

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**ISO 9241: Uma Proposta de Utilização da Norma
para Avaliação do Grau de Satisfação de
Usuários de Software**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial
para obtenção do grau de

Mestre em Engenharia de Produção

por

Marco Aurélio Medeiros

Florianópolis, 30 de julho de 1999.

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**ISO 9241: Uma Proposta de Utilização da Norma
para Avaliação do Grau de Satisfação de
Usuários de Software**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial
para obtenção do grau de

Mestre em Engenharia de Produção

por

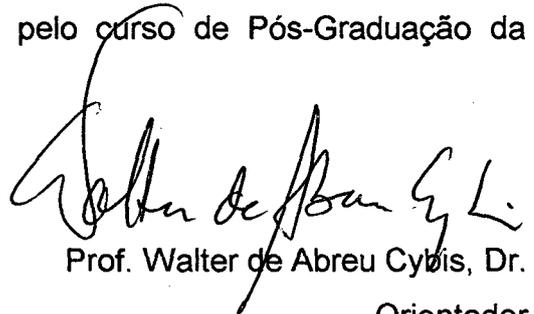
Marco Aurélio Medeiros

Florianópolis, 30 de julho de 1999

ISO 9241: Uma Proposta de Utilização da Norma para Avaliação do Grau de Satisfação de Usuários de Software

Marco Aurélio Medeiros

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia**, especialidade **Engenharia de Produção**, área de concentração **Ergonomia**, e aprovada em sua forma final pelo curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina.



Prof. Walter de Abreu Cybis, Dr.
Orientador



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Dr. Ph.D.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

Banca Examinadora



Prof. Neri dos Santos, Dr.



Prof. Vitorio Bruno Mazzola, Dr.



Prof. Walter de Abreu Cybis, Dr.

Dedico este trabalho à minha esposa Márcia e a meus filhos, Artur e Luiza, motivos da minha existência e da minha felicidade.

AGRADECIMENTOS

Minha sincera gratidão:

à minha família e à de minha esposa, pelo exemplo e apoio;

à Diretoria da Softplan, Ílson, Guto e Marafon, e colaboradores, especialmente Fábio Miranda, estagiário no DERPR;

Aos Departamentos de Estradas de Rodagem da Bahia, Distrito Federal, Paraná e Santa Catarina;

ao Prof. Dr. Jochen Prümper, BAO – Alemanha, pela colaboração fundamental para a realização deste trabalho;

ao meu Orientador, Dr. Walter Cybis, pela paciência e compreensão;

ao Prof. Dr. Wolfgang Gerken, Alemanha, por me fornecer os primeiros artigos sobre o ISONORM;

ao Prof. Ben Shneiderman, Universidade de Maryland, por destinar parte de seu precioso tempo para esclarecer algumas das minhas dúvidas;

a todos os demais que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	X
RESUMO.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. JUSTIFICATIVAS.....	2
1.1.1. <i>A Interação Homem-Computador: Quantidade e Qualidade</i>	3
1.1.2. <i>Desenvolvimento de Software: O Custo da Interface</i>	5
1.1.3. <i>O Papel Econômico da Produção de Software</i>	6
1.1.4. <i>Usabilidade e Engenharia de Software</i>	7
1.1.5. <i>A Importância das Normatização Internacional</i>	9
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.3. PREMISSAS.....	12
1.4. METODOLOGIA DE TRABALHO.....	13
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2. CRITÉRIOS/PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS PARA SOFTWARE.....	16
2.1. AS OITO REGRAS DE OURO DE SHNEIDERMAN.....	16
2.1.1. <i>Consistência</i>	17
2.1.2. <i>Habilitação de Atalhos para Usuários Freqüentes</i>	18
2.1.3. <i>Feedback Informativo</i>	18
2.1.4. <i>Diálogos com Encerramento Evidente</i>	18
2.1.5. <i>Prevenção e Tratamento Simplificados de Erros</i>	19
2.1.6. <i>Fácil Reversão das Ações</i>	19
2.1.7. <i>Suporte ao Controle por parte do Usuário</i>	20
2.1.8. <i>Redução da Carga da Memória de Curto Termo</i>	20
2.2. OS PRINCÍPIOS HEURÍSTICOS DE NIELSEN.....	20
2.2.1. <i>Visibilidade do Estado do Sistema</i>	22
2.2.2. <i>Compatibilidade entre Sistema e Mundo Real</i>	22
2.2.3. <i>Liberdade e Controle do Usuário</i>	22
2.2.4. <i>Consistência e Padrões</i>	22
2.2.5. <i>Prevenção de Erro</i>	23
2.2.6. <i>Ênfase no Reconhecimento</i>	23
2.2.7. <i>Flexibilidade e Eficiência no Uso</i>	23
2.2.8. <i>Estética e Projeto Minimalistas</i>	23
2.2.9. <i>Auxílio ao Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros</i>	24
2.2.10. <i>Help e Documentação</i>	24
2.3. PRINCÍPIOS DE PROJETO CENTRADO NO USUÁRIO MICROSOFT.....	24
2.3.1. <i>Usuário no Controle</i>	25
2.3.2. <i>Objetividade (Directness)</i>	25
2.3.3. <i>Consistência</i>	25

