscintos forem os itens, menor será o tempo de leitura, e

quanto mais numerosas e complexas forem às ações necessárias para se chegar a um objetivo, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de que possa cometer erros.

O sistema que possui Brevidade deve respeitar a capacidade de trabalho perceptivo e cognitivo do usuário, tanto para entradas e saídas individuais, quanto para conjuntos de entradas (como por ex., conjuntos de ações necessárias para se alcançar uma meta). Brevidade se refere ao objetivo de limitar a carga de trabalho de leitura e entradas, e o número de procedimentos. O critério Brevidade se divide em duas qualidades elementares: Concisão e Ações Mínimas.

#### **2.11.2.1.1 Concisão**

O critério concisão se refere à carga perceptiva e cognitiva de saídas e entradas individuais no sistema.

#### **2.11.2.1.2 Ações Mínimas**

Quanto mais numerosas e complexas forem às ações necessárias para se chegar a uma meta, maior será a carga de trabalho e a probabilidade de ocorrência de erros.

A qualidade Ações Mínimas se refere à carga de trabalho sujeita ao usuário em relação ao número de ações necessárias à realização de uma tarefa. Tem como objetivo minimizar, tanto quanto possível, o número de operações que o usuário deve executar.

#### **2.11.2.2 Densidade Informacional**

O nível carga de memorização do usuário deve ser minimizado. Usuários não devem ter que memorizar listas de dados ou procedimentos complexos. Não devem, também, ter necessidade de executar tarefas

cognitivas complexas quando estas não estão relacionadas com a tarefa em execução. Na maioria das tarefas, a performance dos usuários pode ser diminuída quando a densidade da informação é muito elevada ou muito baixa, nestes casos, a ocorrência possível de erros é muito mais provável. Itens que não se relacionam à tarefa devem ser removidos.

A qualidade Densidade Informacional se refere à carga de trabalho do usuário, do ponto de vista perceptivo e cognitivo, relacionada ao conjunto total de itens de informação apresentados aos usuários, e não em relação a cada elemento ou item tratado de forma individual.

### **2.11.3 Controle explícito**

Com um sistema previsível e obediente o usuário pode ter o controle explícito sobre as operações e os processamentos do sistema. Quando os usuários definem claramente suas entradas, e quando estas entradas estão sob controle, os erros e as ambigüidades podem ser limitados. Além disso, o sistema pode ser melhor aceito pelos usuários se os mesmos tiverem controle sobre o processo de diálogo.

Um sistema previsível e obediente pode ser definido sob dois critérios elementares, que são: Ações Explícitas do Usuário e Controle do Usuário.

#### **2.11.3.1 Ações Explícitas do Usuário**

O critério referente às Ações Explícitas do Usuário se refere às relações entre o processamento pelo computador e as ações do usuário. Esta relação deve ser explícita, o computador deve processar somente aquelas ações solicitadas pelo usuário e executá-las somente quando solicitado a fazê-lo. Quando o processamento pelo computador resulta de ações explícitas dos usuários, estes aprendem, entendem e podem melhor compreender a sua estrutura de funcionamento, e possivelmente menor quantidade de erros serão cometidas.

### **2.11.3.2 Controle do Usuário**

O critério Controle do Usuário diz respeito ao fato de que os usuários deveriam estar sempre no controle do processamento do sistema (por ex., interromper, cancelar, suspender e continuar). Cada ação possível do usuário deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser oferecidas. O controle sobre as interações favorece a aprendizagem e assim, podem diminuir a probabilidade de erros. Como consequência, o sistema se torna mais previsível.

### **2.11.4 Adaptabilidade**

A adaptabilidade de um sistema se refere à capacidade do sistema de reagir conforme o contexto, e conforme as necessidades e preferências do usuário. Dois sub-critérios fazem parte do contexto da adaptabilidade, que são respectivamente: a flexibilidade e a consideração em relação à experiência do usuário.

A interface gráfica de um sistema interativo não pode atender ao mesmo tempo a todas as características de todos os seus usuários em potencial. Para que não tenha efeitos negativos sobre o usuário, a interface deve, conforme o contexto, se adaptar a ele. Por outro lado, quanto mais variadas são as formas de realizar uma tarefa, maiores serão as chances do usuário escolher e dominar alguma delas no curso de seu aprendizado. Assim, o sistema deve fornecer ao usuário procedimentos, opções e comandos diferentes, possibilitando flexibilidade operacional e, assim, permitir que o usuário alcance os mesmos objetivos.

#### **2.11.4.1 Flexibilidade**

A flexibilidade se refere aos recursos colocados à disposição dos usuários que permitem customizar a interface a fim de considerar as exigências

da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho. Corresponde também ao número de diferentes formas à disposição dos usuários para atingir um certo objetivo, e portanto, da capacidade da interface se adaptar ao método de trabalho dos usuários.

Quanto mais flexibilidades de efetuar uma tarefa existirem, maiores serão as possibilidades que o usuário tem a disposição para poder escolher e dominar alguma delas no curso de sua aprendizagem no sistema.

#### **2.11.4.2 Consideração da experiência do usuário**

A consideração em relação à experiência do usuário se refere aos meios incorporados no sistema que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário. O grau de experiência dos usuários pode variar, pois podem se tornar especialistas, devido a uma utilização freqüente, bem como menos especialistas, depois de longos períodos de afastamento do sistema. A interface deve também ser planejada para lidar com as variações dos níveis de experiência. Usuários experientes não têm as mesmas necessidades informativas que novatos. Todos os comandos ou opções não precisam estar disponíveis o tempo todo. Os diálogos de iniciativa somente do sistema, cansam e diminui o rendimento do usuário com maior experiência. Os atalhos, ao contrário, podem otimizar o acesso às funções, comandos e recursos do sistema. Deve-se disponibilizar aos usuários inexperientes diálogos bem conduzidos, ou mesmo passo à passo dos procedimentos. Desta forma, meios diferenciados devem ser previstos para lidar com diferenças do nível de experiência, permitindo que o usuário delegue ou se aproprie da iniciativa do processo de diálogo incorporado ao sistema.

#### **2.11.5 Gestão de Erros**

A gestão de erros se refere a todos os dispositivos que permitem evitar ou minimizar a ocorrência de erros, e quando ocorrerem, facilitar a sua correção. Os erros aqui considerados são do tipo: entrada de dados incorreta,

entradas com formatos fora de padrão, entradas de comandos com sintaxes incorretas, etc. Três sub-critérios compõem o critério gestão dos erros: a proteção contra os erros, à qualidade das mensagens de erro e a correção dos erros.

As interrupções provocadas pelos erros têm conseqüências negativas execução da tarefa pelo usuário. Assim, geralmente, podem prolongar as transações e perturbam o planejamento. Quanto menor for possibilidade de cometer erros, menores as interrupções que ocorrem e, conseqüentemente, melhor é o desempenho do usuário e seu nível de satisfação.

#### **2.11.5.1 Proteção contra os erros**

A proteção contra os erros se refere aos dispositivos empregados para encontrar e prevenir os erros de entradas de dados ou comandos, ou possíveis ações de conseqüências danosas e ou não recuperáveis.

É preferível detectar os erros no momento da digitação do que no momento da validação. Isto pode evitar incômodos na realização da tarefa.

#### **2.11.5.2 Qualidade das mensagens de erro**

A qualidade das mensagens se refere à conexão, a legibilidade e a precisão da informação disponibilizada ao usuário sobre a natureza do erro cometido (sintaxe, formato, etc.), e sobre as ações possíveis de serem executadas para sua correção.

A qualidade das mensagens pode favorecer o aprendizado do sistema indicando ao usuário a razão ou a natureza do erro provocado. Isto é, o que foi feito errado e o que deve ser feito para sua correção.

### **2.11.5.3 Correção dos erros**

O critério correção dos erros se refere aos recursos colocados a disposição do usuário com o objetivo de possibilitar a correção de seus erros.

Os erros são menos danosos quando se facilita seu processo de correção, auxiliando o usuário nesta ação.

### **2.11.6 Homogeneidade/Coerência**

O critério homogeneidade/coerência diz respeito a maneira pela qual as escolhas no design da interface gráfica (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são similarmente padronizadas em contextos idênticos e diferentes para contextos diferentes.

Os procedimentos, denominações, comandos, recursos etc., podem ser melhor reconhecidos, localizados e utilizados, quando seu formato, localização, ou sintaxe são estáveis de uma tela para outra ou de uma seção para outra do sistema. Nestas condições o sistema é mais previsível e dócil e a aprendizagem mais ampla; os erros são minimizados. É conveniente selecionar opções similares de códigos, procedimentos, denominações para contextos idênticos, e utilizar os mesmos recursos para obter resultados similares. É apropriado padronizar tanto quanto possível todos os ícones, menus e ferramentas quanto ao seu formato e sua denominação, e padronizar a sintaxe dos procedimentos. A falta de homogeneidade nos menus, por exemplo, pode elevar consideravelmente os tempos de procura.

A falta de conformidade pode ser também uma razão importante na recusa de utilização.

### **2.11.7 Significado dos Códigos e Denominações**

O critério significado dos códigos e denominações se refere a adequação entre a figura ou a informação apresentada ou solicitada e sua referência. Códigos e denominações significantes possuem uma forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução onde o mesmo pode ser levado a selecionar opções de forma errada.

Quando existe significância nos termos, a recordação e o reconhecimento são facilitados. Códigos e denominações não significativos para os usuários podem sugerir operações inadequadas para o contexto, induzindo a erros de operacionalização.

### **2.11.8 Compatibilidade**

O critério compatibilidade refere-se ao acordo que deve existir entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade, expectativas, etc.) e da tarefa, de uma parte, e a organização das saídas, das entradas e do diálogo de uma dada aplicação, de outra. Refere-se também ao grau de similaridade entre diferentes ambientes e aplicações.

A transferência de informações de um contexto a outro é mais rápido e eficaz quanto menor é a quantidade de informação que deve ser re-codificada.

A eficiência pode ser aumentada quando: os procedimentos necessários ao cumprimento da tarefa são compatíveis com as características psicológicas do usuário; os procedimentos e as tarefas são organizados de forma a respeitar as expectativas ou hábitos do usuário; quando as traduções, as transposições, as interpretações, ou referências à documentação são adequadas e minimizadas.



O desempenho pode melhorar quando a informação é apresentada de uma forma diretamente aproveitável (telas compatíveis com o suporte tipográfico, denominações de comandos compatíveis com o vocabulário do usuário, etc.).

## **2.12 Conclusão do capítulo**

Neste capítulo foram abordados aspectos, parâmetros, características e critérios ergonômicos relativos à qualidade ergonômica de usabilidade das interfaces gráficas de sistemas interativos. Apresentadas, conceituadas e definidas a questão da usabilidade, discutidas as normas técnicas que tratam da usabilidade em interfaces gráficas de sistemas interativos, apresentadas as medidas e métricas que podem estabelecer quantitativamente o grau de usabilidade da interface de um sistema e como identificar, classificar e considerar os possíveis efeitos dos problemas de usabilidade sobre os usuários e por consequência sobre a tarefa a ser realizada com eficácia, eficiência e satisfação. Pode-se, desta forma, baseado na fundamentação apresentada determinar-se os procedimentos e técnicas que serão utilizadas para avaliar a interface gráfica, objeto de estudo deste trabalho de pesquisa.

## Capítulo 3

# TÉCNICAS PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

### 3.1 Introdução

A avaliação da usabilidade na interface gráfica de um sistema interativo, pode ser entendida como o procedimento para aquisição de informação sobre usabilidade de um sistema, tanto para aprimorar os recursos da interface em desenvolvimento e seu material de suporte, quanto avaliar uma interface já disponibilizada para colher subsídios as novas versões ou atualizações, com o objetivo de melhorar a sua usabilidade, isto é, o processo de interação, ou ainda como pesquisa, com o propósito de elaboração de um trabalho acadêmico em nível de pós-graduação. Este capítulo de fundamentação teórica apresenta, discute e mostra as técnicas de avaliação para determinar o nível de usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos, com a finalidade de detectar os principais problemas ergonômicos e seus diferentes níveis de gravidade.

### 3.2 Considerações gerais

Uma avaliação se constitui em um processo rigoroso, planejado e controlado, mas que ao mesmo tempo pode ser flexível o suficiente para se ajustar de acordo com as necessidades e o contexto da aplicação (REBELO, 2003)

Processos de avaliação devem ocorrer sistematicamente durante o ciclo de vida do sistema e seus resultados aplicados na melhoria continuada da interface gráfica do mesmo (NETO, 2004)

Do dicionário Aurélio o termo avaliar, consiste em: 1. Determinar a valia ou o valor de. 2. Apreciar ou estimar o merecimento de. 3. Calcular, estimar, computar. 4. Fazer idéia de; e, mais adiante, 7. Fazer a apreciação, ajuizar.

No contexto de interfaces gráficas de sistemas interativos, a avaliação pode ter o caráter formativo ou somativo. A avaliação formativa acontece antes da implementação do sistema e tem participação na forma final do mesmo, influenciando as características do produto em desenvolvimento. Também é conhecido como interativa ou de desenvolvimento. Por outro lado, a avaliação somativa acontece após a implementação com o objetivo de testar o funcionamento apropriado do sistema. É realizada quando se tem em vista alguma melhora do produto ou como trabalho acadêmico para o diagnóstico do grau de usabilidade da interface gráfica de um sistema interativo (MORAES, 2002).

A avaliação formativa, objeto deste trabalho acadêmico, busca julgamentos sobre o produto e normalmente é aplicada quando o projeto está finalizado e, pode ser utilizada para a coleta de dados tanto quantitativos quanto qualitativos. Os dados quantitativos representam a informação resultante de características suscetíveis de serem medidas, apresentando-se com diferentes intensidades de natureza discreta (dados discretos que só podem tomar um número finito ou infinito numerável, de valores distintos). Os dados qualitativos representam uma informação que identifica alguma qualidade, categoria ou característica, não mensurável, mas passível de classificação, assumindo várias modalidades.

No processo de avaliação de interfaces gráficas de sistemas interativos o dado qualitativo é coletado em avaliação de análise de tarefas o qual apresenta um tipo de dado denominado de incidente crítico que pode ter efeito positivo ou negativo no resultado (REBELO, 2003).

Dados quantitativos mensuram itens tais como: tempo de execução da tarefa, número de erros cometidos, recursos envolvidos, etc. Portanto, representa as informações mensuráveis em diferentes intensidades de natureza contínua ou discreta (REBELO, 2003).

Não existe uma única técnica capaz de identificar todos os problemas de usabilidade de uma interface gráfica de um sistema interativo. As técnicas são complementares e os critérios para escolha dependem principalmente do propósito do processo de avaliação das diferentes fases do ciclo de desenvolvimento do sistema, dos objetivos da avaliação e dos recursos humanos, físicos e financeiros disponíveis para a elaboração dos procedimentos de avaliação.

As técnicas diferem quanto ao tipo e quantidade de problemas que podem identificar, à sistematização de seus resultados, à facilidade de aplicação e às chances que os resultados apresentam para convencer os projetistas e a empresa proprietária do produto, das necessidades de mudanças na interface gráfica do sistema (Cybis, 2002). Os resultados de um processo de avaliação de usabilidade fornecem subsídios para novas especificações de projeto ou do produto final, daí a importância para a empresa proprietária do sistema, das avaliações estarem presentes desde o início do processo de desenvolvimento do projeto.

As avaliações de usabilidade no processo de interação humano-computador de interfaces gráficas de sistemas interativos, podem permitir alcançar resultados como os relacionados na seqüência (CYBIS, 2002):

- Constatar, observar e registrar problemas efetivos de usabilidade durante o processo de interação;
- Calcular medidas objetivas para determinar a eficácia, eficiência e produtividade do usuário no processo de interação;

- Diagnosticar as características do projeto que provavelmente atrapalham a interação por estarem em desconformidade com padrões implícitos e explícitos de usabilidade;
- Prever dificuldades de aprendizado de operacionalização do sistema;
- Prever os tempos de execução de tarefas informatizadas;
- Conhecer a opinião do usuário em relação ao sistema;
- Sugerir ações de re-projeto mais evidentes, face aos problemas de interação efetivos ou diagnosticados.

Com base nos resultados pode-se distinguir três tipos de técnicas de avaliação ergonômica; as prospectivas, que buscam a opinião do usuário sobre o processo de interação do sistema, as preditivas/analíticas, que buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta dos usuários e as objetivas/empíricas, que buscam constatar os problemas a partir da observação do usuário interagindo com o sistema.

A ISO 9241-11 inclui orientações sobre como a usabilidade de um produto pode ser especificada e avaliada. Pode ser aplicada tanto a produtos de uso geral quanto a produtos sendo adquiridos ou sendo desenvolvidos dentro de uma organização específica.

A ISO 9241-11 também explica como medidas de desempenho e satisfação do usuário podem ser usadas para verificar como um componente do sistema pode afetar todo o sistema de trabalho em uso.

A orientação inclui procedimentos para verificar a usabilidade, mas, não detalha todas as atividades a serem realizadas. A especificação de métodos de medidas detalhados baseados no usuário está além do objetivo da ISO 9241-11, porém informações adicionais podem ser encontradas no Anexo B e na bibliografia no Anexo E desta norma técnica.

A ISO 9241-11 aplica-se ao trabalho de escritório com computadores. Ela também pode ser aplicada em outras situações onde o usuário está interagindo com um produto para alcançar seus objetivos. A ISO 9241, partes 12 a 17, fornecem recomendações condicionais que são aplicadas em contextos de uso específico.

A ISO 9241-11 enfoca a usabilidade e não fornece uma ampla cobertura de todos os objetivos de projeto ergonômico. Entretanto, o fato de projetar para a usabilidade irá contribuir positivamente para os objetivos ergonômicos, tal como a redução de possíveis efeitos de uso adversos do sistema interativos computacionais sobre a saúde, segurança e desempenho do usuário.

### **3.3 Escolha de medidas**

Normalmente e dependendo dos objetivos do processo de avaliação é necessário determinar pelo menos uma medida para eficácia, eficiência e satisfação. Como a importância relativa dos componentes de usabilidade, depende do contexto de uso e das propostas para as quais a usabilidade está sendo descrita, convém que não haja regra geral de como as medidas sejam selecionadas ou combinadas.

A escolha e o grau de detalhamento de cada medida dependem dos objetivos das partes envolvidas no processo de avaliação. Convém que seja considerada a importância relativa de cada medida para os objetivos. Por exemplo, onde o uso não é freqüente, pode ser dada grande importância para as medidas de aprendizado e re-aprendizado.

Se não for possível obter medidas objetivas de eficácia e eficiência, medidas subjetivas também podem ser obtidas, baseadas na percepção dos usuários podendo fornecer uma indicação do nível de eficácia e eficiência (BETIOL, 2003).

### **3.3.1 Eficácia**

As medidas de eficácia estão relacionadas aos objetivos ou sub-objetivos do usuário quanto a acurácia e completude com que estes objetivos podem ser alcançados. Como por exemplo, se o propósito do objetivo for reproduzir com acurácia um documento de duas páginas em um formato específico, então a acurácia pode ser especificada ou medida pelo número de erros de ortografia e pelo número de desvios do formato especificado e a completude pelo número de palavras do documento transcrito dividido pelo número de palavras do documento de origem.

### **3.3.2 Eficiência**

As medidas de eficiência relacionam o nível de eficácia alcançada ao dispêndio de recursos. Recursos significativos podem incluir esforço mental ou físico, tempo, custos materiais ou financeiros. Por exemplo, a eficiência humana pode ser medida como eficácia dividida pelo esforço humano, eficiência temporal como eficácia dividida pelo tempo ou eficiência econômica como eficácia dividida pelo custo.

Se o objetivo desejado for imprimir cópias de um relatório, então a eficiência pode ser especificada ou medida pelo número de cópias usáveis do relatório impresso, dividido pelos recursos gastos na tarefa tal como horas de trabalho, despesas com o processo e materiais consumidos.

### **3.3.3 Satisfação**

O nível de satisfação pode determinar ou ajuizar a extensão pela qual os usuários sentem desconforto em suas atitudes em relação ao uso do sistema interativo.

O grau de satisfação pode ser especificado e determinado pela avaliação subjetiva em escalas de desconforto experimentado, empatia pelo produto, satisfação com o uso do produto ou aceitação da carga de trabalho quando da realização de diferentes tarefas ou a extensão com os quais objetivos particulares de usabilidade (como eficiência ou capacidade de aprendizado) podem ser alcançados. Outras medidas de satisfação podem incluir o número de comentários positivos e negativos registrados durante o uso. Informação adicional pode ser obtida através de medidas de longo-termo como as taxas de absenteísmo, observação de sobrecarga ou sub-carga de trabalho físico ou cognitivo do usuário, ou de problemas de saúde relatados, ou a frequência com que os usuários requerem transferência para outro trabalho.

### **3.4 Objetivos de uma avaliação de usabilidade**

A avaliação de usabilidade da interface gráfica de um sistema interativo tem como objetivos principais de acordo com CYBIS (2002):

- Validar a eficácia da interação humano-computador em face da efetiva realização das tarefas por parte dos usuários;
- Verificar a eficiência desta interação, face aos recursos empregados, tais como: tempo, quantidade de incidentes, ações desnecessárias, busca de ajuda, etc;
- Obter indícios de satisfação ou insatisfação (efeito subjetivo) que a interface possa trazer ao usuário;
- Identificar e classificar os diferentes tipos de problemas que influenciam no processo de interação.

Estes objetivos devem ser planejados em relação aos diferentes contextos de aplicação que foram previstos para o sistema interativo.

A usabilidade de um sistema está sempre associada as características de determinados tipos de usuários, tarefas, equipamentos, ambientes físicos e



organizacionais. Desta forma, um problema de usabilidade pode se fazer sentir mais evidenciado ou minimizado, dependendo do contexto.

### **3.4.1 Usuários**

As características relevantes dos usuários necessitam ser descritas. Elas podem incluir conhecimento, habilidade, experiência, educação, treinamento, atributos físicos e capacidades sensoriais e motoras. Pode ser necessário definir as características de diferentes tipos de usuários, por exemplo, usuários com diferentes níveis de experiência ou desempenhando diferentes funções.

### **3.4.2 Descrição das tarefas**

As tarefas são atividades executadas para alcançar objetivos estabelecidos. Convém que sejam descritas as características das tarefas que podem influenciar a usabilidade, como por exemplo, a frequência e o tempo de duração de uma tarefa.

Uma descrição detalhada das atividades e processos pode ser requisitada, se a descrição do contexto de uso for utilizado como base para o projeto ou avaliação de detalhes da interação do usuário com o produto. Desta forma, pode incluir a descrição da alocação de atividades e os caminhos entre os recursos humanos e tecnológicos. As tarefas não devem ser descritas somente em termos das funções ou funcionalidades fornecidas por um produto ou sistema interativo. Convém que qualquer descrição das atividades e a seqüência de passos envolvidos no desempenho da tarefa estejam relacionados aos objetivos a serem alcançados. Com o propósito de avaliar a usabilidade, um conjunto de tarefas-chave será tipicamente selecionado para representar aspectos significantes da tarefa global. Pela análise da tarefa podem ser identificadas às tarefas e sub-tarefas que o usuário tem que executar para atingir o objetivo final.

### **3.4.3 Descrição dos equipamentos**

As características significantes do equipamento computacional também devem ser descritas. A descrição do *hardware*, *software* e dos materiais associados com o computador podem ser um conjunto de produtos (ou componentes do sistema), um ou mais dos quais podem ser o foco da especificação ou avaliação de usabilidade, ou um conjunto de atributos ou características de desempenho do *hardware*, *software* ou de outros materiais.

### **3.4.3 Descrição de ambientes**

As características relevantes do ambiente físico e social também devem ser descritas. Os aspectos que podem ser necessários descrever incluem atributos de um amplo ambiente técnico (tipo: a rede de trabalho local) o ambiente físico (tipo: local de trabalho, *lay out*, mobiliário), o ambiente atmosférico (tais como: temperatura, umidade, iluminação) e o ambiente cultural e social (p.ex. práticas de trabalho, processos, estrutura organizacional e atitudes).

## **3.5 Métodos de avaliação**

Um método de avaliação pode ser descrito como um procedimento para coleta de dados relevantes, referentes à operação de um processo de interação humano-computador. Segundo Scapin e Bastien (1993), um método de avaliação fundamentado em critérios ergonômicos tem como finalidade, abordar diferentes aspectos do que nós denominamos de qualidade ergonômica da interface gráfica do sistema interativo.

Dentre os métodos existentes podem ser destacados:

- Análise da tarefa;
- Avaliação cooperativa;

- Modelagem formal;
- Abordagens *walkthrough*;
- Testes de usabilidade;
- Avaliação heurística.

Cybis (2002) classifica as técnicas de avaliação de usabilidade em três categorias:

- **Técnicas Prospectivas:** são técnicas que buscam a opinião do usuário sobre o processo interação com o sistema. São baseadas em questionários e entrevistas com os usuários para avaliar o seu grau de satisfação ou insatisfação com a interface sistema interativo (JORDAN, 1998).

- **Técnicas Preditivas/Analíticas:** são técnicas que buscam prever os erros de projeto de interfaces sem a participação direta de usuários. As avaliações são baseadas em verificações e inspeções feitas por especialistas em usabilidade ou projetistas. São exemplos de técnicas preditivas (Nielsen, 1994): Análise Hierárquica da Tarefa, Avaliação Heurística, Inspeções Ergonômicas via Checklists e Inspeção Cognitiva.

- **Técnicas Objetivas/Empíricas:** são técnicas que buscam constatar os problemas a partir da observação do usuário interagindo diretamente com o sistema interativo. São exemplos deste tipo de técnica de avaliação de usabilidade os Ensaio de Interação, também chamados Testes de Usabilidade.

### 3.5.1 Técnicas Prospectivas

Este tipo de técnica está baseada na aplicação de questionários/entrevistas com o usuário para avaliar seu grau de satisfação ou insatisfação com relação ao sistema e sua operacionalização para a execução de tarefas próprias. Esta técnica mostra-se muito pertinente na medida em que

é o usuário a pessoa que melhor deve conhecer o *software* em função do uso, seus defeitos e qualidades em relação aos objetivos em suas tarefas. Portanto, nada mais natural que buscar suas opiniões para orientar revisões de projeto ou estabelecer o nível de usabilidade qualitativamente. Diversas empresas de *software* elaboram e aplicam regularmente este tipo de questionário, como parte de sua estratégia de qualidade. Alguns questionários de satisfação encontram-se disponíveis na internet como o QUIS (Questionire for User Interaction Satisfation–UniversityMariland) (NORMAN, 1989) (<http://www.lap.umd/QUIS/index.html>).

É importante salientar que os questionários de satisfação têm uma taxa reduzida de devolução, o que indica a necessidade de elaboração de um pequeno número de questões sucintas. Um espaço para opiniões e sugestões livres devem sempre ser propostos para que o usuário possa se manifestar em questões não contempladas no corpo do questionário. Isto é, deve ser composto de questões fechadas e abertas

Por outro lado, este tipo de técnica pode ser empregado para aumentar a efetividade de avaliações analíticas, realizadas por especialistas que diagnosticam problemas de usabilidade. Apoiados pelas respostas dos questionários de satisfação estes podem centrar suas análises sobre os pontos problemáticos do sistema, apontados pelos usuários. ISONORM (Prumper, 1999) é um questionário de satisfação que tem o objetivo de direcionar a aplicação da norma ISO 9241-10 somente aos quesitos apontados como problemáticos pelo usuário através do ISONORM.

O questionário possibilita atingir um público numeroso e disperso geograficamente. Porém para evitar o desinteresse dos pesquisados, deve ser bem elaborado, com o objetivo de motivar os participantes da pesquisa em respondê-los e até se interessar pelo resultado das pesquisas. Para pesquisas que necessitam de comprovação científica o questionário constitui-se de uma fonte de elevada fidedignidade. (LABES, 1998).

Segundo Richardson (1999) existem diferentes instrumentos para a coleta de dados para o desenvolvimento de uma pesquisa científica, com o propósito de obtenção de informações relevantes acerca de grupos sociais ou sobre temas específicos. O mais comum destes instrumentos provavelmente é o questionário.

### **3.5.2 Técnicas Preditivas/Analíticas**

As técnicas analíticas dispensam a participação direta do usuário nas avaliações, as quais se baseiam em verificações e inspeção de versões intermediária e final do sistema interativo, são realizadas por projetistas ou por especialistas em ergonomia de *software*.

As análises consistem na decomposição e na organização hierárquica da estrutura da tarefa interativa para verificar as interações propostas. As técnicas de verificação ergonômica conhecida como avaliações heurísticas, se baseiam nos conhecimentos ergonômicos e na experiência dos avaliadores que percorrem a interface ou seu projeto para identificar possíveis problemas no processo de interação. As inspeções por *checklists* têm esse mesmo objetivo, mas dependem do conhecimento agregado à ferramenta de inspeção, uma vez que se destinam a pessoas sem uma formação específica em ergonomia. Um tipo particular de inspeção, a inspeção cognitiva, enfoca os processos cognitivos que ocorrem durante a primeira interação do usuário com o sistema.

#### **3.5.2.1 Análise hierárquica da tarefa**

Este tipo de técnica é utilizado nas primeiras etapas do desenvolvimento do projeto de interfaces gráficas, quando a mesma não passa por uma descrição da organização das tarefas interativas. Mesmo neste nível do desenvolvimento da interface, já é possível verificar questões, tais como, consistência, carga de trabalho e o controle do usuário sobre o diálogo

proposto pelo sistema e possibilita a realização de mudanças no projeto antes mesmo que o próprio design da interface esteja definido. Existem formalismos próprios como o MAD (Methods Avaliação Design) GOMS (Goals, Operators, Methods and Selection Rules) e CGL (Command Grammar Language), que podem ser aplicados para a formalização da futura tarefa interativa.

A especificação da futura tarefa interativa pode ser realizada nos termos de um formalismo apropriado como o MAD.

O GOMS propõe uma tabela associando tempos médios de realização aos métodos primitivos, que correspondem a primitivas de ações físicas ou cognitivas. Com base nestas tabelas e na descrição da tarefa realizada segundo o formalismo é possível calcular os tempos prováveis para a realização das tarefas previstas no sistema.

### **3.5.2.2 Avaliação heurística**

O termo “*heurística*” é originário dos estudos de História, refere-se a pesquisa crítica de documentos para a descoberta de fatos.

No contexto de usabilidade no processo de Interação humano-computador, este termo foi inicialmente utilizado por Jakob Nielsen e Rolf Molich no início da década de 90, quando propuseram um método através do qual um pequeno grupo de avaliadores examinam uma dada interface e procuram por problemas que transgridam princípios gerais de um bom projeto de interface, denominados princípios heurísticos.

Por ser considerada uma ferramenta geral, a avaliação heurística pode ser aplicada em qualquer tipo de estágio do desenvolvimento do projeto, desde a prototipagem, como método formativo, até mesmo após a implementação como método somativo.

Nielsen (1993) desenvolveu um conjunto de princípios para avaliação heurística, com base na análise de diversos problemas de usabilidade. Na seqüência estão relacionados os princípios heurísticos com os correspondentes comentários sobre o contexto de aplicação.

- **Visibilidade do status do sistema;**

O sistema deve sempre manter o usuário informado sobre o que está acontecendo, através de *feedback* apropriado em espaço de tempo razoável.

- **Equivalência entre o sistema e mundo real;**

O sistema deve falar a linguagem do usuário, através de palavras, frases que lhes sejam familiar, e ao invés de uma linguagem eminentemente técnica ou termos orientados ao sistema. Deve-se seguir orientações do mundo real, fazendo com que a informação seja a mais natural possível da área de atuação.

- **Controle do usuário;**

Os usuários podem escolher funções do sistema por engano e necessitaram de uma “saída de emergência” bem visível para que possam deixar o estado não desejado sem ter de passar por um longo processo de diálogo. Deve-se possibilitar facilidades para desfazer e refazer as ações.

- **Consistência e padrões;**

Usuários não devem ter que imaginar se palavras, situações, ou ações diferentes significam a mesma coisa. Deve-se seguir as convenções da plataforma. Usar palavras de forma consistente no conteúdo e nos ícones.

- **Prevenção de erro;**

Muito melhor que boas mensagens de erro é um projeto cuidadoso que, primeiramente, previna a ocorrência de problemas através de orientação e apresentação de recursos adequados que possam facilitar a operação do usuário no sistema.

- **Reconhecer ao invés de relembrar;**  
Deve-se tomar objetos, ações e opções visíveis. O usuário não deve ter que relembrar informação sobre uma parte do diálogo em outra parte. Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou facilmente recuperáveis sempre que forem necessários.
- **Flexibilidade e eficiência de uso:** Aceleradores da tarefa, não vistos pelo novato, podem aumentar o processo de interação com os usuários experientes de forma que o sistema possa atender tanto aos usuários experientes, quanto aos inexperientes;
- **Estética e design minimalista:** Diálogos não devem conter informações que sejam irrelevantes ou raramente necessárias. Toda unidade de informação extra em um diálogo compete com unidades de informação relevantes e diminuem sua visibilidade;
- **Auxiliar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar ações erradas:** Mensagens de erro devem ser expressas em linguagem clara (sem códigos), indicar precisamente o problema, e sugerir construtivamente uma solução;
- **Ajuda e documentação:** Ainda que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário prover ajuda. Qualquer informação deste tipo deve ser fácil de buscar, ser focada na tarefa do usuário, relacionar procedimentos concretos a serem observados sem serem extensas demais.

#### **3.5.2.2.1 Procedimento para realização da avaliação heurística**

Consiste, primeiramente em reunir um grupo de especialistas para executar a avaliação. Nilsen (1994), após algumas experiências relata que o número suficiente de avaliadores para detectar problemas de usabilidade pode variar entre três e cinco. Um outro aspecto a ser observado é o nível de perícia do avaliador confrontando com seu conhecimento do domínio da tarefa para a qual a interface do sistema em questão se destina.



Solicitar que os especialistas avaliem a interface isoladamente, posteriormente, permite o confronto do problema detectado por todos os avaliadores. A avaliação isolada é importante para evitar que o problema encontrado por um avaliador tenha influencia sobre o outro. Aos avaliadores deve ser dado, também um conjunto de parâmetros pelos quais devem se orientar, a fim de que tenham em mente a mesma direção e perspectiva ao interagirem com a interface do sistema interativo. Os avaliadores devem percorrer a interface mais de uma vez à procura de cada elemento da interface e avaliar o design, posicionamento, implementação, etc., tendo como referência a lista de princípios heurísticos.

- Obter o feedback dos avaliadores; relatório estruturado: onde cada avaliador compila todas as notas e relaciona os problemas encontrados no processo de avaliação;
- Registro de verbalizações: possibilitar a descoberta de problemas que poderiam ser encobertos no caso do avaliador por si só tivesse que tomar nota de tudo e pode capturar comentários não estruturados.

Atribuir níveis de gravidade para os problemas detectados. Para fins de avaliação deve ser apresentada aos avaliadores uma escala que varia de 0 a 4 para ser usada na determinação do nível de gravidade dos problemas detectados durante o processo de inspeção. Os níveis podem ser:

- 0 - Não é encarado necessariamente como um problema de usabilidade;
- 1 - Problema estético. Não necessita ser corrigido, a menos que haja tempo e recursos disponíveis;
- 3 - Problema maior de usabilidade. Alta prioridade para sua correção;
- 4 - Catástrofe de usabilidade: imperativo corrigí-lo.

No processo de atribuição de valores da escala, é importante que os avaliadores possam re-examinar o sistema em avaliação, para que não fiquem

somente baseados pela sua memória. Entretanto isto pode causar demora nesta etapa de avaliação

Uma avaliação heurística representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas em termos de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo. Este processo de avaliação deve ser realizado por especialistas em ergonomia que, fundamentados em sua experiência e competência no assunto, examinam a interface gráfica do sistema interativo e diagnosticam os problemas detectados que os usuários provavelmente encontrarão durante o processo de interação. Este tipo de avaliação pode fornecer bons resultados, em termos de rapidez de avaliação e da quantidade e importância dos problemas encontrados na interface gráfica do sistema. Porém, por serem subjetivas, exige um grupo razoável de avaliadores, de forma a identificar a maior parte dos problemas ergonômicos das interfaces de sistemas interativos (JEFRIES 1991, apud CYBIS 2002).

Pollier (1993, apud Cybis, 2002) registrou a dinâmica de um sistema interativo por especialistas em ergonomia de *software*, para analisar seus resultados e estratégias de ação.

- **Abordagem por objetivos dos usuários:** o avaliador aborda a interface a partir de um conjunto de tarefas e sub-tarefas principais dos usuários ou das relacionadas aos principais objetivos do sistema;
- **Abordagem pela estrutura de interface:** através desta estratégia, especialmente direcionada para diálogos por meio de menus, o avaliador aborda a interface num contexto de uma árvore de menu com níveis hierárquicos e das ações que permitem as transições de um nível para outro. Assim, dois encadeamentos são possíveis através desta estratégia, que são respectivamente, o exame por profundidade ou largura da árvore;

- **Abordagem por níveis de abstração:** neste caso o avaliador aborda a interface como um modelo lingüístico estruturado em camadas de abstração que podem ser examinadas em dois aspectos distintos: *top-down* ou *bottom-up*;
- **Abordagem pelos objetos que compõem a interface:** neste processo, o avaliador examina a interface como um conjunto de objetos;
- **Abordagem pela qualidade da interface:** neste tipo de abordagem o avaliador aborda a interface a partir das qualidades ergonômicas que a mesma deveria apresentar.

Através de estudos da mesma autora verificou-se que, embora as abordagens citadas tenham um caráter sistemático e exaustivo, os analistas de perspectiva durante o processo de avaliação, realizando um encadeamento oportunista e particular a cada indivíduo. Assim, a autora pode constatar as grandes diferenças entre o resultado das avaliações individuais, o que pode evidenciar um caráter subjetivo em cada uma das avaliações individuais.

Nas avaliações heurísticas os resultados dependem diretamente da carga de conhecimento e experiências que os avaliadores possuem, e do tipo de estratégia que adotam para examinar a interface gráfica.

Outros autores apontam para uma particularidade deste tipo de técnica de avaliação de interfaces gráficas: algumas vezes, as sugestões de re-projeto são mais consideradas pelos avaliadores do que a caracterização dos problemas encontrados. Assim, as avaliações heurísticas apresentam um problema colateral significativo: a possibilidade de introduzirem novos problemas de usabilidade nas interfaces gráficas avaliadas.

Os dados obtidos do estudo de Pollier (1993, apud Cybis, 2002) evidenciam a necessidade de um método ou técnica que possa uniformizar as

análises e garantir uma média de desempenho individual superior para os analistas. Neste estudo encontram-se descritas algumas ferramentas importantes para a realização de avaliações heurísticas, em particular o conjunto de critérios e de recomendações ergonômicas apresentadas no capítulo 2 deste trabalho de pesquisa.

Como qualquer atividade de avaliação, no âmbito empresarial, este tipo de técnica é iniciado pela análise do contexto de avaliação, quando o responsável pela avaliação verifica, junto aos responsáveis ou proprietários do sistema interativo, os recursos disponíveis e os objetivos da avaliação. Em função dessa análise podem ser alocados um número maior ou menor de avaliadores desenvolvendo a atividade de avaliação em paralelo. Em virtude de se ter ou não acesso a usuários reais, questionários e entrevistas podem ser preparadas, de modo a coletar informações sobre seu perfil e sua tarefa e o modo como o mesmo utiliza o sistema. É importante reforçar que o contato com o usuário, mesmo que por fax, telefone ou internet é bastante importante para conduzir as avaliações. Face aos tipos diferentes de interfaces gráficas e aplicações, algumas vezes o avaliador deve procurar o conhecimento necessário para julgar com certo grau de precisão da qualidade da interface gráfica. A estratégia para avaliação da qualidade ergonômica é variável e depende em muito da própria experiência e conhecimento do avaliador, do tipo de sistema interativo, da interface gráfica, etc.. A última etapa e a mais crítica das etapas é a redação do relatório final de avaliação, que deve deixar registrados de forma clara e objetiva os problemas encontrados e as recomendações para a correção dos mesmos. Sugere-se uma forma de descrição dos problemas detectados de forma similar ao apresentado anteriormente neste capítulo, permitindo esclarecer os problemas efetivos e priorizar ações no sentido de minimizá-los, ou mesmo corrigí-los completamente.

### 3.5.2.3 Inspeções ergonômicas via *checklists*

As avaliações de usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos através de listas de verificação ergonômica, isto é, os denominados *checklists*, são análises fundamentadas em listas de investigação. Através destas listas, profissionais, não obrigatoriamente especialistas em ergonomia, como por exemplo, programadores, analistas, *designer* gráfico, diagnosticam rapidamente problemas gerais e repetitivos das interfaces gráficas (Jefries, 1991). Neste tipo de técnica de avaliação, ao contrário das avaliações heurísticas, são as qualidades da ferramenta, os *checklists*, e não os avaliadores, que determinam as possibilidades para a avaliação. *Checklists*, quando bem elaborados e estruturados devem produzir resultados mais uniformes e mais abrangentes, em relação a determinação de problemas de usabilidade de interfaces gráficas, pois os avaliadores são conduzidos no processo de avaliação da interface através de uma lista única de questões que abordam aspectos gerais e específicos de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo.

Os resultados obtidos através desta técnica de avaliação, dependem mais diretamente da organização e do conteúdo dessas ferramentas de avaliação. Versões especializadas de um *checklist* podem ser elaboradas a partir de um outro *checklist*, que seja constituído de questões mais genéricas.

As questões dos *checklists* podem vir acompanhadas de notas explicativas, exemplos de aplicação e de um glossário com a finalidade de esclarecer os avaliadores, sobre possíveis dúvidas associadas às mesmas.

Como exemplo de *checklist*, organizado e estruturado de forma a sistematizar o trabalho dos avaliadores, podemos citar o Ergolist. O serviço disponível via *Web*, denominado Ergolist (<http://www.labutil.inf.ufsc.br/ergolist>, 2003), foi desenvolvido pelo LabiUtil, do Departamento de Informática e Estatística, do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina,

e, propõe este tipo de aplicação, para detectar problemas ergonômicos em interfaces gráficas de sistemas interativos.

As avaliações conduzidas através de *checklists* apresentam as seguintes potencialidades:

- Possibilidade de ser executada por projetistas, não exigindo especialistas em interfaces humano-computador, que são profissionais raros no mercado. Esta característica deve-se ao fato do conhecimento ergonômico estar embutido no próprio *checklist*;
- Sistematização da avaliação, que garante resultados mais estáveis mesmo quando aplicada separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões e recomendações constantes no *checklist* sempre serão efetivamente verificadas;
- Facilidade na identificação dos problemas de usabilidade detectados, devido à especificidade das questões contidas no *checklist*;
- Aumento da eficácia de uma avaliação, devido à redução da subjetividade normalmente associada a processos de avaliação;
- Redução de custo da avaliação, pois é um método de rápida execução;
- Facilita o rompimento de barreiras geográficas e temporais na aplicação dos testes.

Todavia, os resultados obtidos dependem essencialmente da qualidade das listas de verificação e que nem sempre são totalmente atingidos. Muitas vezes a sistematização é prejudicada devido às questões subjetivas, que solicitam do avaliador um nível de competência em usabilidade ou de conhecimento sobre o contexto que ele não possui. Outras vezes a abrangência é prejudicada devido ao conteúdo incompleto e organização inadequada das listas de verificação ergonômica. No contexto empresarial, a economia do processo muitas vezes fica prejudicada devido a uma grande quantidade de questões formuladas, que em sua maioria não são aplicáveis em sistemas interativos objeto da avaliação. Por sua vez, o trabalho elaborado por

Jefries et al (1991) mostra que este tipo de técnica de avaliação proporciona a detecção de uma grande quantidade de pequenos problemas de usabilidade que se repetem nas interfaces gráficas de sistemas interativos. Em relação à sistemática de classificação proposta neste texto os problemas identificados através desta técnica se relacionam principalmente aos ruídos gerais da interface gráfica.

Uma ferramenta de inspeção ergonômica muito bem organizada é a norma internacional de usabilidade. A norma ISO 9241, que trata dos “*Ergonomic requirements for office work with display terminals*”, traz no seu anexo 3 o checklist proposto pela norma internacional em sua unidade (parte) 10 abordando recomendações sobre os princípios de diálogo.

#### **3.5.2.4 Inspeção cognitiva**

Este tipo de técnica de avaliação de processos cognitivos se estabelece quando o usuário realiza uma tarefa na interface gráfica de um sistema interativo pela primeira vez (Kieras e Polson, 1991, apud Cibys, 2002). Este tipo de inspeção está fundamentado no modelo de como se desenvolvem as ações cognitivas dos usuários. Desta forma, esta técnica tem como propósito avaliar as condições que o sistema oferece para que o usuário desenvolva um rápido aprendizado da interface gráfica e do processo de interação estabelecido.