2.3.4. Tolerância (<i>Forgiveness</i>)	26
2.3.5. <i>Feedback</i>	27
2.3.6. <i>Estética</i>	27
2.3.7. <i>Simplicidade</i>	27
2.4. PRINCÍPIOS IBM	28
2.4.1. <i>Simplicidade</i>	28
2.4.2. <i>Suporte</i>	29
2.4.3. <i>Familiaridade</i>	29
2.4.4. <i>Obviedade</i>	29
2.4.5. <i>Encorajamento</i>	30
2.4.6. <i>Satisfação</i>	30
2.4.7. <i>Acessibilidade</i>	30
2.4.8. <i>Segurança</i>	31
2.4.9. <i>Versatilidade</i>	31
2.4.10. <i>Personalização</i>	32
2.4.11. <i>Afinidade</i>	32
2.5. CRITÉRIOS ERGONÔMICOS DE BASTIEN E SCAPIN	33
2.5.1. <i>Condução</i>	33
2.5.1.1. <i>Presteza</i>	33
2.5.1.2. <i>Agrupamento/Distinção de Itens</i>	34
2.5.1.2.1. <i>Agrupamento/Distinção por Localização</i>	34
2.5.1.2.2. <i>Agrupamento/Distinção por Formato</i>	35
2.5.1.3. <i>Feedback Imediato</i>	35
2.5.1.4. <i>Legibilidade</i>	35
2.5.2. <i>Carga de Trabalho</i>	35
2.5.2.1. <i>Brevidade</i>	36
2.5.2.1.1. <i>Concisão</i>	36
2.5.2.1.2. <i>Ações Mínimas</i>	37
2.5.2.2. <i>Densidade Informacional</i>	37
2.5.3. <i>Controle Explícito</i>	38
2.5.3.1. <i>Ações Explícitas do Usuário</i>	38
2.5.3.2. <i>Controle do Usuário</i>	38
2.5.4. <i>Adaptabilidade</i>	39
2.5.4.1. <i>Flexibilidade</i>	39
2.5.4.2. <i>Experiência do Usuário</i>	39
2.5.5. <i>Gestão de Erros</i>	40
2.5.5.1. <i>Proteção contra Erros</i>	40
2.5.5.2. <i>Qualidade das Mensagens de Erros</i>	41
2.5.5.2. <i>Correção de Erros</i>	41
2.5.6. <i>Consistência</i>	41
2.5.7. <i>Significado dos Códigos</i>	42
2.5.8. <i>Compatibilidade</i>	42
2.6. CONCLUSÕES	43
3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	44
3.1. REVISÕES ESPECIALIZADAS	45
3.1.1. <i>Avaliação Heurística</i>	46
3.1.2 <i>Revisão usando Guias de Recomendações</i>	47
3.1.3. <i>Inspeção de Consistência</i>	47

3.1.4. Navegação Cognitiva.....	48
3.1.5. Inspeções Formais.....	48
3.2. TESTES E ESTUDOS LABORATORIAIS	49
3.3. PESQUISAS DE OPINIÃO (SURVEYS)	50
3.4. TESTES DE ACEITAÇÃO.....	52
3.5. AVALIAÇÃO DURANTE O USO ATIVO	53
3.6. EXPERIMENTAÇÃO PSICOLÓGICAMENTE ORIENTADA	55
3.7. CONCLUSÕES.....	55
4. A NORMA ISO 9241	57
4.1. ISO 9241-10: PRINCÍPIOS DE DIÁLOGO.....	59
4.1.1. Adequação à Tarefa.....	60
4.1.2. Auto-descrição	62
4.1.3. Controlabilidade	64
4.1.4. Conformidade com as Expectativas do Usuário.....	65
4.1.5. Tolerância a Erros	67
4.1.6. Adequação à Individualização.....	68
4.1.7. Adequação ao Aprendizado	69
4.2. ISO 9241-11: CONDUÇÃO DA USABILIDADE.....	70
4.3. ISO 9241-12: APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO	71
4.4. ISO 9241-13: CONDUÇÃO DO USUÁRIO.....	72
4.5. ISO 9241-14: DIÁLOGOS DE MENU.....	72
4.6. ISO 9241-15: DIÁLOGOS DE COMANDO.....	73
4.7. ISO 9241-16: DIÁLOGOS DE MANIPULAÇÃO DIRETA.....	74
4.8. ISO 9241-17: DIÁLOGOS DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIOS	75
4.9. CONCLUSÕES.....	77
5. O QUESTIONÁRIO ISONORM 9241/10	79
5.1. A ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO	80
5.2. APLICABILIDADE DO QUESTIONÁRIO.....	82
5.2.1. Comparando Interfaces Gráfica e Modo Caracter.....	82
5.3. CONFIABILIDADE DO QUESTIONÁRIO	84
5.4. CORRELAÇÃO COM OUTROS QUESTIONÁRIOS.....	85
5.4.1. ISONORM X QUIS.....	86
5.4.2. ISONORM X EVADIS II.....	86
5.5. CONCLUSÕES.....	86
6. INSPEÇÃO DE USABILIDADE BASEADA EM INDICADORES DE SATISFAÇÃO	88
6.1. PESQUISA DE SATISFAÇÃO E SEUS RESULTADOS	89
6.1.1. As Características da Amostra Populacional.....	90
6.1.2. ISONORM X Questionário Softplan: Comparação dos Resultados	91
6.1.3. Princípios da Norma: Grau de Satisfação dos Usuários.....	94
6.2. REFERÊNCIA CRUZADA DE RECOMENDAÇÕES.....	96
6.3. REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO	97
6.3.1. Identificação das Falhas relativas à Tolerância a Erros	98
6.3.2. Identificação das demais Falhas de Usabilidade	102
6.4. CONCLUSÕES.....	102
7. CONCLUSÕES	104

7.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	106
ANEXO 1 - TRADUÇÃO DO QUESTIONÁRIO ISONORM.....	108
ANEXO 2 - MODELO DE QUESTIONÁRIO DA SOFTPLAN.....	117
ANEXO 3 - MATRIZ DE REFERÊNCIA QUESTÃO ISONORM X RECOMENDAÇÃO .	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Percentual de uso do computador pelos trabalhadores dos E.U.A.....	04
Tabela 1.2 – Principais métodos utilizados para a prevenção de defeitos no Brasil.....	09
Tabela 4.1 – Partes da Norma ISO 9241	57
Tabela 4.2 – Assuntos abordados pelas partes da Norma ISO 9241	57
Tabela 4.3 – Relação entre as partes da ISO 9241 que abordam a Usabilidade.....	58
Tabela 5.1 – Exemplo de questão do ISONORM 9241/10.....	81
Tabela 5.2 – Tabela de equivalência entre as notas e os conceitos.....	83
Tabela 5.3 – Tabulação das médias obtidas pelos produtos com e sem interface gráfica	84
Tabela 5.4 – Confiabilidade do Questionário [PRUMPER 99]	85
Tabela 6.1 – Distribuição geográfica da amostra	90
Tabela 6.2 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência na atividade	90
Tabela 6.3 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência em informática	91
Tabela 6.4 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência no produto avaliado	91
Tabela 6.5 – Distribuição da amostra pela frequência de uso do produto avaliado	91
Tabela 6.6 – Fórmulas utilizadas	92
Tabela 6.7 – Sumário da amostra por tempo de experiência na atividade.....	92
Tabela 6.8 – Sumário da amostra por tempo de experiência em informática	93
Tabela 6.9 – Sumário da amostra por frequência semanal de uso do programa	93
Tabela 6.10 – Sumário da amostra por tempo de experiência no produto	93
Tabela 6.11 – Médias das notas obtidas pelas questões relativas à Tolerância a Erros.....	96
Tabela 6.12 – Exemplo de referência das recomendações relativas às questões ISONORM .	96
Tabela 6.13 – Prioridades atribuídas às questões relativas à gestão de erros.....	99
Tabela 6.14 – Resultados da inspeção a partir das questões relativas à <i>Tolerância a Erros</i> ...	99
Tabela 6.15 – Resultados da inspeção usando as questões restantes da matriz	100

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 6.1 – Médias das notas obtidas pelos princípios da norma..... 95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEN	– Organização de Padronização Européia
IBM	– International Business Machine
ISO	– International Organization for Standardization
LabIUtil	- Laboratório de Utilizabilidade
MCT	- Ministério da Ciência e Tecnologia
MUSIC	– Metrics for Usability Standards in Computing
QUIS	– Questionnaire for User Interaction Satisfaction
SEPIN	- Secretaria de Política de Informática e Automação
SOFTEX	- Sociedade Brasileira para Promoção da Exportação de <i>Software</i>
SUMI	– Software Usability Measurement Inventory
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de utilização da norma ISO 9241/10 – *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)* - para a determinação do grau de satisfação de usuários com relação a produtos de *software*.

A principal crença que motiva esta proposta reside na idéia de que o usuário de programas de computador enxerga as qualidades do produto através dos recursos de interação. Não basta que o produto possua grande precisão, é fundamental que o usuário possa usufruir desta precisão. E, para isso, a facilidade de utilização – ou o alto grau de usabilidade – é pré-requisito importantíssimo.

Como pôde ser comprovado pelos experimentos relatados neste trabalho, mediante a aplicação de questionários dirigidos para o usuário final, pode-se obter, com razoável grau de precisão, indicadores do nível de satisfação dos clientes. Se o questionário tiver como base as recomendações ergonômicas da norma, poder-se-á fazer uso dos princípios de diálogo previstos na norma para classificar indicadores de satisfação do usuário com relação a sete critérios ergonômicos importantes: *Adequação à Tarefa, Auto-descrição, Controlabilidade, Conformidade com as Expectativas do Usuário, Tolerância a Erros, Adequação à Individualização e Adequação ao Aprendizado*. Estes indicadores poderão auxiliar na identificação dos aspectos do produto cujas ações de intervenção deverão ser priorizadas.

Adicionalmente, os próprios indicadores de satisfação poderão evidenciar os prováveis focos de problemas ergonômicos, orientando o processo de inspeção de usabilidade e facilitando a identificação e correção das falhas.

A aplicação freqüente do ciclo avaliação de satisfação – inspeção – correção permite estabelecer um processo de melhoria contínua do produto, o que reflete em maior qualidade para o usuário final.

ABSTRACT

This work introduces a suggestion for using the ISO 9241/10 standard – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) – to evaluate user satisfaction related to software products.

The main belief where this approach is based on is: the software user perceives the product qualities through the interaction resources. Precision is not enough. For the user, enjoying this precision is essential. So, adequate usability is an important requirement.

As this work has proved, applying user-oriented questionnaires, one may obtain satisfaction-level indicators with good statistical precision. ISO 9241-based questionnaires may offer conditions to classify satisfaction indicators on seven important ergonomic criteria: Suitability for the task, Self-descriptionness, Controllability, Conformity with User Expectations, Error Tolerance, Suitability for Individualization and Suitability for Learning. These indicators may help on the identification of the software aspects whose intervention actions are emergencial.

Besides, the indicators themselves may clarify eventual focus of usability troubles. After identifying these critical spots, the usability inpection and the fail correction processes may be easier.

The cyclical application of evaluation – inspection – correction process may be an interesting tool for continuous improvement of the product, resulting a higher quality software.

1. INTRODUÇÃO

Durante décadas o desenvolvimento de *software* tem-se concentrado nos aspectos estruturais e de funcionamento do produto. A interface de utilização, ou Interface Homem-Computador, usualmente tem seu projeto significativamente influenciado pelo funcionamento. Com bastante freqüência, o projeto da interface de utilização de produtos prioriza a facilidade de implementação ante à facilidade de utilização [MEDEIROS 94].

Como este trabalho procura demonstrar, nem mesmo as técnicas básicas de estruturação de projetos de *software* são seguidas em sua plenitude pelos desenvolvedores. Menor importância ainda recebe o projeto de interfaces de utilização. As técnicas de projeto centrado no usuário são pouco adotadas pelos produtores de *software*, especialmente no Brasil.

O resultado imediato desta abordagem é a frustração dos usuários diante da dificuldade de obter no *software* o apoio necessário para a execução de suas tarefas, o que, em situações extremas, leva ao abandono do produto.

Técnicas de avaliação e teste da usabilidade podem vir a auxiliar o setor de desenvolvimento de *software* a alcançar um grau de satisfação maior dos usuários de programas de computador. A partir da identificação de falhas nos diversos estágios de desenvolvimento, pode-se aproximar as características dos produtos às demandas dos usuários.

A atenção crescente para estas questões tem levado à discussão de padrões internacionais de ergonomia, incluindo padrões normativos, que permitam ser possível à comunidade de desenvolvedores e usuários instrumentalizar a avaliação das qualidades operacionais mínimas dos produtos de *software*. Um destaque importante nesta área é a norma internacional ISO 9241 – *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDT)*, que abrange, em suas 17 partes, questões relativas ao *hardware*, ambiente, tarefa e *software*.

Esta discussão pode vir a auxiliar sobremaneira as empresas desenvolvedoras de *software* cujos sistemas da qualidade buscam ou estão em conformidade com as normas ISO série 9000. A título de exemplo, pode-se destacar :

- o requisito 4.20 – Técnicas Estatísticas – que requer das empresas desenvolvedoras de *software*, além da avaliação da capacidade de processo, também a avaliação da satisfação dos clientes com relação ao produto.
- O requisito 4.1 – Responsabilidade da Administração – solicita uma política da qualidades coerente com as metas organizacionais do fornecedor e com as necessidades de seus clientes.

A adoção de métodos regulares de inspeção de usabilidade centrados em questionários pode vir a auxiliar no atendimento destes requisitos.

O tema central desta dissertação é a adoção de questionários de inspeção normativa da usabilidade como alternativa para a avaliação da satisfação dos clientes com relação aos produtos de *software*.