A validade desta técnica está justamente em seu enfoque nos processos cognitivos. Para aplicá-la o avaliador deve considerar a experiência do usuário na tarefa, isto é, aquilo que o usuário conhece da tarefa e da operação do sistema interativo computacional. Deve também conhecer o caminho previsto para a realização das principais tarefas do usuário do sistema interativo. De posse destas informações o mesmo passa a percorrer os caminhos previstos aplicando, para cada ação, o seguinte *checklist*.

- O usuário tenta realizar a tarefa certa? Ao encontrar-se no passo inicial de determinada tarefa, o usuário baseado no que é apresentado, se proporá a realizar o objetivo previsto no projeto da interface gráfica;
- Ele verá o objeto associado a esta tarefa? Este objeto está suficientemente visível ao usuário?
- Ele reconhecerá o objeto como associado a tarefa a ser realizada? As terminologias (menus, rótulos) ou representações gráficas (ícones) são representativas da tarefa e significativas para o usuário?
- Ele saberá operar o objeto adequadamente? O nível de competência na operação do sistema interativo é compatível com o processo de interação proposto?
- O usuário interpretará o feedback estabelecido pelo sistema como um possível avanço na execução da sua tarefa?

A proposta dos autores desta técnica é de que os próprios designers possam aplicá-la no desenvolvimento do sistema interativo.

### **3.5.3 Técnicas empíricas**

As técnicas empíricas são técnicas de avaliação de usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos que contam com a participação direta de usuários, se relacionam basicamente aos ensaios de interação e os monitoramentos utilizando os sistemas espiões.



### 3.5.3.1 Ensaios de interação

Os ensaios de interação consistem de uma simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas do seu público alvo, tentando executar tarefas típicas de suas atividades, com uma versão ou o produto final do sistema interativo. A preparação de um ensaio de interação requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário alvo e de sua tarefa típica para a composição dos cenários e *scripts* que serão aplicados na realização dos testes de avaliação de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo (CYBIS, 2002).

Segundo Nielsen (1993) a realização de ensaios de interação com usuários reais provavelmente deve ser o método de usabilidade mais fundamental e, de certa forma, insubstituível uma vez que proporciona informações diretas sobre como os usuários estão usando os sistemas interativos na realização de tarefas e quais problemas reais os mesmos estão encontrando com as interfaces gráficas destes sistemas que estão sendo avaliadas.

Macleod (1997) recomenda que sejam feitas observações do usuário sempre que possível, pois nenhum processo de projeto, centrado no usuário pode estar completo sem a realização de algum tipo de ensaio com os usuários interagindo com o sistema.

Enquanto realizam as tarefas, os usuários são observados por avaliadores que tomam notas sobre as ações e reações dos usuários durante o processo de interação. O ensaio pode também ser gravado utilizando câmeras de áudio e vídeo, gerando fitas que serão analisadas posteriormente.

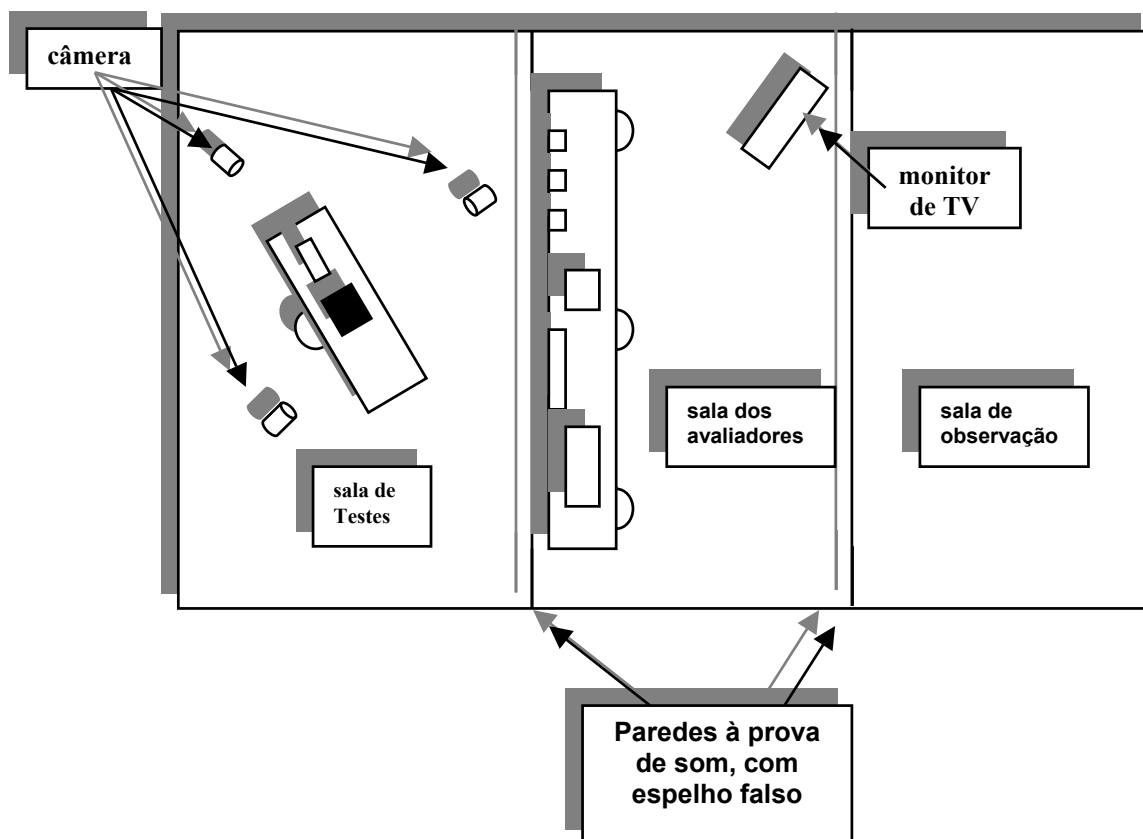
Um aspecto importante a ser considerado é quanto ao local de realização do ensaio de interação que pode ser um laboratório de usabilidade ou o próprio local em que o usuário realiza a tarefa, isto é no seu ambiente profissional.

As pessoas são sensíveis ao contexto, e tarefas realizadas em ambientes diferentes são diferentemente executadas. Há basicamente dois tipos de ambientes ou formas de registro: a observação se dá no próprio local de trabalho e o único fator estranho é o próprio observador ou ela ocorre em um ambiente simulado e laboratorial. É preciso estar atento, neste segundo caso, para garantir a fidelidade do ambiente (RAMOS,1996).

O laboratório estruturado para este fim é o local próprio para a realização das avaliações. Deve ser equipado com diversas câmeras que podem estar focalizando o usuário e os demais componentes do equipamento. A figura 3.1, representa um ambiente deste tipo. A maioria destes laboratórios para ensaio de interação tem uma sala especial à prova de som, equipada com um espelho falso que permite que o participante realize o teste sozinho enquanto o avaliador o observa através do espelho. O uso de várias salas permite que outras pessoas envolvidas no projeto possam também assistir ao ensaio, sem perturbar o participante. É importante mostrar a sala de observação para o participante, pois é bem menos estressante saber quem e o que se esconde atrás espelho que ficar imaginando o que está se passando. Normalmente o participante acaba ignorando a presença do observador durante o teste, mesmo sabendo que ele está presente na sala ao lado (Nielsen, 1993). Embora o laboratório permita um controle maior da avaliação neste ambiente é muito difícil reproduzir a situação real de uso do sistema, sendo esta a principal desvantagem deste processo.

Quando o teste é feito no próprio local de realização da tarefa é possível observar o usuário interagindo com o sistema em uma situação real de uso, isto é, com todos os ruídos e interferências alheias à tarefa que exercem influência no processo de interação. Estas são informações relevantes que dificilmente apareceriam em um teste realizado dentro do laboratório. O avaliador pode realizar a observação utilizando somente lápis e papel para

fazer as anotações, deixando o usuário à vontade e procurando interferir o mínimo possível em sua rotina (BETIOL, 2003).



Fonte: Adaptado de NIELSEN, 1993 apud BETIOL 2003.

Figura 3.1: Modelo de *layout* de um laboratório de teste de usabilidade.

Para obter informações mais detalhadas existe a possibilidade de utilizar laboratórios portáteis nos ensaios de interação como o mostrado na figura 3.2. Estes são equipados normalmente de *laptop*, câmera de vídeo, microfone e *software* para análise, que permitem que o local de trabalho do usuário rapidamente seja convertido em um local de teste.



Fonte: USI (2002), apud BETIOL (2003).

Figura 3.2: Laboratório portátil para avaliações de usabilidade.

Para determinar o que os usuários estão pensando na realização das tarefas determinadas no ensaio de interação os analistas podem utilizar a técnica de verbalização simultânea (*think aloud*), na qual é solicitado ao usuário que comente em voz alta o que ele está pensando enquanto interage com a interface do sistema. O analista pode fazer algumas perguntas durante a interação para esclarecer algumas atitudes do usuário, desta forma é possível saber não só o que o usuário está fazendo, mas o porquê de sua atitude. No entanto alguns autores consideram que esta técnica pode interferir no desempenho do usuário, pois ao ter que verbalizar suas atitudes e pensamentos sua atenção pode ser desviada da tarefa (Cybis, 2002; Nielsen, 1993; Jordan, 1998). Uma alternativa é o processo de verbalização consecutiva (*debriefing*) que é uma entrevista com o usuário realizada imediatamente após o término do ensaio de interação, na qual o mesmo comenta sobre as tarefas que acabou de realizar. Para que o usuário se recorde mais facilmente de suas atitudes podem ser utilizadas as fitas de vídeo como forma de apoio ao processo de verbalização consecutiva.

Apesar da aparência *low tech* a utilidade dos métodos que usam papel e caneta não deve ser subestimada, pois eles permitem a observação no mundo real, ou seja, permitem a observação de tarefas genuínas. Mas eles podem ser muito intrusos se a pessoa observada quiser saber o que o observador está anotando, além disso, podem causar um considerável *stress* no observador. Outras desvantagens são: eles exigem muita habilidade do observador;

forneçam apenas uma descrição de alto nível da tarefa; são muito trabalhosos e não permitem o *post task walkthrough* (RAMOS, 1996).

Os analistas não devem interferir nas ações dos usuários e devem tomar todas as medidas necessárias para que este se sinta à vontade durante a realização da sessão. Para que isto ocorra é importante esclarecer ao usuário os objetivos do teste, as tarefas que ele irá realizar, como o teste será conduzido e qual será sua duração.

Também é extremamente importante esclarecer ao usuário que o que está sendo avaliado é o processo de interação na interface gráfica do sistema e não o desempenho dele. Ao participar de um ensaio de interação o usuário pode sentir como se ele estivesse sendo testado o que pode deixá-lo constrangido e com receio de cometer erros. Essa atitude, que pode vir a atrapalhar o processo de avaliação, pode ser evitada se o papel do usuário for colocado de forma bem clara no início dos trabalhos: ele está ali para auxiliar na avaliação da interface e não para ser testado, isto deve ficar bem claro, e se necessário deve ser reforçado.

Os resultados de um ensaio de interação podem ser muito úteis para convencer as pessoas envolvidas no projeto, empresa e proprietários que a interface do sistema apresenta problemas. É mais fácil convencer projetistas e desenvolvedores a conduzir reformulações no projeto quando eles têm a oportunidade de observar pessoalmente os usuários enfrentando dificuldades no uso da interface do sistema (NIELSEN, 1993; MACLEOD, 1997).

Esta é uma das técnicas mais recomendadas para avaliar a usabilidade, pois como relata Jordan (1998) nada pode substituir a observação dos usuários tentando interagir com o produto na realização de tarefas.

### **3.5.3.1.1 Número de usuários em um ensaio de interação**

O número de participantes necessários para realizar um ensaio de interação é um assunto ainda muito polêmico. Uma das primeiras pesquisas sobre este assunto foi o trabalho de Virzi (1992) que modelou o número de problemas de usabilidade encontrados em função do número de usuários utilizados na avaliação. Nesta pesquisa o autor chegou a três conclusões: (a) 80% dos problemas de usabilidade são encontrados por quatro ou cinco participantes, (b) à medida que aumenta o número de participantes estes revelam cada vez menos informações novas, (c) os problemas de usabilidade mais graves têm maior probabilidade de serem revelados por poucos participantes.

Uma pesquisa semelhante foi realizada por Nielsen (1993) que constatou a partir de vários estudos realizados, que em média 31% dos problemas de usabilidade são encontrados por um único usuário. Com base nesse valor o autor conclui que cinco usuários são suficientes para encontrar 85% dos problemas de usabilidade e que com quinze usuários podem ser encontrados 100% dos problemas. O autor considera perda de tempo observar os mesmos problemas se repetirem a partir do quinto usuário e portanto recomenda que se houver a disponibilidade de recursos para testar com 15 usuários é melhor distribuir esses recursos em três testes com cinco usuários. Nielsen (2000) argumenta que o principal objetivo da avaliação é melhorar a interface e não simplesmente documentar os seus pontos fracos.

Apesar dessas duas pesquisas serem freqüentemente citadas para justificar um pequeno número de usuários nos ensaios de interação seus resultados são questionados por vários autores (CAULTON, 1999; SPOOL, 2001; WOOLRYCH, 2001).

Em seu estudo Spool (2001) encontrou somente 35% dos problemas de usabilidade com os primeiros cinco usuários. Entretanto, como o próprio autor reconhece, este estudo foi realizado em um ambiente mais complexo em

relação aos estudos de Virzi e Nielsen, pois os usuários navegaram em *sites* Web de *e-commerce* com a tarefa de comprar qualquer coisa que desejassem desde que não ultrapassassem um determinado valor em dinheiro estipulado previamente. As particularidades de cada participante influenciaram claramente estes resultados, pois, nenhum usuário comprou o mesmo produto que outro e nenhum percorreu os *sites* da mesma maneira. Segundo o autor para avaliar a complexidade das interfaces Web cinco usuários não é um número suficiente.

Para Caulton (1999) e Woolrych (2001) o número cinco só pode ser aplicado quando a probabilidade de um usuário encontrar um problema for alta (31% ou mais) e similar para todos os usuários, ou seja, as diferenças individuais entre o perfil dos usuários deve ser mínima, pois quanto mais heterogêneos forem os grupos, mais usuários serão necessários para que todos os subgrupos possam estar representados. Para Caulton (1999) os resultados de Nielsen (1993) podem ser aplicados a testes de usabilidade mais simples que têm como objetivo simplesmente detectar a presença e não a prevalência estatística de problemas de usabilidade.

Se os testes forem realizados com poucos participantes muitos problemas sérios da interface podem passar despercebidos, entretanto testar com muitos usuários pode ser inviável pois cada participante a mais representa custos extras em termos de tempo na execução das sessões e na posterior análise dos dados, e de recursos financeiros para seleção e remuneração do participante e do avaliador (WOOLRYCH, 2001).

Uma relação custo/benefício deve ser estabelecida para determinar quantos usuários deverão testar um sistema em função principalmente da complexidade da interface, dos tipos e da quantidade de seus problemas, da população alvo, da disponibilidade de recursos e do tempo disponível.

Entretanto todos os autores são unânimes em afirmar que é melhor realizar alguns testes, ainda que com poucos participantes, a não realizar

nenhum tipo de avaliação com usuários (NIELSEN, 2000; SPOOL, 2001; PERFETTI, 2003).

### **3.5.3.1.2 Características fundamentais dos ensaios de interação**

A complexidade do ensaio vai depender do nível de exigência solicitado, da generalidade do sistema a ser avaliado e da disponibilidade dos usuários. Soluções simples podem ser testadas de forma rápida e de baixo custo.

Aspectos fundamentais que devem ser controlados durante o processo, tais como:

#### **3.5.3.1.2.1 Constrangimento**

O constrangimento é inerente aos ensaios de interação, na medida em que implicam em observação de uma pessoa utilizando a interface de um sistema interativo, para a execução de tarefas. Cabe ao avaliador procurar técnicas e métodos que minimizem esta situação, para garantir a validade dos resultados alcançados (CYBIS, 2002).

Os seguintes cuidados podem ser observados no sentido de manter a integridade psicológica do usuário:

- Dar esclarecimentos para o usuário sobre o processo, enfatizando a finalidade do mesmo e da sua participação. Esta atitude deve ser aceita por ambos, observador e observado.
- Não pressioná-los a participar dos ensaios, a atitude deve ser voluntária;
- Não expor o participante a comentários de colegas. Tentar a realização dos ensaios in loco em horários de menor movimento ou presença de colegas no ambiente profissional;



- No caso do participante se sentir cansado ou constrangido diante de uma determinada situação, é preferível interromper a realização do ensaio, de forma diplomática, evitando transmitir ou encorajar o sentimento de culpa do usuário;
- Os ensaios devem ser planejados meticulosamente quanto a divulgação dos resultados, evitando invadir a privacidade dos participantes. A melhor forma de abordar esta questão é evitar a coleta de dados que possam ser usados para identificar algum participante no processo de avaliação.

#### **3.5.3.1.2.2 Verbalização**

Para se obter uma informação apropriada no processo, o analista precisa conhecer o que os usuários estão pensando no momento da execução do ensaio e não somente o que estão executando. Portanto, é necessário solicitar que os mesmos verbalizem durante as ações ou após a interação com o sistema (CYBIS, 2002).

- **Verbalização simultânea**

Ao adotar este procedimento, deve-se solicitar aos usuários que além de executarem a tarefa predeterminada, comentem também o que estão pensando enquanto desenvolvem a tarefa.

Recomenda-se ter o cuidado de aplicar esta técnica preferencialmente com usuários extrovertidos para os quais o ato de falar sobre a tarefa não seja uma fonte de perturbação. De outro lado, cabe ao analista que observa dosar a quantidade de verbalização demandada de acordo com as dificuldades na execução da tarefa. Deve-se considerar que na verbalização simultânea o foco

da atenção do usuário, que deve estar na execução da tarefa, é desviado para raciocinar e explicar como executá-la.

No decorrer do processo de interação do usuário com o sistema, o analista responsável pelo ensaio, deve expor para o usuário questões do tipo:

- Fale-me o que você está pensando?
- O que você está tentando executar?
- O que você está lendo?
- Como o trabalho está ocorrendo?

Estes comentários devem ser registrados ou anotados para que depois possam ser retrabalhados. Por outro lado, o analista deve ao mesmo tempo controlar os acontecimentos e incentivar o usuário a comentar sobre o que está executando.

Os comentários e os registros das ações tornam evidentes aos designers da interface gráfica que algumas funções não são bem interpretadas, ou que existem rótulos, menus, ícones que podem causar problemas na codificação, levando o usuário a desenvolver de forma inadequada a sua tarefa.

- **Verbalização consecutiva**

Para determinados tipos de usuários, o ato de verbalizar ações, ao mesmo tempo em que desenvolve a tarefa é bastante difícil de realizar, podendo acarretar uma sobrecarga mental que poderá interferir no seu desempenho de usuário do sistema. A técnica de verbalização simultânea poderá desconcentrá-lo constantemente da tarefa que executa, podendo por vezes induzir a erros de interação (CYBIS, 2002).

Uma alternativa para a técnica de verbalização simultânea é a da verbalização consecutiva. Trata-se de uma entrevista com o usuário, realizada logo após o ensaio de interação, onde o usuário irá comentar sobre as tarefas que acabou de executar.

Pode ocorrer que o usuário venha a esquecer a origem de um problema ocorrido ou de uma situação de erro. Neste caso, pode-se realizar uma entrevista valendo-se da fita de áudio ou vídeo que registrou o ensaio. A gravação deve ser mostrada ao usuário como forma de favorecer a recuperação de causas, efeitos e expectativas de um procedimento adotado durante o processo.

Esta técnica pode ainda ser conduzida de forma a solicitar ao usuário que proceda o comentário, de certas características específicas da interface gráfica.

#### **3.5.3.1.2.3 Local do ensaio**

Existem, teoricamente, dois tipos de ambientes onde o ensaio de interação pode ser conduzido. O primeiro, é o local de trabalho do usuário, sendo o observador um elemento acrescentado no ambiente. O segundo num laboratório, neste caso o ambiente de realização da tarefa torna-se substancialmente diferente. Usualmente trata-se de uma forma empobrecida do ambiente tradicional de trabalho do usuário, porém muitas vezes devido as dificuldades inerentes ao processo pode ser utilizado (CYBIS, 2002).

- **Teste em laboratório**

A avaliação realizada em laboratório equipado com recursos e aparelhagem adequadas, permitem observar o processo de interação homem-computador de forma contínua, dando ao analista maior controle da situação.

Assim, o analista pode escolher a melhor posição da câmera, posicionar câmeras direcionadas ao teclado, monitor, mouse, etc. (CYBIS, 2002).

No caso de um sistema que ainda esteja em fase de desenvolvimento do projeto, a avaliação realizada em laboratório se mostra mais adequada, pois, o analista pode testar determinadas funções, realizar correções, e voltar a testar o sistema.

Em laboratórios apropriados para realização deste tipo de avaliação (ver figura 3.1) existem salas especiais, equipadas com vidros espelhados onde o analista não é percebido, garantido que o usuário não será incomodado nem interrompido e que não fique *constrangido*.

A principal e grande desvantagem deste método é que nos laboratórios, onde tudo parece em perfeita ordem, não se consegue retratar a situação real de um ambiente de trabalho.

- **Teste *in loco***

Um ensaio conduzido no próprio ambiente de trabalho do usuário pode ser mais trabalhoso e cansativo para a equipe que conduz o processo de avaliação. Porém pode proporcionar informações mais detalhadas do processo de interação. Detalhes estes que podem ter sua origem em fatores ambientais que podem influenciar na execução da tarefa (CYBIS, 2002).

Observar como o usuário atua quando é interrompido na realização da tarefa por colegas de trabalho, quando tem de parar para atender ao telefone, quando é pressionado pela chefia imediata ou ainda, quando tem prazo para entregar uma determinada tarefa, pode ser uma forma de se obter dados interessantes que poderão auxiliar na elaboração de determinadas funções.

A avaliação realizada no próprio local de trabalho mostra as interferências que estão sujeitas os usuários na realização da tarefa, podendo induzir a situações de erro no processo de interação com o sistema.

#### **3.5.3.1.2.4 O registro e a coleta de dados**

O processo de interação com a interface gráfica em um sistema interativo na execução de tarefas é contínuo envolvendo imagens, comandos, recursos, textos e sons do programa se estiverem disponíveis, além da verbalização do usuário no ensaio, é aconselhável também utilizar câmeras de vídeo para o registro de todos os dados. Para evitar possíveis constrangimentos deve-se conduzir o ensaio de forma mais conveniente para o usuário em termos de data hora e local. Procure saber se o usuário tem alguma objeção quanto à gravação, ou se isso pode acabar por trazer problemas de qualquer natureza no processo de avaliação. Em todo o caso, é aconselhável tomar cuidados para não filmar a face dos participantes dos ensaios (CYBIS, 2002).

Realizar anotações com lápis e papel pode ser uma técnica simples que pode ser utilizada em qualquer situação e com mínimo de custo. Todavia, na medida em que a observação torna-se excessivamente explícita é uma técnica que pode causar certo desconforto ou constrangimento para o usuário que está sendo observado. Além disso, esta técnica requer prática e habilidade por parte do observador e o conveniente é empregar um outro método de registro para dar apoio no registro do processo de interação.

#### **3.5.3.1.3 Montagem de um ensaio de interação**

A montagem de um ensaio de interação pressupõe preliminarmente uma etapa de análise inicial para conhecer o sistema a ser avaliado e seus atributos ergonômicos e um planejamento adequado, para permitir que todo o processo seja conduzido de forma eficiente (CYBIS, 2002).

### 3.5.3.1.3.1 Análise preliminar

Nesta etapa os analistas se interam dos fatos em relação ao sistema interativo e de seu contexto de desenvolvimento e realizam um pré-diagnóstico dos problemas ergonômicos de sua interface gráfica com o usuário.

- **Reconhecimento do *software***

Para o reconhecimento do sistema é realizada uma seção de entrevistas preliminares com a equipe de projetistas que o desenvolveram, com o objetivo de obter informações relevantes do projeto e do seu desenvolvimento (CYBIS, 2002).

As questões formuladas à equipe que desenvolveu o projeto devem abordar:

- Público alvo: para que tipo de usuário foi desenvolvido o sistema?;
- Tipo de tarefa que o *software* visa atender: que tipo de tarefa o usuário poderá executar com a utilização do sistema interativo?;
- Funções principais do produto: quais suas funcionalidades que, na opinião designers, têm maior influência na execução da tarefa e na organização do trabalho?;
- Equipe de desenvolvedores: quantas pessoas foram envolvidas no desenvolvimento do projeto, utilizou-se ergonomistas no desenvolvimento do projeto?;
- Duração de desenvolvimento: quanto tempo foi dedicado ao desenvolvimento do projeto? Interrupções se houveQuais os motivos?;

- Informações sobre o sistema: qual o ambiente de programação no qual foi desenvolvido o aplicativo?;
- Versões preliminares: qual a versão atual do produto? Quais as alterações relevantes em relação às versões anteriores?;
- Situação no mercado: qual a aceitação do produto? O usuário se mantém fiéis ao produto?;
- Suporte pós-venda; Existe algum tipo de suporte que é oferecido ao usuário no pós-venda? Como funciona? Qual o nível de satisfação dos usuários?.

Este processo de levantamento de dados se destina a entender o ciclo de desenvolvimento do produto, fundamentado num pré-diagnóstico sobre o sistema interativo.

- **Pré-Diagnóstico**

A partir dos dados e informações obtidas dos projetistas do produto, os analistas examinam o contexto geral do aplicativo, primeiramente para conhecer bem suas funcionalidades, e depois, para identificar aspectos de maior nível de problemas que podem ser identificados.

O pré-diagnóstico pode ser obtido através de uma técnica de avaliação do tipo heurística ou ainda a partir de *checklists* para inspeção ergonômica de interfaces gráficas. Os critérios, recomendações e normas ergonômicas são utilizadas como ferramenta de apoio nesta etapa de avaliação.

O resultado do pré-diagnóstico possibilita formar um conjunto de hipóteses sobre problemas existentes de usabilidade da interface gráfica que serão posteriormente testadas durante os ensaios de interação do sistema.

### **3.5.3.1.3.2 Definição dos scripts, cenários e amostra dos usuários**

Os *scripts* envolvem o conjunto de tarefas representativas que uma população alvo do *software* deverá realizar durante os ensaios de interação. O cenário relaciona-se às condições ambientais e organizacionais que serão criadas para a aplicação dos ensaios. *Scripts* e cenários são montados a partir das informações coletadas no reconhecimento do sistema e de seu pré-diagnóstico ergonômico e das informações obtidas do reconhecimento do perfil do usuário e de sua tarefa (CYBIS, 2002).

- **Reconhecimento do perfil do usuário**

A atividade inicial de reconhecimento do usuário consiste em contactar pessoas significativas do público alvo em seus ambientes de trabalho e verificar se as pessoas contactadas possuem efetivamente o perfil idealizado pelos projetistas. Nesta etapa é possível pré-selecionar um grupo de usuários que poderão vir a participar dos ensaios. Tomar certos cuidados é imprescindível para explicar qual a finalidade da análise, quais os procedimentos que a equipe adotará e de deixá-los a vontade para definir sua participação ou não na atividade proposta.

- **Coleta de informações sobre o usuário e sua tarefa**

Dependendo do contexto de abrangência da população alvo do sistema, pode ser necessária a realização de uma etapa mais detalhada de coleta de dados sobre o usuário e sua tarefa. Nesta coleta, o analista poderá elaborar questionários destinados a buscar as informações de uma grande amostra de usuários. Além de encaminhar aos usuários, o questionário pode, também servir de roteiro para entrevistas que podem ser presenciais ou a distância (CYBIS, 2002).



Assim, através destes questionários pode-se coletar informações relevantes do público alvo e da tarefa a ser realizada, informações tais como:

- Os recursos técnicos e físicos disponíveis, para a realização da tarefa: é importante conhecer qual o tipo de suporte que a empresa oferece aos funcionários em relação a treinamento e apoio técnico;
- O contexto da tarefa: durante as entrevistas e observações sistemáticas, os analistas devem tomar conhecimento do vocabulário utilizado pelos usuários, das diversas tarefas que eles se envolvem, das pressões organizacionais que estão sujeitos. Uma amostra do resultado final do trabalho elaborado pelos usuários poderá ser útil para a montagem do cenário, onde será realizado o ensaio de interação;
- O nível dos usuários: informações como formação geral e específica na área de informática e na interface gráfica do sistema em análise, tempo de trabalho na empresa, tempo na atividade desenvolvida, e o conhecimento de outros aplicativos, permitem diferenciar usuários experientes dos inexperientes;
- A utilização do sistema; especialmente as utilizações de questionários devem oferecer uma visão geral sobre a utilização do sistema. As questões devem estar direcionadas para as funcionalidades, procurando conhecer aquelas que o usuário considera de maior interferência positiva ou negativa sobre sua tarefa. Busca-se também, determinar a frequência de utilização de cada funcionalidade do sistema.

- **Definição dos scripts de tarefas para o ensaio**

Para definir os scripts para o ensaio, é necessário selecionar as tarefas que devem estar envolvidas com:

- Os objetivos fundamentais do sistema, sob a ótica de seus projetistas;
- As hipóteses dos ergonomistas, formuladas no pré-diagnóstico;
- As amostras de tarefas dos usuários que foram selecionados através dos questionários;
- As principais funcionalidades do sistema considerando as de maior e de menor influência no desenvolvimento da tarefa pelo usuário;
- As funcionalidades mais freqüentemente utilizadas do sistema.

Um *script* nasce da combinação de todos estes parâmetros, levando-se sempre em consideração o aspecto custo versus benefício dos ensaios. Provavelmente uma avaliação perfeita é impossível de ser elaborada e executada. O importante é saber avaliar e manter nos ensaios somente aspectos considerados críticos, sob a ótica do usuário alvo e de sua tarefa.

### **3.5.3.1.3.3 Realização dos ensaios**

A etapa inicial para a realização dos ensaios de interação consiste na obtenção da amostra de usuários, da qual eles farão parte. As demais atividades desta etapa incluem a realização de ajustes dos cenários para adaptá-los aos usuários participantes da amostra, o planejamento dos ensaios, a sua realização, análise dos resultados e a interpretação dos dados obtidos dos ensaios (CYBIS, 2002).

- **Obtenção da amostra de usuários**

É necessário verificar, quem da amostra de usuários, realiza com certeza as tarefas que compõe os *scripts* para o ensaio de avaliação. Selecionam-se participantes voluntários, certificando-se:

- Que sejam experientes na realização da tarefa;
- Que sejam usuários diretos, isto é, pessoas que realmente exerçam suas atividades com o auxílio do aplicativo em avaliação;
- Preferencialmente que sejam metade inexperientes e metade experientes na operacionalização do sistema que será avaliado.

Os usuários inexperientes fornecerão mais informações sobre o processo de aprendizagem e simplicidade de utilização. O grupo de usuários experientes pode fornecer mais informações sobre a organização das funções e a divisão das informações.

A experiência do usuário no sistema pode ser obtida de diversos modos: participação em treinamento do aplicativo; experiência anterior na utilização de outros sistemas; leitura de bibliografia afim e a própria habilidade desenvolvida com o aplicativo. Deve-se atentar para o fato de que o processo de avaliação é interativo. Os usuários novatos, numa segunda etapa do processo, deverão ser classificados como usuários experientes.

O tamanho da amostra deve ser suficiente para amparar os diferentes tipos de usuários que possam utilizar o aplicativo dentro das expectativas e objetivos do processo avaliativo. Deve também ser um número que permita diferenciar as observações generalizáveis das que são específicas de um

determinado usuário. A literatura recomenda um número entre de 6 a 12 pessoas para participarem dos ensaios de interação.

Finalizando, deve-se deixar claro aos usuários participantes dos ensaios, qual a sua extensão, qual a finalidade e o que se espera dos mesmos. É extremamente importante que os participantes dos ensaios se sintam totalmente a vontade para recusar o convite sem qualquer tipo de pressão.

- **Ajustes dos *scripts* e cenários**

Para cada um dos usuários participantes dos ensaios deve ser realizada uma nova entrevista buscando informações visando ajustar as variáveis dos *scripts* e dos cenários para a execução do ensaio. Os *scripts*, com a descrição das tarefas a serem realizadas pelos usuários devem conter terminologia e objetivos que lhe sejam familiares. O ideal é que os cenários possam reproduzir, em laboratório, a familiaridade do ambiente familiar ou do trabalho de determinado usuário.

- **Planejamento dos ensaios**

A preparação dos ensaios envolve a tomada de decisão e a adoção de providências relativas ao local de dos ensaios, equipamento para registros das informações, à escolha da técnica de verbalização das ações (simultânea/consecutiva) e à definição das estratégias de intervenção em caso de dúvida. Nestes casos em particular deve-se sempre preservar o anonimato dos usuários participantes dos ensaios de interação (CYBIS, 2002).

As situações de dúvida podem representar um constrangimento a mais para o usuário. Para tratar com situações deste tipo, recomenda-se:

- Deixar o usuário por iniciativa própria, resolver por si só as tarefas previstas no ensaio;

- Evitar tomar atitudes ríspidas que possam inibir o usuário durante o processo de interação;
- Depois de decorrido algum tempo, persistindo a situação de dúvida propor ao usuário a realização de uma tarefa alternativa previamente prevista no *script*;
- Caso os usuários participantes dos ensaios encontrem-se numa situação de constrangimento ou estressados os ensaios devem ser interrompidos de forma educada e discreta.

- **Realização dos ensaios**

Como foi abordado anteriormente, os ensaios de interação podem ser realizados no ambiente profissional de cada usuário participante ou no laboratório e devem durar aproximadamente 1 (uma) hora. Deles podem participar além do usuário e o analista, ergonomistas e assistentes técnicos responsáveis pelo adequado funcionamento dos equipamentos. A condução do processo deve ser executada pelo analista do processo, que deve planejar cuidadosamente como proceder durante o processo. Também deve realizar as anotações sobre o desenvolvimento do processo de interação, incentivando a verbalização, dos atos, das ocorrências e do desempenho do usuário (CYBIS, 2002).

- **Análise e interpretação dos dados coletados**

Após a realização dos ensaios de interação, a equipe de analistas deve rever todas as gravações buscando dados relevantes que podem comprovar ou não as hipóteses levantadas anteriormente. Além destas, muitas outras situações inesperadas de erros e recuperação da informação podem aparecer

durante o processo. Por isto a importância dos ensaios, pois estes tipos de erros só tornam-se evidentes em situação reais de uso do sistema.

Os resultados dos ensaios de interação são relatados e comentados num caderno de encargos que é entregue aos projetistas do sistema. No relatório são descritos os incidentes produzidos durante a interação, relacionando-o com um aspecto do *software*. Comentários sobre a prioridade dos problemas devem fazer parte do relatório.

### **3.5.3.2 Sistemas de Monitoramento**

A observação direta do usuário pode ser realizada também através de sistemas de monitoramento, denominados de sistemas espiões. São, na verdade, programas instalados no computador do usuário com a finalidade de obter e registrar aspectos do processo de interação entre o sistema e o usuário. Permite ser aplicado no ambiente de trabalho e, mesmo estando o usuário ciente de sua aplicação, a técnica supera questões de monitoramento direto (ensaio de interação, onde o usuário é observado por um especialista) o que normalmente causa algum tipo de constrangimento e que pode de uma forma ou outra afetar no resultado das avaliações.

São sistemas utilitários de *software* que são instalados no equipamento do usuário simultaneamente ao sistema em teste de avaliação de usabilidade (como por ex., MS Camcorder ou Lótus SrenCam). Estes sistemas foram concebidos com o propósito de capturar e registrar todos os aspectos do processo de interação do usuário com o sistema em teste de avaliação de usabilidade em seu ambiente real de trabalho.

Podemos destacar como pontos negativos desta técnica de avaliação:

- Inibe a participação incentivada do usuário não permitindo a coleta de dados verbalizados (BARROS, 2003);

- Portabilidade da ferramenta diante da diversidade de ambientes de programação existentes atualmente;
- Pode gerar uma quantidade de dados, exigindo planejamento para aplicação da técnica de forma a facilitar o processo de análise (BARROS, 2003).

### 3.6 Compromisso entre as técnicas de avaliação

Para a definição de uma técnica de avaliação é importante determinar suas qualidades e limitações em relação aos recursos disponíveis e as expectativas dos analistas em relação aos resultados do processo de avaliação de usabilidade da interface gráfica de um sistema interativo.

As diferentes técnicas de avaliação apresentam qualidades diferenciadas em termos do tipo e quantidade de problemas que podem encontrar, da sistematização dos dados coletados, da facilidade de aplicação e das chances de convencer os projetistas do sistema das necessidades de mudanças na interface gráfica. De acordo com pesquisas levantadas por Jefries (1993, apud Cibys, 2002) as técnicas mais indicadas segundos os parâmetros relacionados na seqüência são respectivamente

- **Efetividade:** diz respeito a quantidade de problemas sérios (recorrentes, transponíveis e assimiláveis) detectados. As técnicas mais efetivas são as avaliações heurísticas e os ensaios de interação;
- **Abrangência:** diz respeito a quantidade de problemas reais do conjunto de problemas identificados. As inspeções por checklists e as avaliações heurísticas são as técnicas de avaliação mais abrangentes;
- **Eficiência:** refere-se a relação entre o número de problemas sérios encontrados em face da quantidade de problemas reais detectados dentro do conjunto de todos os problemas identificados. Jefries (1993)

indica os ensaios de interação como a técnica mais eficiente neste quesito;

- **Produtividade:** refere-se a razão entre a quantidade de problemas reais do conjunto de problemas identificados em relação ao volume de recursos financeiros necessários; não existe uma técnica que possa ser indicada como a mais adequada, depende da relação dos parâmetros citados;
- **Sistematização:** para este parâmetro concorrem dois fatores igualmente importantes, repetibilidade e reproduzibilidade. O primeiro refere-se à medida pela qual os resultados produzidos pela técnica se repetem quando o mesmo avaliador examina o mesmo sistema algum tempo depois da primeira avaliação. O segundo fator refere-se a medida pela qual dois avaliadores diferentes avaliando um mesmo sistema produzem resultado parecidos. A inspeção por *checklists* é a técnica mais sistematizada.
- **Facilidade de aplicação:** diz respeito a qualidade da técnica de não exigir formação ou competências específicas para sua aplicação. Neste parâmetro, a inspeção por *checklists* é a mais fácil de ser aplicada;

### 3.7 Projeto de avaliação

O sucesso de desenvolvimento, implantação ou aquisição de um sistema interativo está intimamente ancorado ao projeto de atividade de avaliação de sua usabilidade. Pode-se desta forma, evitar perdas, desenvolvendo projetos inconsistentes.

Assim, a avaliação de usabilidade deve ser organizada a partir de uma metodologia de projeto. A norma ISO 14568 apresenta uma condução para a



montagem de projetos de avaliação com uma estrutura recomendada similar a proposta a seguir, prevendo as seguintes etapas de aplicação (CYBIS, 2002):

- Análise: identificação planejada dos requisitos para o processo de avaliação;
- Projeto preliminar: identificação e seleção das técnicas mais adequadas a serem aplicadas na avaliação da interface do sistema;
- Projeto detalhado: configuração detalhada do processo de aplicação das técnicas de avaliação;
- Implementação: aplicação do processo de avaliação;
- Documentação: elaboração do relatório dos dados obtidos do processo de avaliação;
- Validação: confrontação dos resultados esperados e obtidos resultantes do processo de avaliação.

Na etapa inicial de análise de requisitos deve-se verificar a disponibilidade de recursos (financeiro, pessoal, tempo, especialistas, usuários, versão do sistema, ferramentas e equipamentos) e quais os resultados esperados do processo de avaliação.

Fundamentados nesta análise, desenvolve-se, na etapa de projeto preliminar da avaliação, uma definição sobre quais técnicas são as mais apropriadas. Esta pode se tornar uma tarefa complexa na medida em que se trata de uma decisão com múltiplas variáveis e pode no final envolver uma combinação de técnicas, depende do volume de recursos materiais e humanos disponíveis e do tipo de resultado esperado do processo.

A etapa de detalhamento do projeto envolve a configuração das técnicas selecionadas para o processo de avaliação. Nesta etapa são detalhados os parâmetros tais como, número de especialistas na condução do processo de avaliação heurística, abordagem de varredura, critérios prioritários, *checklists* que poderão ser utilizados para inspeção do grau de usabilidade, número de usuários testados, locais da realização dos ensaios, *scripts* de tarefas e cenários, tempo dos ensaios, etc.

Na etapa de implementação, a avaliação é executada. Seguindo as orientações de cada técnica selecionada, coletam-se os dados, identificam-se e classificam-se os problemas relatados.

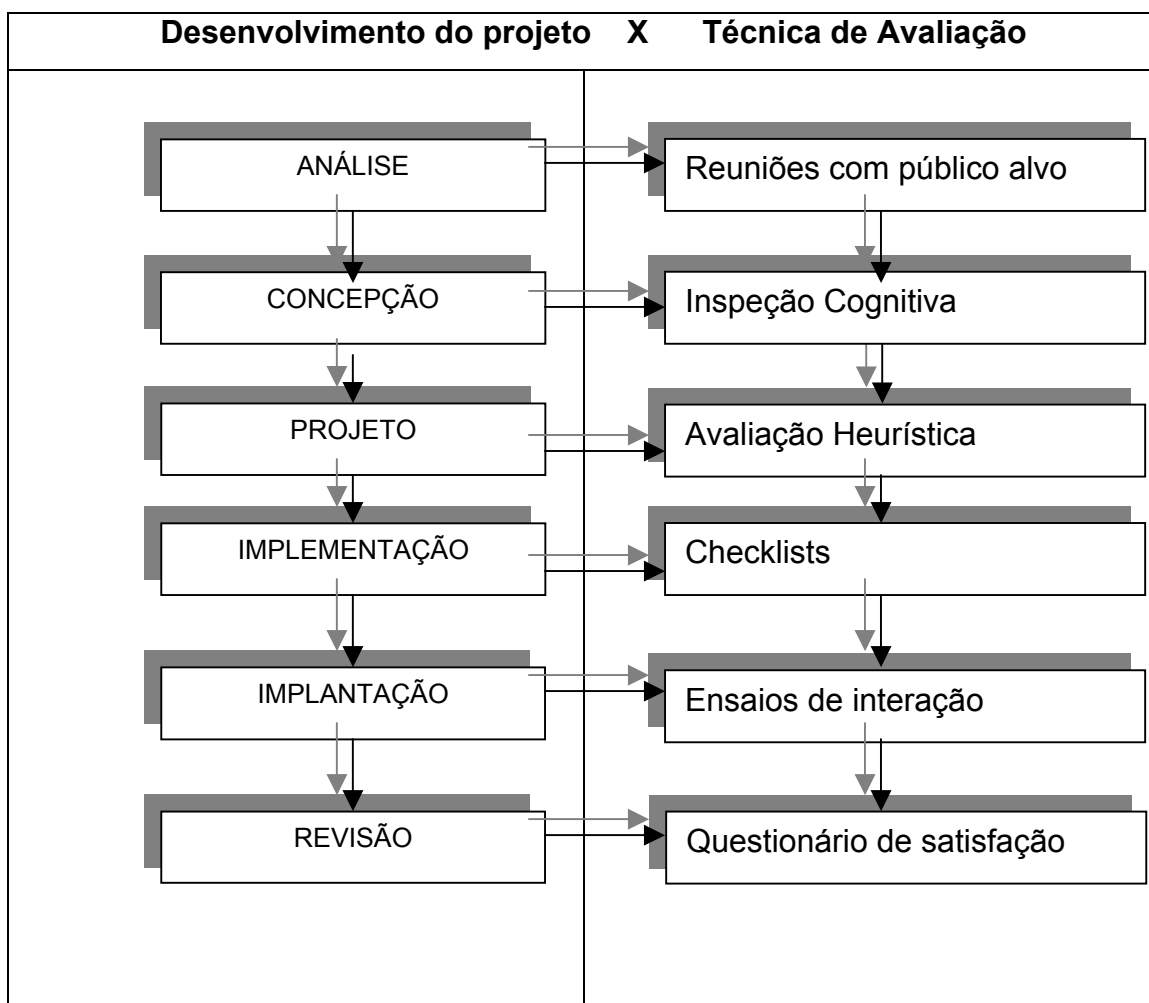
A etapa de documentação consiste na elaboração do relatório de avaliação que deve incluir uma apresentação do contexto e dos requisitos da avaliação aplicada, as ferramentas utilizadas e os problemas identificados, categorizados por critérios, tarefa ou componente de IHC e priorizados. Dependendo dos requisitos da avaliação, pode ser necessário anexar à descrição do problema propostas de melhoria que sejam evidentes.

Na etapa de validação do processo de avaliação deve-se verificar se os requisitos esperados para atividade foram efetivamente alcançados. Este *feedback* sobre o que ocorreu de certo e o que não correspondeu durante o processo de aplicação dos testes é fundamental para garantir o sucesso de novos projetos de avaliação de sistemas interativos.