1.1. JUSTIFICATIVAS

Um estudo abordando questões relativas à avaliação normativa da usabilidade de *software*, justifica-se, basicamente, pelos seguintes aspectos:

- a) a interação homem-computador é crescente e inevitável, mas ainda está longe de ser considerada satisfatória: grande parte da transformação da sociedade moderna baseia-se no uso do computador, mas, à medida em que o computador dissemina-se nas atividades profissionais e de lazer, mais evidentes são as necessidades de facilitar a forma de utilização;
- b) o custo do desenvolvimento de *software* vem sofrendo alterações marcantes na sua composição. O projeto da interface de utilização absorve cada vez mais tempo e recursos, sejam eles humanos, financeiros ou físicos;
- c) o desenvolvimento de *software* é hoje um grande negócio, muito importante para a economia de diversos países: especialmente a automação de escritórios, foco deste estudo, após um longo período de crescimento, começa a mostrar sinais de

saturação. A facilidade de utilização poderá ser o diferencial que determinará os sobreviventes deste mercado que começa a entrar em franca disputa por espaços;

- d) embora a Engenharia de *Software* disponha de técnicas e metodologias de desenvolvimento em número cada vez maior, é pequena a quantidade de empresas que adotam, de maneira consistente e integral, uma abordagem organizada para a produção de seus programas, especialmente no que se refere ao projeto centrado no usuário;
- e) a globalização da economia exigirá, cada vez mais, que as empresas produtoras de *software* busquem padrões internacionais de desenvolvimento e certificação de seus produtos: a norma ISO-9241 tende a se tornar um destes padrões, senão de certificação, pelo menos de recomendações de projeto e de avaliação. Paralelamente, a adequação dos sistemas da qualidade das empresas de desenvolvimento de *software* às normas ISO série 9000 demanda uma constante preocupação com a avaliação da satisfação dos clientes. Por exemplo, no requisito 4.20 das normas ISO 9001, 9002 e 9003, é requerida a adoção de técnicas estatísticas para mensuração da satisfação dos clientes com relação aos produtos e serviços fornecidos. Segundo [SHNEIDERMAN 98], a aplicação de questionários é uma das mais adequadas técnicas para mensuração da satisfação subjetiva. A utilização de questionários de avaliação baseados em critérios normativos merece um atencioso estudo de seus resultados.

Cada um destes aspectos será discutido de maneira mais aprofundada a seguir.

1.1.1. A Interação Homem-Computador: Quantidade e Qualidade

Na década de 50, previa-se que 10 computadores teriam capacidade para atender a todas as necessidades de processamento de dados dos Estados Unidos. Naquela época, um sistema de computador tinha seu custo distribuído em 90% para *hardware* e o resto para o *software*. Atualmente esta divisão é exatamente o oposto. Como resultado, os computadores tornam-se cada vez mais presentes em nossas vidas. Em 1991, uma pesquisa apontava que 15% dos lares americanos possuíam computadores [EBERTS 94]. Já em 1996, pesquisa da Dataquest

[SCHAUB 96] indicava que 43% dos lares americanos possuíam computadores: um crescimento de quase 200% em 5 anos. Pode-se, equivocadamente, afirmar que, em sua maioria, estes computadores domésticos não sejam objeto de uso intensivo, destinando-se primordialmente a jogos, pequenos trabalhos escolares e navegação na Internet.

Analisemos então dados do *U.S. Census Bureau*, relativos ao uso do computador por parte da força de trabalho norte-americana:

Ocupação	Força de Trabalho (%)	
	1984	1989
Gerencial, Profissional	39,0	56,2
Vendas, Suporte Administrativo	38,7	55,1
Serviços	6,2	10,2
Produção, projeto e reparo	10,3	15,3
Operadores	5,5	9,5

Tabela 1.1 – Percentual de uso do computador pelos trabalhadores dos E.U.A

A interação homem-computador é inevitável: está nos quiosques de informação e de atendimento bancário, no equipamento de ultra-sonografia do médico e nos jogos dos adolescentes. Enquanto os computadores pessoais destinavam-se principalmente a atividades de lazer, de meados da década de 70 a início da década de 80, discussões sobre questões ergonômicas não resultavam em impacto significativo no dia-a-dia das pessoas.

Hoje, porém, os computadores tornam-se mais e mais importantes no espaço de trabalho. Tão difundida quanto o próprio computador no dia-a-dia é a idéia que a informática agiliza e facilita a execução das tarefas originalmente manuais.

No entanto, [EBERTS 94] relata estudos, que concluem que interfaces projetadas de maneira incorreta fazem com que essa não seja uma verdade absoluta. Por essa razão, algumas vezes a execução de uma tarefa informatizada é mais difícil e consome mais tempo :

- [HANSEN 78] relata que estudantes que fizeram provas informatizadas levaram, em média, o dobro do tempo que levariam para fazer o mesmo teste usando lápis e papel: questionados quanto à razão do tempo extra, os estudantes responderam que o gastaram tentando descobrir como usar o computador. Em ensaios parecidos, [KOZAR 78] mencionou que os estudantes necessitaram de tempo extra para decidir se uma informação relevante era apresentada na tela do computador ou no papel;
- [GOULD 81] analisando o trabalho de usuários de computador, chegou à conclusão que escrever uma carta em um processador de texto requer até 50% a mais de tempo do que escrever à mão.

É enganoso acreditar que estes estudos, já bastante antigos, não reflitam a realidade do *software* moderno, concebido para ser utilizado com interface gráfica e ser suportado por *hardware* dotado de maiores recursos. [PRUMPER 93] demonstra que o panorama atual não é muito diferente: em uma pesquisa baseada em um questionário centrado na norma ISO 9241-10, 350 usuários de *software* na Alemanha expressaram suas opiniões com relação à interface de utilização de alguns produtos que possuíam interface gráfica e outros que possuíam interfaces tradicionais. Embora as avaliações dos produtos com interface gráfica tenham sido mais positivas, “os resultados alcançados deixaram muito a desejar”.

1.1.2. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE: O CUSTO DA INTERFACE

[WEISE 98] afirma que o conhecimento necessário para fazer com que os programas de computador sejam mais fáceis de se utilizar já existe há mais de 15 anos, mas as empresas não investem o necessário.

[SMITH 84] estimava, na década de 80, que a interface com o usuário requeria de 30 a 35% do total de linhas de código. [MACINTYRE 90], já na década de 90, estimava um crescimento para números variando entre 47 e 60%. [ROSENBERG 89] afirma que 29% do custo do desenvolvimento de *software* dotado de interface gráfica destinam-se justamente à interface com o usuário.

Outras estatísticas permitem estimar os custos da interface com o usuário: [WEISE 98] menciona dados relativos à avaliação de usabilidade aplicada pela Microsoft no desenvolvimento do MS-Office 97 - foram investidas 25.000 horas de teste de facilidade de uso em três anos de projeto. Nem assim, no entanto, o produto está livre das queixas dos usuários, muitas delas registradas em um *site* Internet criado especificamente para este fim.

1.1.3. O Papel Econômico da Produção de *Software*

A produção de *software* tem um papel importantíssimo para a economia de diversos países. O mercado de informática brasileiro é o maior da América Latina, alcançando 12,7 bilhões de dólares em 1996, distribuídos em *hardware* (50%), serviços (32%) e *software* (18%) [COSTA 97]. Dados recentes da Fundação SOFTEX - Sociedade Brasileira para Promoção da Exportação de *Software* - demonstram um crescimento na exportação de produtos brasileiros de *software*. O volume de exportação, que era 27 milhões de dólares, em 1997, alcançou 40 milhões em 1998, um crescimento de 48%. Estima-se para 1999 um volume próximo a 60 milhões de dólares.

[EBERTS 94] estima que, na colossal economia americana, a informática – incluídos *software*, *hardware* e serviços - seja um ramo de negócios representando aproximadamente 500 bilhões de dólares. [WEBER 97] demonstra que o setor de *software* atinge um faturamento mundial de 250 bilhões de dólares ao ano.

Nos anos 80, a economia americana registrou um crescimento médio anual de 20% no setor de informática. Desde então, este crescimento estabilizou-se em 6% ao ano. Obviamente, como em qualquer ramo industrial, as taxas de crescimento tendem a reduzir à medida em que o setor amadurece. Portanto, a redução destas taxas de crescimento não pode ser atribuída exclusivamente à dificuldade encontrada na utilização dos produtos de *software*.

A ênfase na facilidade de utilização, ainda citando [EBERTS 94], pode dar nova vitalidade à indústria de informática americana.

Paralelamente, investimentos na facilidade de utilização do *software* tendem a produzir elevação dos índices de produtividade de outros setores da economia. [WEISE 98]

menciona estudos que sugerem que, se todos os programas fossem projetados para facilitar o uso, a produtividade do setor de serviços cresceria entre 4 e 9% ao ano.

Estatísticas americanas indicam que a produtividade nos escritórios cresceu em média, desde 1973, 7% ao ano. No mesmo período, a produtividade nas fábricas cresceu 51% ao ano [EBERTS 94]. Considerando-se a conhecida migração da força de trabalho do setor industrial para o de serviços, a melhoria dos aspectos ergonômicos do *software* adquire papel econômico de relevância.

1.1.4. Usabilidade e Engenharia de *Software*

Usado pela primeira vez em 1968, em Garmisch, Alemanha, durante um *workshop* destinado aos crescentes problemas da tecnologia de *software*, o termo Engenharia de *Software* nomeia a disciplina tecnológica preocupada com a produção e manutenção sistemática de produtos de *software*, desenvolvidos e modificados dentro de prazos e custos estimados [FARLEY 85].

Envolvendo a aplicação prática de conhecimento científico no projeto e construção de programas de computador e a documentação requerida para desenvolver, operar e mantê-los [BOEHM 76], são objetivos da Engenharia de *Software*:

- melhorar a qualidade dos produtos de *software*;
- aumentar a produtividade e satisfação no trabalho dos engenheiros de *software*.

Sob o ponto de vista da Engenharia de *Software*, um produto pode ter sua qualidade avaliada a partir de um conjunto de requisitos fundamentais [JENSEN 78]:

. Confiabilidade: o produto deve realizar com precisão as funções requeridas pelo usuário sob condições normais;

. Testabilidade: característica conferida a produtos que estão estruturados e definidos de tal modo que seu desempenho pode ser avaliado contra a definição de requisitos do usuário numa maneira quantitativa;

. **Manutenibilidade:** o produto deve ser facilmente compreendido por programadores de manutenção, de forma a permitir retificações, expansões e portes;

. **Eficiência:** a característica de efetuar as tarefas solicitadas pelo usuário gastando o mínimo de recursos computacionais;

. **Compreensibilidade:** o produto deve ser inteligível a ponto de o usuário facilmente entender o funcionamento e o relacionamento com outros produtos ou componentes do sistema;

. **Adaptabilidade:** a característica de permitir que o produto funcione em computadores diferentes, mas similares, cooperando com outros produtos sem a necessidade de reestruturações marcantes.

A natureza do produto determina quais requisitos de qualidade têm maior importância e quais têm menor.

Note-se, neste ponto, que entre os requisitos de qualidade de *software* não há menção clara que determine uma efetiva preocupação com a facilidade de utilização [MEDEIROS 98]. O requisito compreensibilidade, por exemplo, procura garantir ao usuário a possibilidade de entender o funcionamento do produto, uma forte priorização da lógica de funcionamento com relação à lógica de utilização.

Entende-se, por esta definição, que o software como produto acabado deva ser um elemento estático, mas dotado de funcionamento tão compreensível que o usuário possa se adaptar a forma de utilizá-lo. Esta visão contraria os preceitos ergonômicos mais elementares, que sugerem que o funcionamento do software deva ser adaptado à forma de utilização mais satisfatória para o usuário.

Esta abordagem de desenvolvimento, que não evidencia uma preocupação real no que se refere à forma de utilização do produto, pode ser constatada no dia-a-dia das empresas desenvolvedoras de software. Estudo feito pelo Ministério da Ciência e Tecnologia sobre Qualidade no Setor de *Software* Brasileiro [MCT 97] demonstra a pouca preocupação com o desenvolvimento de produtos adequados ao uso. A tabela 1.2, extraída desta pesquisa, mostra a tabulação dos dados de 589 empresas no que se refere a métodos utilizados para prevenção de defeitos:

Categorias	Número de Empresas	%
Controles de versão	327	55,5
<u>Prototipação</u>	259	44,0
Gerência de projetos	235	39,9
Métodos orientados a objetos	216	36,7
Métodos estruturados	210	35,7
Análise de requisitos	209	35,5
<u>Projetos da interface com o usuário</u>	<u>207</u>	<u>35,1</u>
Análise crítica conjunta	194	32,9

Tabela 1.2 – Principais métodos utilizados para a prevenção de defeitos no Brasil

Algumas observações podem ser feitas a partir destes dados:

- a construção de protótipos é uma das técnicas mais recomendadas para desenvolvimento de *software* efetivamente adequado à utilização [EBERTS 94] [BASS 91] [STEWART 95]. No entanto, a quantidade de empresas que a utilizam não chega a 50% das respostas;
- a falta de abordagem centrada no usuário é evidenciada pela baixa representatividade do projeto de interface com o usuário entre as respostas obtidas.