### **3.8 Plano de testes**

Um plano de testes de controle do nível de usabilidade refere-se a diversos projetos de avaliação, possivelmente um para cada etapa do desenvolvimento da interface gráfica do sistema interativo. O plano de testes trata da combinação de técnicas de avaliação de usabilidade para testar o projeto e a implantação da interface gráfica do sistema interativo, dentro de um contexto o mais amplo possível, porém dentro das limitações dos recursos

disponíveis. Devendo antever, para cada versão intermediária do desenvolvimento do sistema interativo, mesmo que seja apenas um conjunto de idéias, definir qual o tipo de teste mais adequado, quais as condições de aplicação e quais os resultados a serem obtidos. O quadro 3.1, mostrado na seqüência apresenta uma estratégia de validação ergonômica adequada a cada etapa do desenvolvimento da interface do sistema (CYBIS, 2002).



Fonte CYBIS, 2002

Quadro 3.1: Plano de avaliação ergonômica de interfaces gráficas de sistemas interativos.

Pode-se concluir que não existe uma técnica capaz de identificar todos os possíveis problemas de usabilidade na interface gráfica de um sistema, as técnicas devem ser integradas com a finalidade de atribuir uma contextualização mais ampla possível ao processo de avaliação. É com base nesta está filosofia que o processo de avaliação vai ser orientado.

## Capítulo 4

### MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A adequada definição dos procedimentos científicos e das técnicas de pesquisa utilizadas fundamentados num referencial teórico relevante, associadas à seriedade no processo de avaliação e de coleta dos dados, é que podem atribuir credibilidade ao trabalho científico.

Este capítulo apresenta as justificativas quanto à seleção e abordaremos a forma de aplicação das técnicas de avaliação selecionadas para o processo de avaliação. Apresenta-se os procedimentos adotados na preparação para aplicação dos questionários e *checklist* e dos ensaios interação. No caso dos ensaios defini-se também o contexto de aplicação, cenários, infraestrutura, tarefas, tempos e escolha dos sujeitos. Assim como, os dados serão coletados e as técnicas de tratamento que serão aplicadas sobre estes mesmos dados.

#### 4.1 Considerações iniciais

Neste estudo de pesquisa de avaliação da usabilidade da interface gráfica do Solidworks 2003, iremos utilizar três técnicas distintas de avaliação da usabilidade da interface gráfica do sistema interativo. Uma técnica prospectiva, outra analítica e a terceira empírica. Como técnica prospectiva a ferramenta de coleta de dados utilizada será o questionário, como técnica analítica utilizar-se-á uma lista de verificação da qualidade ergonômica da interface gráfica e como técnica empírica utilizaremos os ensaios de interação no desenvolvimento de tarefas com o sistema interativo objeto deste estudo, e neste caso específico, a coleta de dados ocorrerá através da verbalização simultânea e consecutiva para identificação dos principais problemas no processo de interação do sistema.

## **4.2 Método científico**

O método científico utilizado nesta pesquisa caracteriza-se como sendo uma pesquisa teórico-empírica, pois a partir de uma fundamentação teórica procederemos a um estudo empírico para identificar, determinar e classificar os diferentes tipos de problemas de usabilidade, encontrados no processo de interação na interface gráfica do sistema interativo.

A amostra utilizada nesta pesquisa classifica-se como não probabilística intencional, isto é, os participantes serão selecionados pelos critérios estabelecidos neste projeto, cuja característica principal é a experiência com o uso do sistema.

Os instrumentos para a coleta de dados serão respectivamente a observação sistemática em sala de testes, questionários e laudos quantitativos de conformidade, obtidos pela aplicação de uma lista de verificação ergonômica.

## **4.3 Seleção dos sujeitos**

Como o objetivo terminal desta proposta de pesquisa é determinar os principais problemas que podem afetar no processo de interação na interface do sistema, vamos selecionar exclusivamente usuários que tenham experiência na utilização do sistema para desenvolvimento de tarefas, eliminando, desta forma, usuários com pouca experiência ou mesmo iniciantes. A finalidade é a de eliminar falsos problemas de usabilidade que podem ser identificados por falta de experiência na operacionalização do sistema, em face da pouca ou nenhuma experiência do participante do processo de utilização sistemática da interface.

#### 4.4 Questionários

Os questionários são considerados como uma entrevista estruturada; é uma técnica de avaliação prospectiva, pois busca através de perguntas que podem ser de caráter fechado ou aberto, captar a opinião do usuário público alvo do sistema, sobre o processo de interação. Busca avaliar o grau de satisfação ou insatisfação com a interface gráfica do sistema interativo, mas principalmente objetiva determinar os principais problemas detectados durante o processo de interação na realização de tarefas.

A técnica de utilização de questionários, neste contexto de avaliação, pode ser bastante adequada nesta pesquisa, tendo em vista que é o usuário que utiliza o aplicativo, portanto, é a maior referência em termos de conhecimento dos problemas de interação que mais podem dificultar na realização das tarefas. Assim, nada mais natural que conhecer suas opiniões para determinar a qualidade do processo de interação do sistema e identificar os problemas detectados neste processo.

A aplicação da técnica está baseada na distribuição dos questionários através da internet para usuários previamente selecionados de acordo com os critérios supracitados. Pretende-se, desta forma, atingir um público alvo disperso geograficamente e assim captar a opinião de usuários que atuam em diferentes ambientes e atividades profissionais, para desta forma, avaliar o grau de usabilidade através da identificação dos principais problemas da interface gráfica do sistema.

Alguns questionários de satisfação encontram-se disponíveis na internet como o QUIS (Questionire for User Interaction Satisfation – UniversityMariland) (NORMAN, 1989) (<http://www.lap.umd/QUIS/index.html>). Como a finalidade não é apenas determinar somente o grau de satisfação ou insatisfação do usuário no processo de interação, o questionário será direcionado para o objetivo terminal deste trabalho, ou seja, identificar os principais problemas no

processo de interação para a execução da tarefa de modelar em 3D, segundo a visão do próprio usuário.

É importante destacar que os questionários normalmente têm uma taxa reduzida de devolução, principalmente quando o meio de distribuição é o correio. Para minimizar este aspecto utiliza-se como mídia de distribuição à internet, isto é, o modo indireto de aplicação. Assim, elaboramos um questionário sucinto e objetivo com um pequeno número de questões, para não comprometer muito a taxa de devolução. Disponibiliza-se, também, questões abertas, isto é, um espaço para opiniões e sugestões livres, com a finalidade de obter informações relevantes que podem não estar contidas nas questões fechadas no escopo do questionário.

Como objetivo paralelo, a aplicação do questionário leva em consideração que este tipo de ferramenta de avaliação também pode ser empregado para aumentar a efetividade de avaliações conduzidas através de técnicas analíticas, que devem ser realizadas por especialistas em ergonomia que diagnosticam problemas de usabilidade da interface gráfica. Fundamentados nas respostas dos questionários, pode-se centrar a análise sobre os pontos mais problemáticos do sistema apontados pelos usuários através dos questionários.

O questionário que será aplicado neste processo observará as recomendações do QUIS, adaptados às necessidades dos objetivos deste estudo acadêmico.

#### **4.4.1 Elaboração do questionário**

O questionário foi elaborado abordando duas categorias de perguntas, ou seja, perguntas fechadas, isto é, são perguntas ou afirmações que apresentam categorias ou alternativas de respostas fixas e preestabelecidas, assim, o entrevistado deve responder a alternativa que mais se ajusta as

suas características, idéias ou sentimentos. As perguntas abertas caracterizam-se por perguntas ou afirmações que possibilitam ao entrevistado responder com frases ou orações sua opinião sobre o que é perguntado. No caso de associação de perguntas abertas e fechadas permitem obter opiniões particulares da visão do usuário em relação ao sistema que podem não estar contidas quando utiliza-se questionários apenas com perguntas fechadas.

Justificamos a aplicação do questionário neste projeto de pesquisa em função de:

- Permitir obter informações de um número significativo de usuários quase que simultaneamente ou num tempo relativamente reduzido;
- Apresenta relativa uniformidade;
- O fato de haver tempo suficiente para responder ao questionário pode proporcionar respostas mais refletidas que as obtidas numa entrevista direta;
- A tabulação dos dados pode ser executada com maior facilidade e rapidez que outros tipos de instrumentos, como por exemplo, a entrevista.

O protótipo básico do modelo de questionário que será aplicado para a coleta de dados nesta pesquisa está incorporado neste trabalho através do **Apêndice 1**.

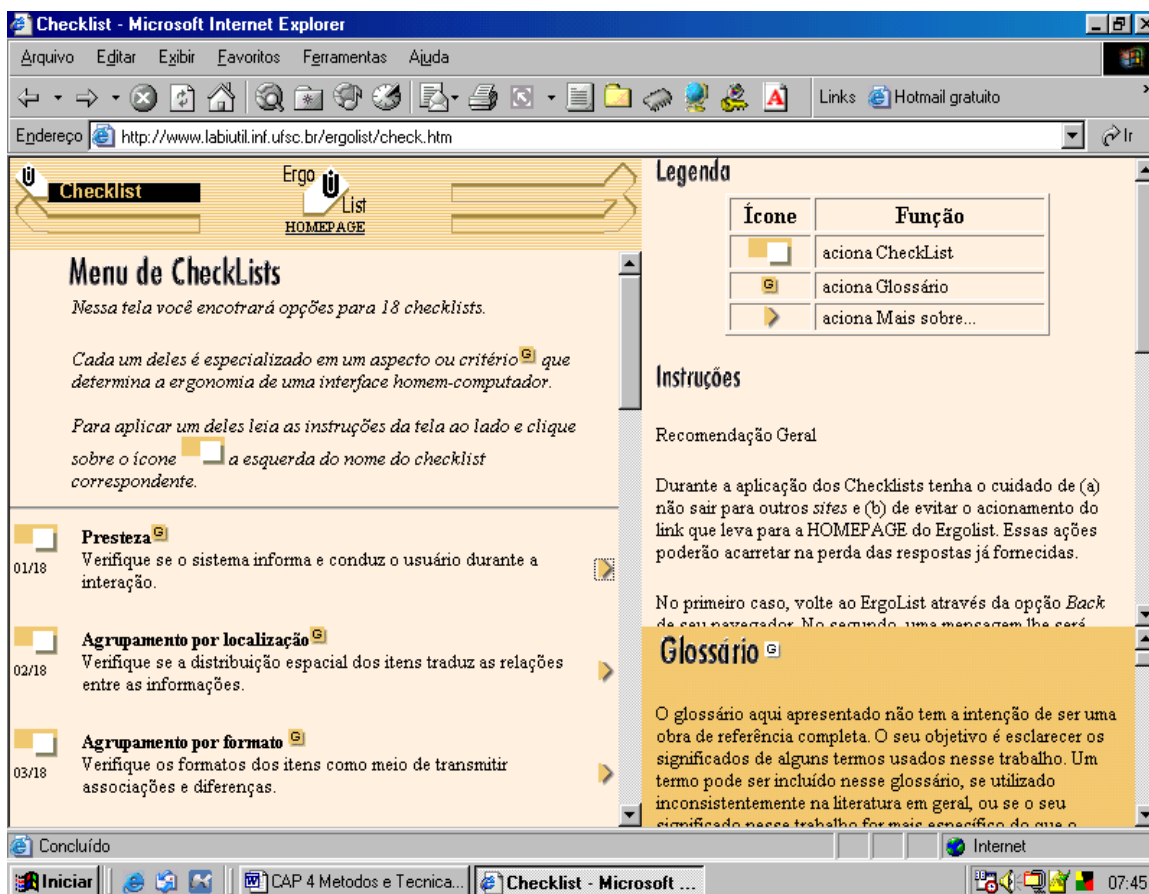
#### **4.5 Inspeção ergonômica via *checklist***

A técnica analítica utilizada neste projeto de pesquisa de avaliação da interface gráfica do Solidworks 2003 será uma inspeção ergonômica via *Checklist*. Esta técnica busca prever os erros de projeto da interface, é realizada por projetistas, designer de interfaces ou especialistas em ergonomia de interfaces gráficas de sistemas interativos ou ainda por usuários experientes na operacionalização do sistema para desenvolvimento de tarefas.



No presente estudo utilizou-se a lista de verificação denominada Ergolist. O projeto ErgoList resulta da colaboração entre o Laboratório de Utilizabilidade, do Departamento de Estatística e Informática, do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (LabUtil/CTC/UFSC), e do SoftPólis, núcleo Softex-2000 do Serviço Nacional da Indústria através do Centro de Tecnologia e Automação Industrial (SENAI/CTAI) de Florianópolis/SC.

A aplicação da lista de verificação ergonômica, justifica-se neste estudo, em face de que profissionais sem uma formação específica em ergonomia, possam analisar interfaces sob o ponto de vista do processo de interação. Estas listas têm a propriedade de conduzir os avaliadores durante o processo de interação, onde o participante avalia a interface do sistema sob a ótica dos critérios ergonômicos desenvolvidos por Bastien e Scapin, apresentados na fundamentação teórica deste trabalho de pesquisa. Cada critério ergonômico é avaliado através de diversas questões e o avaliador atribui a condição de conformidade, não conformidade e não aplicável àquela interface. O Ergolist disponibiliza ao avaliador um glossário, do qual o mesmo pode consultar sistematicamente, para dirimir eventuais dúvidas que podem aparecer durante o processo de avaliação, além de instruções, informando sobre a aplicação dos quesitos da lista de verificação. No final do processo a ferramenta também disponibiliza um laudo final quantitativo, resultante da aplicação da lista na interface do sistema. Atribuindo a cada critério o número de questões conformes, não conformes e não aplicáveis. Permitindo assim, que se tenha uma dimensão clara das principais conformidades ergonômicas e não conformidade ergonômica e critérios não aplicáveis na interface do sistema. A interface do Ergolist é mostrada através da figura 4.1.

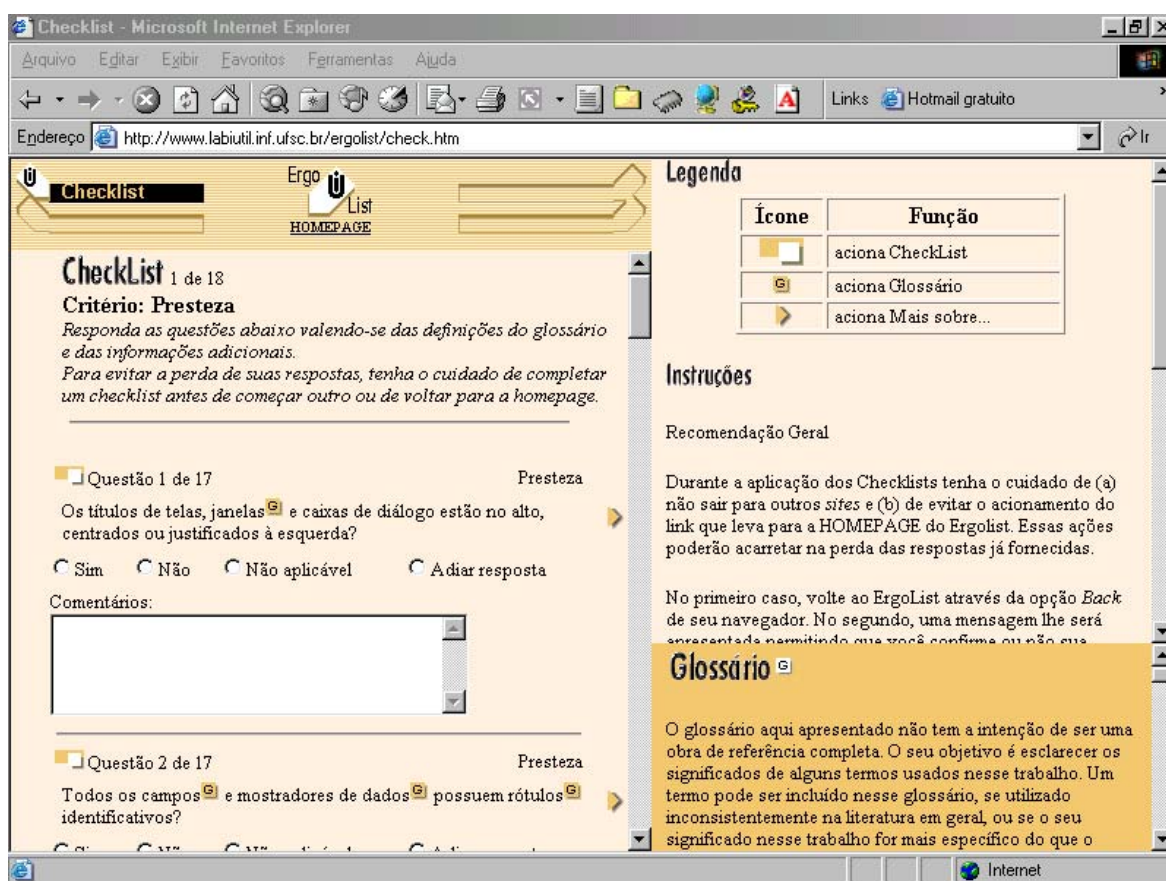


Fonte: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/check.htm> (acessado em setembro/2003).

Figura 4.1: Interface do Ergolist.

A interface do Ergolist disponibiliza três espaços distintos, do lado esquerdo, além dos créditos e de informações sobre o processo de aplicação do *checklist*, localiza-se na parte inferior os critérios a serem abordados na avaliação. O avaliador ao acessar o critério selecionado, ver figura 4.2, tem disponibilizado todas as questões referentes aquele critério ergonômico e assim o avaliador pode conduzir sua avaliação sobre a interface do sistema. No exemplo apresentado na figura 4.2, o critério ergonômico *presteza* é constituído de 17 questões que abordam este quesito, e, desta forma, o avaliador pode segundo sua experiência e concepção ergonômica, atribuir a condição mais adequada aquele critério, sobre a interface gráfica do sistema que está sendo avaliado. No caso de dúvidas sobre a aplicação dos critérios e questões formuladas para o participante, o Ergolist oferece também no quadrante superior do lado

direito as instruções para aplicação do critério e no quadrante inferior um glossário com as devidas informações contextualizadas sobre a terminologia utilizada na lista de verificação, conduzindo assim, o avaliador no processo de avaliação.



Fonte: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/check.htm> (acessado em setembro de 2003).

Figura 4.2: Acesso às questões do critério ergonômico presteza.

As avaliações do processo de interação em interfaces gráficas de sistemas interativos conduzidas através de *checklists* podem apresentar potencialidades do tipo:

- Podem ser executadas por projetistas, desenvolvedores, *designers* gráficos e usuários experientes no uso da interface, não exigindo especialistas em interfaces humano-computador, que são profissionais

raros no mercado. Esta característica deve-se ao fato do conhecimento ergonômico estar embutido na própria ferramenta de avaliação;

- Sistematização da avaliação, que garante resultados mais estáveis mesmo quando aplicada separadamente por diferentes avaliadores, pois as questões e recomendações constantes no checklist sempre serão efetivamente verificadas;
- Facilidade na identificação dos problemas de usabilidade detectados, devido à especificidade das questões contidas na lista;
- Possibilidade de aumentar a eficácia de uma avaliação, devido à redução da subjetividade normalmente associada a processos de avaliação;
- Redução de custo da avaliação, pois é um método de rápida execução.

Este tipo de avaliação, segundo Jefries (1991) proporciona a detecção de uma grande quantidade de pequenos problemas de usabilidade que se repetem nas interfaces gráficas de sistemas interativos. Em relação à sistemática de classificação proposta apresentada neste trabalho, os problemas identificados através desta técnica se relacionam principalmente aos ruídos gerais da interface gráfica.

Assim, a partir do laudo final de cada avaliação, pode-se através de uma apresentação gráfica dos dados coletados, identificar e classificar os problemas mais sérios da interface do sistema.

## **4.6 Ensaios de interação**

Segundo Cybis (2002) os ensaios de interação, são classificados como técnicas de avaliação objetivas ou empíricas. Caracterizam-se por uma simulação de uso do sistema da qual participam pessoas representativas do público alvo, tentando realizar tarefas típicas. A preparação dos ensaios requer um trabalho detalhado de reconhecimento do usuário alvo e de sua tarefa típica para a composição dos cenários e scripts que serão aplicados na realização

dos testes de avaliação de usabilidade da interface gráfica do sistema interativo.

Os ensaios devem ser realizados de acordo com as recomendações propostas por (Nielsen, 1993; Jordan, 1998 e Cybis, 2002;) apresentadas no capítulo anterior deste trabalho de tese.

Foram observadas também, as recomendações propostas por Virzi (1992) e Nielsen (1993) que afirmam que a grande parte dos problemas de usabilidade em ensaios de interação podem ser detectados por um pequeno número de avaliadores. Segundo os autores em torno de 85% dos problemas reais de usabilidade de uma interface gráfica de um sistema interativo podem ser encontrados por um número razoavelmente pequeno de avaliadores.

Desta forma serão realizados cinco ensaios de interação. As especificações destes ensaios são apresentadas na seqüência deste capítulo.

Os cinco ensaios de interação serão baseados no mesmo contexto de uso, isto é, dentro de um ambiente adequado para a realização das tarefas de modelagem 3D com equipamento adequado. Serão entregues a cada participante tarefas específicas e definida por estratégias de abordagens para a execução das mesmas. O contexto de avaliação seguirá os padrões recomendados pelos autores citados no trabalho.

#### **4.6.1 Contexto de avaliação**

Os ensaios de interação deverá ser realizado dentro de uma sala do Departamento de Expressão Gráfica do Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina (EGR/CCE/UFSC), utilizando-se computadores (hardware) compatíveis com o aplicativo CAD (*software*) à ser avaliado, utilizado-se o mouse e teclado como periféricos que atuam no processo de interação que ocorre entre o componente humano e a máquina. O avaliador é o condutor do processo estarão situados dentro do mesmo espaço

físico. Através da verbalização simultânea das operações na interface, o condutor do processo fará as anotações verbalizadas pelo avaliador. Posteriormente para reforçar o procedimento de anotações dos principais problemas encontrados, será realizada uma verbalização consecutiva permitindo detectar outros problemas não relatados durante o ensaio.

#### **4.6.2 Objetivo**

O objetivo dos cinco ensaios de interação será o mesmo: avaliar a usabilidade geral da interface gráfica do Solidworks 2003 com o usuário para realização de tarefas específicas dentro do contexto de uso do *software*, isto é, modelagem de peças em 3D, montagem do conjunto e, a representação ortográfica do conjunto montado, de acordo com esclarecimentos do condutor do processo e de um tutorial apresentado para a realização das tarefas.

#### **4.6.3 Usuários para o ensaio**

Os usuários selecionados para participarem dos ensaios de interação, deverão estar de acordo com o contexto dos seguintes critérios:

- Devem ser usuários experientes na utilização do Solidworks 2003. A experiência pode ser fundamental na detecção de problemas reais de usabilidade da interface gráfica do aplicativo gráfico para modelagem 3D, Solidworks 2003;
- Devem estar numa faixa etária compatível com a atividade profissional. Faixa etária que representa a maior concentração de usuários de CAD, tanto no contexto acadêmico quanto na atividade profissional autônoma ou privada;
- Todos os participantes receberão as mesmas informações básicas e orientações para a realização das tarefas, buscando-se criando um clima

compatível para a realização das tarefas, tentando-se evitar constrangimentos durante o processo de avaliação;

- Nenhum dos participantes deverá ter conhecimento prévio das tarefas a serem realizadas e, obviamente, devem ter experiência no uso de sistema computacional de forma generalizada.

Os participantes serão todos voluntários e não receberão nenhuma forma de remuneração, para participarem do processo de avaliação.

#### **4.6.4 Tarefas a serem desenvolvidas**

Cada usuário irá realizar três tarefas previamente definidas no **Apêndice 2** deste trabalho selecionadas e distintas e relacionadas ao processo de representação do mesmo equipamento ou conjunto e compatíveis com o aplicativo CAD. Inicialmente deverá desenvolver a modelagem 3D, de três peças mecânicas de um dispositivo mecânico comum, esta tarefa é desenvolvida dentro do ambiente Part, posteriormente, o participante do ensaio fará a representação montada do equipamento no ambiente Assembly e, por último, fará a representação bidimensional (2D) do equipamento montado no ambiente Drawing.

A tarefa a ser realizada estará inserida dentro de um cenário. Este procedimento contextualiza a tarefa, e é particularmente útil, pois permite que o participante vislumbre qual seria a condição real de uso do aplicativo CAD.

A criação de cenários será baseada na realidade de uso deste tipo de tarefa. Desta forma é importante que o cenário represente uma determinada situação na qual o aplicativo CAD contextualize adequadamente o uso do sistema.

As tarefas serão independentes e interconectadas umas às outras e serão executadas uma por vez em ordem hierárquica. Cada tarefa será entregue pelo avaliador ao participante, desta forma ele terá uma cópia em papel que poderá ser consultada sempre que julgar necessário durante o desenvolvimento do ensaio.

Os mesmos cenários e as mesmas tarefas serão utilizados com todos os participantes do processo de avaliação, em todos os ensaios de interação.

O cenário será constituído de um ambiente (sala) com um computador que suporte o sistema gráfico, onde os avaliadores acompanhados do instrutor analista e condutor do processo, irão realizar as tarefas apresentadas no **Apêndice 2** desta tese.

#### **4.6.5 Condução do processo de avaliação**

O analista instrutor conduziu os ensaios de interação de acordo com o seguinte roteiro:

- Recebeu o participante e explicará como será conduzida a avaliação, o que ele terá que fazer e, quanto tempo durará a sessão. Explicar claramente que o participante não estará sendo avaliado, pois o objeto da avaliação é o aplicativo CAD e, que todo o procedimento será anônimo;
- Solicitou que o participante preencha um rápido formulário com alguns dados sobre seu perfil;
- Mostrou o ambiente e o equipamento onde será realizado o teste, se for necessário dará informações mais específicas ao avaliador a fim de instruir e descontrair o mesmo;
- Se necessário demonstrará como iniciar o uso do equipamento com um exemplo;
- Leu a tarefa para o usuário e depois entregou uma cópia em papel. Perguntará se o mesmo tem alguma dúvida e dará início à execução da



tarefa. O avaliador será orientando quanto aos procedimentos para verbalização durante o processo podendo ser orientado pelo condutor do processo;

- O condutor observou a execução da tarefa do lado do avaliador e, de posse de papel e lápis fará as anotações de todos os comentários e reações do avaliador durante o ensaio;
- Caso o condutor perceba que o participante se encontra em uma situação de impasse ele poderá dar alguma dica e deixar que o participante termine a tarefa ou poderá guiá-lo em dados momentos, dependendo da situação e do estado do participante;
- Caso ocorra qualquer tipo de pane de sistema como falta de luz, travamento do equipamento, a tarefa será desconsiderada e iniciada novamente assim que esses problemas forem solucionados;
- No final do ensaio será realizada uma rápida discussão com o participante (*debriefing*), procurando obter comentários gerais sobre a avaliação e possíveis esclarecimentos sobre as dificuldades que ele possa ter enfrentado durante o ensaio que não foram relatadas, isto é, uma verbalização consecutiva.

Estimamos que cada ensaio com o usuário, terá a duração aproximada de 1½ h (uma hora e meia) conforme ilustra o quadro 4.1.

Atividade		Duração	
Introdução		15 m	
Tarefas (Com verbalização simultânea)	Modelagem das peças (Ambiente Part)	30m	60m
	Montagem (ambiente Assembly)	15m	
	Representação 2D (Ambiente Drawing)	15m	
Verbalização posterior		15 m	
<b>Tempo total</b>		<b>90 m</b>	

Quadro 4.1: Tempo estimado de uma sessão de ensaio de interação.  
Legenda: m – minutos

Através do procedimento de verbalização simultânea tem-se como finalidade identificar em tempo real os principais problemas encontrados no processo de interação para a realização das tarefas prescritas. Após a realização das tarefas, isto é, no final do ensaio de interação realizaremos também, uma verbalização consecutiva, como atividade de reforço, para identificar possíveis problemas não relatados na verbalização simultânea no transcorrer do ensaio.

A partir da coleta os dados, **Apêndice 3** deste trabalho, os problemas foram então catalogados e estratificados, e na seqüência, através de tratamento estatístico fundamentado numa apresentação por meio de gráficos, os resultados são apresentados. Na seqüência dos trabalhos faremos uma análise e interpretação detalhada dos dados coletados através de cada uma das ferramentas individualmente e de forma coletiva através do agrupamento dos dados coletados. Desta forma, foi possível determinar a verdadeira condição de qualidade do processo de interação dos usuários na interface gráfica do sistema.

## Capítulo 5

### ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Este capítulo apresenta uma análise interpretativa dos dados coletados por meio de cada uma das técnicas e ferramentas utilizadas no processo de avaliação para a coleta de dados. Numa fase posterior, adotaremos o mesmo procedimento, porém, com os dados agrupados, isto é, dados obtidos pela aplicação das diferentes ferramentas e, finalizando o capítulo, através de uma síntese geral das principais qualidades e problemas encontrados em relação a usabilidade da interface gráfica do sistema avaliado.

#### **5.1 Análise do resultado da avaliação através da técnica prospectiva**

##### **5.1.1 Avaliadores**

Participaram deste processo de avaliação quarenta e quatro avaliadores, com a finalidade de facilitar e sistematizar o controle dos dados e, portanto, otimizar os procedimentos estatísticos, foram divididos em três grupos, assim distribuídos:

- 1º grupo: Avaliadores Gerais, composto por 12 avaliadores;
- 2º grupo: Turma Ergonomia de Interfaces, composto por 28 avaliadores;
- 3º grupo: Hacker Industrial; composto por 4 avaliadores.

##### **5.1.2 Perfil dos avaliadores**

A grande maioria dos avaliadores que se propuseram a participar do processo de avaliação, transitam no meio acadêmico. Dos 44 (quarenta e quatro) avaliadores, apenas seis participantes do processo, atuam fora deste meio. Sendo que destes: 5 (cinco) atuam no meio industrial e 1 (um) no setor de serviços.

- Distribuição dos avaliadores por instituição/empresa.

Empresa/Instituição	Total de questionário
Da Vinci Industrial	1
RenderWorks	1
Hacker Industrial	4
UDESC	1
UFSC (EI 28Q; Mod.12; AG 7Q).	37
<b>Total</b>	<b>44</b>

Quadro 5.1: Distribuição dos avaliadores por instituição/Empresa.

**Legenda:**

EI -Turma de Ergonomia de Interface - 5ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

Mod - Turma de Modelagem II - 4ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

AG - Avaliadores Gerais (Professores, alunos de graduação em Engenharia, Alunos de Pós Graduação, Engenheiros)

- Distribuição por Idade.

	Até 20	21-30	31-40	41-50	+50	Total
A. Gerais	1	6	1	2	2	12
Hacker Industrial	1	3	-	-	-	4
Ergonomia Interface	5	22	1			28
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>44</b>

Quadro 5.2: Distribuição por faixa etária.

- Sexo.

	Masculino	Feminino	Total
AG	9	3	12
Hacker	4	-	4
Ergonomia Q.	12	16	28
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>44</b>

Quadro 5.3: Distribuição por gênero.

- Nível de escolaridade.

	Técnico	Estudante Graduação	Graduado	Mestre	Doutor	Total
A Gerais	-	6(5 Eng. 1 Design UDESC)	2	2	2	12
Hacker	4	-	-	-	-	4
E.Interface	-	28 Curso de Design UFSC	-	-	-	28
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>44</b>

Quadro 5.4: Distribuição por nível de escolaridade.

- Tipo de ocupação.

	Estudante	Professor	Engenheiro	Desenhista (CT)	Total
A Gerais	6 (5 Eng 1 UDESC)	4	2	-	12
Hacker	-	-	-	4	4
E.Interface	28 curso Design UFSC	-	-	-	28
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>44</b>

Quadro 5.5: Distribuição por ocupação.

- Tempo que é usuário do Solidworks.

	Tempo de utilização	Total	Media (ano/meses)
A Gerais	2+2+4+5+3.6+1+0.9+4.1+1.7+2+0.8+.6	12	2,3
Hacker Ind.	2.2+2+2+1	4	1.8
E.Interface	1.6+.6+.6+.3+.6+.6+.4+.7+1+1+.3+1+1.6+.6+1.6+1+.7+1+1+.6+.6+.6+1+1+.6+.6+.2+.6	28	0.79
<b>T Médio</b>		<b>44</b>	<b>1,3</b>

Quadro 5.6: Nível de experiência.

### 5.1.3 Análise das respostas às questões fechadas do questionário.

A opção “sempre” corresponde à opção de resposta as perguntas do questionário que confirma a melhor situação em relação à questão levantada. A figura 5.1 apresenta visualmente a distribuição percentual dos critérios avaliados no processo com a indicação “sempre”.

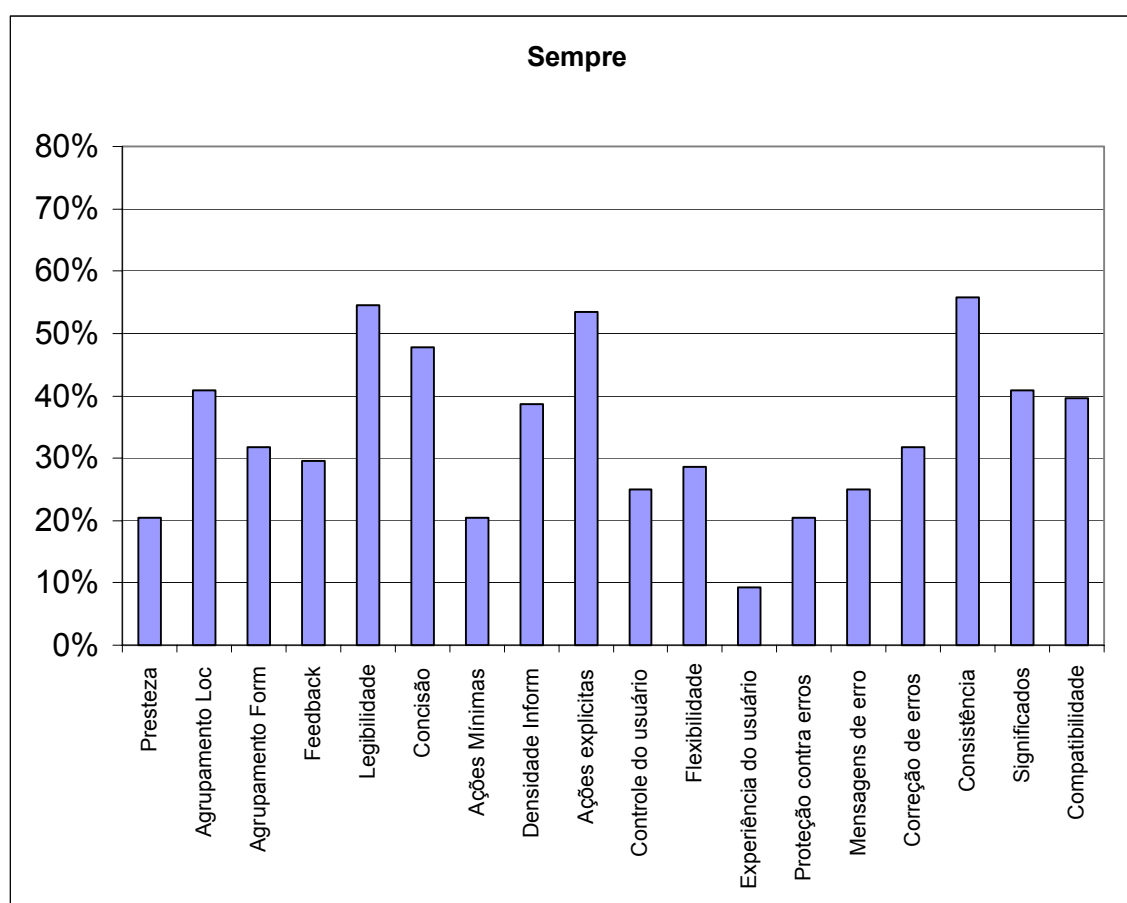


Figura 5.1: Gráfico de respostas referente à opção sempre as perguntas do questionário.

Pela análise estatística verifica-se que os critérios indicados com a opção “sempre”, isto é, com o maior percentual de conformidade ergonômica são por ordem decrescente, os mostrados no quadro 5.7.

<b>Opção: Sempre</b>	
Consistência	56%
Legibilidade	55%
Ações explícitas	53%
Concisão	48%
Agrupamento Loc	41%
Significados	41%
Compatibilidade	40%
Densidade Inform	39%
Agrupamento Form	32%
Correção de erros	32%
Feedback	30%
Flexibilidade	29%
Controle do usuário	25%
Mensagens de erro	25%
Presteza	20%
Ações Mínimas	20%
Proteção contra erros	20%
Experiência do usuário	9%

Quadro 5.7: Percentuais de respostas da opção sempre por critério.

Desta forma, e, relativamente à avaliação prospectiva, os critérios que mais atendem a condição “sempre” por ordem decrescente de percentual são respectivamente: consistência, legibilidade, ações explícitas, concisão, agrupamento por localização e significados.

Portanto, pelo processo de avaliação prospectiva, confirma-se à qualidade consistente da interface gráfica, isto é, existe similaridade dos códigos, denominações, formatos e procedimentos idênticos dentro do mesmo ambiente, e diferentes em ambientes diferentes.

As características lexicais das informações, tipo de caractere, contraste letra e fundo, tamanho de fonte, espaçamento entre linhas, etc., são consideradas legíveis por uma parcela significativa dos avaliadores.

O processamento do sistema e as ações do usuário são consideradas adequadas por boa parte dos avaliadores, isto é, elas são explícitas, o computador processa somente as ações solicitadas pelo usuário, no momento em que as mesmas são solicitadas.

Com respeito ao critério concisão, que se refere à carga cognitiva de entradas e saídas do sistema, também é considerada compatível por parcela considerada dos participantes do processo de avaliação.

O significado de códigos e denominações que se referem à adequação entre objeto ou a informação apresentada ou solicitada e sua referência, possuem uma forte relação semântica com o seu referente, e que podem facilitar o processo de interação, foram considerados consistentes por grande parcela dos participantes do processo.

Também considerado adequado, o arranjo ou agrupamento por localização, isto é, o posicionamento dos itens, comandos e recursos do sistema são agrupados de forma a permitir melhor distinção entre as diferentes classes, ou mesmo, para indicar a diferença entre as classes.

Na questão da densidade informacional, o sistema também atende de forma satisfatória as necessidades de seus usuários.

A opção “quase sempre”, que se refere a uma condição muito boa de consideração dos critérios ergonômicos, teve como critérios ergonômicos mais recomendados os apresentados através da figura 5.2 e do quadro 5.8.

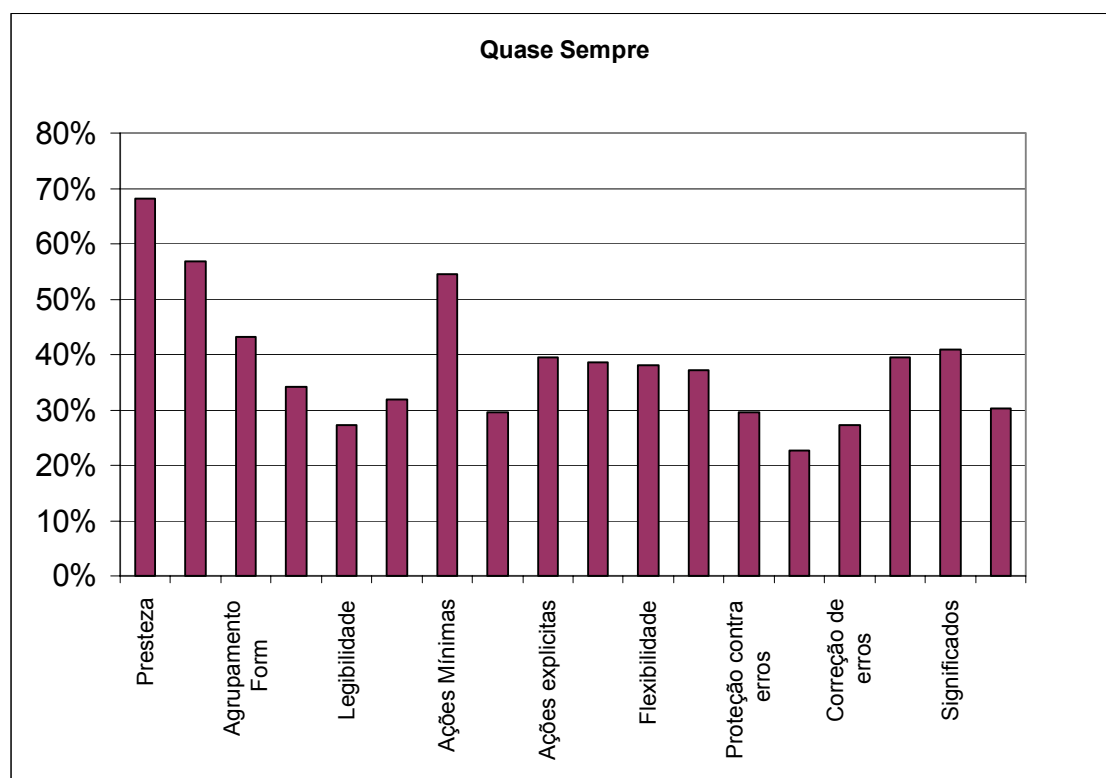


Figura 5.2: Gráfico de respostas referente à opção quase sempre as perguntas do questionário.

<b>Opção: Quase sempre</b>	
Presteza	68%
Agrupamento Loc	57%
Ações Mínimas	55%
Agrupamento Form	43%
Significados	41%
Ações explícitas	40%
Consistência	40%
Controle do usuário	39%
Flexibilidade	38%
Experiência do usuário	37%
Feedback	34%
Concisão	32%
Compatibilidade	30%
Densidade Inform	30%
Proteção contra erros	30%
Legibilidade	27%
Correção de erros	27%
Mensagens de erro	23%

Quadro 5.8: Percentuais de respostas da opção quase sempre por critério.



O critério prestação obteve um índice bastante significativo na opção “quase sempre”. Este critério abrange os meios disponibilizados ao usuário para levá-lo a realizar ações tais como: entrada de dados e informações que possam permitir-lhes identificar o estado ou o contexto no qual o mesmo se encontra, bem como disponibilizar as ferramentas de ajuda e os meios de acesso à mesma.

Como indicado na opção “sempre”, o agrupamento por localização também é muito bem considerado pelos avaliadores na opção “quase sempre”, levando-nos a considerar que este critério ergonômico, atende de forma sólida as necessidades dos usuários no processo de interação com a interface gráfica do aplicativo.

O critério ações mínimas que se refere à carga de trabalho, em relação ao número de ações para se atingir determinados objetivos, são devidamente limitadas pela minimização dos passos, recebendo méritos no processo de avaliação, com alto nível de reconhecimento, isto é, as ações no sistema avaliado, são dimensionadas com a finalidade de facilitar o trabalho de modelagem 3D.

As características gráficas tipo formato, cor, fonte, facilitam estabelecer relacionamentos entre itens que pertencem à mesma classe ou que diferenciam diferentes classes. Neste aspecto ergonômico de agrupamento por formato, podemos considerar que a interface gráfica do sistema está bem consolidada, de acordo com o percentual obtido através deste processo.

O significado de códigos e denominações, ações explícitas e consistência, também são bem avaliados através da opção “quase sempre”, atingindo um percentual significativo através desta técnica de avaliação.

A opção “às vezes”, que se refere a uma condição intermediária, isto é, consideração regular dos critérios ergonômicos, teve como critérios

ergonômicos mais recomendados os apresentados por meio da figura 5.3 e do quadro 5.9.

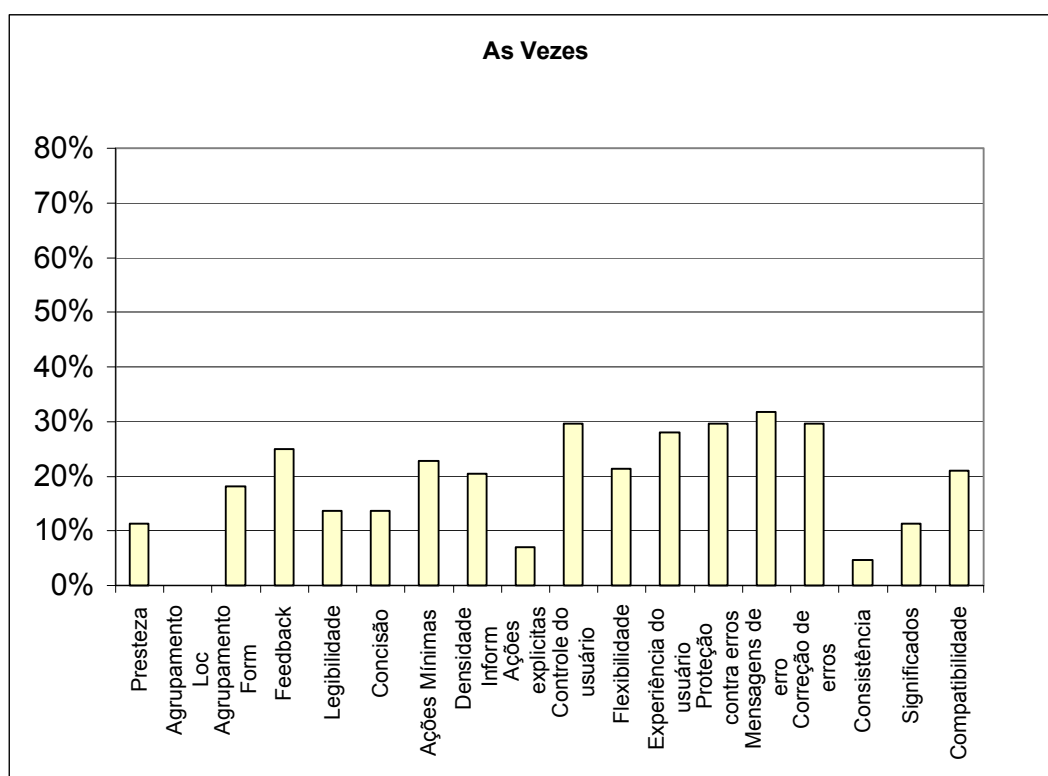


Figura 5.3: Gráfico de respostas referente à opção quase sempre as perguntas do questionário.

<b>As vezes</b>	
Mensagens de erro	32%
Controle do usuário	30%
Proteção contra erros	30%
Correção de erros	30%
Experiência do usuário	28%
Feedback	25%
Ações Mínimas	23%
Flexibilidade	21%
Compatibilidade	21%
Densidade informacional	20%
Agrupamento Formato	18%
Legibilidade	14%
Concisão	14%
Presteza	11%
Significados	11%
Ações explícitas	7%
Consistência	5%
Agrupamento Localização	0%

Quadro 5.9: Percentuais de respostas da opção às vezes por critério.

A qualidade da mensagem de erro, que se refere à pertinência, a legibilidade e a precisão da informação prestada ao usuário, sobre a origem ou natureza do erro cometido e sobre os procedimentos para corrigí-los é um critério que segundo os avaliadores às vezes está presente, e outras vezes não se apresenta corretamente, indicando provável falha no sistema neste aspecto.

O controle sobre o processo de interação que pode favorecer a aprendizagem no sistema, e assim, diminuir a probabilidade de erros, isto é, o controle do usuário sobre o processamento das interações, é oferecida medianamente pelo sistema.

No critério proteção contra erros, é recomendável que o erro seja indicado na entrada dos dados e não na validação, evitando as consequências danosas do procedimento. Neste quesito, o sistema também deixa a desejar, pois poderia disponibilizar uma proteção mais adequada a seus usuários.

No critério correção de erros, isto é, que trata dos meios colocados a disposição dos usuários com a finalidade de corrigir os procedimentos errados, também são considerados de forma regular pelos avaliadores.

O nível de experiência do usuário varia muito de usuário para usuário. De forma geral podemos classificá-los em: especialistas ou experientes, intermediários ou novatos. Desta forma, o sistema deve prever o nível de experiência dos seus usuários, e assim, disponibilizar atalhos para os mais experientes e suprir com o maior número de informações, os menos experientes ou novatos. Os diálogos podem ser redimensionados segundo o nível de experiência e, neste critério, o sistema também foi medianamente avaliado.

A opção “**quase nunca**”, que se refere a uma condição desfavorável, isto é, consideração quase crítica dos critérios ergonômicos, teve como

critérios ergonômicos mais indicados, os apresentados através da figura 5.4 e o quadro 5.10.

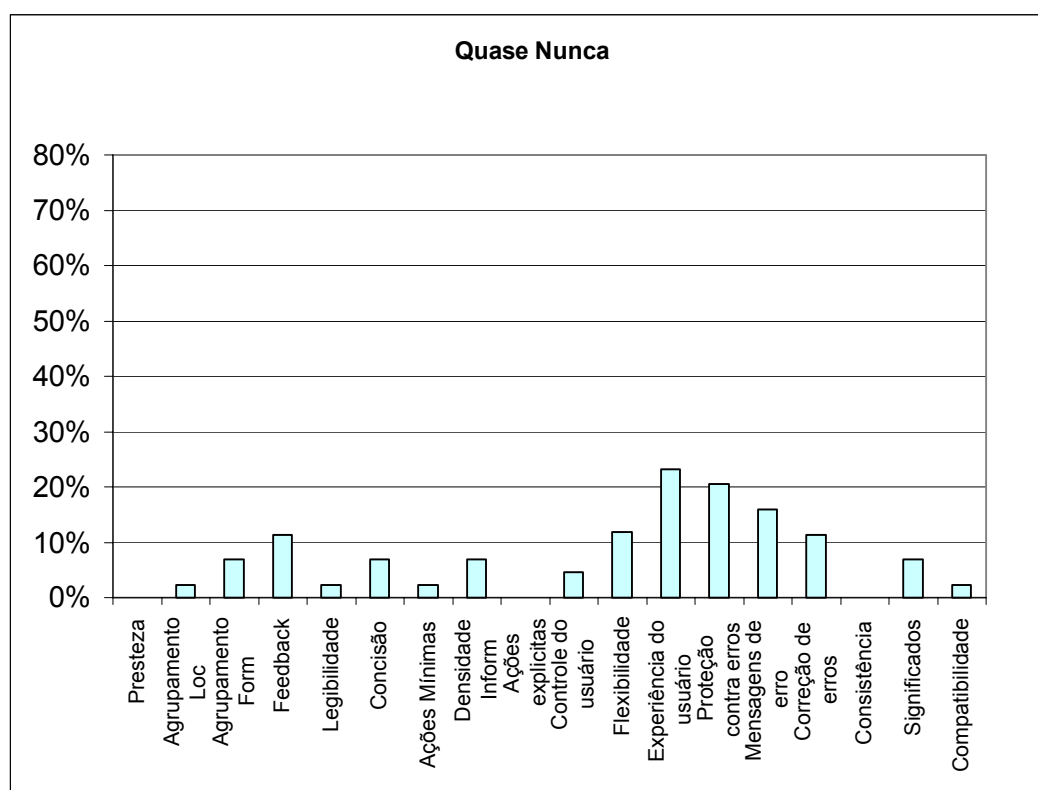


Figura 5.4: Gráfico de respostas referente à opção quase nunca as perguntas do questionário.

Quase Nunca	
Experiência do usuário	23%
Proteção contra erros	20%
Mensagens de erro	16%
Flexibilidade	12%
Feedback	11%
Correção de erros	11%
Agrupamento Form	7%
Concisão	7%
Densidade Inform	7%
Significados	7%
Controle do usuário	5%
Compatibilidade	2%
Agrupamento Loc	2%
Legibilidade	2%
Ações Mínimas	2%
Presteza	0%
Ações explícitas	0%
Consistência	0%

Quadro 5.10: Percentuais de respostas da opção quase nunca por critério.

A opção “quase nunca”, novamente aparece e com destaque, no percentual de avaliação do critério experiência do usuário, reforçando nossa capacidade de síntese sobre o processo de avaliação, em diagnosticar problemas na consideração no nível de experiência do usuário, no processo de interação com o sistema.

Outro critério que necessitaria, segundo os avaliadores receber um melhor tratamento por parte do sistema é a questão da proteção contra erros, que foi abordada anteriormente na opção às vezes.

Da mesma forma, a questão da qualidade das mensagens de erros, segundo os avaliadores, poderia receber uma melhor atenção dos desenvolvedores do sistema, pois possibilitaria executar as tarefas, com possivelmente melhor desempenho, ao facilitar a interpretação das informações sobre os erros cometidos.

A flexibilidade, que trata dos procedimentos variados para se executar uma tarefa, isto é, quanto mais possibilidades forem disponibilizadas, melhor será o desempenho de seus usuários, permitindo-lhes personalizar procedimentos, estratégias e hábitos de trabalho. Neste quesito o sistema deixa a desejar segundo os avaliadores. Não nos parece ser, um elevado nível de rejeição, porém, poderia ser minimizado no sistema.

O *feedback* é um dos critérios ergonômicos que aparece indicado na opção “quase nunca” por parte dos avaliadores, atribuindo que a qualidade e a rapidez do *feedback* podem também ser melhorados, e assim, auxiliar o usuário a entender dentro de um contexto mais amplo a filosofia de funcionamento do sistema. Este critério poderia receber um tratamento mais adequado as exigências de seus usuários.

A correção de erros, apontada também na opção anterior, é igualmente registrada na opção “quase nunca”, merecendo provavelmente, um estudo para uma possível melhora deste critério ergonômico no sistema.

A opção “nunca”, que se refere a uma condição crítica do sistema, isto é, consideração de censura dos critérios ergonômicos, teve como critérios ergonômicos mais indicados os apresentados através da figura 5.5 e do quadro 5.11.

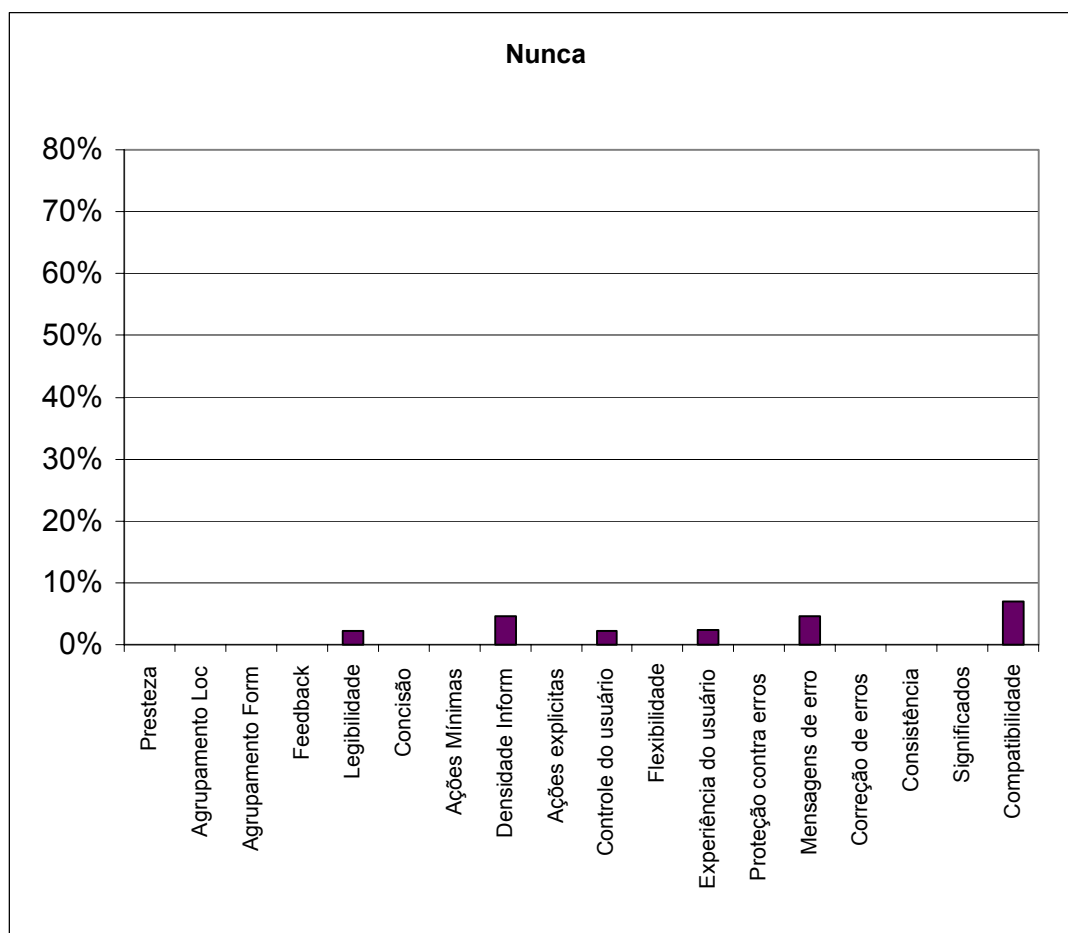


Figura 5.5: Gráfico de respostas referente à opção nunca as perguntas do questionário.

<b>Opção: Nunca</b>	<b>%</b>
Compatibilidade	7%
Densidade Inform	5%
Mensagens de erro	5%
Experiência do usuário	2%
Legibilidade	2%
Controle do usuário	2%
Presteza	0%
Agrupamento Loc	0%
Agrupamento Form	0%
Feedback	0%
Concisão	0%
Ações Mínimas	0%
Ações explícitas	0%
Flexibilidade	0%
Proteção contra erros	0%
Correção de erros	0%
Consistência	0%
Significados	0%

Quadro 5.11: Percentuais de respostas da opção nunca por critério.

O critério compatibilidade foi o que recebeu maior percentual dos avaliadores na opção “nunca”. Este critério se refere ao acordo que possa existir entre sistema e as características de percepção, memória, idade, expectativas, percepção e hábitos dos usuários. Neste sentido este aspecto ergonômico atinge o índice mais crítico no sistema, através desta técnica de avaliação.

As mensagens de erro, também indicadas com percentuais significativos nas opções “às vezes” e “quase nunca”, também é indicada na opção nunca, o que nos leva a inferir que as mensagens de erro disponibilizadas pelo sistema podem receber um tratamento melhor em termos de qualidade e finalidade, a fim de auxiliar seus usuários na execução das tarefas e minimizar problemas que podem aparecer no processo de interação.

O critério densidade informacional que trata da carga de trabalho, de um ponto de vista perceptivo e cognitivo em relação ao contexto das informações

apresentadas pelo sistema foi indicado como condição crítica por 4,5% dos usuários, que apontaram problemas neste critério, na interface do sistema avaliado.

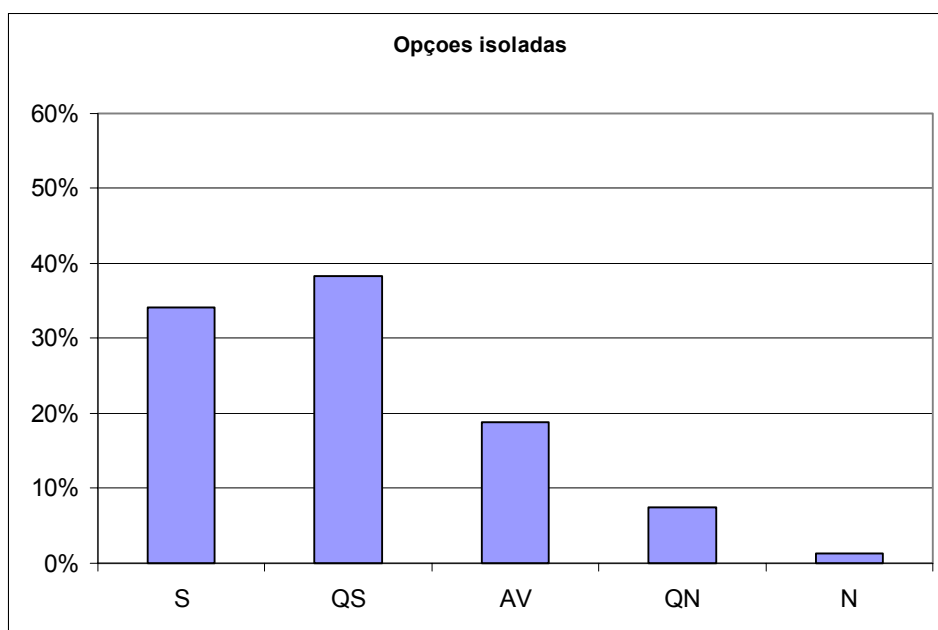
A legibilidade que aparece com um elevado percentual na opção "sempre" com 54,5% de resposta, também aparece na opção "nunca" com um índice de 2,3%, indicando com isto que, apesar da grande maioria reconhecer que o sistema apresenta uma legibilidade bastante satisfatória, uma pequena parcela de 2,3%, aponta problemas de legibilidade, o que nos leva a deduzir que este resultado reflete características intrínsecas dos próprios avaliadores. Portanto, o sistema atende a maioria dos seus usuários e deixa a desejar para uma pequena parcela dos mesmos.

Controle do usuário aparece na opção "às vezes" também recebe indicação na opção "nunca", remetendo-nos a considerar que o sistema não possibilita um amplo controle no processamento, merecendo também neste aspecto, um tratamento mais apropriado de seus projetistas.

A experiência do usuário também é indicada na opção "nunca" como já havia sido indicada na opção "quase nunca", podemos assim, afirmar, que existem problemas segundo os avaliadores na consideração em relação a experiência do usuário, pois o sistema não possui uma flexibilidade adequada para tratar diferentemente seus usuários em relação ao nível de experiência.

A figura 5.6 e o quadro 5.12 apresentam visual e percentualmente todas as opções de resposta do questionário de forma isolada.





S - Sempre; QS – Quase Sempre; AV – Às Vezes; QN – Quase nunca; N – Nunca.

Figura 5.6: Gráfico de respostas referente a todas as opções das perguntas do questionário.

Opções	%
Sempre	34,1%
Quase Sempre	38,3%
Às Vezes	18,8%
Quase Nunca	7,5%
Nunca	1,3%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Quadro 5.12: Percentuais de respostas as opções do questionário de avaliação.

A figura 5.7 apresenta o gráfico, com todas as opções de respostas e os respectivos percentuais distribuídos por critério ergonômico.

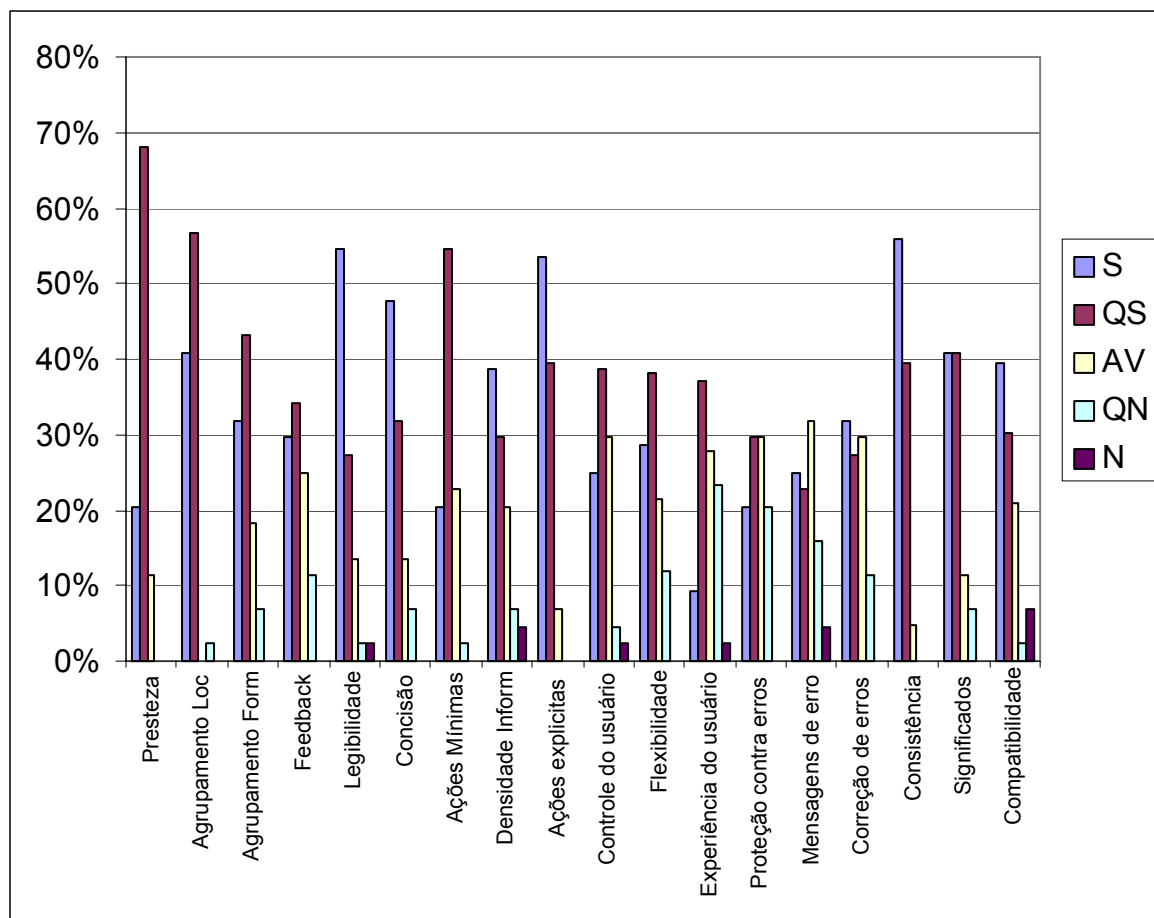


Figura 5.7: Gráfico de representação das opções por critério ergonômico.

Legenda: S- sempre; QS- quase sempre; AV- as vezes; QN- quase nunca; N- Nunca

Com a finalidade de dar uma melhor visibilidade ao resultado deste processo de avaliação, agrupamos através da figura 5.8 e do quadro 5.13, os percentuais das opções “nunca” e “quase nunca”, que consideramos condição ruim e crítica da condição da interface e as opções “sempre” e “quase sempre” através da figura 5.9 e do quadro 5.14, que estabelecem uma condição excelente e muito boa em relação aos quesitos ergonômicos da interface.

Assim, numa das extremidades deste agrupamento através do ajuntamento das opções “sempre” e “quase sempre”, podemos visualizar de forma mais clara a condição de qualidade ergonômica e, em conseqüência às condições do processo de interação na interface gráfica do sistema, diagnosticando com melhor grau de precisão, suas potencialidades

ergonômicas, mostrando desta forma, os critérios mais eficientes e relevantes da interface gráfica do sistema avaliado.

Na outra extremidade deste processo, o agrupamento das opções “nunca” e “quase nunca”, possibilita a identificação dos principais problemas no processo de interação na interface do sistema, permitindo detectar os principais critérios que podem causar problemas na execução das tarefas por parte de seus usuários.

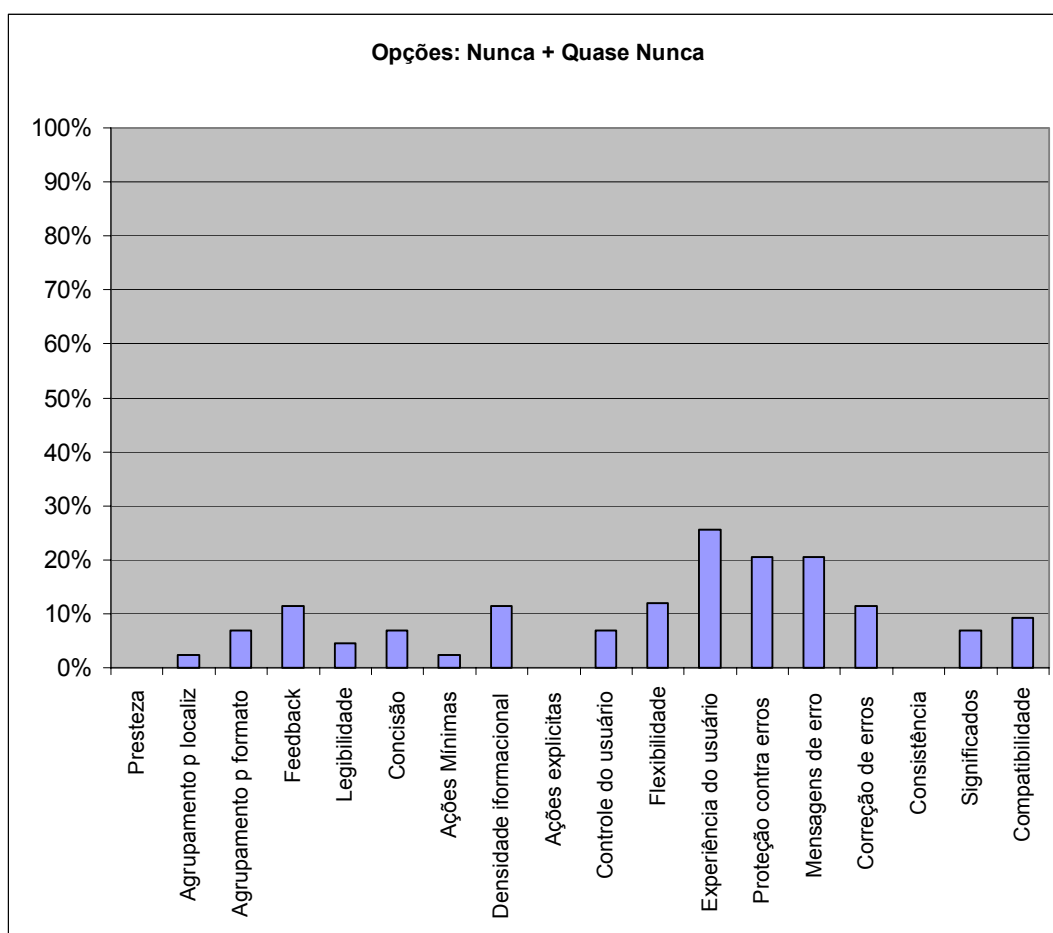


Figura 5.8: Gráfico de representação de agrupamento dos percentuais de respostas as opções “nunca e quase nunca”.

<b>Opções: nunca+quase nunca</b>	
Experiência do usuário	26%
Proteção contra erros	20%
Mensagens de erro	20%
Flexibilidade	12%
Feedback	11%
Densidade iformacional	11%
Correção de erros	11%
Compatibilidade	9%
Agrupamento p formato	7%
Concisão	7%
Controle do usuário	7%
Significados	7%
Legibilidade	5%
Agrupamento p localiz	2%
Ações Mínimas	2%
Presteza	0%
Ações explicitas	0%
Consistência	0%
<b>Média</b>	<b>9%</b>

Quadro 5.13: Percentuais de respostas das opções “nunca e quase nunca” agrupadas.

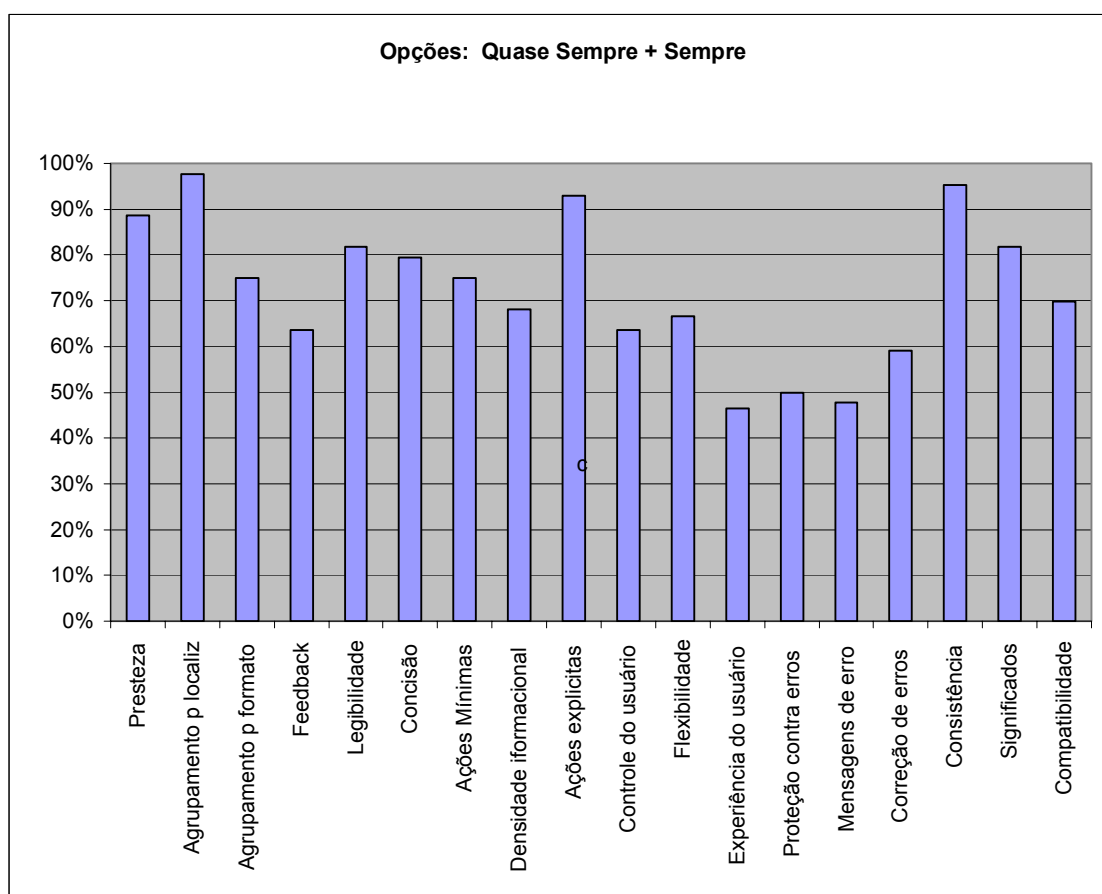


Figura 5.9: Gráfico de representação de agrupamento dos percentuais de respostas das opções “sempre e quase sempre”.

<b>Opções: quase sempre + sempre</b>	
Agrupamento p localiz.	98%
Consistência	95%
Ações explícitas	93%
Presteza	89%
Significados	82%
Legibilidade	82%
Concisão	80%
Agrupamento p formato	75%
Ações Mínimas	75%
Compatibilidade	70%
Densidade iformacional	68%
Flexibilidade	67%
Feedback	64%
Controle do usuário	64%
Correção de erros	59%
Proteção contra erros	50%
Mensagens de erro	48%
Experiência do usuário	47%
Média	72%

Quadro 5.14: Percentuais de respostas das opções “sempre e quase sempre” agrupadas.

Como síntese final do resultado desta técnica de avaliação, podemos afirmar que a interface gráfica do sistema CAD Solidworks apresenta um excelente nível de conformidade ergonômica, sendo aprovada, pela grande maioria dos seus usuários com um índice de aprovação percentual agrupado das opções “sempre” e “quase sempre” de 72,4%. A opção (QS) “quase sempre” aparece com índice de 38,3%, e a opção “sempre” com índice percentual de 34,1%.

Os critérios com maior destaque percentual no agrupamento das opções “sempre” e “quase sempre” em relação conformidade ergonômica são respectivamente por ordem decrescente os seguintes:

- Agrupamento por localização 98%
- Consistência 95%
- Ações explícitas 93%;
- Presteza 89%;
- Significados 82%;
- Legibilidade 82%;
- Concisão 80%;
- Agrupamento p formato 75%;
- Ações Mínimas 75%.

Portanto, em particular nos critérios supra relacionados, podemos afirmar que a interface gráfica do sistema gerencia adequadamente e de forma explícita as ações do usuário, isto é, executa somente o que é solicitado pelo usuário. É prestativa em termos de conduzir os usuários na execução das ações. Os códigos e significados são de forma geral reconhecidos por seus usuários, sendo que as características lexicais e perceptivas das informações, são legíveis. Também é considerada concisa, em termos de entradas e saídas de dados. Na interface do sistema as ferramentas são agrupadas adequadamente e as ações são dimensionadas com o objetivo de facilitar os procedimentos do trabalho de modelagem.

A opção “às vezes” com 18,8% de índice percentual, parece com uma representatividade de média para baixo, indicando que na opção às vezes o critério está presente e outras vezes não se encontra presente, remetendo-nos a sintetizar uma condição de irregularidade da interface gráfica do sistema nestes critérios. Os principais critérios que receberam percentuais representativos nesta opção, são seguintes:

- Mensagens de erro 32%;
- Controle do usuário 30%;
- Proteção contra erros 30%;
- Correção de erros 30%;
- Experiência do usuário 28%;
- *Feedback* 25%;

Desta forma, podemos considerar que em relação às mensagens de erro, o sistema não favorece como deveria o aprendizado no sistema. O controle do usuário sobre os processamentos do sistema deixam a desejar, a proteção contra erros também não ajuda muito a diminuir as ações equivocadas, os erros cometidos através de ações indevidas não são fáceis de corrigir, a experiência do usuário é pouco considerada na interface e finalizando a questão *do feedback* não é tão rápido, apropriado e consistente, para o suporte necessário ao usuário, no desenvolvimento de suas tarefas.

As opções “quase nunca” com 7,5% e “nunca” com 1,3% apresentam baixo índice de representatividade estatística, porém indicando que existem problemas localizados em certos critérios que deveriam ser redimensionados em termos ergonômicos, dentre os quais podemos citar:

- Proteção contra erros 20%;
- Mensagens de erro 20%;
- Flexibilidade 12%;
- *Feedback* 11%;
- Densidade informacional 11%;
- Correção de erros 11%.

Novamente como mencionadas na análise da opção “às vezes”, aparece no agrupamento das opções “nunca e quase nunca” os critérios proteção contra erros, mensagens de erro, correção de erros e *feedback*, caracterizados como condições críticas e ruins na interface, aparecem ainda a questão da flexibilidade e da densidade informacional. Com relação a flexibilidade que corresponde as diferentes formas colocadas à disposição do usuário para alcançar seus objetivos, são pouco assimiladas por seus usuários e, em relação a densidade informacional a percepção dos usuários não é apropriada em relação a carga de trabalho exigido em termos perceptivos e cognitivos.

Assim, podemos considerar que em termos gerais como resultado desta técnica de avaliação, apesar de problemas pontuais que existem e que foram apontados no processo de avaliação, podemos afirmar que a interface gráfica do sistema gráfico Solidworks segundo este procedimento avaliativo, pode ser considerada em termos de qualidade ergonômica muito boa.

### 5.1.5 Análise das questões abertas do questionário de avaliação

#### Perguntas de 26 a 32 do questionário

Em relação à atividade mental e perceptiva, o quanto é necessário no processo de interação para modelagem 3D na interface do Solidworks 2003, (p. ex. raciocinar, pensar, decidir, calcular, lembrar, procurar, etc.)? *Você atribui nível: alto, médio ou baixo*, aspecto abordado na questão 26 do questionário. Da análise, pode afirmar que: a maioria dos avaliadores considerou um nível de exigência que se situa entre o nível médio e o nível alto para esta atividade. Outras considerações importantes que destacamos no processo de análise:

- Depende do conhecimento do usuário,
- É preciso pensar no que se quer fazer,
- Depende da qualificação e experiência do usuário com a ferramenta,
- É importante destacar que de nada vale um poderoso *software* de trabalho se o projetista ou desenhista será desprovido de experiência e conhecimento em seu ramo de atividade.

Com respeito à execução da tarefa de modelar no Solidworks 2003 é: fácil ou difícil; simples ou complexa; muito exigente ou pouco exigente? Apresentada na questão 27.

Houve uma divisão quase que paritária, entre fácil e difícil, simples e complexa e muito exigente e pouco exigente. Portanto neste quesito avaliado, não podemos chegar a um diagnóstico indicativo sobre a tarefa de modelar no Solidworks em relação à facilidade, complexidade e nível de exigência. Pela análise e interpretação dos comentários apresentados pode-se afirmar que: para os usuários com maior experiência, a tarefa tende a ser mais fácil, menos complexa e pouco exigente, porém para usuários iniciantes ou com um nível de experiência menor a tarefa torna-se frontalmente oposta em dificuldade em relação a estes aspectos abordados na avaliação.



Em consideração, a questão 28: *Você teve que trabalhar muito (mental e fisicamente) para atingir o seu atual nível de desempenho para desenvolver tarefas no Solidworks 2003.* Verificamos que: No geral a indicação é de que é necessário trabalhar bastante para atingir um nível de desempenho satisfatório, porém, com a experiência na utilização o desempenho tende a aumentar devido à ao uso sistematizado e otimizado da ferramenta gráfica, destacamos ainda: “O nível de exigência e complexidade da tarefa a ser executada e a vontade de fazer um trabalho de qualidade dita o grau de esforço e empenho do usuário, isto é muito relativo. Se você deseja uma melhoria contínua estará sempre pensando e testando formas de otimizar o trabalho com a ferramenta gráfica. Segundo algumas avaliações “O *software* é bastante flexível e intuitivo, basta o tutorial e você aprende a usar, naturalmente com o tempo você aprimora”

Em referência a questão 29 que trata da performance, isto é, o quão bem sucedido você acha que é em atingir os objetivos das tarefas solicitadas. *O quão satisfeito você ficou com a sua performance ao atingir esses objetivos?* Destacamos através da análise que: boa parte dos avaliadores afirma que conseguiu atingir os objetivos na grande maioria das vezes, em consequência obtiveram um nível de satisfação adequado, e assim, em função do sucesso no alcance dos objetivos, alcançaram um bom nível de satisfação, no processo de interação com o aplicativo, para execução de suas tarefas.

Em relação ao nível de frustração, questão apresentada na pergunta de número 30. *O quão inseguro, desencorajado, irritado, tenso e aborrecido versus seguro, animado, contente, descontraído, satisfeito você se sente durante a execução de tarefas no Solidworks 2003.* Os avaliados fazem muitas referências ao estado de irritação, elevado nível de frustração ao não completarem uma tarefa, tendo que recorrer aos colegas, professores ou buscar orientação para sanar as dúvidas que surgiram no decorrer do trabalho.

Porém, no contexto geral, verifica-se um maior nível de contentamento em relação ao descontentamento.

Com respeito, as principais qualidades ergonômicas do aplicativo CAD 3D, abordada na questão 31 do questionário através do item “a”, destacam-se: controle do processo através da árvore de gerenciamento, interface gráfica contemporânea e flexível, padronização com o ambiente *windows*, boa presteza e significados, altíssima precisão, excelente acessibilidade as ferramentas e bons recursos de modelagem e de apresentação do projeto, o padrão é mantido entre os deferentes ambientes de trabalho, e também, referências ao bom *lay out* da interface gráfica do sistema.

Em relação aos principais defeitos, item “b” da mesma questão, foi dada grande ênfase nas mensagens de erro e correção de erros, por não permitirem uma fácil interpretação e solução dos problemas ocorridos durante o processo de trabalho, nos diferentes ambientes do sistema.

Em consideração à questão 32, quando foi perguntado sobre a representatividade dos ícones para a realização das tarefas, se existe ou não existe ambigüidade e são ou não facilmente registrados na memória. Da análise podemos afirmar que a grande maioria dos avaliadores considerou um nível alto de representatividade dos comandos e recursos do aplicativo e de fácil memorização, assim que se torna habitual e sistemático o seu uso, na tarefa de projetar em 3D, na interface gráfica do sistema. Porém, alguns comentários, falam de alguma similaridade entre algumas representações iconizadas, induzindo a um certo desconforto cognitivo, podendo levar o usuário a aborrecimentos e descontentamento no processo de trabalho de modelagem.

## **5.2 Análise do processo de avaliação através da técnica analítica**

### **5.2.1 Análise do contexto geral**

A avaliação analítica foi conduzida principalmente por especialistas em design e usuários com larga experiência na utilização na ferramenta gráfica, objeto deste trabalho de pesquisa.

Fizeram parte deste grupo de avaliadores: os avaliadores gerais (professores, alunos de engenharia e alunos de pós-graduação num total de 10 avaliadores). Alunos de uma turma de Ergonomia de Interface e outra de Modelagem II, ambas do curso de graduação em Design Gráfico da UFSC, respectivamente 5<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> fases do curso. Na turma de Ergonomia 13 acadêmicos participaram do processo e da turma de Modelagem foram 12 participantes, totalizando 35 avaliadores neste processo de avaliação.

A tabulação dos resultados do processo foi executada de acordo com as próprias alternativas da ferramenta de avaliação. Assim, foram agrupadas em questões conformes, que indicam consistência apropriada em termos ergonômicos, questões não conformes, que indicam falta de qualidade ergonômica e questões não aplicáveis, que se referem a questões não existentes na interface do sistema. A figura 5.10 e o quadro 5.15 apresentam visualmente e percentualmente os índices por critério considerados ergonomicamente conformes.

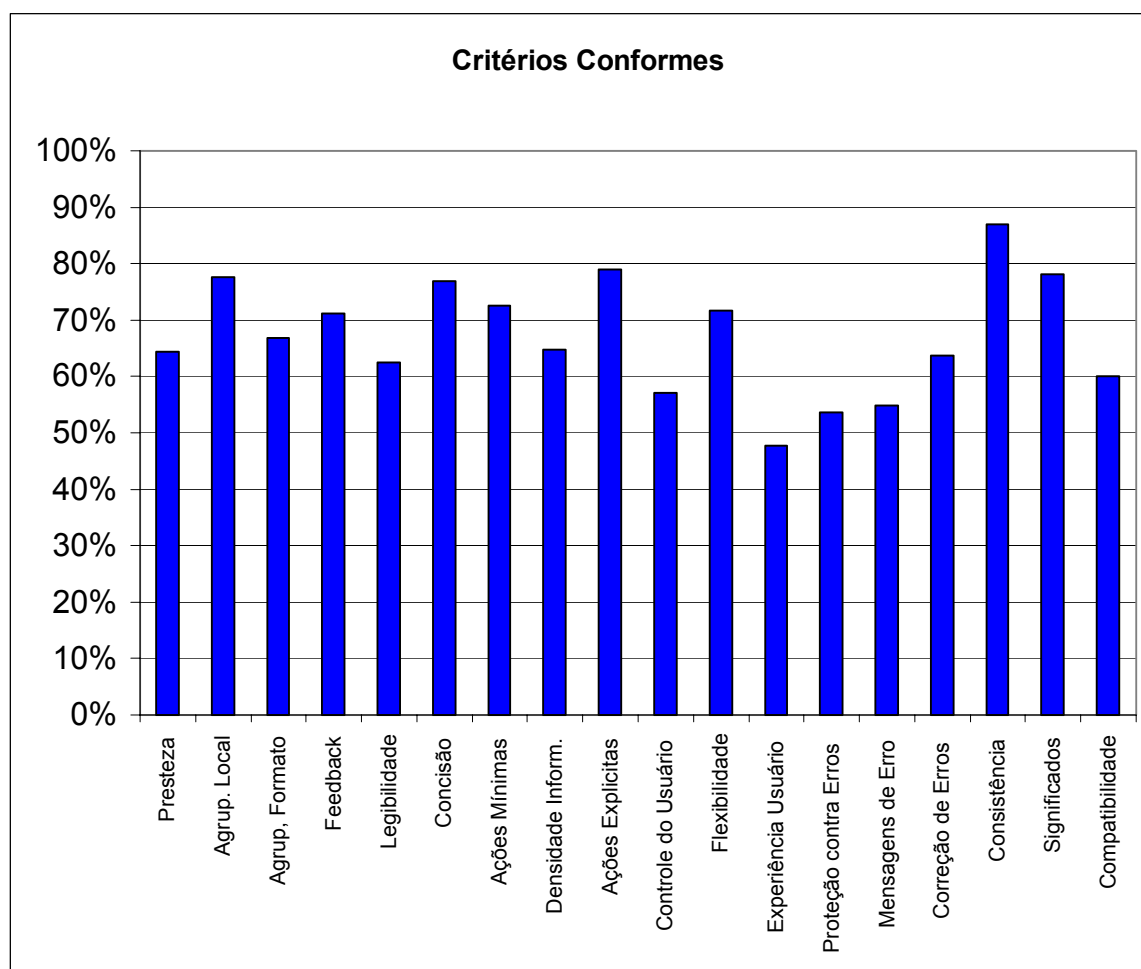


Figura 5.10: Ergolist: critérios conformes.

<b>Critério</b>	<b>%</b>
Consistência	87%
Ações Explícitas	79%
Significados	78%
Agrup. Local	78%
Concisão	77%
Ações Mínimas	73%
Flexibilidade	72%
Feedback	71%
Agrup, Formato	67%
Densidade Inform.	65%
Presteza	64%
Correção de Erros	64%
Legibilidade	63%
Compatibilidade	60%
Controle do Usuário	57%
Mensagens de Erro	55%
Proteção contra Erros	54%
Experiência Usuário	48%

Quadro 5.15: Percentuais por critérios conformes.

Das questões ergonomicamente conformes, podemos destacar, que o critério melhor avaliado é o critério consistência com 87% de indicação percentual, e o critério de menor índice percentual é o critério experiência do usuário com 48% das respostas. A interface em termos de índice médio recebeu 67% de índice de conformidade ergonômica. Pode-se afirmar que a interface do sistema foi planejada, desenvolvida e estruturada levando em consideração o que é ergonomicamente correto em 67% das soluções da interface, o que caracteriza um elevado índice de qualidade ergonômica na interface gráfica do sistema.

A figura 5.11 e o quadro 5.16 mostram visual e percentualmente os índices por critérios considerados ergonomicamente não conformes.