1.1.5. A Importância das Normatização Internacional

Nos últimos anos, instituições reguladoras, reconhecendo a importância da ergonomia no uso e projeto de equipamentos de terminais de vídeo, têm desenvolvido padrões, guias e regulamentações que visam proteger a saúde, segurança, conforto e eficiência dos usuários de computador.

Os padrões ergonômicos exercem um importante papel no aprimoramento da usabilidade dos sistemas, através da melhoria da consistência da interface com o usuário e da qualidade ergonômica dos componentes [STEWART 95]. Estes padrões ajudam os projetistas a obter sistemas e componentes que podem ser usados de maneira eficaz, eficiente, segura e

confortável. Também auxiliam a reduzir a desnecessária variedade de *software* e *hardware*, assegurando que os benefícios de quaisquer variações sejam plenamente justificáveis levando em conta critérios como os custos da incompatibilidade, perda de eficiência do usuário e aumento do tempo de treinamento dos usuários.

A ISO – Organização Internacional de Padronização – desenvolve, atualmente, padrões ergonômicos internacionais para equipamentos dotados de terminais de vídeo. O padrão cuja discussão encontra-se em estado mais adiantado é a norma internacional ISO 9241 – *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDT)*, que abrange, em suas 17 partes, questões relativas ao *hardware*, ambiente, tarefa e *software*.

Paralelamente, outros padrões, que focalizam ainda mais os aspectos relativos ao *software*, encontram-se em desenvolvimento:

- ISO 14915 - *Multimedia User Interface Design - Ergonomic Requirements for human-centred multimedia interfaces*;
- ISO 11064 - *Ergonomic Design of Control Centres*;
- ISO 13407 - *Human-Centred Design Process for Interactive Systems*.

Este trabalho tem impacto direto no setor de desenvolvimento de *software*, por duas razões [SYSCON 99]:

- os maiores fornecedores de *software* são grandes corporações que atuam no mercado internacional. Por isso, as melhores e mais efetivas soluções têm que ter aplicabilidade internacional;
- a CEN – Organização de Padronização Européia – optou por adotar as padronizações da ISO no mercado interno da Comunidade Econômica Européia. A padronização da CEN substitui padrões nacionais na União Européia e nos países membros da Área de Livre Comércio Européia. Esta diretiva pode tornar-se uma dificuldade adicional no caso de empresas brasileiras exportadoras de *software*.

No setor de informática, como nos demais setores da economia, é perceptível a tendência de busca da conformidade dos sistemas da qualidade com as normas da série ISO

9000. Dados do SEPIN [SEPIN 99], de fevereiro de 1999, apontam 166 empresas de informática, das quais aproximadamente 40 atuando no desenvolvimento de *software*, com seus sistemas da qualidade auditados e em conformidade com a norma ISO 9001 ou 9002.

No requisito 4.20, demanda-se do fornecedor o estabelecimento de técnicas estatísticas que mensurem a capacidade de processo [MARANHÃO 94] e, mais recentemente, os indicadores de satisfação dos clientes com relação aos produtos e serviços fornecidos. A opção preferencial para suprir este requisito é a adoção de questionários de avaliação de satisfação *ad-hocs* que privilegiam critérios empíricos.

A substituição destes critérios empíricos pela avaliação normativa, como a ISO 9241, por exemplo, tende a permitir:

- classificar os indicadores de satisfação obtidos: pode-se, além de obter um indicador geral, determinar indicadores para cada critério descrito na norma (*Adequação à Tarefa, Auto-descrição, Controlabilidade, Conformidade com as Expectativas do Usuário, Tolerância a Erros, Suporte à Individualização, Adequação ao Aprendizado*);
- determinar metas para os graus de satisfação globais e de cada critério;
- atuar pontualmente: ao se detectar indicadores com graus de satisfação indesejáveis, pode-se buscar formas de atuação específica sobre os critérios considerados insatisfatórios, de forma a reduzir as falhas;
- abordagem metódica: a partir da correlação entre as partes da norma, pode-se buscar mecanismos para elevar os indicadores. Por exemplo, se o indicador de controlabilidade de um produto que utiliza a metáfora de formulários estiver abaixo dos níveis desejados, pode-se buscar amparo na parte 17 da norma, que trata de preenchimento de formulários, para identificar as falhas apresentadas e alternativas de correção.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é propor a adoção de técnicas de inspeção de usabilidade baseadas em questionários dirigidos aos usuários como ferramenta para a avaliação da satisfação de clientes de produtos de *software*.

Mais especificamente, pretende-se:

- sugerir um modelo de questionário de avaliação de satisfação baseado na norma ISO 9241 (*Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminal – VDT*), parte 10 (*Dialogue Principles*);
- propor uma estrutura de correlação entre os critérios avaliados pelo questionário e as partes da norma relativas à adequação ergonômica do *software*;
- elaborar uma metodologia para análise dos resultados e intervenção sobre as falhas.

1.3. PREMISSAS

Não faz parte do escopo deste trabalho provar as premissas abaixo. Futuros estudos, ao analisar os resultados aqui obtidos, devem levar em conta que se assume como verdadeiro que:

- os princípios ergonômicos propostos pela norma ISO 9241 podem ser tão gerais quanto qualquer conjunto de critérios proposto. Obviamente, o grau de detalhamento de outros critérios existentes ou que venham a ser propostos será determinante para obtenção de maior ou menor precisão em uma avaliação de usabilidade. Mas, em termos gerais, os princípios da norma são passíveis de uso efetivo e satisfatório em inspeções ergonômicas de *software*;
- a parte 10 da norma ISO 9241, que trata dos princípios de diálogos, pode ser considerada uma generalização das partes 14, 15, 16 e 17, que abordam modalidades específicas de diálogo (menu, comando, manipulação direta e

preenchimento de formulários, respectivamente). Portanto, é possível correlacionar a parte 10 com cada uma das específicas (14, 15, 16 e 17);

- um questionário de avaliação de satisfação subjetiva direcionado para usuários de *software* permite estimar o grau de adequação do produto às expectativas da comunidade de usuários;
- se este questionário tiver suas questões extraídas ou elaboradas tomando por base os itens da parte 10 da norma, será possível conhecer, para cada item da norma, o grau de satisfação dos usuários;
- caso o grau de satisfação de algum item seja baixo, poder-se-á buscar apoio na correlação entre a parte 10 e a parte específica para identificar falhas que estão influenciando negativamente no grau de satisfação.

1.4. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho seguirá as etapas de estudo descritas abaixo:

- serão estudadas propostas de critérios ergonômicos de vários autores. O objetivo deste estudo é evidenciar familiaridades entre estes critérios e os princípios ergonômicos da norma ISO 9241-10;
- serão estudados métodos de avaliação de usabilidade de *software* visando conhecer as várias modalidades e selecionar uma forma adequada de análise ergonômica baseada em pesquisa de opinião dos usuários;
- a norma ISO 9241 será estudada;
- será estudado o trabalho de [PRUMPER 93], referente à elaboração e aplicação de um questionário de avaliação de usabilidade baseado na parte 10 da norma ISO 9241;
- será efetuado um experimento de avaliação da satisfação de usuários de *software*. Para participar do experimento, será identificada uma empresa desenvolvedora de

software que já pratique avaliações freqüentes de satisfação entre seus usuários. Os dados obtidos pelo modelo de questionário atualmente utilizado pela empresa serão comparados aos de uma nova pesquisa também feita entre os usuários da empresa, mas usando uma tradução do questionário de [PRUMPER 93];

- usando-se uma sugestão de correlação entre as partes da norma, procurar-se-á demonstrar que, a partir da análise das respostas dos questionários, é possível orientar e priorizar o trabalho de investigação das prováveis falhas de usabilidade que geram maiores impactos sobre a satisfação dos usuários com relação ao produto.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está assim dividida:

- Capítulo 2: serão apresentados diversos estudos que tratam de critérios ergonômicos para *software*. O objetivo deste capítulo é evidenciar a similaridade entre as várias propostas;
- Capítulo 3: aborda os métodos de avaliação de usabilidade. Uma breve revisão dos principais métodos será apresentada;
- Capítulo 4: descreve as partes da ISO 9241, especialmente a que trata de princípios de diálogos;
- Capítulo 5: apresenta o trabalho de [PRUMPER 93], que propõe a avaliação de usabilidade adotando um questionário elaborado a partir da ISO 9241-10;
- Capítulo 6: relata um caso de aplicação de um questionário de avaliação da satisfação de usuários de *software*. A avaliação teve como população os usuários de um dos projetos da Softplan Planejamento e Sistemas Ltda., empresa de desenvolvimento de *software* de Florianópolis. O questionário utilizado é uma tradução do modelo proposto e utilizado em [PRUMPER 93]. A tabulação das

respostas obtidas nos questionários é utilizada para orientar a identificação de falhas que possam estar influenciando no grau de satisfação dos clientes.

2. CRITÉRIOS/PRINCÍPIOS ERGONÔMICOS PARA SOFTWARE

Uma interface de utilização bem projetada é construída com base em princípios e processos de desenvolvimento centralizados nos usuários e suas tarefas [MICROSOFT 95]. No entanto, qualidades mínimas podem ser identificadas e arranjadas de forma a constituir um conjunto coeso que venha a orientar as atividades de projeto e avaliação. O desenvolvimento desse conjunto usualmente é um processo heurístico [NIELSEN 94] baseado em experiência, mas que passa por validações e refinamentos até alcançar o nível de detalhamento desejado [SHNEIDERMAN 98].

A esse conjunto de qualidades podemos dar o nome de critérios ou princípios. O emprego de princípios e critérios bem definidos é fundamental para o sucesso da concepção da interface [CYBIS 97] porque, da mesma forma que permitem orientar de maneira coerente o projeto, podem, posteriormente vir a servir como quesitos de avaliação de produtos.

O estudo de critérios e princípios ergonômicos para *software* não se restringe às atividades acadêmicas. Fornecedores de *software* de portes variados os desenvolvem e utilizam. Mesmo a norma ISO 9241-10 divide as qualidades requeridas do *software* em princípios.

Neste capítulo serão apresentados alguns conjuntos de critérios desenvolvidos em estudos acadêmicos e comerciais. Pretende-se, aqui, evidenciar a similaridade entre os trabalhos de elaboração de critérios ergonômicos e a correlação existente entre estes conjuntos. Frequentemente, poder-se-á notar a recorrência de termos e conceitos entre os vários trabalhos aqui apresentados.

No capítulo 4, que trata especificamente da ISO 9241-10, serão apresentados os princípios adotados pela norma. A correlação evidenciada neste capítulo também será facilmente percebida quando os princípios da norma vierem a ser detalhados.

2.1. AS OITO REGRAS DE OURO DE SHNEIDERMAN

[SHNEIDERMAN 98] descreve os seguintes princípios de projeto de interfaces de sistemas interativos, aos quais também chama de oito regras de ouro para o projeto de interfaces:

- Consistência;
- Habilidade de atalhos para usuários frequentes;
- *Feedback* informativo;
- Diálogos com encerramento evidente;
- Prevenção e tratamento simplificados de erros;
- Fácil reversão das ações;
- Suporte ao controle por parte do usuário;
- Redução da carga da memória de curto termo.

Cada um destes princípios será detalhado a seguir.

2.1.1. Consistência

Segundo Shneiderman, o empenho em manter a consistência é fundamental. É, no entanto, o princípio mais frequentemente violado e mais difícil de ser seguido por causa da variedade de formas existentes para manter a consistência:

- seqüências consistentes de ações devem ser requeridas em situações similares;
- terminologias idênticas devem ser usadas em *prompts*, menus e telas de *help*;
- a consistência deve estar presente também no uso das cores, nos *layouts*, nas fontes de caracteres e na adoção de letras maiúsculas e minúsculas;
- exceções como a não exibição de senhas e a confirmação ou não de comandos de remoção devem ser compreensíveis e limitadas.