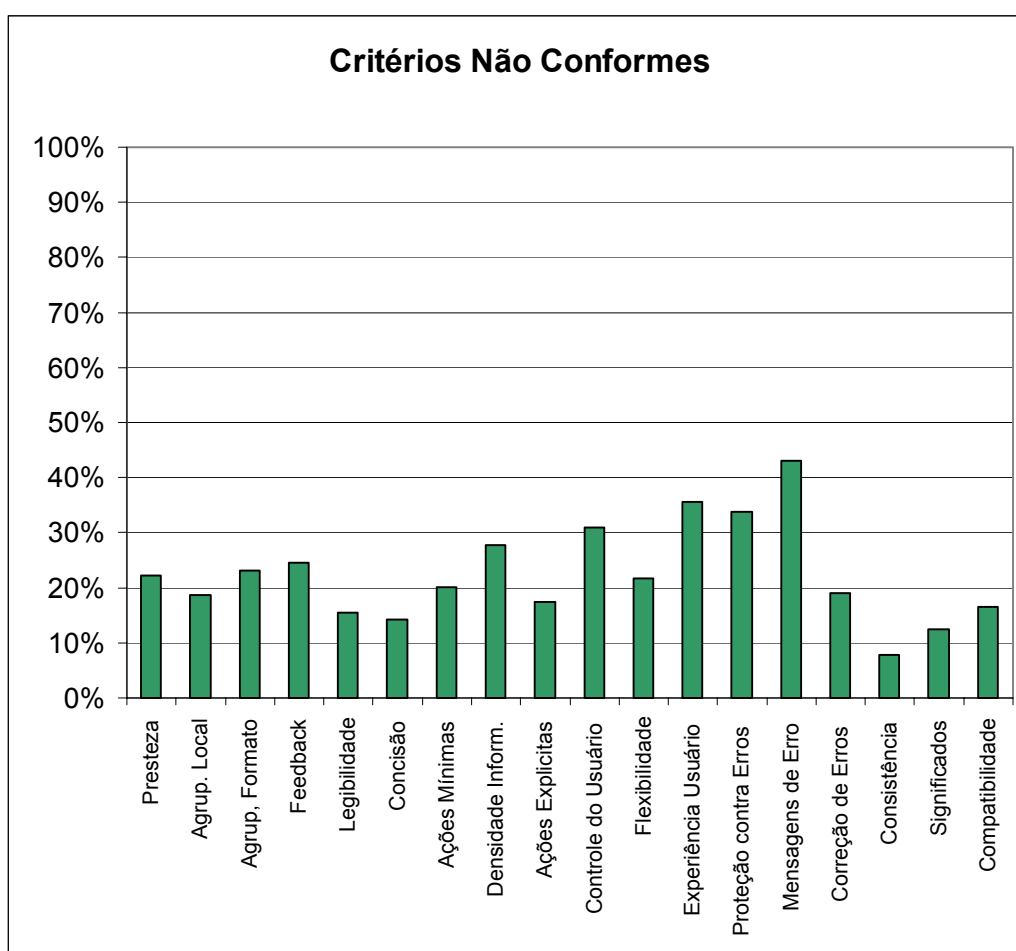


Figura 5.11: Ergolist: critérios não conformes.

<b>Critério</b>	<b>%</b>
Mensagens de Erro	43%
Experiência Usuário	36%
Proteção contra Erros	34%
Controle do Usuário	31%
Densidade Inform.	28%
Feedback	25%
Agrup, Formato	23%
Presteza	22%
Flexibilidade	22%
Ações Mínimas	20%
Correção de Erros	19%
Agrup. Local	19%
Ações Explícitas	17%
Compatibilidade	17%
Legibilidade	16%
Concisão	14%
Significados	13%
Consistência	8%

Quadro 5.16: Percentuais dos critérios não conformes.

Em relação aos critérios não conformes, pode-se deduzir que o critério que apresenta menor conformidade é o quesito mensagens de erro, com índice percentual de 43% das respostas do processo de avaliação, seguindo-se os critérios: experiência do usuário, proteção contra erros e controle do usuário. Na média dos avaliadores as questões não conformes correspondem por 23% das respostas no processo de avaliação, deduzindo um índice percentual aceitável para um sistema computacional, que busca atender num contexto amplo e os mais diferentes estilos de usuários.

A figura 5.12 e o quadro 5.17 apresentam os índices referentes às questões não conformes da interface gráfica do sistema interativo computacional na área de CAD 3D, Solidworks 2003.

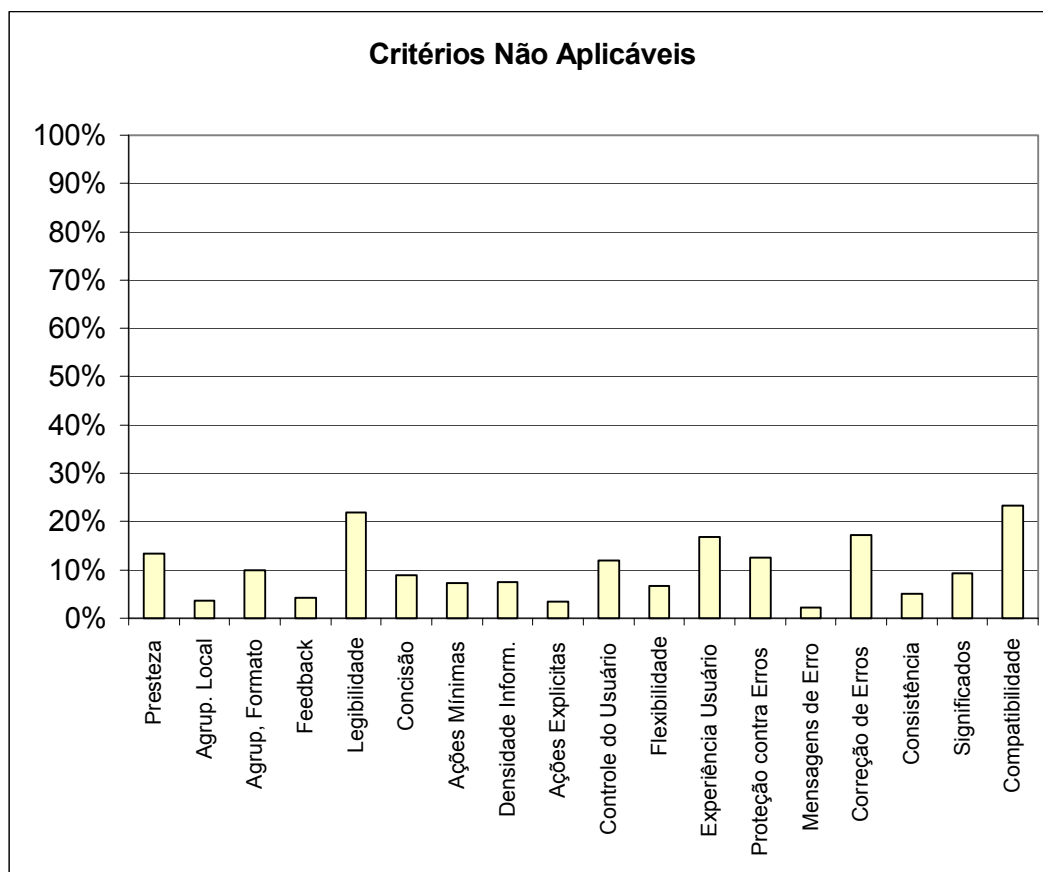


Figura 5.12: Ergolist: cr terios não aplicáveis na interface gráfica do sistema

Cr�terio	%
Compatibilidade	23%
Legibilidade	22%
Corre�o�o de Erros	17%
Experiência Usuário	17%
Presteza	13%
Prote�o�o contra Erros	13%
Controle do Usuário	12%
Agrup, Formato	10%
Significados	9%
Concisão	9%
Densidade Inform.	8%
A�o�es Mínimas	7%
Flexibilidade	7%
Consistência	5%
Feedback	4%
Agrup. Local	4%
A�o�es Explícitas	3%
Mensagens de Erro	2%

Quadro 5.17: Percentuais das questões não aplicáveis da interface do sistema.

Com relação às questões não aplicáveis na interface gráfica do sistema destacamos que os critérios com maior índice são respectivamente por ordem decrescente os critérios:

- Compatibilidade com 23%;
- Legibilidade com 22%;
- Correção de erros 17%;
- Experiência do usuário 17%;
- Presteza 13% ;
- Controle do usuário 12%;
- Proteção contra erros 13%.
- Os demais critérios se situam na faixa entre 2 e 9% de respostas.

Diante deste percentuais, pode-se concluir que como a ferramenta de avaliação utilizada neste processo tem por finalidade atingir da forma mais ampla possível diferentes interfaces gráficas de sistemas interativos computacionais, muitas questões que são formuladas e configuradas com o objetivo de avaliar aspectos específicos de certos aplicativos, não são aplicadas neste tipo de ferramenta. Em média o índice de respostas não aplicáveis ficou situado na faixa de 10% das respostas, o que podemos deduzir, como consequência do próprio contexto amplo de varredura da ferramenta de avaliação.

A figura 5.13 agrega num único gráfico os percentuais de cada critério ergonômico, em cada uma das opções de resposta.



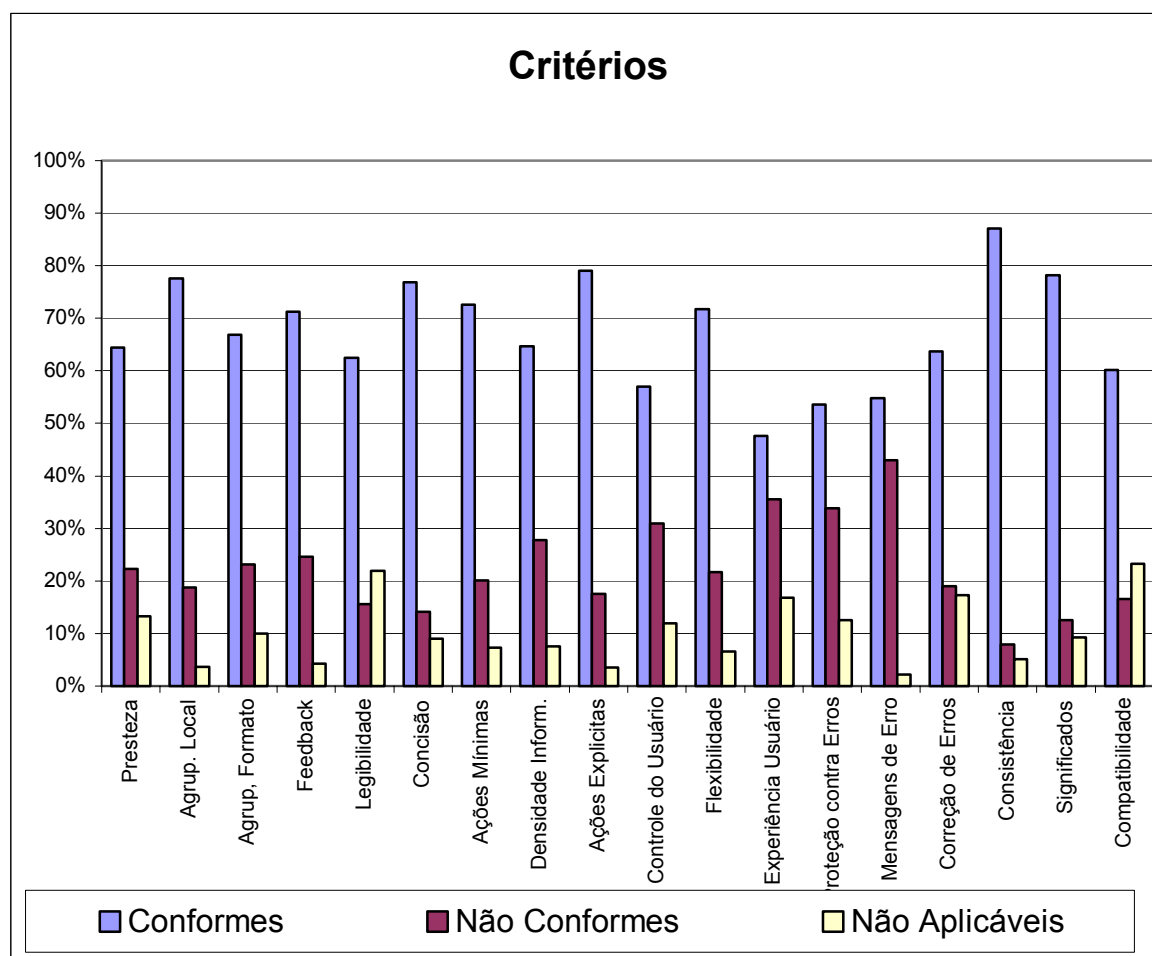


Figura 5.13: Gráfico geral de respostas do processo de avaliação.

### 5.2.2 Análise particular dos critérios

Analisando particularmente cada um dos critérios avaliados através da técnica analítica, temos a seguinte situação:

- **Presteza**

O critério presteza que engloba os meios usados pelo sistema na condução do usuário para a realização de tarefas, foi abordado, através de 17 questões do *checklist*, que analisou os diversos contextos do critério. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 64% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 22% consideraram este aspecto sem

conformidade ergonômica e, 13% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores, destacamos as seguintes:

- ❑ A totalidade dos campos e mostradores da interface são identificados por meio de rótulos;
- ❑ A entrada de dados é bem conduzida pelo sistema e com valor *default* especificado;
- ❑ Títulos de janelas e caixas de diálogos são justificados à esquerda;
- ❑ De forma geral os títulos das janelas e caixas de diálogos apresentam-se no alto e justificados à esquerda;
- ❑ Páginas de conteúdo extenso são raras e caixas de diálogo apresentam barra de rolagem quando necessárias;
- ❑ Tabelas são pouco utilizadas no sistema.
- ❑ Indicação de sinal estão sempre presentes para abrir menus transparentes ou para levar a outros painéis;
- ❑ Na ocasião da ocorrência de erro, o programa apenas informa o procedimento errado. Não responde qual solução seria a correta;
- ❑ Nas caixas de mensagem de erro o botão AJUDA está sempre presente.

- **Agrupamento por localização**

O critério agrupamento por localização, que se refere ao posicionamento dos itens de mesma classe e de classes diferentes na interface do sistema, foi abordado, através de 11 questões, que averiguaram os diversos contextos do critério. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 78% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 19% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 4% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores, destacamos:

- O *software* apresenta agrupamentos de ferramentas funcionais como barras de ferramentas que podem ainda ser posicionadas pelo usuário de forma flexível;
- As ações são orientadas passo a passo em uma ordem lógica de forma a conduzir o usuário no procedimento da definição de parâmetros para a modelagem;
- Poucas teclas aceleradoras disponíveis. Só há teclas aceleradoras para funções básicas, como “copiar” ou “colar”;
- As opções estão organizadas dentro de uma lógica não muito clara, mas há uma lógica, sem dúvida;
- Sim, em geral isto acontece, do mais genérico ao mais específico;
- O *software* apresenta agrupamentos de ferramentas funcionais como barras de ferramentas que podem ainda ser posicionadas pelo usuário de forma flexível;
- Em geral é difícil entender a lógica do agrupamento;
- Os grupos de botões de comando estão dispostos tanto em coluna à direita ou em linha e abaixo dos objetos aos quais estão associados.

- **Agrupamento por formato**

O critério agrupamento por localização que trata especificamente das características gráficas do tipo de fonte, formato, cor, indicando itens de mesma classe ou de classes diferentes, foi abordado, através de 17 questões, que verificaram os diversos contextos do critério. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 67% dos avaliadores participantes do processo, 23% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 10% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das várias manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ Geralmente, tudo é diferenciado com cores e formas distintas;
- ❑ Sim seguindo o padrão windows, o que facilita a interpretação;
- ❑ Os cabeçalhos são diferenciados, através de cores e tamanho de fonte diferentes;
- ❑ Um caso bastante notável é quando há erro dimensional, o detalhe errado fica destacado na cor vermelha;
- ❑ Com relação aos sinais sonoros, cabe ao usuário definir se quer utilizá-los ou não, se tem disponível o recurso no equipamento;
- ❑ A forma do cursor varia dependendo da situação de uso, recurso bem aplicado no sistema;
- ❑ As opções não acessíveis ficam indisponíveis de forma visual, através da cor;
- ❑ Os campos obrigatórios são diferenciados dos campos opcionais, através cores que destacam os mesmos.

- **Feedback**

O critério *feedback* imediato, que avalia as respostas do sistema às ações do usuário, foi abordado, através de 12 questões, que verificaram os diversos contextos do critério, que foram analisados pelos avaliadores. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 71% dos avaliadores participantes do processo, 25% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 4% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das diversas observações apresentadas pelos avaliadores, destacamos:

- ❑ O *feedback* é oferecido na maioria das ações;
- ❑ Apenas o usuário mais experiente consegue distinguir se há ou não algum processamento longo;
- ❑ Itens selecionados são evidenciados na mudança de aspecto da fonte, ou através da mudança de cor;
- ❑ A imagem do cursor oferece um contexto com o objeto representado pelo usuário;

- ❑ Não antes do final do processo, é necessário esperar até o fim do mesmo para saber se deu certo;
- ❑ O sistema apresenta mensagem de erro apenas nos fracassos de processos;
- ❑ As mudanças do cursor são visíveis nos objetos modelados.

- **Legibilidade**

O critério legibilidade que diz respeito às características lexicais das informações apresentadas ao usuário que podem facilitar ou dificultar sua interpretação (brilho, contraste, espaçamentos, etc.) foi abordado, através de 27 questões, que analisaram os diversos contextos do critério. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 63% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 16% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 22% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores, destacamos as seguintes:

- ❑ Grupos de controle de objetos estão justificados à esquerda;
- ❑ O Solidworks depende de poucos textos para seu funcionamento. Porém, quando aparecem são seqüenciais;
- ❑ O uso exclusivo de maiúsculas no texto é evitado;
- ❑ Não há tabelas utilizáveis;
- ❑ Os números que indicam opções de menu estão sempre justificados à direita; rótulos são sempre justificados a esquerda;
- ❑ O uso de negrito, no máximo é aplicados em títulos;
- ❑ Cada comando ou recurso tem a primeira letra maiúscula;
- ❑ Os dados de entrada raramente são longos e números raramente se misturam com letras;
- ❑ O *software* sempre usa rótulos;
- ❑ Através do ícone, as ferramentas indicam bem a sua função.

- **Concisão**

O critério concisão que trata da carga perceptiva e cognitiva de entradas e saídas de dados foi abordado, através de 14 questões, que analisaram os diversos contextos do critério. Através do processo de análise obteve um índice de conformidade ergonômica de 77% dos avaliadores participantes do processo, 14% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 9% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ Normalmente o sistema oferece valores *default*, porém, se o usuário digitar outros valores, eles ficarão como *defaults*;
- ❑ Os nomes das opções dos menus são concisos e seguem o padrão windows;
- ❑ Os ícones são econômicos. Como há muitos ícones, não haveria como o tamanho ser maior, eles são minúsculos;
- ❑ Não existem abreviaturas;
- ❑ O ponto decimal é estritamente necessário. É um programa técnico, portanto os dados devem ser precisos;
- ❑ Depois de definidas as unidades métricas, não há a necessidade de repetir as unidades de medidas.
- ❑ Sim, sempre é possível, o reaproveitamento de entradas anteriores.

- **Ações Mínimas**

O critério ações mínimas que se refere a minimização do número de passos para a realização de uma ação, foi abordado, através de 5 questões, que verificaram os diversos contextos do critério, que foram analisados pelos avaliadores. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 73% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 20% consideraram este

aspecto sem conformidade ergonômica e 7% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas destacamos:

- ❑ Nos formulários e caixas de diálogos, o cursor é posicionado na primeira entrada de dados;
- ❑ As ações do usuário já se encontram em seqüência de execução, de cima para baixo;
- ❑ Através da tecla TAB, é possível otimizar a navegação entre campos das caixas de diálogos;
- ❑ Os menus são ágeis e bem resolvidos;
- ❑ A estrutura dos menus está de acordo com os padrões do sistema operacional Windows.

- **Densidade informacional**

O critério densidade informacional se refere a carga de trabalho do usuário segundo uma ótica perceptiva e cognitiva. O critério foi abordado através de 9 questões, os avaliadores analisaram os diversos contextos de aplicação do critério. Assim, obteve um índice de conformidade ergonômica de 65% dos participantes do processo, 28% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 8% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores destacamos:

- ❑ A densidade informacional, assim como os ícones, são todos reduzidos;
- ❑ O sistema apresenta várias opções de dados dispensáveis, porém, o usuário pode customizar quais ferramentas devem aparecer na tela;
- ❑ O sistema pode, por exemplo, mostrar as cotas para o usuário, permitindo que o usuário tenha o valor sempre ao alcance visual;
- ❑ Os objetos estão dispostos no sentido de leitura ocidental;

- ❑ O programa não permite continuar a abrir novas janelas sem a finalização das anteriores, mas é o usuário quem decide;
- ❑ Existe a opção do usuário escolher a unidade que mais se adequa a tarefa;
- ❑ Só ficam ativas as opções que podem ser utilizadas naquele momento.

- **Ações explícitas**

O critério ações explícitas trata das relações entre o processamento do sistema e as ações do usuário, este critério foi abordado, através de 4 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 79% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 17% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 3% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos:

- ❑ Acione ENTER ou clique na opção OK, para iniciar uma ação;
- ❑ O sistema sempre orienta e o usuário sempre executa.

- **Controle do Usuário**

O critério controle do usuário que aborda o fato de que os usuários devam estar sempre no controle do processamento do sistema, como interromper, cancelar, continuar etc., foi avaliado através de 4 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 57% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 31% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 12% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:



- Nem sempre o usuário pode interromper um diálogo seqüencial repetitivo a qualquer instante;
- Se for interrompido o usuário terá que retomar o diálogo do o início. Para retomar um diálogo seqüencial interrompido, o usuário deve recomeçá-lo;
- Quando o sistema não consegue processar a ação, ele fornece uma opção para cancelá-la.

- **Flexibilidade**

O critério flexibilidade foi abordado, através de 3 questões, que verificaram a aplicação nos contextos do critério. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 72% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 22% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 7% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- Os ícones são personalizáveis, podendo ser adicionados ou removidos. Assim como a posição ou visualização de cada uma das barras de ferramentas;
- O usuário pode fechar barras de menu ou excluir ícones que ele acha que não lhe serão úteis;
- Não é possível alterar a estrutura do programa no *script*;
- Valores *default* entram como facilitador, porém é permitido ao usuário alterar os valores quando for necessário.

- **Experiência do Usuário**

O critério experiência do usuário avalia o respeito do sistema em relação nível de experiência do usuário. O critério foi abordado, através de 6 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 48% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 36% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 17% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- O sistema não é dirigido a um grande público e sim específico para certos usuários;
- Formas diferentes de visualização; barras de tarefas ferramentas podem ficar visíveis ou serem ocultadas;
- Não há diferenciação explícita entre usuários iniciantes e experientes;
- É um programa de difícil acesso para iniciantes;
- Sem experiência com o *software*, o usuário dificilmente cria algum objeto;
- Depois de algum conhecimento, é recorrente o uso das teclas de atalho;
- Mas em pouquíssimas opções;
- Para quase todos os comandos mais importantes;
- Pelo que conhecemos não, existe uma linearidade de ações;
- O reconhecimento de sinônimos até onde interagimos com o sistema, tal fato não foi observado, o sistema não se preocupa com isto.

- **Proteção contra erros**

O critério proteção contra erros que se refere aos mecanismos disponibilizados no sistema para detectar e prevenir erros, foi abordado, através de 7 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 54%

dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 34% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 13% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ O sistema quase sempre apresenta separação entre áreas selecionáveis de menu, evitando assim ativações acidentais;
- ❑ Isso depende de que ação é considerada destrutiva pelo usuário;
- ❑ O sistema informa que alguma ação foi efetuada de forma errada, e o usuário tem que buscar na árvore de gerenciamento do processo o que esqueceu;
- ❑ Se o usuário quiser fechar o programa ele o avisará que deve salvar o conteúdo do trabalho executado;
- ❑ O sistema não emite sinais sonoros na entrada de dados, apenas na execução;
- ❑ O sistema solicita confirmação dupla em ações que podem gerar perda de dados, não, ele avisa apenas uma vez, salvou, salvou, se não, deve-se refazer tudo novamente.

- **Mensagens de erro**

O critério qualidade das mensagens de erro diz respeito a legibilidade, exatidão do erro cometido e sobre as ações a executar para sua correção, foi abordado, através de 9 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 55% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 43% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 2% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ As mensagens de erro ajudam muito pouco na maioria das vezes, fica difícil decifrar a mensagem de erro, são pouco detalhadas. Na verdade, quando há erro é bem difícil descobrir qual é esse erro. Muitas vezes faltam informações;
- ❑ São tão somente mensagens de erro, e nada mais, as mensagens são muito confusas;
- ❑ São mensagens longas de difícil entendimento, meio que genéricas pra todos os tipos de erros, e, apenas em inglês;
- ❑ Às vezes ocorrem mensagens com códigos;
- ❑ Não há opções de escolha. As mensagens mantêm um padrão. A mensagem de erro é automaticamente processada pelo sistema;
- ❑ A mensagem é curta e difícil de entender;
- ❑ Quando necessário, as informações que o usuário deve memorizar encontram-se no final do texto, não, estas informações estão presentes no corpo do texto;
- ❑ Os conteúdos das mensagens não se modificam mesmo com a repetição do erro, a mensagem é sempre e mesma;
- ❑ Sempre ocorre a mesma mensagem, independente de repetições.

- **Correção de erros**

O critério correção de erros trata dos meios colocados a disposição dos usuários para correção dos mesmos, o critério foi abordado, através de 5 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 64% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 19% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 17% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- É possível REFAZER, DESFAZER, REFAZER, DESFAZER, etc., quantas vezes forem necessárias;
- Os botões Desfazer e Refazer encontram-se dispostos da mesma maneira e aparência dos outros botões do menu. São setas. Tradicionalmente para frente refaz, e para trás desfaz;
- Não é permitido colocar dados em vão nesse *software*;
- É possível corrigir falhas de digitação ou de ativação de um comando. Você errou, pode consertar;
- Se o comando não executar a tarefa prevista, faz-se novamente através da árvore de gerenciamento do processo.

- **Consistência**

O critério consistência que trata dos códigos, denominações, formatos e procedimentos na interface do sistema, foi abordado através de 11 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 87% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 8% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 5% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- Existe uma forte padronização. Apesar de utilizar cores semelhantes, é possível navegar sem se confundir;
- As telas têm geralmente o mesmo *template*. Praticamente não há variação entre as telas;
- A posição do cursor é sempre consistente;
- Nem todas as teclas resolvem opções gerais, elas são específicas para cada ambiente;
- A localização dos dados, na maioria das vezes fica do lado direito da tela. O *template* permanece o mesmo;
- As cores se comportam de forma consistente no *software*;

- **Significados**

O critério significado de códigos e denominações que trata da adequação entre o objeto e a informação foi abordado através de 12 questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 78% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 13% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 9% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das observações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ As denominações e títulos estão de acordo com o que representam. Os títulos jamais mentem, estão perfeitamente de acordo com o contexto;
- ❑ Quase todos são bem feitos, tanto que de forma lúdica é possível navegar pelo *software*;
- ❑ Geralmente os títulos são espaçados e bem legíveis;
- ❑ Os títulos seguem um padrão, mantém uma unidade;
- ❑ Muitas vezes o usuário precisa dominar o inglês para entender do que se tratam os menus;
- ❑ O vocabulário é bom somente aos usuários mais experientes;
- ❑ Para um usuário leigo, alguns termos são muito estranhos. Requerem algum tipo de conhecimento prévio de modelagem para uma utilização sem dificuldades;
- ❑ Os códigos do sistema normalmente são significativos;
- ❑ No sistema não encontrei intermitência luminosa para avisos ou alarmes.

- **Compatibilidade**

O critério compatibilidade que se refere ao acordo que possa existir entre as características de percepção, hábitos, competências, idade e expectativas e as tarefas a executar pelo usuário foi abordado através de 21

questões. Obteve um índice de conformidade ergonômica de 60% dos avaliadores participantes do processo de avaliação, 17% consideraram este aspecto sem conformidade ergonômica e 23% consideraram questões não aplicáveis ao contexto do sistema.

Das manifestações apresentadas pelos avaliadores destacamos as seguintes:

- ❑ Existe uma forte compatibilidade das telas com o ambiente padrão;
- ❑ Para alguns parâmetros, é necessário colocar dados para continuar o trabalho;
- ❑ Como a maioria dos programas padrões do windows;
- ❑ As cores empregadas facilitam o entendimento do código em questão;
- ❑ Não observamos nenhum sinal de alerta que ficasse piscando na tela;
- ❑ No sistema não há apresentação sonora;
- ❑ Quase sempre as mensagens são afirmativas e na voz ativa;
- ❑ No Solidworks não existe seqüência de eventos descrita por frases;
- ❑ O sistema segue convenções. O sistema está muito bem elaborado para um usuário acostumado aos termos técnicos e ferramentas parecidas;
- ❑ O sistema adota padronização de unidades de medida definidas pelo usuário;
- ❑ Não há analogias métricas percebidas por nós;
- ❑ Todos os dados são apresentados digitalmente;
- ❑ Nem sempre é possível definir os itens com escolhas do próprio usuário;
- ❑ Os itens não são numerados;
- ❑ Geralmente os gráficos apresentam-se de forma padronizada no sistema;
- ❑ Botões de rádio não são aplicáveis ao fim de utilização desse sistema;
- ❑ Itens de grupo de caixas de atribuição permitem escolhas de forma independente.

### 5.2.3 Considerações finais em relação à técnica analítica

A função de um sistema ergonômico adequado é minimizar a ocorrência de erros e permitir que o usuário se sinta confortável ao realizar sua tarefa. Mais ainda, se sinta motivado a usar continuamente o *software*.

Pelas manifestações apresentadas no processo de avaliação, a interface do sistema de forma geral é considerada subjetivamente agradável, pois busca facilitar o processo de trabalho, agregando eficácia e eficiência na execução da tarefa. Como não poderia deixar de ser, com o uso sistemático do sistema, o nível de experiência do usuário aumenta, e assim, os procedimentos errados na execução do trabalho tendem a diminuir. O trabalho perceptivo e cognitivo também são minimizados, os recursos do sistema são otimizados e a flexibilidade, também poderia ser melhor explorada. Porém existem problemas localizados em relação à experiência do usuário, mensagens de erro, proteção contra erros e recursos para permitir correções de erros. Estes problemas, com certeza, vêm sendo minimizados, segundo os próprios avaliadores, na medida em que o sistema ganha novas atualizações.

Como síntese final deste processo analítico de avaliação, podemos afirmar que, a interface gráfica do sistema, segundo os participantes do processo de avaliação, possui um índice médio percentual de 67% de critérios conformes, 23% de indicação de critérios não conformes e 10% correspondem a questões não aplicáveis na interface gráfica do sistema, objeto deste trabalho de pesquisa. Assim podemos considerar, fundamentados nestes percentuais que a interface gráfica do Solidworks é considerada como ergonomicamente bem dimensionada, tendo como principal objetivo facilitar o processo de trabalho, proporcionando um nível de eficácia e eficiência compatível com as expectativas de seus usuários e, portanto, podemos também afirmar que, é entendida como subjetivamente agradável ao seu público alvo.



### 5.3 Análise da avaliação através da técnica empírica

Foram realizados cinco ensaios de interação que consistiam inicialmente em responder um pequeno questionário sobre o perfil do participante avaliador, posteriormente o avaliador dispunha de aproximadamente 10 a 15 minutos para leitura e interpretação das tarefas a serem realizadas, no desenvolvimento no ensaio e por ultimo, os avaliadores passavam a executar as tarefas verbalizando suas atitudes, procedimentos, dúvidas ou esclarecimentos que de forma sistemática foram sendo anotadas pelo condutor do ensaio de interação. O questionário e tarefas previstas no ensaio estão apresentadas no **Apêndice 2** desta pesquisa.

#### 5.3.1 Perfil dos avaliadores

- Distribuição dos avaliadores por instituição/empresa.

Empresa/Instituição	Total de questionário
UFSC	5
<b>Total</b>	<b>5</b>

Quadro 5.18: Distribuição por Empresa/Instituição.

- Distribuição por Idade.

	Até 20	21-30	31-40	41-50	+50	Total
	3	2	-	-	-	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>

Quadro 5.19: Distribuição por faixa etária.

- Sexo.

	Masculino	Feminino	Total
	3	2	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Quadro 5.20: Distribuição por gênero.

- Nível de escolaridade.

Estudantes Graduação UFSC	Total
4ª Fase Engenharia Mecânica	3
4ª Fase Engenharia Prod. Mecânica	1
7ª Fase Curso de Design Gráfico	1
<b>Total</b>	<b>5</b>

Quadro 5.21: Distribuição por nível de escolaridade.

- Tipo de ocupação.

	<b>Estudante</b>	<b>Professor</b>	<b>Engenheiro</b>	<b>Desenhista (CT)</b>	<b>Total</b>
	5	-	-	-	5
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>

Quadro 5.22: Distribuição por ocupação.

- Tempo que é usuário do Solidworks.

	<b>Forma de utilização</b>	<b>Media (ano/meses)</b>
1º Avaliador	Autodidata	1,6
2º Avaliador	Curso Técnico	2,6
3º Avaliador	Autodidata	0,8
4º Avaliador	Autodidata	1,0
5º Avaliador	Disciplina do curso	1,0
<b>T Médio</b>		<b>1,4</b>

Quadro 5.23: Experiência do usuário.

Pode-se considerar como conclusões desta técnica de avaliação que segundo autores referentes na área, nada e nenhuma avaliação pode substituir uma real situação de usuários interagindo com o sistema na execução de tarefas típicas.

Destacamos deste processo de avaliação:

- Falta de aviso no início do processo sobre a definição das unidades de medida.  
Está falta de advertência normalmente leva usuários inexperientes a cometer este erro sistematicamente, isto é, iniciar o processo de modelagem sem definir as unidades dimensionais.
- A dificuldade em se trabalhar com formas orgânicas.  
Existe um reconhecimento de que o aplicativo é muito bom no desenvolvimento de formas geométricas, porém, em formas orgânicas a dificuldade aparece de forma bem evidente, portanto, os recursos do sistema deixam a desejar no modelamento de formas orgânicas, dificultando o trabalho do usuário, nesta área em particular.

- Erros de sobre-definição dimensional  
Erros constantes na sobredefinição dimensional de alguns perfis de componentes deixam de certa forma o usuário irritado, pois o aplicativo não fornece um *feedback*, adequado nestas ocasiões, levando a um certo constrangimento e insatisfação no trabalho de interpretar este tipo de erro
- Dificuldades no ângulo de visualização  
Alguns participantes dos ensaios relataram a dificuldade de trabalhar as ferramentas de visualização, ocorrendo em algumas oportunidades confusão entre vista inferior, superior, anterior posterior, lateral direita e esquerda.
- Problemas na interpretação de mensagens de erro  
No procedimento de interpretar as mensagens de erro, talvez resida aí, a grande falha do sistema. A falta de conformidade ergonômica foi detectada em todas as técnicas de avaliação, o que nos remete a considerar que neste quesito ergonômico, existe falha na condução do usuário para gestão do erro cometido, em relação à proteção, as mensagens e na correção do erro. Comprometendo assim, a eficiência no trabalho de modelagem na interface do aplicativo CAD.
- Pré-seleção da face para detalhamento do modelo  
Erro comum no procedimento de modelagem é o de sempre selecionar a face antes de executar o comando ou recurso, normalmente o usuário esquece do pré-selecionamento, condição que pode ser resolvida no aplicativo facilmente, porém de maneira geral não podemos considerar um problema grave de ergonomia.
- Dificuldades na posição das vistas e escalas  
Uma outra dificuldade que a maioria dos participantes dos ensaios encontraram foi relativo a disposição das vistas ortográficas no primeiro diedro, existe neste caso uma questão cultural forte entre a origem do

aplicativo e a população regional, prevalece no sistema a cultura da representação no terceiro diedro, o que trouxe alguma dificuldade em reposicionar o conjunto na posição ideal e selecionar adequadamente a vista frontal, neste caso a questão cultural foi um fator preponderante na dificuldade dos participantes dos ensaios, além, provavelmente de terem um conhecimento limitado no processo de representação convencionado pela ABNT

- Dificuldades na seleção dos planos de trabalho

Uma outra característica que registrou alguma dificuldade de orientação foi à escolha correta dos planos de trabalho para a representação do perfil bidimensional dos componentes, o que pode conduzir a situações pouco confortáveis quando do ajuste dos componentes para montagem do conjunto ou dispositivos.

- Dificuldades no recurso de espelhamento de componentes

Outro procedimento em que alguns dos participantes tiveram problemas no desenvolvimento das tarefas, foi em relação à utilização dos recursos de espelhamento de partes de componentes. Por várias vezes este problema apareceu, o que nos leva a considerar que é um recurso pouco utilizado pelos avaliadores ou utilizados de forma não sistemática, o que acabou trazendo algum problema na execução do ensaio.

- Nível de satisfação dos avaliadores

Apesar do aparente constrangimento espelhado nas atitudes de respeito pela maioria dos participantes dos ensaios, pôde-se verificar que o nível de satisfação é bem percebido, todos sem exceção conseguiram concluir suas tarefas, atingindo um nível total de eficácia, no entanto houve variação na qualidade das tarefas executadas e, portanto, na eficiência de um para outro, o que se pode inferir como uma componente inerente de cada um dos avaliadores participantes do processo ou no nível de experiência de cada um dos avaliadores.

### 5.3.2 Considerações finais sobre a aplicação da técnica empírica

Constatou-se pelo processo que a maioria absoluta considera a qualidade ergonômica do aplicativo muito boa, todavia, existem problemas que podem ser solucionados, tais como as mensagens de erro, esclarecimentos iniciais no processo de modelagem, aviso de pré-selecionamento de faces, correção na questão do sobre dimensionamento de detalhes, os quais evitariam com certeza, uma série de aborrecimentos e constrangimentos no trabalho de modelagem, se o *feedback* imediato fosse melhor utilizado.

Podemos deduzir pela verbalização simultânea que os participantes destacam como critérios bem resolvidos no sistema os seguintes: presteza, legibilidade, flexibilidade, consistência, agrupamento das ferramentas tanto por localização como por formato.

A maioria dos problemas no processo de interação na interface gráfica do sistema, para a execução das tarefas previstas no ensaio de interação, são causados principalmente por falhas de origens diversas, tais como:

- Erros na execução da tarefa, por aplicação indevida de comandos e recursos de detalhamento de modelagem, representação de vistas ortográficas ou na montagem do conjunto ou dispositivo mecânico;
- Falhas na atribuição do significado das representações iconizadas, que podem ser um indicativo, de que o usuário tem dificuldade em atribuir significados relevantes aos ícones da interface gráfica;
- Equívocos nos casos de falta de percepção, que se referem, sobretudo a desatenção do usuário quanto aos procedimentos de rotina inerente ao sistema interativo computacional;
- Observação sistemática dos procedimentos padrão, na execução das tarefas, evitando-se uma série de contratempos no processo de trabalho.

Os erros sejam de qualquer natureza, podem levar à redução da eficácia e ou eficiência, podendo até mesmo impedir os usuários de atingir seus objetivos na execução da tarefa; e por outro lado, até acarretar outros problemas correlacionados a índices de satisfação ou constrangimento do usuário.

#### 5.4 Análise geral do processo de avaliação

Numa síntese geral deste processo de avaliação, considerando todas as ferramentas utilizadas, podemos destacar:

- Existe uma padronização do resultado da avaliação, bastante consistente entre as ferramentas prospectiva, questionários e o Ergolist em relação às questões fechadas, tanto do questionário como do Ergolist, neste particular os critérios mais consistentes em termos ergonômicos são:
  - Consistência
  - Agrupamento por localização
  - Ações explícitas
  - Significados
  - Concisão
  - Agrupamento por formato
  - Presteza

Os critérios com menor conformidade ergonômica são respectivamente por ordem decrescente os seguintes:

- Experiência do usuário
- Mensagens de erro
- Proteção contra erros
- Feedback
- Correção de erros

- Em relação às questões abertas, houve significativas diferenças entre manifestações e observações apresentadas pelos participantes do processo de avaliação. Consideramos que esta ecleticidade de opiniões é que podem enriquecer este tipo de procedimento avaliativo, agregando valor ao processo, possibilitando identificar particularidades de não conformidade ergonômica na interface avaliada.
- Em relação aos ensaios de interação é possível verificar que muitos dos problemas identificados nas técnicas anteriores são ressaltados através dos ensaios, além de incorporar outras facetas de pequenos problemas reais que ocorrem durante o processo de interação.

No contexto geral deste processo de avaliação, que utilizou a integração de diferentes técnicas e ferramentas de avaliação, podemos considerar que a interface gráfica do aplicativo CAD 3D, Solidworks, possui uma boa consistência em termos de adequação e soluções ergonômicas. Os resultados do processo de cada uma das ferramentas utilizadas mostram claramente esta qualidade da interface. Existem problemas localizados, que de forma sistemática ocorrem e podem causar diminuição nos aspectos referentes à qualidade do trabalho produzido, na eficácia e na eficiência do processo de modelar em 3D. Porém, também foi verificado que estes problemas já foram mais graves, em versões anteriores do aplicativo e vêm sendo minimizados à medida que novas versões são disponibilizadas comercialmente ao público alvo do sistema. E assim provavelmente os problemas encontrados através deste processo de avaliação somativa, devem ser minimizadas nas próximas versões do sistema. Porém fica estabelecido o caráter agregador deste tipo de avaliação, na busca de visualizar melhores condições para que o processo de interação seja continuamente facilitado na interface de um sistema interativo desta natureza, possibilitando um melhor desempenho de seus usuários, na execução de suas tarefas.

## Capítulo 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto de uso dos aplicativos gráficos computacionais para execução de modelagem 3D certamente é muito mais complexo, desafiador e imprevisível que em relação a um aplicativo de texto, ou representação de planilhas ou ainda, trabalhar com banco de dados, tendo em vista que, cada modelo tem suas características específicas, exigindo procedimentos diferenciados e, o componente humano no processo é muito mais exigido em termos de definição de estratégias de ação e capacidade criativa para chegar ao objetivo final do processo de modelagem. Este trabalho teve como finalidade determinar os componentes que podem interferir no processo de modelagem e buscar procedimentos para determinar ou indicar o que pode ser melhorado para facilitar a execução das tarefas, no contexto do aplicativo.

A integração de diferentes técnicas e ferramentas neste processo de avaliação, mostrou através da análise e interpretação dos resultados obtidos a eficácia deste processo. Possibilitou consultar dentro de um espectro mais amplo possível, os diversos segmentos de usuários público alvo do sistema, objeto deste estudo acadêmico.

A distribuição utilizando-se de um meio contemporâneo buscou coletar informações, nos mais diferentes ambientes de utilização da ferramenta, por usuários de diferentes culturas acadêmicas e profissionais, além de diferentes níveis de experiência na utilização do aplicativo e ainda de faixa etária também, eclética. Com isso, o processo da maneira como foi sistematizado e conduzido possibilita atribuir uma maior e melhor contextualização há avaliação.

O processo de avaliação buscou, norteado por meio de um procedimento fundamentado sobre princípios normativos, através de uma operação de varredura da interface gráfica do sistema, encontrar problemas de



usabilidade, desde um contexto mais geral até os mais específicos. Estes objetivos do trabalho foram alcançados de forma bastante contundente, e isto ocorreu em virtude da adequada utilização e integração das técnicas prospectiva, analítica e empírica e na aplicação de diferentes ferramentas: o questionário; o *checklist* e os ensaios de interação.

Os questionários utilizados neste processo são também considerados como entrevistas estruturadas, captaram através das questões fechadas a opinião dos avaliadores dirigidas em torno de um grupo de opções pré definidas, como padrão de respostas. Já as perguntas abertas buscaram captar de forma subjetiva o verdadeiro sentimento dos usuários, público alvo do sistema, em relação à qualidade da interação na interface gráfica do mesmo, isto é, obter voluntariamente as particularidades que podem ocorrer durante a execução de suas tarefas. A utilização desta ferramenta atingiu plenamente os objetivos propostos no capítulo de métodos e técnicas que orientaram este trabalho de pesquisa. Conseguiu-se através desta ferramenta, detectar particularidades no processo de diálogo com a interface do sistema que provavelmente teria-se dificuldades de encontrar através de outro procedimento avaliativo. A utilização desta ferramenta no processo de avaliação teve também, como propósito, aumentar a efetividade das avaliações conduzidas por meio da técnica analítica, e, este objetivo, também, foi devidamente alcançado.

A avaliação analítica teve como finalidade, consultar usuários que transitam na área de design e ergonomia de interfaces, além de profissionais com diferentes perfis e com ampla experiência no uso do aplicativo gráfico, buscando atribuir um caráter significativo ao resultado deste processo de avaliação. O propósito da utilização desta técnica foi detectar através de avaliadores especialistas, ou por usuários com larga experiência no seu uso, analisar a interface do sistema sob o ponto de vista do processo de interação e com enfoque nos critérios ergonômicos desenvolvidos por autores referentes, neste campo de conhecimento. Assim, cada critério ergonômico foi avaliado

através de diversas questões, que abordaram todos os contextos do critério e, o avaliador, atribuiu a condição que mais correspondia ou não as expectativas do mesmo. A finalidade deste procedimento foi devidamente alcançado no desenvolvimento deste trabalho. Os critérios foram desvelados ao longo do processo de avaliação através desta técnica.

Os ensaios de interação aplicados no processo são considerados também como técnicas de avaliação objetivas ou empíricas, são utilizados para a execução de tarefas típicas do sistema. Este procedimento pôde detectar através de um pequeno grupo de avaliadores uma grande quantidade dos principais problemas de usabilidade na interface gráfica de um sistema interativo. Foram aplicados cinco ensaios de interação, para execução de tarefas constantes nos apêndices deste trabalho. Os ensaios foram baseados no mesmo contexto de uso, isto é, dentro de um ambiente adequado para a realização das tarefas de modelagem 3D com equipamento adequado. Os participantes receberam e desenvolveram as tarefas específicas e foram verbalizando os problemas de toda natureza que iam encontrando durante o processo de interação com a interface do sistema. Os tipos e a quantidade de problemas encontrados confirmam as expectativas de aplicação deste procedimento. Este objetivo foi plenamente atingido neste processo avaliativo.

- **Principais características do processo de avaliação**

Como principais características deste processo de avaliação de usabilidade de interface gráfica de sistemas interativos computacionais, pode-se destacar:

- **Custo/Benefício**

Uma questão fundamental num processo desta natureza é o custo/benefício, que pode até inviabilizar todo o procedimento, em função das disponibilidades financeiras e do tempo para execução e dos resultados

esperados. Este procedimento utilizou recursos fundamentalmente de ordem temporal e de uso da tecnologia para distribuição dos questionários, tempo para promover o contato com pessoal responsáveis por determinados setores em determinadas empresas e uso do laboratório para o desenvolvimento dos ensaios. No aspecto do contexto financeiro foi significativamente baixo, no contexto de envolvimento pessoal exigiu muita dedicação e esforço. A grande dificuldade foi encontrar voluntários para participar do processo de avaliação, um outro ponto negativo foi confirmado para este tipo de ferramenta de avaliação, a taxa bastante reduzida de retorno dos questionários distribuídos, via internet principalmente. Os resultados obtidos no processo justificam plenamente os recursos aplicados.

#### □ **Flexibilidade**

Flexibilidade quanto à situação geográfica dos avaliadores, o local da avaliação ou da realização dos ensaios, quanto ao tipo de profissional avaliador usuário do sistema e especialistas em ergonomia; quanto ao resultado da avaliação, quanto a distribuição das ferramentas de avaliação e quanto a forma de acesso. Através deste método, pode-se conduzir um processo de baixo custo ou, se houver disponibilidade financeira, pode-se dar uma outra configuração aos procedimentos avaliativos.

#### □ **Agilidade**

Dependendo do grau de envolvimento, consciência e competência dos avaliadores, pode-se de forma rápida e criteriosa obter-se através do processo de avaliação, um diagnóstico bem contextualizado sobre os principais problemas da interface gráfica do sistema do sistema interativo.

## □ **Resultado**

A integração de diferentes técnicas e ferramentas de avaliação pôde permitir detectar, problemas de diferentes magnitudes nos mais diferentes contextos de utilização.

## □ **Tipo de problema encontrado**

Os problemas de usabilidade encontrados neste processo de avaliação confirmam as expectativas do trabalho. Variaram do trivial ao crítico de acordo com o tipo de usuário, o contexto da aplicação, o equipamento utilizado, o tipo de tarefa a ser realizada, o ambiente de trabalho. Assim, podemos verificar que a quantidade de problemas e o nível de gravidade dos mesmos variaram em função não só do tipo e técnica aplicada mas também em relação a outros parâmetros, permitindo desta forma pela integração das mesmas, uma abordagem ampla na determinação de problemas diferenciados neste processo.

## □ **Classificação da avaliação**

Este processo de avaliação caracteriza-se como uma avaliação somativa, isto é, foi desenvolvido com o propósito de aplicar, em interfaces gráficas de sistemas interativos acabados e disponíveis comercialmente no mercado.

Os objetivos estabelecidos como desenvolvimento deste projeto de pesquisa de tese foram corroborados de forma consistente, pois atingimos os propósitos e finalidades previstas neste trabalho, que foi o de validar o uso de diferentes técnicas e ferramentas de avaliação, para determinar os principais problemas de usabilidade da interface gráfica de um sistema interativo. Os principais problemas de usabilidade na interface gráfica do aplicativo CAD 3D

Solidworks. O procedimento de integração das técnicas e ferramentas possibilitou detectar dentro de um contexto mais amplo possível; os problemas que envolvem os usuários deste sistema no desenvolvimento de suas tarefas típicas, mostrando a eficácia do processo avaliativo.

O problema de pesquisa proposto neste trabalho acadêmico foi devidamente verificado, isto é, como os problemas de usabilidade da interface gráfica do sistema avaliado e o modelo mental de seus usuários podem dificultar ou auxiliar o público alvo, no desenvolvimento de suas tarefas típicas. Num plano contextual abrangente, pode-se afirmar que a usabilidade do sistema objeto deste estudo, atende de forma bastante satisfatória as expectativas de seus usuários, para execução de suas tarefas típicas.

- **Conclusões**

Pode-se concluir que na avaliação de interfaces gráficas de sistemas interativos computacionais, o ideal é que, os processo de avaliação ocorram durante o ciclo de vida do produto, e que seus resultados sejam utilizados, no constante aprimoramento da interface gráfica do sistema, buscando-se desta forma, otimizar a eficácia, a eficiência e o nível de satisfação do usuário, na execução de suas tarefas.

A integração de diferentes técnicas e ferramentas mostrou-se eficaz e bastante produtiva em termos de tipo, característica, origem, quantidade e nível de gravidade dos problemas encontrados durante o processo de interação na interface gráfica do sistema avaliado.

O processo de avaliação mostrou que a interface gráfica do sistema avaliado pode ser considerada como detentora de uma visibilidade de status do sistema mediana. Uma excelente adequação entre o sistema e o mundo real, regular liberdade de controle do usuário, ótima consistência de padrões, fraca em relação a prevenção contra erros, foi considerada boa em relação ao reconhecimento da linguagem gráfica utilizada, apresenta uma flexibilidade de

regular para boa, possui estética e design minimalista, disponibiliza poucos recursos na recuperação de ações erradas; disponibiliza ajuda e documentação a seus usuários na realização das tarefas típicas do sistema.

A proposta essencial deste trabalho de doutorado foi de colaborar para o fortalecimento de estudos voltados ao processo de interação humano-computador, contribuindo com o aprofundamento de questões relativas a usabilidade de interfaces gráficas de sistemas interativos, além de contribuir também, para a divulgação e aprofundamento dos métodos e técnicas de avaliação da usabilidade de interfaces gráficas, neste caso as técnicas prospectiva, analítica e empírica.

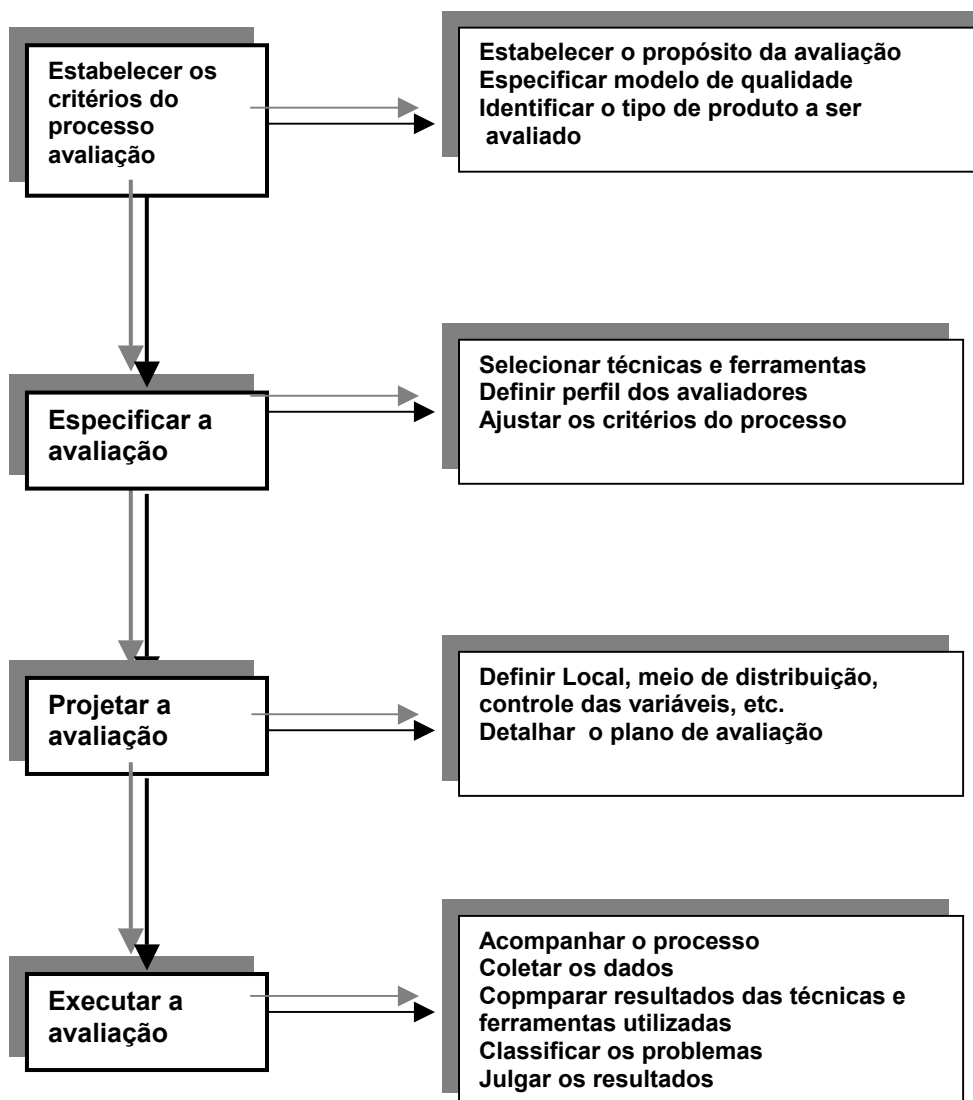
Enfim pode-se concluir que a associação de técnicas e ferramentas para avaliação da usabilidade de interfaces gráficas, juntamente com o referencial teórico investigado, aliado a outras pesquisas em IHC poderá contribuir para o avanço na resolução dos problemas relacionados ao processo de interação em interfaces gráficas, contribuindo também, para o desenvolvimento de novas competências na área de ergonomia e usabilidade de sistemas interativos.

Esta pesquisa confirma como hipótese, que a desconsideração das recomendações ergonômicas no projeto de interfaces pode tornar o produto final pouco eficaz e eficiente na elaboração de tarefas próprias do contexto de aplicação. No caso do objeto de estudo conseguimos diagnosticar, através da determinação dos problemas mais flagrantes, que interferem negativamente no trabalho de modelagem 3D, na representação ortográfica (2D) e na montagem de conjuntos e dispositivos, utilizando a interface gráfica do sistema interativo computacional, Solidworks 2003.

Assim no fechamento está pesquisa, consciente que apesar das limitações inerentes as próprias ferramentas de avaliação, os objetivos foram alcançados e possibilitaram identificar os principais problemas ergonômicos da

interface gráfica, objeto deste estudo e assim, comprovar a eficácia deste processo de avaliação.

- Fluxograma do processo avaliativo



### **Sugestão para futuros trabalhos**

Como sugestões para futuros trabalhos recomenda-se utilizar dentro deste mesmo contexto de técnicas e ferramentas, a realização dos ensaios de interação no próprio ambiente profissional do avaliador participante, ou ainda num laboratório adequadamente projetado para essa finalidade com câmeras espelhos falsos e um controle total dos procedimentos executados.

Num outro contexto, utilizar as mesmas técnicas, porém através de diferentes ferramentas de avaliação como, por exemplo, substituir o questionário pela entrevista, substituir os ensaios com a presença do condutor do processo por sistema de monitoramento de última geração, e por que não utilizar também uma outra técnica analítica em substituição ao *checklist*.

Ou ainda, num aprofundamento acadêmico maior, desenvolver novas técnicas e ferramentas de avaliação, ainda não conhecidas nesta área do conhecimento humano.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **Guia para utilização das normas sobre avaliação de qualidade de produto de software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598**. ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.1999.
- BARTHET, M. F.; **Logicels Interactifs et Ergonomie**. Paris:Dunot, 1988.
- BASTIEN, C.; SCAPIN, D. **Human factors criteria, principles, and recommendations for HCI: methodological and standatdisation issues**. (Internal Repport). INRIA, 1993.
- BASTIEN, C.; SCAPIN, D. Evaluating a user interface with ergonomic criteria. **International Journal of Human-Computer Interaction**, 7, 105-121, 1995.
- BELLEMAIN, F.. **Geometria Dinâmica: diferentes implementações , papel da manipulação direta e usos na aprendizagem**. In: Anais do GRAPHICA 2001, 15<sup>o</sup> Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e desenho Técnico & IV Internacional Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, São Paulo, p 59-61, 2001.
- BETIOL, A. H. **Avaliação de usabilidade para computadores de mão: guia de referência para montagem de ensaios de interação segundo três abordagens**. Qualificação (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) PPGEP/CTC/UFSC, 2003.
- BEVAN, N. **Cost-effective user-centred design based on ISO13407**. Tutorial notes. UPA'2002, Orlando, Florida,USA. July, 2002.
- BEVAN, N. **International standards for HCI and usability**. International Journal of Human Computer Studies, 55(4), 533-552. October, 2001.
- BEVAN, N. **Quality in use: meeting user needs for quality**. Journal of System and *Software*, 49 (1), 89-96, 1999.
- BEVAN, N., BOGOMOLNI, I. **Incorporating user quality requirements in the software development process**. 4<sup>th</sup> International *Software & Internet Quality Week Conference-QWE 2000*. Brussels, Blgium, 20-24 November, 2000.
- BONSIEPE, G. **Design: do material ao digital**. Trad. Cláudio Dutra. Florianópolis. FIESC/IEL, 1997.
- BROOKE, J. **SUS – A quick and dirty usability scale**. In: Jordan, P.W. et al., *Usability Evaluation in Industry*, pp. 189-94. London, UK: Taylor & Francis, 1996.
- BURKHARDT, J.. **L"apport de l'ergonomie aux NTIC éducatives**. In: NTICF'98 – Nouvelles de L'Information et de la Comunication dans les Formation

d'ingénieurs et dans l'industrie, 1998, Rauen. Anais.....Rauen: INSA de Rouen, 1998, p. 15-20

CATAPAN, A. H, SOUZA, A. C.;; THOMÉ, Z. R. C.; CORNÉLIO FILHO, P.; CYBIS, W. de A. **Ergonomia de Software Educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem. Campinas/SP. Outubro/99.** In. IHC 99 - IIº WORKSHOP SOBRE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 1999, CAMPINAS/SP CD-ROM, ART. 24,1999.  
CAULTON, D. A. **Relaxing the homogeneity assumption in usability testing.** Behaviour & Information Technology, vol. 20, nº 1, 1-7, 2001.

COUTAZ, J. **Interfaces homme-ordinateur.**Dunod. Paris, 1990.

CYBIS, W. de A. **Ergonomia de Interfaces Humano-Computador.** Florianópolis: 2002. Disponível na internet. URL: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila.htm>. Acessado em março de 2003

DESURVIRE, H. W. **Faster, Cheaper!! Are usability inspection methods as effective as empirical testing?** In: Nielsen, J., Mack, R.L. **Usability Inspection Methods.** USA: John Wiley & Sons, 1994. p. 173-202.  
GAFFNEY, G. **The InfoDesign Toolkit.** Australia: Information & Desing, 2000.

ERGOLIST. <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/check.htm> (acessado em setembro/2003).

GIESEKE, F.; MITCHELL A.; SPENCER H. C.; HILL, I. L. DYGDON, J. T.; NOVAK, J. E. LOCKHART, S. **Comunicação Gráfica Moderna.** Bookman. Porto Alegre, 2002.

HACKOS, J.T., REDISH, J. C. **User and Task Analysis for Interface Design.** USA: John Wiley & Sons, 1998.

HEWETT et all. **ACM-SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction.** 1996.

IIDA, I. **Ergonomia – Projeto e Produção.** São Paulo. Edgar Blücher Ltda, 1990.

**ISO/IEC 14598(1 - 6).** International Standard Organization/International Eletrotechnical Committee. **Information technology software engineering – Product quality.** 1998

**ISO/IEC 9126 9(1 – 4)** International Standard Organization/International Eletrotechnical Committee. **Information technology software engineering – Product quality.** 1996

**ISO 9241(1 –17).** International Standard Organization/International **Ergonomic requirements for office work with visual display engineering – Product quality.** 1993.

**ISO/IEC 13407.** International Standard Organization/International Eletrotechnical Committee. **Information technology software engineering – Product quality.** 1999.

**JEFFRIES, R., MILLER, J., WHARTON, C., UYEDA, K.** User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. **Proceedings of CHI'91, New Orleans, april 28-May 3, 1991.**

**JORDAN, P.W.** **An Introduction to Usability.** London, UK: Taylor & Francis, 1998.

**KARAT, C.** **A comparison of user interface evaluation methods.** In: Nielsen, J., Mack, R. L. Usability Inspection Methods. USA: John Wiley & Sons, 1994. p. 203-233.

**KAY, A.** **User interface: a personal view.** In "The art for human-computer interface design" edited by Brenda Laurel. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts, 1990.

**LABES, E. M.** **Questionário: do planejamento à aplicação na pesquisa.** Chapecó: Ed. Grifos, 1998. 128 p.

**MACLEOD, M., BOWDEN, R., BEVAN, N., CURSON, I.** **The MUSiC performance measurement method.** Behaviour & Information Technology, vol. 16, nº 4/5, 279-293. 1997.

**MAGUIRE, M.** **Context of use within usability activities.** International Journal of Human-Computer Studies, 55(4), 453-483. 2001.

**MAYHEW, D.J.** **The Usability Engineering Lifecycle.** San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999.

**MORAES A. de.** **Design e avaliação de interface: ergodesign e interação humano-computador.** Org. Anamaria de Moraes. Rio de Janeiro: iUsEr, 2002.

**NASA Task Load Index.** Human Performance Research Group, NASA Ames Research Center. Moffett Field, California. 1986.

**NBR 9241-11.** **Requisitos ergonômicos para trabalho em escritórios com computadores Parte 11 – Orientações sobre Usabilidade.** (Norma equivalente à ISO 9241-11: 1998). ABNT, 2002

**NETTO, A. A. de O.** **IHC Modelagem e gerência de interfaces com o usuário.** Florianópolis, Visual Books, 2004.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.

NIELSEN, J., MACK, R.L. **Usability Inspection Methods**. USA: John Wiley & Sons, 1994.

NIELSEN, J., RAMSAY, M. **WAP Usability report**. Nielsen Norman Group, December, 2000.

NORMAN, D. A. **Why interfaces don't work**. In "The art for human-computer interface design" edited by Brenda Laurel. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts, 1990.

PERFETTI, C. LANDESMAN, L. **Eight is not enough**. Disponível em: [http://world.std.com/~uieweb/Articles/eight\\_is\\_not\\_enough.htm](http://world.std.com/~uieweb/Articles/eight_is_not_enough.htm). Acesso em: março, 2003.

PREECE, J. **Human Computer Interaction**. Addison-Wesley, Essex, England, 1994.

**QUIS - Questionnaire for User Interaction Satisfaction**. Disponível na internet: URL <http://www.cs.umd.edu/hcil/quis/>. Acesso em: abril de 2003.

RAMOS, E. M. F.. **Análise Ergonômica do Sistema Hipernet Buscando o Aprendizado da Cooperação e da Autonomia**. Tese (Doutorado do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) PPGE/CTC/UFSC. 1996. Disponível internet. URL: <http://www.eps.ufsc.br/teses96/edla/index/index.htm>.

RAMOS, K. C. S.. **Avaliação ergonômica e de qualidade de software interativo: Uma contribuição metodológica baseada em técnicas de preferência declarada**. Qualificação (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) PPGE/CTC/UFSC, 2003.

REBELO, I. B.. **Usabilidade na melhoria de interações de AVs: Uma proposta/modelo de avaliação para desenvolvedores**. Qualificação (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) PPGE/CTC/UFSC, 2003.

REEVES, W. **Learner - centered design: A cognitive view of managing complexity in product**. Information and Environmental Design. Sage Publications Inc., USA, 1999.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SEARS, A. **Heuristic Walkthroughs: finding the problems without the noise**. International Journal of Human-Computer Interaction, 9 (3), 213-234, 1997.

SOUZA, Antônio Carlos de; SPECK, Henderson José; GÓMEZ, Luis Alberto; ROHLER, Edison. **Solidworks 2003 - Modelagem Sólida**. Florianópolis: Editora Visual Books, 2003. p.218.

SPECK, H. J. **Avaliação comparativa das metodologias utilizadas em programas de modelagem sólida**. Dissertação.(Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP/Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

SPOOL, J., SCHROEDER, W. **Testing Web sites: five users is nowhere near enough**. CHI 2001, Extended Abstracts. Seattle, March 31- April 5, 2001.

**SUMI** - *Software Usability Measurement Inventory*. Disponível na internet: URL. <http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/sumi/>. Acessado em: junho de 2003.

**SUS** - System Usability Scale. Disponível na Internet: URL. <http://www.usability.serco.com/trump/methods/satisfaction.htm>. Acessado em: junho de 2003.

SUTCLIFFE, A. DOUBLEDAY, A. RYAN, M. SPRINGETT, M. **A comparison of usability techniques for evaluation design**. Proceedings of Designing Interactive Systems: Process, Practices, Methods and Techniques. ACM Press. The Netherlands: August, 1997.

VIRZI, R. A. **Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough?** Human Factors 34 (4), 1992.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia método e técnica**. São Paulo, FTD: Oboré, 1987.

WOOLRYCH, A., COCKTON, G. **Why and when five test users aren't enough**. Proceedings of IHM-HCI 2001 Conference. Toulouse, France. 2001.

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1

### Questionário sobre a qualidade ergonômica da interface gráfica do Solidworks 2003

Este questionário tem como finalidade avaliar a qualidade ergonômica da interface gráfica do Solidworks 2003 é parte de uma estratégia de avaliação da qualidade da interface do aplicativo, que associada a outras técnicas de avaliação poderá permitir estabelecer um diagnóstico sobre as principais qualidades e principais deficiências da interface.

Este estudo, tem como propósito à obtenção do título acadêmico de doutor. Você foi selecionado, porque possui o perfil definido na pesquisa, portanto, sua participação é fundamental para que o trabalho, atinja a dimensão e a importância estabelecida nesta pesquisa.

Inicialmente você irá responder algumas questões sobre o seu próprio perfil e posteriormente às questões que abordam aspectos ergonômicos da interface. Desde já, fico muito grato pela sua participação.

1. Nome

2. Nome da Empresa/Instituição

3. Idade (anos) coloque um X no campo correspondente.

<input type="checkbox"/> Até 20	<input type="checkbox"/> De 21 – 30	<input type="checkbox"/> De 31 – 40	<input type="checkbox"/> De 41 –50	<input type="checkbox"/> Mais de 51
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

4. Sexo

<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
------------------------------------	-----------------------------------

5. Grau de instrução. Se a opção, for uma das relacionadas abaixo, favor especificar:

<input type="checkbox"/> 1º Grau	<input type="checkbox"/> 2º Grau	<input type="checkbox"/> C. Técnico	<input type="checkbox"/> 3º Grau	<input type="checkbox"/> Esp./Aperf.	<input type="checkbox"/> Pós-Graduado
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

Curso Técnico: \_\_\_\_\_

Esp./Aperf.: \_\_\_\_\_

Graduação: \_\_\_\_\_

Pós-graduado: \_\_\_Mestrado \_\_\_Doutorado

6. Tipo de ocupação, favor especificar.

7. Há quanto tempo você é usuário do Solidworks (em anos e meses)

<input type="text"/>	anos	<input type="text"/>	meses
----------------------	------	----------------------	-------

8. Quanto à presteza. O Solidworks 2003, disponibiliza presteza adequada, isto é, indica o formato para a entrada de dados, exibe unidade de medidas, rotula e dimensiona os campos de dados, dá título as caixas, janelas etc., propiciando assim, melhor aprendizado e, possibilitando facilidade na navegação diminuindo por consequência a ocorrência de erros. Assinale com um X na alternativa mais compatível.

<input type="checkbox"/> Nunca	<input type="checkbox"/> Quase nunca	<input type="checkbox"/> Às vezes	<input type="checkbox"/> Quase sempre	<input type="checkbox"/> Sempre
--------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------

9. Com relação ao agrupamento por localização. Os objetos da tela, textos, barra de ferramentas, menus, recursos, são apresentados de forma organizada, lógica e funcional, facilitando sua localização por agrupamento e por afinidades, permitindo conduzir o usuário no processo de interação?

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

9. Em relação ao agrupamento por formato. O aplicativo estabelece relacionamentos visuais entre itens e classes de itens de diferentes formatos ou de diferentes códigos (área de comando, área de mensagens, área de menus, campo de dados e seus rótulos), ilustrando suas similaridades ou diferenças, conduzindo o usuário no processo.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

10. Com relação ao feedback. O sistema proporciona feedback imediato facilitando o entendimento do sistema através do processo de diálogo, mostrando as entradas, permitindo interromper o processamento, informando por meio de mensagem, que o sistema voltou ao estágio anterior, mantém o usuário informado sobre o estágio de processamento do sistema.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

11. Em relação a legibilidade. As informações disponibilizadas pelo sistema, consideram as características cognitivas e perceptivas dos usuários. Uma boa legibilidade pode facilitar a leitura da informação prestada. Aspectos tais como: letra e fundo, caixa alta e baixa, títulos centralizados, rótulos em letras maiúsculas, cursor com aspecto distinto dependendo do contexto de uso, são visíveis no sistema.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

12. Concisão. Os dados de entrada são sucintos e claros, minimizando o tempo de leitura e codificação. Para entrada de dados numéricos no sistema, os zeros a esquerda não são necessários e as unidades de medida são apresentadas.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

13. Ações Mínimas. O sistema permite minimizar as ações com o objetivo de se atingir mais rapidamente uma meta, reduzindo a ocorrência de erros. Facilita a seleção de opções em menus, evita entrada de comandos que exijam pontuação, exhibe valores *default* nos campos próprios.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

14. Densidade Informacional. Na maioria dos procedimentos o sistema fornece apenas as informações relevantes, sem necessidade de codificações ou de memorização de listas de dados ou procedimentos complexos, também, não exige a lembrança de dados fornecidos anteriormente

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

15. Ações explícitas. Para o processamento do sistema, resulta de ações explícitas por parte do usuário, facilitando o entendimento e a aprendizagem, isto é, teclar *enter* para iniciar um processamento, as entradas de comandos são seguidas de *enter*, ao selecionar um menu, a opção fica destacada.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------

16. Controle do Usuário. O sistema permite controlar as interações favorecendo a aprendizagem e, assim, diminuindo a probabilidade de erros. Como consequência, o sistema se torna mais previsível. O usuário controla o ritmo das entradas de dados, o cursor se posiciona automaticamente nas caixas de diálogo para entrada de dados, permite também, interromper ou cancelar um processamento, disponibiliza a opção cancelar a qualquer momento do processamento.

	Nunca		Quase nunca		Às vezes		Quase sempre		Sempre
--	-------	--	-------------	--	----------	--	--------------	--	--------



17. Flexibilidade. O sistema é flexível, possibilitando ao usuário definir diferentes estratégias ou opções para modelagem 3D, os comandos e recursos são disponibilizados apenas no contexto de aplicação ou sempre ficam disponíveis sem considerar o contexto, os valores *default* podem facilmente ser modificados, a seqüência de entrada de dados pode ser alterada.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

18. Experiência do Usuário. O sistema considera o nível de experiência do usuário. Possibilita aos usuários mais experientes cortar caminho, através de atalhos, eliminando procedimentos ou processamentos conhecidos podendo desta forma se apropriar da iniciativa do diálogo. Fornece informações mais detalhadas e orientadas para os iniciantes.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

19. Proteção contra erros. O sistema permite detectar os erros no momento da digitação, do que no momento da validação. Podendo desta forma, evitar perturbações na execução da tarefa. Os rótulos dos campos de entrada são protegidos, não permitem acesso o usuário, as apresentações de entrada de dados são protegidas, permite corrigir entradas erradas, alerta sobre a possibilidade de perda de dados.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

20. Mensagens de erro. A qualidade das mensagens de erro, favorecem o aprendizado no sistema, indicando ao usuário a razão ou a natureza do erro cometido. Se for pressionada uma tecla de função erradamente, nenhuma ação deve acontecer e uma mensagem deve aparecer indicando o procedimento correto. As mensagens de erro são bem orientadas em relação à tarefa, as mesmas são sucintas e o vocabulário é adequado.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

21. Correção de erros. O sistema permite fácil correção dos erros cometidos.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

22. Consistência. O sistema apresenta consistência (homogeneidade) quanto à rotulação, códigos e barra de ferramentas quanto à localização, formato e sintaxe. As telas apresentam *layout* semelhante, procedimentos semelhantes de acesso aos diferentes menus, os *prompts* são posicionados da mesma forma, os campos para entrada de dados são também semelhantes.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

23. Significados. Os códigos utilizados e as denominações são significativas para os usuários do sistema, isto é, os títulos, são representativos, as abreviações são adequadamente utilizadas.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

24. Compatibilidade. O sistema fornece compatibilidade ao se transferir de um ambiente de trabalho para outro, os procedimentos obedecem à mesma lógica estabelecida em ambientes distintos.

<input type="checkbox"/>	Nunca	<input type="checkbox"/>	Quase nunca	<input type="checkbox"/>	Às vezes	<input type="checkbox"/>	Quase sempre	<input type="checkbox"/>	Sempre
--------------------------	-------	--------------------------	-------------	--------------------------	----------	--------------------------	--------------	--------------------------	--------

25. No processo de interação para modelagem 3D na interface do Solidworks 2003, quanta atividade mental e perceptiva é necessária (p. ex. raciocinar, pensar, decidir, calcular, lembrar, procurar, etc.)? Você atribui níveis: alto, médio ou baixo.

26. A execução da tarefa de modelar no Solidworks 2003 é: fácil ou difícil; simples ou complexa; muito exigente ou pouco exigente?

27. Você teve que trabalhar muito (mentalmente e fisicamente) para atingir o seu atual nível de desempenho para desenvolver tarefas no Solidworks 2003.

28. Quanto à performance. O quão bem sucedido você acha que é em atingir os objetivos das tarefas solicitadas. O quão satisfeito você ficou com a sua performance ao atingir esses objetivos?

29. Quanto ao nível de frustração. O quão inseguro, desencorajado, irritado, tenso e aborrecido versus seguro, animado, contente, descontraído, satisfeito você se sente durante a execução de tarefas no Solidworks 2003.

30. Sucintamente, em relação à qualidade ergonômica na interface gráfica do Solidworks 2003:

Quais suas principais qualidades

Quais seus principais problemas.

31. Os ícones são representativos para a realização das tarefas, não existe ambigüidade e são facilmente registrados na memória.

## APÊNDICE 2

### Tarefas dos ensaios de interação

#### Questionário sobre o perfil do avaliador

Estes ensaios de interação tem como finalidade avaliar a qualidade ergonômica da interface gráfica do Solidworks 2003, é parte de uma estratégia de avaliação da qualidade da interface do aplicativo, que associada a outras técnicas de avaliação poderá permitir estabelecer um diagnóstico sobre as principais qualidades e principais deficiências da interface.

Este estudo, tem como propósito a obtenção do título acadêmico de doutor. Você foi selecionado, porque possui o perfil definido na pesquisa, portanto, sua participação é fundamental para que o trabalho, atinja a dimensão e a importância estabelecida nesta pesquisa.

Inicialmente você irá responder algumas questões sobre o seu próprio perfil e posteriormente passaremos a execução das tarefas de modelagem. Desde já, fico muito grato pela sua participação.

11. Nome

12. Nome da Empresa/Instituição

13. Idade (anos) coloque um X no campo correspondente.

<input type="checkbox"/> Até 20	<input type="checkbox"/> De 21 – 30	<input type="checkbox"/> De 31 – 40	<input type="checkbox"/> De 41 –50	<input type="checkbox"/> Mais de 51
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

14. Sexo

<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
------------------------------------	-----------------------------------

15. Grau de instrução. Se a opção, for uma das relacionadas abaixo, favor especificar:

<input type="checkbox"/> 1º Grau	<input type="checkbox"/> 2º Grau	<input type="checkbox"/> C. Técnico	<input type="checkbox"/> 3º Grau	<input type="checkbox"/> Esp./Aperf.	<input type="checkbox"/> Pós-Graduado
----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

Curso Técnico: \_\_\_\_\_

Esp./Aperf.: \_\_\_\_\_

Graduação: \_\_\_\_\_

Pós-graduado: \_\_\_Mestrado \_\_\_Doutorado

16. Tipo de ocupação, favor especificar.

17. Há quanto tempo você é usuário do Solidworks (em anos e meses)

<input type="text"/>	anos	<input type="text"/>	meses
----------------------	------	----------------------	-------

#### Informações relevantes sobre as tarefas

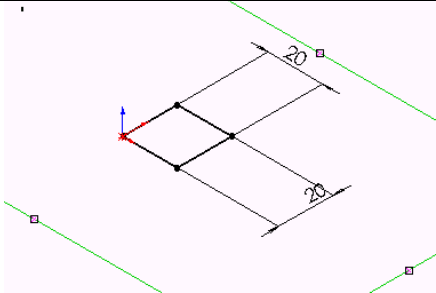
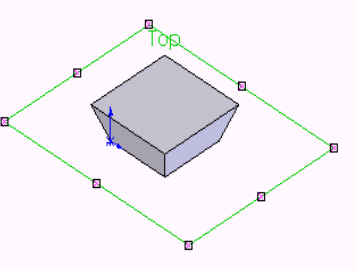
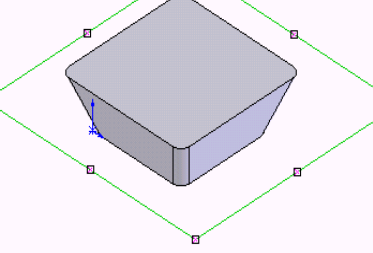
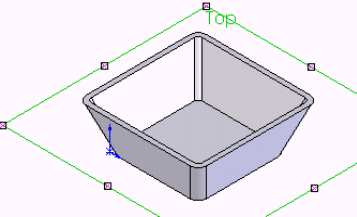
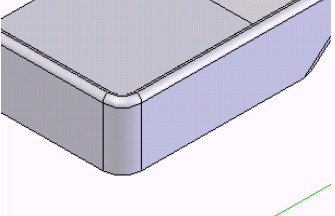
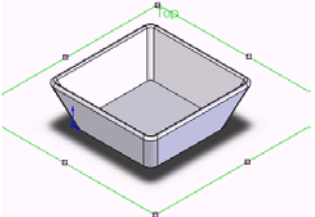
As tarefas serão desenvolvidas de acordo com os tutoriais apresentados, a estratégia de modelagem fica a critério de cada participante, qualquer dúvida, esclarecimento ou informação pode ser solicitada ao condutor do processo. Sinta-se à vontade para expressar todas as observações relativas ao desenvolvimento da tarefa. Em caso de surgimento de qualquer problema não se sinta constrangido em perguntar. Lembramos, que o que está sendo avaliado, é a interface do aplicativo, e não o

desempenho do participante, mas uma vez, obrigado pela sua participação espontânea.

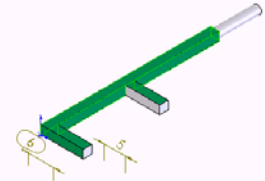
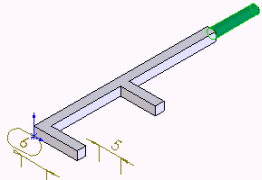
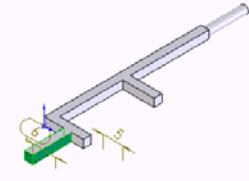
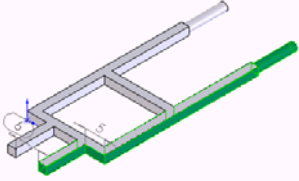
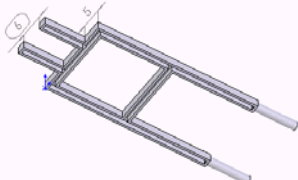
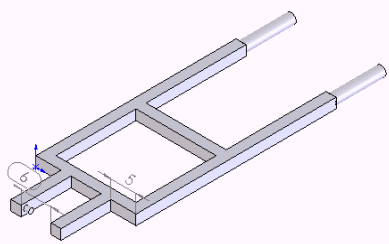
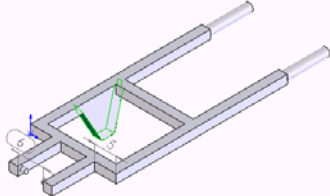
## Modelagem das peças do conjunto

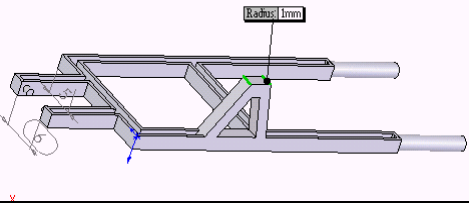
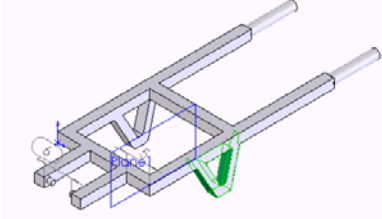
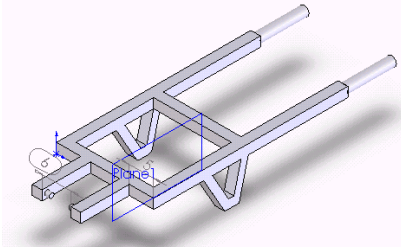
### Tarefa de modelagem dos componentes do conjunto

Peça 1: Modelagem da caçamba do carrinho.

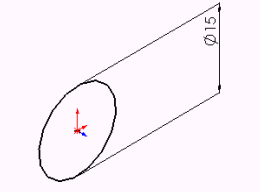
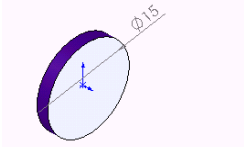
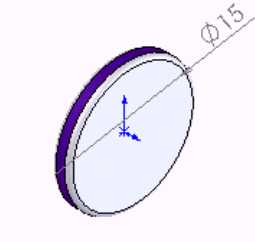
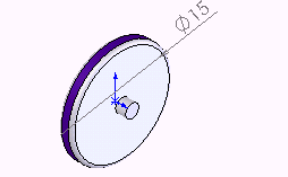
<p>1. Etapa: Seleccionar o plano Top, e representar um perfil quadrado 2D, de 20x20, que será utilizado como perfil de base para a caçamba do carrinho</p>	
<p>2. Etapa: Proceder a extrusão do perfil da base, atribuindo uma altura de 15 um para a extrusão e um ângulo de extrusão de 20 graus</p>	
<p>3. Etapa: Editar através de um arredondamento de <math>r=2\text{um}</math>, as faces externas da caçamba</p>	
<p>4. Etapa: Seleccionar a face superior da caçamba e atribuir uma espessura de parede de 2 um, através do comando Shell</p>	
<p>5. Etapa: Seleccionar a borda superior e fazer um arredondamento. Ativar o comando Fillet e, atribuir um raio de arredamento de 0.5 um</p>	
<p>6. Etapa: Apresentação final da caçamba do carrinho de mão</p>	

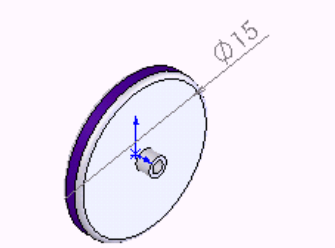
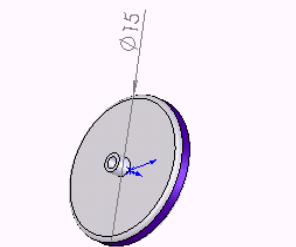
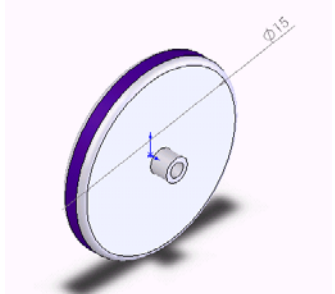
## Peça 2: Modelagem da longarina.

<p>1. Definir o perfil básico da metade do perfil da longarina e executar uma extrusão. Perfil retangular de 2um de seção e comprimentos de acordo com as cotas representadas.</p>	
	<p>2. Definir o perfil da extremidade da longarina do carrinho, pega mão, cilíndrico, representar um círculo de 2 um na face da longarina e, extrudar em 10 um</p>
<p>3. Definir a extremidade frontal, que servirá de estrutura para a fixação da roda</p>	
	<p>4. Através do comando mirror, definir por espelhamento a outra metade do perfil</p>
<p>4. Aplicar o comando Shell e atribuir uma espessura de parede para a longarina</p>	
	<p>5. Posicionar o pino de fixação da roda na superfície da longarina próximo a extremidade de frente da longarina</p>
<p>6. Definir o perfil e posicionamento da estrutura do pé.</p>	

	<p>7. Executar o vazamento da estrutura básica do pé, representado na etapa anterior.</p>
<p>8. Fazer o espelhamento do primeiro pé, obtendo assim, o segundo pé da estrutura.</p>	
	<p>9. O perfil da longarina de suporte dos demais componentes do conjunto, deve ser similar ao modelo mostrado na figura ao lado.</p>

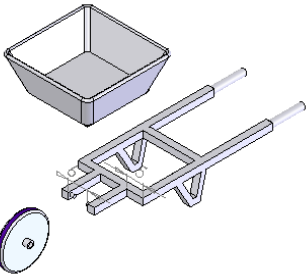
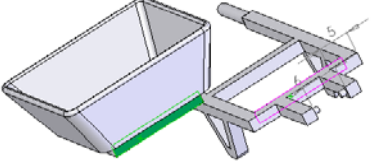
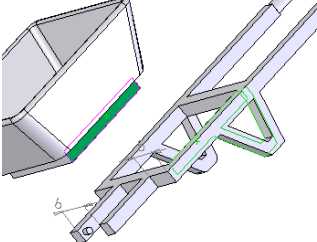
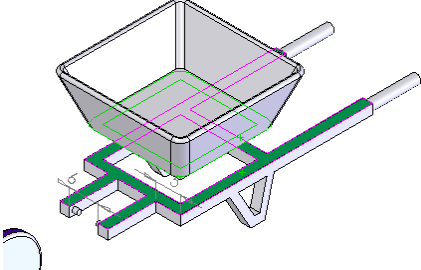
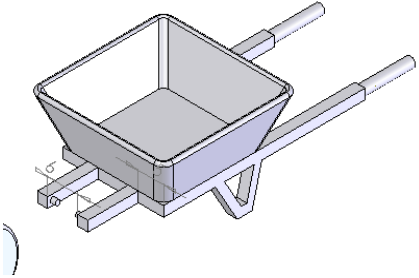
### Peça 3: Modelagem da Roda

<p>1. Definir o perfil básico da roda, um círculo de 15mm de diâmetro.</p>	
	<p>2. Executar uma extrusão de 2mm, no círculo de base da roda.</p>
<p>3. executar um arredondamento entre a face lateral da roda e o contorno externo, aplicando um raio de arredondamento de .5mm</p>	
	<p>4. Representar um pequeno círculo no centro da roda, de raio de 2mm que será o cubo de ajuste da roda na longarina.</p>

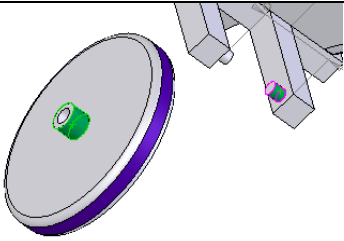
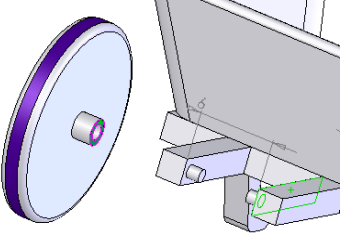
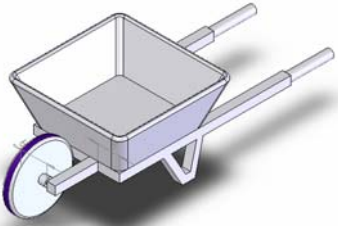
<p>5. Executar um extrude cut na parte interna do cubo de fixação de 1,2 mm de circunferência aplicando uma extrusão de corte de 1.5mm</p>	 A 3D CAD model of a wheel hub. The hub is a light blue disc with a central grey cylindrical hub. A blue arrow points to a cut on the inner surface of the hub. A dimension line indicates a diameter of $\varnothing 15$ for the outer edge of the hub.
 A 3D CAD model of a wheel hub, similar to the one in the first image. A blue arrow points to the central hub. A dimension line indicates a diameter of $\varnothing 15$ for the outer edge of the hub.	<p>6. Fazer o espelhamento do cubo de fixação da roda, para a outra face da roda.</p>
<p>7. A rerepresentação finalizada da roda do carrinho, deve ficar de acordo com a figura representada ao lado.</p>	 A 3D CAD model of a wheel hub, similar to the one in the first image. A blue arrow points to the central hub. A dimension line indicates a diameter of $\varnothing 15$ for the outer edge of the hub.

## Tarefa 2: Montagem do Conjunto (brinquedo - carrinho de mão)

Etapas do processo de montagem (sugestão). Você tem toda a autonomia para montar o conjunto de acordo com suas próprias estratégias de montagem, o roteiro é apresentado apenas como sugestão.

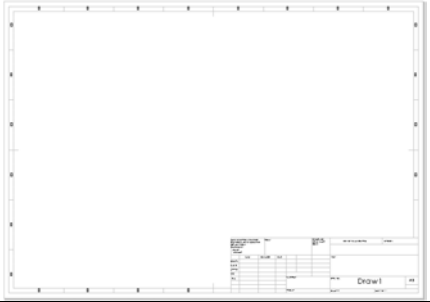

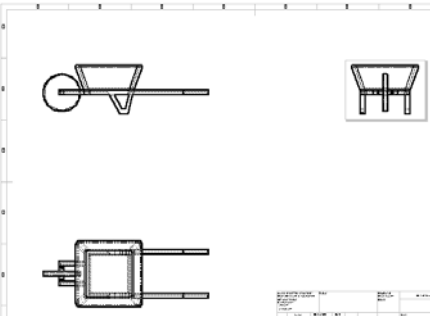
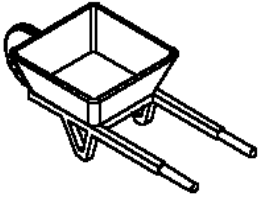
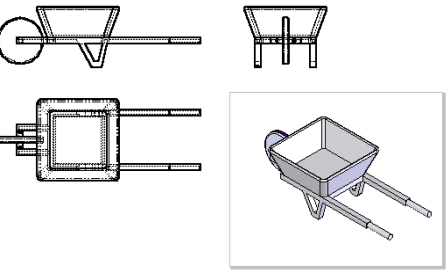
<p>1. Abrir e Inserir no ambiente Assembly, ambiente de montagem, os componentes: longarina, caçamba e roda, do conjunto carrinho de mão, fixando o componente longarina, para facilitar o processo de montagem.</p>	
	<p>2. Na barra de ferramentas Assembly estabelecer uma relação de paralelismo, através do comando Mate, entre uma face da aleta de fixação inferior da caçamba e uma face lateral interna da longarina.</p>
<p>3. Estabelecer uma segunda relação de paralelismo entre uma segunda face perpendicular a primeira selecionada da aleta de fixação e uma segunda face, também perpendicular a primeira selecionada na longarina na etapa 2 deste processo de montagem</p>	
	<p>4. Ajustar o contorno da face inferior da caçamba, a face superior da longarina, através de uma relação de coincidência.</p>
<p>5. Posicionar a caçamba sobre a longarina</p>	
	<p>6. Estabelecer uma relação de concentricidade, entre o cilindro da roda e o pino de fixação da roda na extremidade dianteira da longarina.</p>



	
<p>7. Selecionar a face do cilindro e posicionar a uma distancia de 0.5 cm da face da longarina..</p>	
	<p>8. Após os procedimentos do processo de montagem, o conjunto deve se apresentar como o representado na figura ao lado.</p>

### Tarefa 3: Representação 2D, do conjunto montado.

Etapas do processo de representação 2D (sugestão). Você tem toda a autonomia para representar e detalhar o conjunto de acordo com suas próprias conveniências de representação, o roteiro é apresentado apenas como sugestão.

<p>1. Abrir o ambiente Part, ambiente de representação 2D, e, selecione uma folha padrão A3. Proceda a edição da folha para inserir as vistas ortográficas do conjunto.</p>	
	<p>2. Ativar na barra de ferramentas Drawing, a opção Standard 3 View</p>
<p>3. Inserir as vistas ortográficas do conjunto na folha A3</p>	
	<p>4. Inserir também, uma vista isométrica do conjunto montado</p>
<p>4. Posicionar as vistas ortográficas e a perspectiva isométrica do conjunto, movendo-as para aproximá-las, de acordo com a representação da figura representada ao lado.</p>	

## APÊNDICE 3

### APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Dados obtidos através do questionário de avaliação – Técnica prospectiva.

#### Perfil dos avaliadores

Total de avaliadores: 44 a grande maioria dos avaliadores que se propuseram a participar do processo de avaliação, transitam no meio acadêmico, apenas seis participantes do processo atuam fora deste meio. Sendo que destes 5 atuam no meio industrial e 1 no setor de serviços.

#### 1. Distribuição dos avaliadores por empresa/instituição.

Empresa/Instituição	Total de questionário
Da Vinci Industrial	1
RenderWorks	1
Hacker Industrial	4
UDESC	1
UFSC (EI 28Q+13E; Mod. 13E; Ag 9Q+9E).	37
<b>Total</b>	<b>44</b>

EI: Turma de Ergonomia de Interface - 5ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

Mod: Turma de Modelagem II - 4ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

AG – Avaliadores Gerais (Professores, alunos de graduação em Engenharia, Alunos de Pós Graduação, Engenheiros)

#### Distribuição por Idade.

	Até 20	21-30	31-40	41-50	+50	Total
A. Gerais		6	1	2	2	11
Hacker Industrial	1	3				4
Ergonomia Interface	5	22	1			28
UDESC	1					1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>44</b>

#### Sexo.

	Masculino	Feminino	Total
AG	9	3	12
Hacker	4		4
Ergonomia Q.	12	16	28
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>44</b>

#### Nível de escolaridade.

	Técnico	Estudante Graduação	Graduado	Mestre	Doutor
A Gerais		6(5 Eng. 1 Design UDESC)	2	2	2
Hacker	4				
E.Interface		28 Design UFSC			

<b>Total</b>	4	<b>34</b>	<b>2</b>	4	4
--------------	---	-----------	----------	---	---

Tipo de ocupação.

	<b>Estudante</b>	<b>Professor</b>	<b>Engenheiro</b>	<b>Desenhista (CT)</b>	
A Gerais	6 (5 Eng 1 UDESC)	4	2		
Hacker				4	
E.Interface	28 Design UFSC				
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	

Tempo que é usuário do Solidworks.

	<b>Tempo de utilização</b>		<b>Medi</b>
A	2+2+4+5+3.6+1+0.9+4.1+1.7+2+0.8+	1	2,3
Ha	2.2+2+2+1	4	1.8
E.I	1.6+.6+.6+.3+.6+.6+.4+.7+1+1+.3+1+	2	0.79
<b>T</b>		4	<b>1,3</b>

Tabulação dos resultados

### Grupo1: Avaliadores Gerais – Resultado Final

<b>Questionário -TABULAÇÃO</b>	<b>Av Gerais</b>						
<b>Critérios</b>	<b>N</b>	<b>QN</b>	<b>AV</b>	<b>QS</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	
<b>Presteza</b>	0	0	0	9	3	12	
	0%	0%	0%	75%	25%		
<b>Agrupamento p localiz</b>	0	0	0	5	7	12	
	0%	0%	0%	42%	58%		
<b>Agrupamento p formato</b>	0	0	1	5	6	12	
	0%	0%	8%	42%	50%		
<b>Feedback</b>	0	0	4	3	5	12	
	0%	0%	33%	25%	42%		
<b>Legibilidade</b>	0	0	1	4	7	12	
	0%	0%	8%	33%	58%		
<b>Concisão</b>	0	0	1	5	6	12	
	0%	0%	8%	42%	50%		
<b>Ações Mínimas</b>	0	0	1	8	3	12	
	0%	0%	8%	67%	25%		
<b>Densidade iformacional</b>	0	0	3	6	3	12	
	0%	0%	25%	50%	25%		
<b>Ações explicitas</b>	0	0	1	3	8	12	
	0%	0%	8%	25%	67%		
<b>Controle do usuário</b>	0	0	2	5	5	12	
	0%	0%	17%	42%	42%		
<b>Flexibilidade</b>	0	1	2	6	3	12	
	0%	8%	17%	50%	25%		
<b>Experiência do usuário</b>	0	0	2	6	4	12	
	0%	0%	17%	50%	33%		
<b>Proteção contra erros</b>	0	1	3	5	3	12	
	0%	8%	25%	42%	25%		
<b>Mensagens de erro</b>	0	3	3	4	2	12	
	0%	25%	25%	33%	17%		
<b>Correção de erros</b>	0	1	4	5	2	12	
	0%	8%	33%	42%	17%		
<b>Consistência</b>	0	0	1	0	11	12	
	0%	0%	8%	0%	92%		
<b>Significados</b>	0	0	1	5	6	12	
	0%	0%	8%	42%	50%		
<b>Compatibilidade</b>	0	0	1	5	6	12	
	0%	0%	8%	42%	50%		
<b>Total</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>14%</b>	<b>41%</b>	<b>42%</b>	<b>216</b>	

Legenda

N – Nunca, QN – Quase nunca, AV – As vezes, QS – Quase sempre, S – Sempre, T - Total

Grupo 2: Turma Ergonomia de Interface

## Grupo 3: Hacker industrial

<b>Questionário -TABULAÇÃO</b>	Hacker					
<b>Critérios</b>	<b>N</b>	<b>QN</b>	<b>AV</b>	<b>QS</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
<b>Presteza</b>	0	0	0	4	0	4
	0%	0%	0%	100%	0%	
<b>Agrupamento p localiz</b>	0	0	0	0	4	4
	0%	0%	0%	0%	100%	
<b>Agrupamento p formato</b>	0	0	1	1	2	4
	0%	0%	25%	25%	50%	
<b>Feedback</b>	0	0	0	4	0	4
	0%	0%	0%	100%	0%	
<b>Legibilidade</b>	0	0	0	1	3	4
	0%	0%	0%	25%	75%	
<b>Concisão</b>	0	0	0	1	3	4
	0%	0%	0%	25%	75%	
<b>Ações Mínimas</b>	0	0	0	3	1	4
	0%	0%	0%	75%	25%	
<b>Densidade iformacional</b>	0	0	0	1	3	4
	0%	0%	0%	25%	75%	
<b>Ações explicitas</b>	0	0	0	2	2	4
	0%	0%	0%	50%	50%	
<b>Controle do usuário</b>	0	0	3	1	0	4
	0%	0%	75%	25%	0%	
<b>Flexibilidade</b>	0	0	0	1	3	4
	0%	0%	0%	25%	75%	
<b>Experiência do usuário</b>	0	0	0	4	0	4
	0%	0%	0%	100%	0%	
<b>Proteção contra erros</b>	0	0	1	0	3	4
	0%	0%	25%	0%	75%	
<b>Mensagens de erro</b>	0	0	0	2	2	4
	0%	0%	0%	50%	50%	
<b>Correção de erros</b>	0	0	0	2	2	4
	0%	0%	0%	50%	50%	
<b>Consistência</b>	0	0	1	3	0	4
	0%	0%	25%	75%	0%	
<b>Significados</b>	0	0	0	2	2	4
	0%	0%	0%	50%	50%	
<b>Compatibilidade</b>	0	0	0	2	2	4
	0%	0%	0%	50%	50%	

<b>Questionário -TABULAÇÃO</b>	<b>EI</b>					
<b>Critérios</b>	<b>N</b>	<b>QN</b>	<b>AV</b>	<b>QS</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
<b>Presteza</b>	0	0	5	17	6	28
	0%	0%	18%	61%	21%	
<b>Agrupamento p localiz</b>	0	1	0	20	7	28
	0%	4%	0%	71%	25%	
<b>Agrupamento p formato</b>	0	3	6	13	6	28
	0%	11%	21%	46%	21%	
<b>Feedback</b>	0	5	7	8	8	28
	0%	18%	25%	29%	29%	
<b>Legibilidade</b>	1	0	5	8	14	28
	4%	0%	18%	29%	50%	
<b>Concisão</b>	0	3	5	8	12	28
	0%	11%	18%	29%	43%	
<b>Ações Mínimas</b>	0	1	9	13	5	28
	0%	4%	32%	46%	18%	
<b>Densidade iformacional</b>	2	3	6	6	11	28
	7%	11%	21%	21%	39%	
<b>Ações explicitas</b>	0	0	2	12	13	27
	0%	0%	7%	44%	48%	
<b>Controle do usuário</b>	1	2	8	11	6	28
	4%	7%	29%	39%	21%	
<b>Flexibilidade</b>	0	4	7	9	6	26
	0%	14%	27%	35%	23%	
<b>Experiência do usuário</b>	1	10	10	6	0	27
	4%	38%	37%	22%	0%	
<b>Proteção contra erros</b>	0	8	9	8	3	28
	0%	30%	32%	29%	11%	
<b>Mensagens de erro</b>	2	4	11	4	7	29
	7%	18%	38%	14%	24%	
<b>Correção de erros</b>	0	4	9	5	10	29
	0%	17%	31%	17%	34%	
<b>Consistência</b>	0	0	0	14	13	27
	0%	0%	0%	52%	48%	
<b>Significados</b>	0	3	4	11	10	28
	0%	11%	14%	39%	36%	
<b>Compatibilidade</b>	3	1	8	6	9	27
	11%	4%	30%	22%	33%	
<b>Total</b>	<b>2%</b>	<b>11%</b>	<b>22%</b>	<b>36%</b>	<b>29%</b>	<b>500</b>

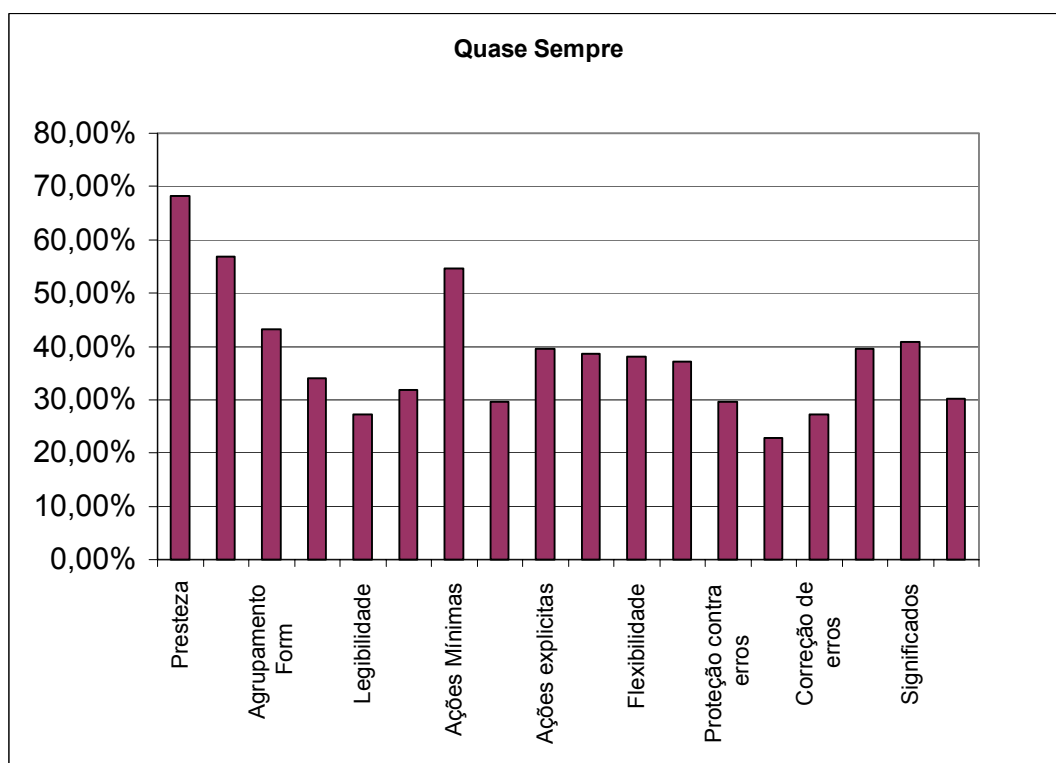
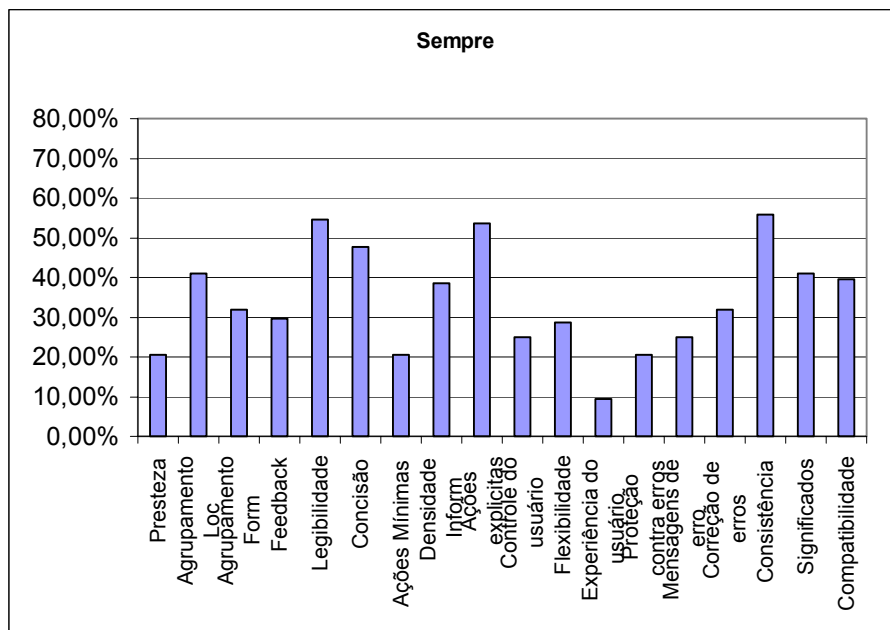
### Percentuais Finais do processo de avaliação

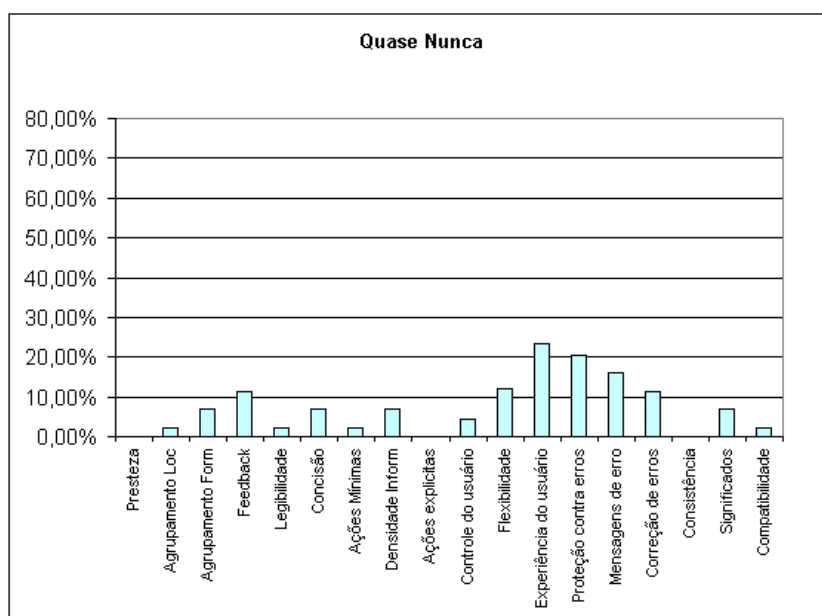
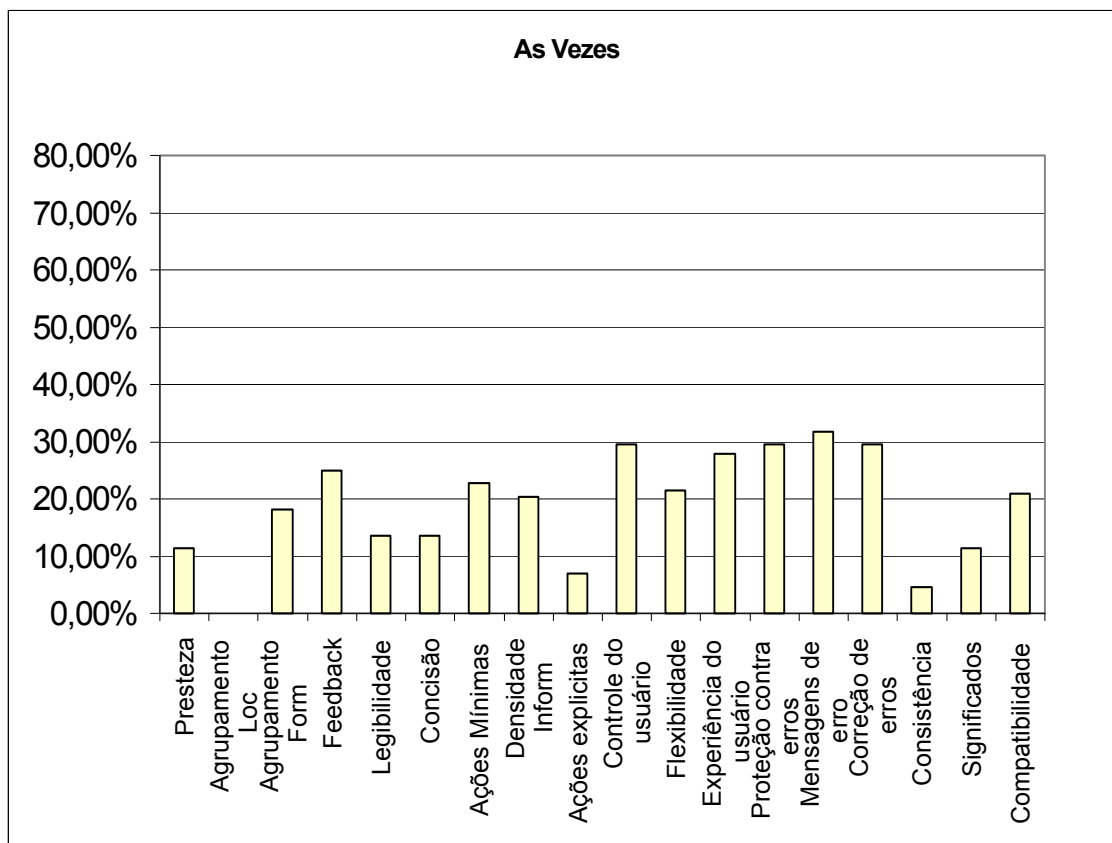
Questionário -TABULAÇÃO						
Critérios	N	QN	AV	QS	S	T
Presteza	0	0	5	30	9	44
	0,0%	0,0%	11,4%	68,2%	20,5%	100,0%
Agrupamento p localiz	0	1	0	25	18	44
	0,0%	2,3%	0,0%	56,8%	40,9%	100,0%
Agrupamento p formato	0	3	8	19	14	44
	0,0%	6,8%	18,2%	43,2%	31,8%	100,0%
Feedback	0	5	11	15	13	44
	0,0%	11,4%	25,0%	34,1%	29,5%	100,0%
Legibilidade	1	1	6	12	24	44
	2,3%	2,3%	13,6%	27,3%	54,5%	100,0%
Concisão	0	3	6	14	21	44
	0,0%	6,8%	13,6%	31,8%	47,7%	100,0%
Ações Mínimas	0	1	10	24	9	44
	0,0%	2,3%	22,7%	54,5%	20,5%	100,0%
Densidade iformacional	2	3	9	13	17	44
	4,5%	6,8%	20,5%	29,5%	38,6%	100,0%
Ações explicitas	0	0	3	17	23	43
	0,0%	0,0%	7,0%	39,5%	53,5%	100,0%
Controle do usuário	1	2	13	17	11	44
	2,3%	4,5%	29,5%	38,6%	25,0%	100,0%
Flexibilidade	0	5	9	16	12	42
	0,0%	11,9%	21,4%	38,1%	28,6%	100,0%
Experiência do usuário	1	10	12	16	4	43
	2,3%	23,3%	27,9%	37,2%	9,3%	100,0%
Proteção contra erros	0	9	13	13	9	44
	0,0%	20,5%	29,5%	29,5%	20,5%	100,0%
Mensagens de erro	2	7	14	10	11	44
	4,5%	15,9%	31,8%	22,7%	25,0%	100,0%
Correção de erros	0	5	13	12	14	44
	0,0%	11,4%	29,5%	27,3%	31,8%	100,0%
Consistência	0	0	2	17	24	43
	0,0%	0,0%	4,7%	39,5%	55,8%	100,0%
Significados	0	3	5	18	18	44
	0,0%	6,8%	11,4%	40,9%	40,9%	100,0%
Compatibilidade	3	1	9	13	17	43
	7,0%	2,3%	20,9%	30,2%	39,5%	100,0%
<b>Total</b>	<b>1,3%</b>	<b>7,5%</b>	<b>18,8%</b>	<b>38,3%</b>	<b>34,1%</b>	<b>100%</b>

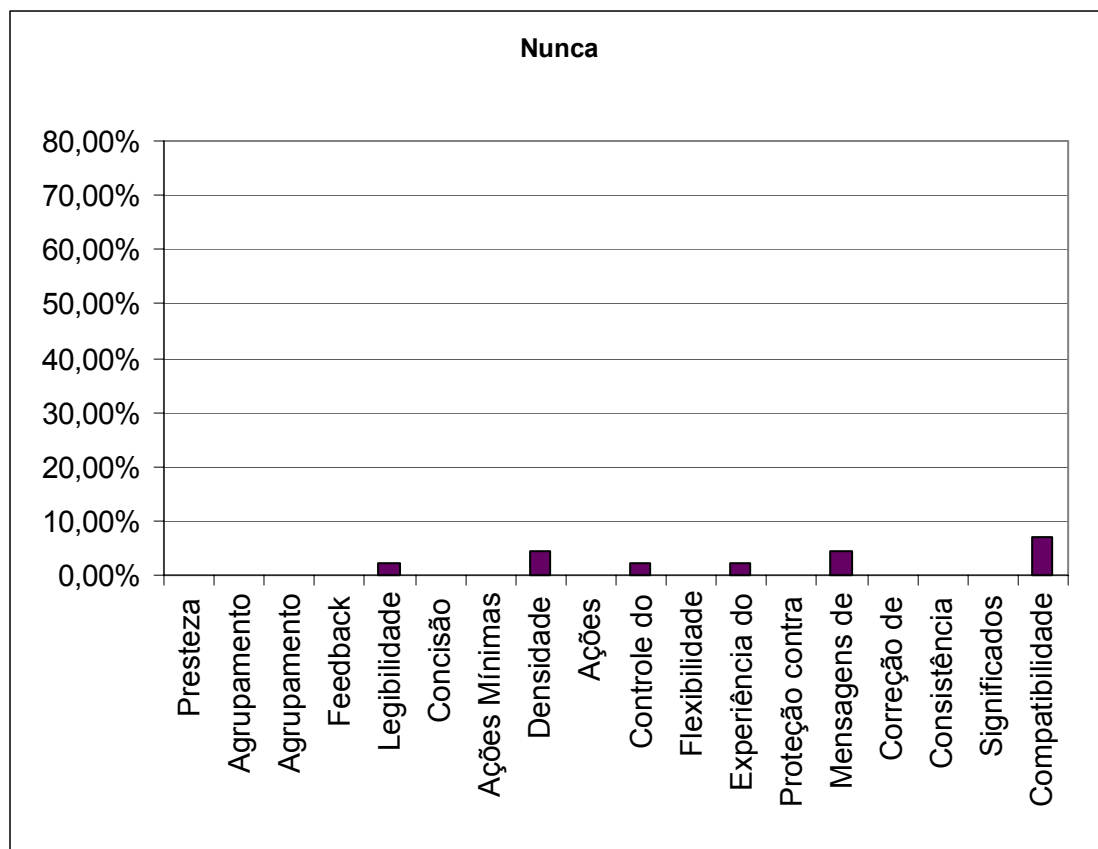
### Quadro estatístico geral - Resultado agrupado

Questionário - TABULAÇÃO	Av Gerais						Ei						Hacker											
	N	QN	AV	QS	S	T	N	QN	AV	QS	S	T	N	QN	AV	QS	S	T	N	QN	AV	QS	S	T
Presteza	0	0	0	9	3	12	0	0	5	17	6	28	0	0	0	4	0	4	0	0	5	30	9	44
	0%	0%	0%	75%	25%		0%	0%	18%	61%	21%		0%	0%	0%	100%	0%		0%	0%	11,4%	68,2%	20,5%	100,0%
Agrupamento p localiz	0	0	0	5	7	12	0	1	0	20	7	28	0	0	0	0	4	4	0	1	0	25	18	44
	0%	0%	0%	42%	58%		0%	4%	0%	71%	25%		0%	0%	0%	100%	0%		0%	2,3%	0,0%	56,8%	40,9%	100,0%
Agrupamento p formato	0	0	1	5	6	12	0	3	6	13	6	28	0	0	1	1	2	4	0	3	8	19	14	44
	0%	0%	8%	42%	50%		0%	11%	21%	46%	21%		0%	0%	25%	25%	50%		0%	6,8%	18,2%	43,2%	31,8%	100,0%
Feedback	0	0	4	3	5	12	0	5	7	8	8	28	0	0	0	4	0	4	0	5	11	15	13	44
	0%	0%	33%	25%	42%		0%	18%	25%	29%	29%		0%	0%	0%	100%	0%		0%	11,4%	25,0%	34,1%	29,5%	100,0%
Legibilidade	0	0	1	4	7	12	1	0	5	8	14	28	0	0	0	1	3	4	1	1	6	12	24	44
	0%	0%	8%	33%	58%		4%	0%	18%	29%	50%		0%	0%	0%	25%	75%		2,3%	2,3%	13,6%	27,3%	54,5%	100,0%
Concisão	0	0	1	5	6	12	0	3	5	8	12	28	0	0	0	1	3	4	0	3	6	14	21	44
	0%	0%	8%	42%	50%		0%	11%	18%	29%	43%		0%	0%	0%	25%	75%		0%	6,8%	13,6%	31,8%	47,7%	100,0%
Ações Mínimas	0	0	1	8	3	12	0	1	9	13	5	28	0	0	0	3	1	4	0	1	10	24	9	44
	0%	0%	8%	67%	25%		0%	4%	32%	46%	18%		0%	0%	0%	75%	25%		0%	2,3%	22,7%	54,5%	20,5%	100,0%
Densidade iformacional	0	0	3	6	3	12	2	3	6	6	11	28	0	0	0	1	3	4	2	3	9	13	17	44
	0%	0%	25%	50%	25%		7%	11%	21%	21%	39%		0%	0%	0%	25%	75%		4,5%	6,8%	20,5%	29,5%	38,6%	100,0%
Ações explicitas	0	0	1	3	8	12	0	0	2	12	13	27	0	0	0	2	2	4	0	0	3	17	23	43
	0%	0%	8%	25%	67%		0%	0%	7%	44%	48%		0%	0%	0%	50%	50%		0%	0%	7,0%	39,5%	53,5%	100,0%
Controle do usuário	0	0	2	5	5	12	1	2	8	11	6	28	0	0	3	1	0	4	1	2	13	17	11	44
	0%	0%	17%	42%	42%		4%	7%	29%	39%	21%		0%	0%	75%	25%	0%		2,3%	4,5%	29,5%	30,6%	25,0%	100,0%
Flexibilidade	0	1	2	6	3	12	0	4	7	9	6	26	0	0	0	1	3	4	0	5	9	16	12	42
	0%	8%	17%	50%	25%		0%	14%	27%	35%	23%		0%	0%	0%	25%	75%		0%	11,9%	21,4%	38,1%	28,6%	100,0%
Experiência do usuário	0	0	2	6	4	12	1	10	10	6	0	27	0	0	0	4	0	4	1	10	12	16	4	43
	0%	0%	17%	50%	33%		4%	38%	37%	22%	0%		0%	0%	0%	100%	0%		2,3%	23,3%	27,9%	37,2%	9,3%	100,0%
Proteção contra erros	0	1	3	5	3	12	0	8	9	8	3	28	0	0	1	0	3	4	0	9	13	13	9	44
	0%	8%	25%	42%	25%		0%	30%	32%	29%	11%		0%	0%	25%	0%	75%		0%	20,5%	29,5%	29,5%	20,5%	100,0%
Mensagens de erro	0	3	3	4	2	12	2	4	11	4	7	29	0	0	0	2	2	4	2	7	14	10	11	44
	0%	25%	25%	33%	17%		7%	18%	38%	14%	24%		0%	0%	0%	50%	50%		4,5%	15,9%	31,8%	22,7%	25,0%	100,0%
Correção de erros	0	1	4	5	2	12	0	4	9	5	10	29	0	0	0	2	2	4	0	5	13	12	14	44
	0%	8%	33%	42%	17%		0%	17%	31%	17%	34%		0%	0%	0%	50%	50%		0%	11,4%	29,5%	27,3%	31,8%	100,0%
Consistência	0	0	1	0	11	12	0	0	0	14	13	27	0	0	1	3	0	4	0	0	2	17	24	43
	0%	0%	8%	0%	92%		0%	0%	0%	52%	48%		0%	0%	25%	75%	0%		0%	0%	4,7%	39,5%	55,8%	100,0%
Significados	0	0	1	5	6	12	0	3	4	11	10	28	0	0	0	2	2	4	0	3	5	18	18	44
	0%	0%	8%	42%	50%		0%	11%	14%	39%	36%		0%	0%	0%	50%	50%		0%	6,8%	11,4%	40,9%	40,9%	100,0%
Compatibilidade	0	0	1	5	6	12	3	1	8	6	9	27	0	0	0	2	2	4	3	1	9	13	17	43
	0%	0%	8%	42%	50%		11%	4%	30%	22%	33%		0%	0%	0%	50%	50%		7,0%	2,3%	20,9%	30,2%	39,5%	100,0%
Total	0%	3%	14%	41%	42%	216	2%	11%	22%	36%	29%	500	0%	0%	8%	47%	44%	72	1,3%	7,5%	18,8%	38,3%	34,1%	100%









### Perguntas abertas

#### Questionário – Considerações dos avaliadores

**25. No processo de interação para modelagem 3D na interface gráfica do Solidworks 2003, quanta atividade mental e perceptiva é necessária (p. ex. raciocinar, pensar, decidir, calcular, lembrar, procurar, etc.)? Você atribui níveis: alto, médio ou baixo.**

#### Avaliadores Ergonomia de interface

- 1 Raciocinar alto, decidir médio, calcular médio.
- 2 É médio o nível de atividade mental
- 3 Médio
- 4 Alto
- 5 Alto
- 6 Raciocínio:alto, calcular: médio, lembrar:médio
- 7 nada
- 8 Médio, é necessário um raciocínio da ordem de comandos
- 9 alto nível de raciocínio principalmente
- 10 médio
- 11médio
- 12 exige nível alto, o sistema não é dedutivo
- 13 raciocinar, decidir, calcular: nível médio
- 14 de médio a alto
- 15 médio
- 16 alto
- 17 Perceber médio, lembrar alto, efetuar baixo
- 18 alto
- 19 médio, pois ele mantém o sólido distante do usuário
- 20 alto

- 21 alto
- 22 depende do conhecimento do usuário, nas primeiras interações, alto
- 23 é preciso pensar no que se quer fazer, calcular e no meu caso lembrar e procurar porque tem algumas coisas que esqueço, nível médio
- 24 alto
- 25 nível médio
- 26 médio
- 27 médio
- 28 alto

#### **Avaliadores Gerais**

- 1 médio
- 2 médio
- 3 Médio
- 4 Depende da qualificação e experiência do usuário com a ferramenta. (baixo)
- 5 média
- 6 Alto
- 7 O *software* é bastante intuitivo, porém é necessário ter um conhecimento básico em desenho. nível: médio
- 8 Alto
- 9 Médio
- 10 Médio
- 11 Alto
- 12 medio

#### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 É importante destacar que de nada vale um poderoso *software* de trabalho se o projetista ou desenhista ser desprovido de experiência e conhecimento em seu ramo de atividade. A plataforma 3D do SolidWorks possibilita análises rápidas e eficientes no projeto, dando ao projetista capacidade de detectar erros em melhorar o produto, sendo assim mais fácil de raciocinar, pensar novas opções para o projeto baixando custos.
- 2 Médio
- 3 médio
- 4 médio

### **26. A execução da tarefa de modelar no Solidworks 2003 é: fácil ou difícil; simples ou complexa; muito exigente ou pouco exigente?**

#### **Avaliadores turma ergonomia de interfaces**

- 1 Dificuldade média, não é muito simples
- 2 Complexa e exigente. É necessário ser um iniciado em modelagem.
- 3 Depende do que vai ser modelado.
- 4 Difícil, complexa e muito exigente.
- 5 Fácil, complexa e muito exigente
- 6 Fácil, simples mas muito exigente
- 7 Para quem conhece GD, é uma tarefa fácil, simples e pouco exigente
- 8 É simples assim que se compreende os eixos X,Y,Z e a visualização racional. Mas se quiser projetar algo mais complexo, pode dificultar
- 9 Depende da modelagem formas orgânicas são difíceis
- 10 complexa
- 11 fácil, simples, muito exigente
- 12 fácil, complexa, pouco exigente (depende muito da modelagem)
- 13 fácil, simples e muito exigente
- 14 difícil, complexa e muito exigente
- 15 fácil, para usuários que possuem contato 3D
- 16 difícil, complexa e muito exigente
- 17 para objetos simples, fácil. Para objetos complexos, complexa
- 18 complexa, pouco exigente
- 19 complexa, pouco exigente e difícil. Requer não grande conhecimento, mas muito tempo

- 20 complexa
- 21 difícil
- 22 é complexa e exigente quando não se conhece o muito do *software*
- 23 é um pouco complexa e exigente, porém não é difícil, seria médio
- 24 difícil, e, com uma certa complexidade
- 25 fácil, simples, com exigência razoável
- 26 dependendo do que for fazer ele é bastante fácil
- 27 muito exigente, complexo e difícil
- 28 difícil, complexa e muito exigente

### **Avaliadores Gerais**

- 1 Fácil, simples e pouco exigente
- 2 Fácil, simples e muito exigente
- 3. Fácil
- 4 É fácil, porem uma modelagem de qualidade exige disciplina e raciocínio estruturado
- 5 fácil
- 6 Simples para usuários que já tem alguma experiência neste tipo de atividade
- 7 FÁCIL
- 8 Fácil, simples e exigente
- 9 É fácil, simples e pouco exigente, na maioria das modelagens.
- 10 Para as três opções, a resposta seria "Médio".
- 11 Difícil, complexa e muito exigente
- 12 Simples, porem exige pratica

### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 Partido do ponto em que o você conhece o *software* e suas ferramentas de trabalho e seu objetivo final do produto, o solidworks é com certeza muito fácil de trabalhar, simples e vai exigir muito pouco do operador.
- 2 Fácil
- 3 Fácil
- 4 Pouco exigente

### **27. Você teve que trabalhar muito (mentalmente e fisicamente) para atingir o seu atual nível de desempenho para desenvolver tarefas no Solidworks 2003.**

#### **Avaliadores Turma Ergonomia de interfaces**

- 1 Sim, a prática trás mais conhecimento sobre o *software*
- 2 Um bocado. No inicio eu desconhecia todos os comandos
- 3 Não
- 4 Na época que utilizei sim, porém não uso mais
- 5 Trabalho pouco tempo, sou leigo
- 6 Não, é de fácil aprendizado para quem conhece um pouco de teoria 3D
- 7 sim
- 8 Sim foi complicado no inicio e depois tive um desenvolvimento autodidata incrível. Experimentando as funções evolui muito.
- 9 sim, e estou ainda distante do objetivo
- 10 um pouco mentalmente até compreender os comandos e as seqüências
- 11 sim
- 12 mais ou menos
- 13 mais ou menos. Tem que se acostumar com o sistema
- 14 sim
- 15 não, mas não foi fácil, é necessário ter dedicação
- 16 sim
- 17 +/- porém, tive instrução direta
- 18 pouco
- 19 Sim, muita previsão e preparação para definir o trabalho
- 20 sim
- 21 sim
- 22 sim

23 diria, que bastante, se tivesse me empenhado mais, não teria esquecido tantas coisas.

24 sim

25 não

26 um pouco

27 não

28 grande esforço

### **Avaliadores Gerais**

1 médio

2 sim

3 Não

4 O nível de exigência e complexidade da tarefa a ser executada e a vontade de fazer um trabalho de qualidade dita o grau de esforço e empenho do usuário, isto é muito relativo. Se vc deseja uma melhoria contínua estará sempre pensando e testando maneiras de otimizar o trabalho com a ferramenta. O *software* é bastante flexível e intuitivo, basta o tutorial e vc aprende a usar, naturalmente com o tempo vc aprimora.

Para trabalho de alto nível é interessante a troca de experiência com outros usuários.

5 não

6 Um pouco

7 Não. o aprendizado foi simples. o tutorial do solidworks é bem complexo, porém está em inglês

8 Sim

9 Tendo os conhecimentos básicos, adquiridos em curso, com a ajuda do "Help" ficou fácil conhecer as ferramentas que o Solid Works oferece, suficientes para um bom trabalho na área da engenharia. Não foi necessário trabalhar muito.

10 Sim. Para concluir meu trabalho final de modelagem II.

11 SIM

12 Bastante, principalmente fisicamente

### **Avaliadores - Hacker Industrial**

1 Eu atribuo meu desempenho atual no *software* a experiência em trabalho no mesmo, porém devo salientar que houve um esforço de minha pessoa em estudar e buscar melhores formas de utilização do programa

2 Médio

3 Não

4 Nível médio

## **28. Quanto à performance. O quão bem sucedido você acha que é em atingir os objetivos das tarefas solicitadas. O quão satisfeito você ficou com a sua performance ao atingir esses objetivos?**

### **Turma Ergonomia de Interfaces**

1 Razoavelmente

2 Geralmente me dou muito bem com objetos mecânicos.

3 Razoavelmente bem sucedido

4 não fui bem sucedida, meu desempenho foi regular e não atingi vários objetivos

5 Trabalho pouco tempo, sou leigo

6 Bem sucedido na execução, mas a performance pode melhorar bastante

7 consegui atingir quase todos os meus objetivos, com algum esforço.

8 Fiquei bem satisfeita, mas encontro ainda algumas limitações do programa

9 trabalhando com formas mecânicas, tive ótima performance (acho)

10 bastante satisfeita

11 bem sucedido, muito satisfeito

12 Na maioria das vezes atinjo os objetivos e fico muito satisfeita

13 atinji meus objetivos bem rápidos, criei empatia com o *software*

14 nível razoável de satisfação

15 realizado, com relação a modelagem, não com a renderização

16 médio

- 17 pouco satisfeito
- 18 pouco satisfeito
- 19 completamente, foi possível atingir todas as metas definidas
- 20 nada satisfeito
- 21 satisfação +/-
- 22 satisfação média
- 23 quando cursei a disciplina de mod2 e trabalhei com o solidworks consegui realizar 95% do que queria, mas gostaria de ter solucionado o que não consegui
- 24 satisfatório
- 25 boa performance
- 26 para minha área ele é limitado em alguns aspectos não fiquei satisfeito
- 27 muito satisfeita
- 28 não fui bem sucedida porque não consegui atingir a todos os objetivos das tarefas solicitadas

### **Avaliadores Gerais**

- 1 Sempre consegui atingir meus objetivos
- 2 Bem sucedido e bem satisfeito com resultados
- 3 Me sinto satisfeito com a performance quanto aos objetivos atingidos
- 4 Bastante satisfeito. Do ponto de vista de processamento acho fundamental uma versão Linux, pois o Windows consome muito recurso de hardware diminuindo o desempenho.
- 5 Bem sucedido e satisfeito
- 6 Fiquei satisfeita, fui bem sucedida na maioria das vezes
- 7 O atingimento dos objetivos sempre foram satisfatórios. fiquei muito satisfeito com a performance
- 8 Bastante satisfeito
- 9 Senti-me bem sucedido e bastante satisfeito com minha performance.
- 10 Não acho que esteja satisfeita. Sei que ainda devo aprender mais sobre o *Software*.
- 11 Bastante satisfeito
- 12 Não muito satisfeita, pois é preciso praticar mais.

### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 Na utilização do *Software* na empresa, eu o julgo 100% eficiente para tarefas em seu objetivo, sendo minha auto-avaliação também de 100% considerando tempo gasto de serviço, qualidade e eficiência do mesmo.  
Devo afirmar que este julgamento é para tarefas definidas a serem executadas pelo SolidWorks, já que utilizamos outros *softwares* para tarefas nos quais o solidworks não é o melhor caminho para nosso objetivo de projeto.
- 2 Fico muito satisfeito com os objetivos alcançados
- 3 Gostei
- 4 Feliz

**29. Quanto ao nível de frustração. O quão inseguro, desencorajado, irritado, tenso e aborrecido versus seguro, animado, contente, descontraído, satisfeito você se sente durante a execução de tarefas no Solidworks 2003.**

### **Turma ergonomia de interfaces**

- 1 Na maioria das vezes irritada (não é uma atividade que me dá muito prazer)
- 2 Me sinto inseguro em realizar projetos muito complexos, formas com curvas por ex.
- 3 ..... por me ser apropriado para trabalhar em design gráfico.
- 4 Por vezes irritada, tensa e insegura pois não era bem sucedida
- 5 Trabalho pouco tempo, sou leigo
- 6 Insegurança, por não conhecer totalmente o *software* e ter pouca prática, mas para o que precisei fazer finquei animada e descontraída
- 7 Por não conhecer alguns comandos, algumas tarefas foram mais difíceis de serem atingidas
- 8 me sinto segura, mas não tão animada
- 9 em formas orgânicas e detalhadas, altamente frustrante

- 10 descontraído
- 11 irritado quando ocorrem erros, desencorajado pela dificuldade de resolvê-los
- 12 Muitas vezes irritada por ter que começar tudo de novo quando acontece um erro ou quando a tarefa exige muitos detalhes na especificação
- 13 Não me senti frustrada, apenas as vezes tinha falta de atenção
- 14 médio, inseguro e desencorajado, muito irritado tenso e aborrecido]
- 15 não finquei frustrado, o programa desenvolve bem os comandos finquei mais satisfeito do que desencorajado
- 16 muito irritado e tenso
- 17 Nada satisfeito, trabalhoso e pouco recofortante
- 18 bastante frustrado
- 19 muito pouco, o trabalho é empolgante
- 20 muito irritada e tensa
- 21 não consegui alcançar o nível de segurança
- 22 um pouco insegura e aborrecida no processo, mas contente com os resultados alcançados
- 23 hoje, depois de um tempo se uso,sinto-me insegura e persistente p/ tentar lembrar
- 24 algumas tarefas são complicadas, mas sem muito mistério p/ ser resolvidos
- 25 em determinadas ocasiões
- 26 como já foi dito na minha área ele é um pouco limitado, mas quando o trabalho é mais voltado para cálculos e medidas fico bastante satisfeito
- 27 ver
- 28 me senti animada, descontraída porém insegura quanto a minha performance

#### **Avaliadores Gerais**

- 1 Me sinto descontraído, pois a interface é de fácil utilização
- 2 Bem seguro, animado, pouco tenso, bem animado e bem descontraído
- 3 Na minha opinião o *software* permite mais satisfação do que decepção
- 4 Sem problemas
- 5 Não me sinto inseguro
- 6 As vezes estive um pouco insegura
- 7 N/A
- 8 Contente
- 9 O nível de frustração é baixo. Geralmente as tarefas são executadas facilmente, e quando há dificuldade, o menu de Ajuda oferece o apoio necessário. Foram raras as tarefas cuja dificuldade foi maior.
- 10 Não me sinto satisfeita com o processo de renderização do solidworks.
- 11 Animado
- 12 Muito mais irritado do que satisfeito e animado, devido aos erros e não saber solucionar-los sem ajuda de outra pessoa.

#### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 É visto que na maioria dos *softwares* em suas versões iniciais em meu conhecimento sofrem melhoramentos com service packs, relevando isto, considero o solidworks seguro, muito interativo e um bom ambiente de trabalho.
- 2 Sinto-me mais satisfeito do que insatisfeito, mas as vezes em alguns casos, devido alguns "bugs" do *software* fico bastante irritado
- 3 Irritado
- 4. Contente

### **29. Sucintamente, em relação à qualidade ergonômica na interface gráfica do Solidworks 2003:**

#### **a - Quais suas principais qualidades.**

#### **Turma Ergonomia de Interfaces**

- 1 Feedback imediato, legibilidade e ícones representativos
- 2 É bem complicado e não amedronta (muito) o usuário iniciante com 500 janelas se abrindo.
- 3 Todos os passos ficam registrados, permitindo ser alterado a qualquer momento.
- 4 Presteza, significados e precisão.
- 5 Trabalho pouco tempo, sou leigo, sem tempo suficiente para opinar



- 6 ícones bem representativos e organizados funcionalmente, deixa disponível apenas as opções para aquelas tarefas, consistência no layout e nas caixas de dialogo
- 7 Facilidade de localização dos comandos e customização da interface
- 8 Lay out da área de trabalho – fundo branco liso e visualização de todos os ângulos. É ergonômico por permitir um usuário médio a chegar a resultados ótimos. É consistente, legível, flexível e tem compatibilidade.
- 9 organização visual na tela, clareza da tela principal
- 10 boa decisão de botões por grupos semelhantes de ações, boa visualização, várias maneiras de se fazer a mesma coisa
- 11 boa disposição agrupamento das ferramentas, do layout. Resposta rápida à ação do usuário. Permite uma fácil localização de onde se está no processo
- 12 depois que se aprender a usar, os ícones são de fácil identificação. Fácil utilização em relação a outros *softwares* 3D
- 13 a interface é agradável, de fácil percepção. Os blocos de informação são bem acessíveis
- 14 uma tela pg somente para o trabalho com orientação da arvore de gerenciamento sempre presente(sketchs)
- 15 possui uma interface condizente com as aplicações do programa e com a área de atuação, com um nível relativamente fácil de manuseio
- 16 Modelagem técnica
- 17 está dentro do padrão windows
- 18 interface simples
- 19 acessibilidade dos ícones e funções, demora para pegar o jeito, mas em seguida a usabilidade se torna fácil
- 20.....
- 21 é muito bom p/ modelar um produto pronto par uma industria
- 22 bom para modelar peças para engenharia e produtos mais geométricos
- 23 a iterface é boa, bem apresentável, facilita a localização dos botões, mostra os passos feitos
- 24.....
- 25 bom feedback, homogênea, boa condução
- 26 ícones de fácil entendimento
- 27 simplicidade, clareza
- 28 presteza, concisão, ações mínimas e significados

#### **Avaliadores Gerais**

- 1 Ambientes integrados, facilidade no uso de teclas de atalho, lógica entre componentes.
- 2 Organização da informação. Cores para diferenciar. Posicionamento das informações semelhantes
- 3 Permitir uma menor dificuldade nos passos iniciais do processo de modelagem o que e muito importante e menos frustrante
- 4 Bastante intuitivo fácil de usar e aprender, bons recursos de modelagem
- 5 Consistência e uniformidade
- 6 Flexibilidade, Consistência, Concisão
- 7 Layout simples. tela organizada
- 8 Ícones, menus dinâmicos, alteram as suas características de forma de acompanhar as ações do usuário
- 9 Compatibilidade e interação entre os diferentes ambientes de trabalho. O tutorial e o menu de ajuda são bem elaborados e explicativos, o que minimiza o problema da falta de orientação quando há erro.
- 10 A disposição dos planos e das ações executadas no lado esquerdo da tela simplifica a organização do raciocínio e ajuda no desempenho da tarefa de modelar.
- 11 Interface moderna que leva em conta aspectos ergonômicos
- 12 O fundo azul é bem melhor do que o fundo branco, a possibilidade de trocar de cor ao selecionar uma linha ajuda a distinguir a linha selecionada, o uso das cores nas ferramentas são bastante visíveis.

#### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 Plataforma 3D simples de modelar.
- Montagem de conjuntos mecanicos rápida e simples.
- 2 organização das ferramentas, facilidade na execução das tarefas
- 3 a facil interpretação

4 mais eficiente que outros programas

### **b - Quais seus principais problemas.**

#### **Avaliadores Turma Ergonomia de Interfaces**

1 Algumas vezes não é possível realizar uma tarefa e o programa não diz aonde está o erro.

*Software* muito complexo para iniciantes, sem conhecimento prévio.

2 Rigidez quanto a forma de modelar, pois, necessita sempre da caixa de dialogo

3 A densidade informacional e a ambigüidade dos ícones

4 Mensagens de erro, proteção contra erros e compatibilidade

5 Trabalho pouco tempo, sou leigo, sem tempo suficiente para opinar

6 Só prevê o erro na hora da validação, as unidades de medidas não ficam claras e são pouco flexíveis, pouco auxilio na correção de erros.

7 Mensagens de erro poderiam ter uma linguagem menos técnica

8 As mensagens de erro são muito difíceis de entender. Não te levam à solução> Não é muito versátil em opções mais orgânicas, ficando preso as formas geométricas. Tem muita densidade informacional, mas ao menos tem significados explícitos. Um problema ergonômico é o uso de muitas cores.

9 menus confusos, ferramentas complexas e sem explicação

10 muito pesado, não exporta com qualidade muito boa

11 as cotas são confusas. Falta de orientação de onde cotar, onde faltam cotas e onde sobram, exige muita atenção a pequenos detalhes, que quando esquecidos geram uma janela de erro com muito texto, e em inglês, o que dificulta sua detecção do erro

12 Não ajuda e nem orienta na hora de corrigir um erro. Tarefas + complexas exigem muitos detalhes

13 gosto da interface

14 Falta orientação textual e os códigos(botões, ferramentas e ícones) são inconsistentes. O

*software* é meio "BURRO" não faz ou entende nada sozinho e não há ajuda para correção/gestão de erros

15 não é tão simples de ser compreendido para um usuário que não possui interação com a modelagem 3D

16 modelagem orgânica

17 utilização demasiada de ícones: dificulta a leitura de usuários inexperientes

18 pouca maleabilidade

19 grande dificuldade para se auto explicar. Usuários completamente novatos poderão ficar frustrados e, iniciantes no 3D poderão desistir.

20 o usuário tem que saber sobre modelagem, escolha de planos, etc, para poder manipular o *software*

21 não abre um arquivo em outros programas, ele limita a criatividade do designer, é mais indicado p/ engenharia

22 não abre os arquivos em outros programas, não possibilita trabalhar com formas orgânicas, exigindo a criatividade dos designers

23 problema, nas mensagens de erro, diz que não é possível fazer mas não apresenta um caminho para tentar soluçona-lo

24.n/a

25 alguns ícones muito pequenos

26 quando ocorre um erro o programa não ajuda a encontrar um caminho para suprir aquele erro

27 caminhos percorridos, erros (não demonstra onde está o erro)

28 mensagens de erro, proteção contra erros, compatibilidade

#### **Avaliadores Gerais**

1 Às vezes não indica o problema ocorrido

2 Certa dificuldade de compreensão da informação ao cometer um erro.

3 Na minha opinião e mostrar onde estão os erros após a concepção dos sketches de base

4 Algumas mensagens de erros poderiam ser mais precisas e objetivas, a indicação de um erro por ex no sketch poderia ser melhor indicada (mais destacada na área gráfica). É importante melhorar a estabilidade e confiabilidade em montagens

- 5 Não existir ainda uma versão em Português.
- 6 Mensagens de erro, Feedback
- 7 Em uma modelagem complexa, o solidworks fica um pouco “poluído”.
- 8 Problemas iniciais para se adequar a estrutura de comandos.
- Migração de outro sistema (AutoCAD) com outras filosofia de interface.
- 9 Os agrupamentos de formatos para poucas opções são um pouco confusos, o que causa uma demora um pouco maior ao procurar a ferramenta. Para alguns erros, há dificuldade de diagnosticá-los.
- 10 A grande quantidade de ícones e a dificuldade de distribuí-los de forma prática.
- 11 Excesso de informações
- 12 A caixa de dialogo após um erro do usuário, não é muito legível e pratica, e a necessidade de desativar uma ferramenta pra poder utilizar outra, como por exemplo a de rotação que é bastante utilizado no assembly, seria interessante apenas clicar fora do objeto, para a ferramenta se desativar

#### **Avaliadores - Hacker Industrial**

- 1 Incompatível para projetar em 2d
- 2 a maioria dos problemas surgem no detalhamento como por exemplo, não aparecem as linhas de rosca, não é possível esconder arestas indesejáveis em alguns casos, e também com respeito a grandes montagens, os arquivos ficam extremamente pesados, tornando bastante lento o trabalho.
- 3 ?
- 4 em branco

### **31. Os ícones são representativos para a realização das tarefas, não existe ambigüidade e são facilmente registrados na memória.**

#### **Avaliadores Turma ergonomia de Interfaces**

- 1 Na maioria dos casos sim.
- 2 Nem tanto, faz-se necessário colocar o mouse em cima do ícone para compreensão da ferramenta. Após isso, é relativamente fácil a memorização do ícone.
- 3 Não, acho que os ícones são ambíguos e isso é um problema.
- 4 Com o uso e práticas contínuas, os ícones se tornam claros, mas existem alguns bem semelhantes em forma e ou cor, que mesmo com o tempo às vezes confundem
- 5 + ou menos
- 6 Os ícones são bem formulados, mas alguns podem ser melhorados. A ambigüidade não existe e são bem diretos em sua representação.
- 7 sim
- 8 registram-se facilmente na memória, alguns como VF,VL são bem facilmente entendidas, outros na parte de photwork e surfaces não são claras na primeira vez
- 9 relativamente,alguns menus possuem ícones extremamente parecidos, confundindo o usuário
- 10 nem sempre, alguns ícones são bastante parecidos
- 11 os ícones são bem representativos, o usuário iniciante suspeita de sua função, e fica contente com o resultado da ação
- 12 são facilmente registrados
- 13 para mim, são facilmente distinguíveis e representativos
- 14 definitivamente não
- 15 sim, os ícones são de fácil memorização, possibilitando o aprendizado contínuo do usuário. Os ícones não apresentam ambigüidade frente a interface do programa, mas podem apresentar em um primeiro contato.
- 16 não, são pequenos e com as mesmas cores, o que dificulta a diferenciação
- 17 Não: difíceis de compreender e de assimilar. Não há destaque para os ícones de maior importância
- 18 são bem resolvidos, os ícones são muito bons
- 19 Sim, mas eles requerem um pequeno conhecimento da área de modelagem. Para um usuário típico de 3D, eles são fáceis de absorver.

20 se vc usa o *software*

21 os ícones são satisfatórios

22 a maioria dos ícones é representativa, mas é preciso ter pelo menos conhecimento prévio em alguns assuntos.

23 os ícones são representativos e facilitam a memorização. Localizei-os facilmente, só tive problemas nas ações

24 .....

25 sim

26 sim

27 sim

28 com o uso e pratica continuas, os ícones se tornam bem claros, mas há alguns bem semelhantes em forma e cor, que mesmo com o tempo ainda confundem.

#### **Avaliadores Gerais**

1 Os ícones são bons, mas existe alguns que se assemelham, pela variedade de funções do *software*

2 Grande parte deles são de fácil entendimento e memorização

3 De um modo geral os ícones são facilmente memorizados

4 Sim

5 sim

6 Sim

7 SIM.

8 Sim

9 Na grande maioria dos ícones

10 Os mais importantes e utilizados sim. Porém, ao se realizar uma tarefa incomum, torna-se um pouco difícil de se localizar o ícone adequado.

11 Às vezes

12 Algumas sim, por exemplo a tesoura, porem outras são facilmente registradas somente após a sua utilização, como por exemplo a ferramenta sketch mirror, representada por um sino, porem sua nomenclatura é bastante obvia.

Espero que eu tenha ajudado para a sua tese de doutorado, muito interessante essa abordagem. Boa sorte!!!

#### **Avaliadores - Hacker Industrial**

1 Quanto á representatividade dos ícones, minha opinião é de que são bem sugestivos enquanto a sua função, sendo assim de fácil memorização.

2 correto

3 sim

4 sim

### **Dados obtidos através do *checklist* – Técnica analítica Perfil dos avaliadores**

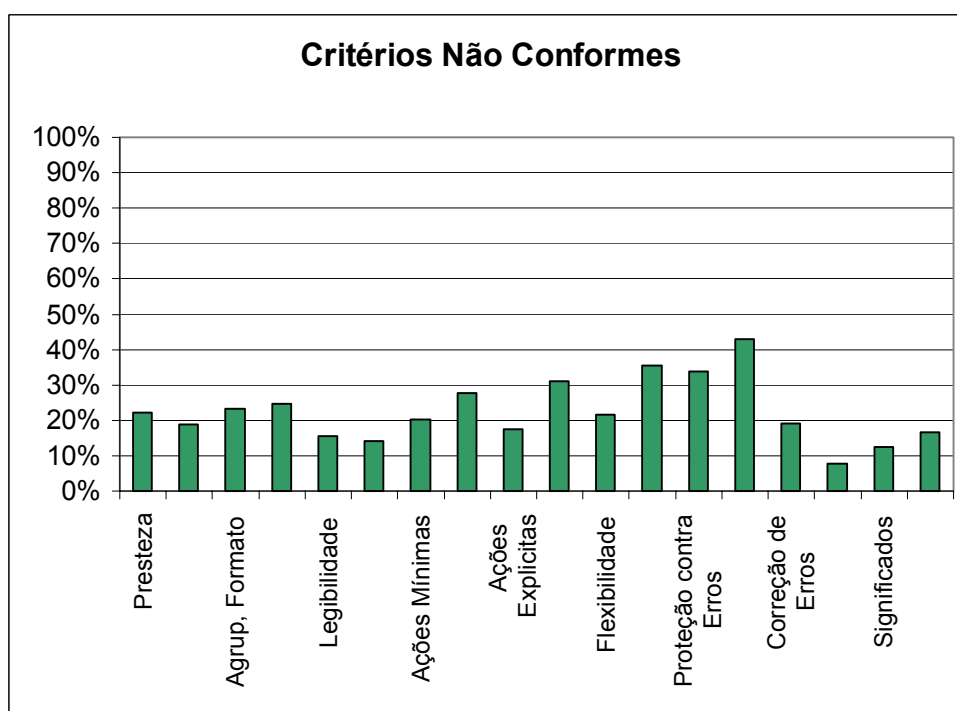
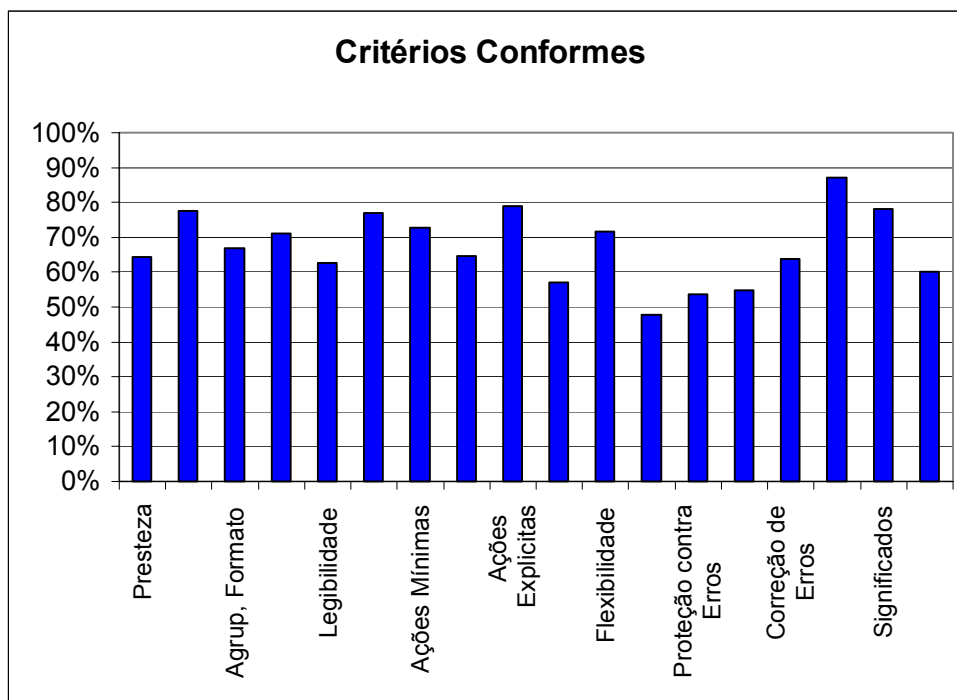
Foram realizadas 36 avaliações analíticas, através da aplicação do Ergolist. Os avaliadores foram agrupados em três grupos distintos:

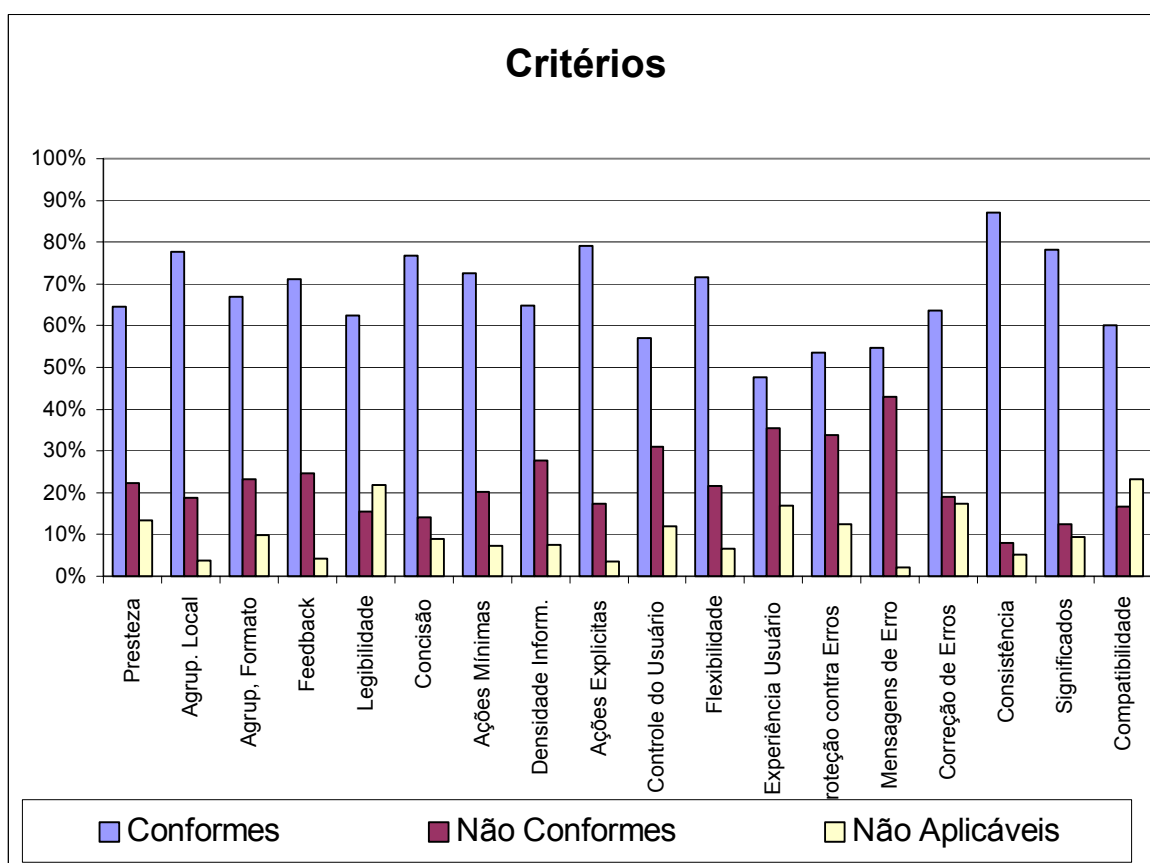
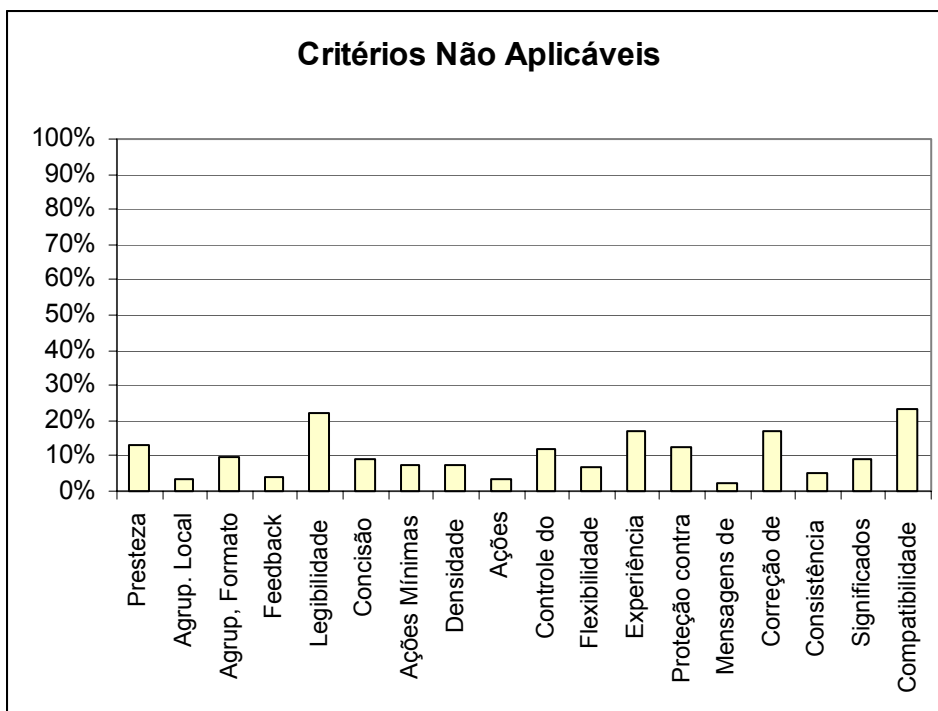
O primeiro grupo, denominado avaliadores gerais constituí-se de professores, alunos de graduação em engenharia, alunos de pós-graduação e alunos do curso de graduação em design, não matriculados na disciplina Ergonomia de interface ou Modelagem II;

O segundo grupo foi constituído por alunos da disciplina Modelagem II, disciplina obrigatória do currículo do curso de graduação em Design Gráfico, disciplina que trabalha com a ferramenta gráfica Solidworks; objeto deste trabalho de pesquisa;

O terceiro grupo

Questões fechadas  
Estatística dos dados





## Ensaio de interação – Técnica empírica

Foram realizados cinco ensaios de interação de acordo com as recomendações constantes neste trabalho. Os ensaios foram executados em laboratório, o processo de verbalização ocorreu simultaneamente à execução das tarefas, e as anotações foram registradas através de lápis e papel, o condutor registrou todos os procedimentos e verbalizações consideradas importantes para o contexto do processo de avaliação, os participantes avaliadores do processo de avaliação possuíam o seguinte perfil acadêmico e social.

### Formação

- 03 Três alunos de graduação em Engenharia Mecânica - 4ª Fase.
- 01 aluno de Engenharia de Produção - 4ª Fase.
- 01 aluno do curso de graduação em design Gráfico - 7ª Fase.

### Idade

- 4 são da faixa de idade até 20 anos e 1 entre 21 e 30 anos.

### Sexo

- 3 são do sexo masculino, 2 do sexo feminino

### Tempo de utilização do aplicativo

Tempo médio =  $1,6 + 2,6 + 0,8 + 1 = 1,4$  ano de experiência.

Como foi o primeiro contato com o sistema

- 4 são autodidatas, 1 conheceu o aplicativo através da disciplina Modelagem II – Curso de Design Gráfico.

Empresa/Instituição	Avaliadores
UFSC	5
	<b>5</b>

EI: Turma de Ergonomia de Interface - 5ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

Mod: Turma de Modelagem II - 4ª Fase do curso de Design Gráfico da UFSC

AG – Avaliadores Gerais (Professores, alunos de graduação em Engenharia, Alunos de Pós Graduação)

### Distribuição por Idade.

Idade	Até 20	21-30	31-40	41-50	Total
UFSC	4	1			5
<b>Total</b>		<b>1</b>			<b>5</b>

### Sexo.

Sexo	Masculino	Feminino	Total
	3	2	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

### Nível de escolaridade.

	Técnico	Estudante Graduação	Mestre	Doutor	Total
UFSC		5			5
<b>Total</b>		<b>5</b>			<b>5</b>

Tipo de ocupação.

	<b>Estudante</b>	<b>Professor</b>	<b>Engenheiro</b>	<b>Desenhista (CT)</b>	<b>Total</b>
Eng Mecânica	3				3
Eng Produção	1				1
Design	1				1
<b>Total</b>	<b>5</b>				<b>5</b>

Tempo que é usuário do Solidworks.

	<b>Tempo de utilização</b>		<b>Media</b>
UFSC	1,6+2,6+0,8+1	6,0	1,5
<b>T Médio</b>			<b>1,5</b>



## Ensaio de Interação – Análise de dados

### Avaliador 1

**Perfil: 4ª Fase Engenharia Mecânica; S – Masculino; Idade até 20anos; Estudante auto-didata; 1,6 anos de experiência.**

### Tarefa

Início	10:05 H	Término	11:12 H
--------	---------	---------	---------

### Verbalização simultânea

Modelagem da caçamba do carrinho.

Segundo o avaliador, apesar da linguagem em inglês os procedimentos são fáceis de entender, pois se trata de uma linguagem eminentemente técnica e compatível com processo de projetar em 3D;

A seleção do plano de visualização “nomal to”, facilita o processo de modelagem dos componentes do conjunto;

A rotulagem normalmente remete ao contexto do mundo real, minimizando o trabalho cognitivo do usuário;

O usuário deve no início dos trabalhos definir as unidades de medida, fato este não devidamente evidenciado pelo aplicativo, o que pode a levar a perda de trabalho;

As caixas de diálogo, utilizadas para definição de parâmetros, principalmente, dimensionais e direcionais são facilitados pela visualização dinâmica dos dados iseridos ou condição selecionada;

Dúvida na definição da extrusão angular buscou a certificação do procedimento;

Aplicação dos comandos e recursos de modelagem, são facilitados pela representação iconizada, que geralmente remete ao concreto;

Salvou o componente em arquivo;

O processo de modelagem da caçamba do carrinho durou 15 minutos;

Iniciou o processo de modelagem da longarina do carrinho.

Observou o roteiro da tarefa e modificou a estratégia de modelagem;

No campo próprio definiu a representação das casas decimais, comentando que não podia esquecer de defini-las como havia ocorrido na modelagem imediatamente anterior;

Apresentou certa rapidez no processo de modelagem do segundo componente, mostrando o crescente processo de ambientação e desconstrangimento;

Erro de sobredefinição de cotas, utilizando a cor, porém sem indicar a sobredefinição, o que acarreta um certo descontentamento, por não saber identificar com precisão o fato;

Esqueceu de difinir as unidades de medida, tendo que recomeçar todo o processo, o aplicativo não faz nenhuma observação quanto a exigência do processo de definição;

O aplicativo aproveita de forma sistematizada os valores dimensionais, definidos em processos de modelagem anterior;

Dificuldades em identificar face superior e inferior do modelo;

A questão cultural das vistas ortográficas muitas vezes podem atrapalhar no procedimento;

Realizou um espelhamento antes da modelagem completa da metade da peça, tendo que espelhar posteriormente a parte da peça não espelhada;

Alguma dificuldade de visualização ds vistas do modelo, pela posição de modelagem do componente;

A flecha indicativa do direcionamento do procedimento, ajuda de forma significativa o processo.

Finalizou o processo de modelagem da longarina e salvou o componente em 35 minutos.

Iniciou o processo de modelagem da roda

Não esqueceu de definir as unidades de medida e o número de casas decimais, comentando que não poderia cometer o mesmo erro anterior;

O estabelecimento de relações geométrico pode facilitar em muito o trabalho de modelagem;

Mudou a estratégia de abordagem do processo;

Utilizou espelhamento para facilitar o trabalho;

Salvou o componente. Terminou o processo em 8 minutos.

Iniciou a montagem do conjunto

Abriu o ambiente Assembly;

Inseriu todos os componentes do conjunto;

Preocupou-se com a fixação de um dos componentes a origem do sistema de coordenadas;

Utilizou o “Control” para seleção das faces para estabelecimento de relações geométricas, o aplicativo não faz menção da rotina;

A montagem foi finalizada e salva;

Tempo de duração 5 minutos;

Acessou o ambiente drawing

Definiu a folha de desenho, para representação das vistas ortográficas;

Utilizou o “Named View” para inserção das vistas de forma mais apropriada;

Observou o fato da facilidade de ocultar arestas invisíveis;

Arestas tangentes, inconvenientes na representação ortográfica, que foge bastante das normas de representação;

Problemas na escala das vistas e na representação isométrica.

Finalizou o processo de representação 2D, salvou o arquivo.

Finalizou o processo em 9 minutos

Tempo total da tarefa 67minutos + 15 minutos de esclarecimentos e leitura = 82 minutos de tempo total de ensaio.

## Avaliador 2

**Perfil: 4ª Fase Engenharia Mecânica; S – Masculino; Idade até 20anos; Bolsista, Estudante bolsista, auto-didata; 2,6 anos de experiência.**

Início	13:43 H	Término	14:45 H
--------	---------	---------	---------

Verbalização simultânea

Modelagem da caçamba do carrinho.

Analizou a posição das barras de ferramenta de construção;  
 Definiu as unidades de medida e casas decimais para a execução da tarefa;  
 Elevado nível de concentração na tarefa, baixo nível de verbalização;  
 Solicitado a verbalização dos procedimentos de forma amigável; pediu desculpas e iniciou a verbalização;  
 Problemas na sobredefinição de dimensões do perfil de ajuste para a longarina;  
 Finalizou o processo de modelagem e salvou o arquivo em 11 minutos

Iniciou o processo de modelagem da longarina do carrinho.

Alterou a estratégia de modelagem de forma radical ao indicado no roteiro da tarefa;  
 Necessitou redefinir as unidades de medida e casas decimais nas dimensões;  
 Realizou um dimensionamento preciso e cuidadoso do perfil da longarina;  
 Refez uma leitura silenciosa do roteiro da tarefa;  
 Alto nível de concentração; ansiedade em fazer o processo corretamente;  
 Desconforto em se sentir avaliado, foi comentado mais uma vez que o que estava sendo avaliado era o processo de interação com a interface do sistema e não o seu desempenho na execução da tarefa;  
 Uso sistemático dos recursos de espelhamento, otimizando o processo de modelagem;  
 Constatação da falta de indicação dimensional no roteiro do ensaio;  
 Problema em interpretar uma mensagem de erro de caráter dimensional;  
 Problema na definição de espessura de parede, em face do procedimento de modelagem ter incorporado preliminarmente o braço da longarina;  
 Parada para avaliara o melhor procedimento de modelagem dos pés do carrinho, incorporados na longarina;  
 Ansiedade em terminar rapidamente e corretamente o processo de modelagem;  
 Busca sistemática de informações no roteiro e avaliar a melhor estratégia de finalização do processo;  
 Finalizou a modelagem, salvou o arquivo;  
 Tempo de execução 32 minutos.

Iniciou o processo de modelagem da roda

Redefiniu as unidades de medidas e as casas decimais;  
 Erro na pré-seleção das faces;  
 Redefinição do "Extrud cut" no cubo da roda;  
 Atenção na definição dimensional dos pinos da roda;  
 Encerrou o processo de modelagem e salvou o arquivo;  
 Tempo de duração, 7 minutos.

Iniciou a montagem do conjunto

Abriu uma janela para ambiente Assembly, e outras três janelas do ambiente Part, com os componentes modelados anteriores;

Inseriu todos os componentes através do arrasto entre janelas, procedimento pouco convencional, mas que se mostrou bastante produtivo, mostrando aspectos da flexibilidade da interface;

Definiu relações particulares no procedimento de ajustes entre os diferentes componentes do carrinho;

Finalizou a tarefa e salvou a montagem do conjunto;

Tempo total de 6 minutos;

Acessou o ambiente drawing

Abriu o ambiente drawing;

Apresentou alguma dificuldade no posicionamento e definição das vistas;

Trabalhou o lay out da folha e aplicou uma escala adequada a representação bidimensional do conjunto montado.

Concluiu o processo e salvou o arquivo em 5 minutos.

Tempo total da tarefa 62 minutos + 15 minutos de esclarecimentos e leitura = 77 minutos de ensaio.

### **Avaliador 3**

**Perfil: 4ª Fase Engenharia Produção; S – Masculino; Idade até 21 – 30 anos; Bolsista, auto-didata; 8 meses de experiência.**

Leitura do roteiro e orientações necessárias para execução da tarefa.

<b>Início</b>	<b>07:45</b>	<b>Término</b>	<b>09:00</b>
---------------	--------------	----------------	--------------

Verbalização simultânea

Modelagem da caçamba do carrinho. Início da tarefa 7.55 h;

Abriu o aplicativo no ambiente Part;

Procedeu a leitura atenciosa das tarefas a executar, apresentando alto nível de concentração na interpretação da tarefa;

Fez menção sobre a definição da unidade de medida a utilizar deixando como padrão o *default* do aplicativo;

Aos a modelagem da caçamba executou os arredondamentos;

Definiu o perfil de encaixe na parte inferior, do corpo da caçamba;

Baixo nível de verbalização das decisões, solicitado de forma amigável a verbalização dos procedimentos;

Elevada concentração na execução da tarefa;

Falou da experiência em outros aplicativos; e de algumas dificuldades com o Solidworks, referente a seleção dos planos e faces para representar os perfis 2D e aplicar as *features*;

Finalizou a modelagem da caçamba e salvou o arquivo as 8:10h.

Iniciou o processo de modelagem da longarina

Estratégia de abordagem de modelagem, modificada, desenhou todo o perfil em 2D e posteriormente procedeu a extrusão;

Descreveu a evolução dos recursos da IG em relação a versão anterior;

Utilizou forma sistematizada os recursos de visualização do sistema;

Dificuldades no processo de espelhamento, buscando outra alternativa;

Espelhou a metade da longarina, linha por linha, dificuldades na utilização do recurso de edição;

Representou os cabos nas extremidades da longarina;

Definiu o pé, incorporado ao perfil da longarina;

Atenção redobrada as dimensões indicadas no roteiro;

Finalizou a modelagem do componente e salvou o arquivo as 8:36 h.

Iniciou a modelagem da roda

Incorporou ao processo de modelagem o recurso de revolução do perfil, adotando uma estratégia de modelagem totalmente pessoal;

Dificuldades na interpretação de dados dimensionais do roteiro;  
 Elevado nível de concentração e baixo no aspecto de verbalização, muito preocupado em terminar a tarefa corretamente;  
 Apresentou alguma ansiedade no desenvolvimento do ensaio;  
 Finalizou a modelagem do componente e salvou a arquivo as 8:45h

Abriu o ambiente de montagem  
 Abrindo múltiplas janelas, uma para cada componente e a do ambiente Assembly;  
 Inseriu os componentes do conjunto;  
 Estabeleceu as relações geométricas entre longarina e caçamba para executar o ajustamento;  
 Ajustou o pino da longarina ao cubo da roda, através da relação de concentricidade e colinearidade;  
 Finalizou o processo de montagem as 8:48h.

Iniciou a representação ortográfica do conjunto.

Abriu o ambiente *drawing*;  
 Definiu o padrão de folha, sem dificuldades;  
 Abriu a janela do conjunto montado no ambiente assembly;  
 Inseriu as vistas através do recurso próprio;  
 Inseriu também uma vista isométrica;  
 Finalizou a representação 2D, e salvou o arquivo as 9:00h.

#### **Avaliador 4**

**Perfil: 4ª Fase Engenharia Mecânica; S – Feminino; Idade até 20anos; Bolsista, auto-didata; 1 ano de experiência.**

Leitura do roteiro e orientações necessárias para execução da tarefa.

Início	16:33	Término	17:37
--------	-------	---------	-------

Verbalização simultânea  
 Modelagem da caçamba do carrinho.  
 Iniciou a execução da tarefa de modelagem do componente caçamba as 16:42h;  
 Não se preocupou em definir as unidades de medida, a serem utilizadas na modelagem dos componentes, utilizou unidades default do aplicativo;  
 Começou representando a geometria 2D, quadrado base inferior da caçamba;  
 Executou a extrusão angular sem problemas, falou dos arredondamentos das faces;  
 Definiu o perfil inferior da base da caçamba, que servirá como referência de ajuste sobre a longarina; acusou erro no processo de extrusão, buscou decifrar na mensagem de erro, a origem do erro cometido, função do uso do recurso de conversão de entidades gráficas;  
 Finalizou o processo e salvou o arquivo as 16:48h

Iniciou o processo de modelagem da longarina.  
 Decidiu por executar uma extrusão total do perfil da longarina, por considerar o procedimento mais apropriado;  
 Reavaliou toda a construção da longarina, lendo atentamente o roteiro da tarefa, principalmente em relação as definições dimensionais do componente;  
 Elevada concentração e um bom nível de descontração, excelente verbalização dos procedimentos adotados como estratégia;  
 Necessitou redefinir algumas dimensões do perfil 2D da longarina;  
 Preocupação com as dimensões para o acoplamento dos componentes na montagem do conjunto;  
 Representou a metade do perfil e executou um espelhamento, sem nenhum problema;  
 Melhorou ainda mais o nível de verbalização;

Preocupou-se com erros dimensionais em determinados trechos do perfil da longarina, editou as medidas, procedendo a um redimensionamento de algumas partes;  
 Mostrou-se preocupada com o processo de montagem do conjunto;  
 Representou um dos cabos e obteve o segundo por espelhamento;  
 Verificou imperfeição na simetria, corrigiu o posicionamento;  
 Passou a representar os pinos de fixação para a roda, representando-os individualmente;  
 Preocupou-se com a forma e posição do pé do carrinho em relação ao roteiro da tarefa;  
 Refez a representação do perfil do cabo;  
 Comentou que IG do Solidworks é muito mais fácil de trabalhar do que no AutoCAD;  
 Alcançou sucesso na modelagem de um dos pés do carrinho;  
 Intervenção do prof. Observador para informar o procedimento correto na aplicação do recurso de espelhamento, como selecionar corretamente o elemento a espelhar através da árvore de gerenciamento;  
 Finalizou e salvou o componente as 17:15h.

Iniciou a modelagem da roda  
 Preocupou-se com o arredondamento da face externa da roda;  
 Representou o perfil da roda e aplicou o comando de extrusão;  
 Executou os arredondamentos da face externa da roda;  
 Posicionou o cubo para fixação dos pinos da longarina;  
 Reavaliou o procedimento indicado no roteiro;  
 Dimensionou o rebaixo para encaixe dos pinos, aplicando corretamente o extrud cut;  
 Reposicionou o sistema de coordenadas, para realizar o espelhamento, falando da flexibilidade do sistema;  
 Finalizou e salvou o arquivo as 17:45h.

Iniciou o processo de montagem.  
 Abriu o ambiente Assembly;  
 Inseriu inicialmente a longarina e a caçamba;  
 Selecionou as referências geométricas para fazer o ajustamento dos dois componentes;  
 Inseriu a roda;  
 Definiu o mate de concentricidade entre o pino da longarina e o cubo da roda;  
 Realizou o ajuste da roda;  
 Finalizou e salvou o arquivo as 17:30h

Iniciou o ambiente drawing.  
 Definiu sem dificuldades uma folha para representação 2D, do conjunto montado;  
 Editou a folha de desenho, para inserir as vistas do conjunto;  
 Definiu as três vistas habituais de representação;  
 Preocupou-se com a visibilidade das linhas;  
 Inseriu a vista isométrica;  
 Reposicionou as vistas ortográficas, melhorando o lay out da folha;  
 Finalizou o processo as 17:33.

Após comentários do condutor do processo procedeu a uma verbalização consecutiva ao processo falando sobre a definição *mates (ajustes)*, a dificuldade de levar um arquivo de um computador para outro, algumas referências podem ser perdidas, e outros até aspectos de menor importância. A verbalização consecutiva ocorreu durante 4 minutos. Finalizou as 17:37h.

### Avaliador 5

Perfil: 7ª Fase Design; S – Feminino; Idade até 20 anos; Monitora Modelagem II.

Conheceu o Solidworks através de uma disciplina do curso; 1 ano de experiência.

Verbalização simultânea

Início	16:47	Término	17:58
--------	-------	---------	-------

Iniciou o processo de modelagem dos componentes do conjunto as 17:03h.

Abriu o ambiente Part, para modelagem da caçamba do carrinho;

Representou o perfil de base da caçamba;

Perguntou sobre as unidades de medida para modelagem dos componentes;

Extrudou a base, procedeu os arredondamentos das faces;

Interferência externa um colega entrou na sala e fez uma pergunta, que foi imediatamente respondida;

Executou o comando Shell, atribuindo espessura para a parede da caçamba;

Representou o perfil 2D na base inferior da caçamba, para modelagem do perfil de fixação sobre a longarina;

Baixo nível de verbalização, alta concentração na tarefa, contraída pela tarefa e observação;

Finalizou a modelagem do componente e salvou o arquivo as 17:10h

Iniciou o processo de modelagem da longarina do carrinho.

Modelagem do segundo componente, a longarina;

Fez questionamentos sobre a escolha do melhor plano para representação do perfil de base do componente;

Dificuldades no processo de unidades dimensionais;

Executou a modelagem de forma linear, trecho por trecho, não sistematizou o processo de modelagem do componente;

Lentidão no procedimento de modelagem parou por vários instantes, focou sobre a tarefa;

Apresenta certa apreensibilidade, baixa verbalização;

Relata que gosta muito da interface, ícones de fácil memorização, diversificada gama de recursos, grande potencialidade para modelagem técnica, porém difícil na modelagem mais orgânica;

Desenvolvimento da modelagem com certo grau de dificuldades, não consegui aplicar o comando espelhamento total, teve que fazê-lo por partes;

Modelou os pinos de fixação na longarina;

Finalizou e salvou a modelagem do componente as 17:37h.

Iniciou o processo de modelagem da roda

Selecionou previamente o plano de trabalho mais adequado;

Representou o perfil da roda;

Executou os arredondamentos;

Definiu a posição do cubo de fixação na roda e realizou a extrusão;

Espelhou o elemento modelado;

Finalizou e salvou o componente as 17:42h;

Iniciou a montagem do conjunto

Abriu o ambiente part;

Inseriu os componentes longarina e caçamba;

Fez os ajustes necessários para acoplamento dos componentes;

Inseriu a roda;

Estabeleceu as relações geométricas e fixou a roda ao pino da longarina;

Teve alguma dificuldade no ajuste;

Finalizou o processo as 17:50h.

Acessou o ambiente drawing

Inseriu as vistas ortográficas do conjunto;

Na seqüência inseriu uma vista isométrica;

Acertou o lay out da folha;

Finalizou e salvou o arquivo as 17:58h.