2.1.2. Habilitação de Atalhos para Usuários Frequentes

À medida em que a frequência de utilização cresce, o usuário passa a desejar a redução do número de interações e o aumento da velocidade de interação.

Geralmente, usuários frequentes apreciam e necessitam de facilidades como:

- abreviações;
- teclas especiais;
- comandos escondidos;
- macros;
- tempos de resposta pequenos e
- rápidas atualizações de telas.

2.1.3. Feedback Informativo

Para cada ação do usuário deve haver uma resposta do sistema:

- ações frequentes e menores devem ser sucedidas de respostas discretas;
- ações menos corriqueiras e de maior impacto devem receber respostas mais substanciais.

A apresentação visual dos objetos envolvidos na ação proporciona um ambiente conveniente para explicitamente mostrar as mudanças ocorridas.

2.1.4. Diálogos com Encerramento Evidente

As seqüências de ações devem ser organizadas em grupos com início, meio e fim. O *feedback* informativo indicando término de um grupo de ações dá ao operador a satisfação de

alcançar o objetivo, um sentido de alívio, o sinal para tirar os planos de contingência e opções da mente, e uma indicação clara para preparar o novo grupo de ações.

2.1.5. Prevenção e Tratamento Simplificados de Erros

O projeto da interação deve, tanto quanto possível, evitar que o usuário possa provocar erros sérios. Alguns cuidados essenciais:

- quando for necessário optar entre o preenchimento de formulários e o menu de seleções, escolher o segundo;
- inibir o preenchimento de caracteres alfabéticos na entrada de campos numéricos;
- se o usuário cometer um erro, o sistema deve detectá-lo e oferecer instruções de recuperação específicas, simples e construtivas. Por exemplo: ao invés de redigitar um comando inteiro, o usuário deve unicamente corrigir a parte errada;
- ações erradas não devem provocar mudanças no estado do sistema ou, alternativamente, o sistema deve fornecer instruções para recuperação do estado.

2.1.6. Fácil Reversão das Ações

Tanto quanto possível, as ações devem ser reversíveis. Esta facilidade:

- diminui a ansiedade, já que o usuário sabe que os erros podem se desfazer;
- estimula a exploração de opções pouco familiares.

As unidades de reversibilidade podem ser:

- uma ação simples;
- uma tarefa de entrada de dados;
- ou um grupo completo de ações como, por exemplo, a entrada de um nome e de um bloco completo de campos de endereço.

2.1.7. Suporte ao Controle por parte do Usuário

Operadores experientes usualmente têm o forte desejo de sentir que estão no comando do sistema, e que o sistema responde às ações deles.

O operador passa a desenvolver sentimentos de ansiedade e insatisfação quando o sistema apresenta ações inesperadas, seqüências tediosas de entradas de dados, inabilidade ou dificuldade de fornecer informações necessárias ou, ainda, incapacidade de produzir as ações desejadas.

Shneiderman cita [GAINES 81], para o qual o sistema deve incentivar os usuários a ser iniciadores das ações ao invés de unicamente responder às ações.

2.1.8. Redução da Carga da Memória de Curto Termo

A limitação do processamento de informação humano na memória de curto termo requer:

- telas simples;
- consolidação de telas de múltiplas páginas;
- redução na freqüência de movimentação de tela;
- fornecimento de quantidade suficiente de códigos, mnemônicos e seqüências de ações durante o tempo de treinamento;
- quando apropriado, acesso *on-line* à explicação da sintaxe dos comandos, a abreviações e a outras informações.

2.2. OS PRINCÍPIOS HEURÍSTICOS DE NIELSEN

[NIELSEN 90] apresentou um conjunto de dez princípios heurísticos de usabilidade inspirados no que chamou de propriedades comuns às interfaces usáveis:

- diálogos simples e naturais;
- adoção da linguagem do usuário;
- minimização da carga de memória do usuário;
- consistência;
- *feedback*;
- saídas claramente marcadas;
- atalhos;
- mensagens de erros construtivas e precisas;
- prevenção de erros;
- *help* e documentação.

O conjunto acima foi revisto em [NIELSEN 94], resultando nos princípios abaixo:

- Visibilidade do Estado do Sistema;
- Compatibilidade entre Sistema e Mundo Real;
- Liberdade e Controle do Usuário;
- Consistência e Padrões;
- Prevenção de Erro;
- Ênfase no Reconhecimento;
- Flexibilidade e Eficiência no Uso;
- Estética e Projeto Minimalistas;
- Auxílio ao Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros;

- *Help* e Documentação.

Cada um destes princípios será detalhado a seguir.

2.2.1. Visibilidade do Estado do Sistema

O sistema deve sempre manter o usuário informado sobre o que está acontecendo através do fornecimento de *feedback* apropriado dentro de tempos razoáveis.

2.2.2. Compatibilidade entre Sistema e Mundo Real

O sistema, ao invés de termos relacionados com o *software*, deve utilizar a linguagem do usuário, com palavras, frases e conceitos familiares a ele. O sistema deve seguir as convenções do mundo real, fazendo a informação aparecer na ordem lógica e natural.

2.2.3. Liberdade e Controle do Usuário

Os usuários geralmente cometem enganos ao escolher opções do sistema. Neste caso, precisam de uma saída de emergência evidente, que lhes permita deixar o estado indesejado sem ter que passar por diálogos extensos. Recursos recomendáveis para estas situações são, por exemplo, as opções de desfazer e refazer.

2.2.4. Consistência e Padrões

Os usuários não devem ter que adivinhar se diferentes palavras, situações ou ações têm o mesmo significado. Recomenda-se, neste caso, o uso de um conjunto definido de convenções.

2.2.5. Prevenção de Erro

O projeto da interação deve privilegiar a prevenção de erros. Nielsen afirma que o projeto cuidadoso que previne o problema de acontecer a primeira vez é ainda melhor que o fornecimento boas mensagens de erros.

2.2.6. Ênfase no Reconhecimento

O projeto deve dar ênfase no reconhecimento e preterir que o usuário tenha que relembrar aspectos relativos à interação. Isto pode ser conseguido fazendo-se objetos, ações e opções visíveis. Definitivamente, o usuário não deve ser obrigado a relembrar de uma parte do diálogo para poder dar seqüência à interação. Instruções para o uso do sistema devem ser visíveis e facilmente recuperáveis.

2.2.7. Flexibilidade e Eficiência no Uso

Aceleradores, invisíveis aos usuários novatos, podem oferecer maior velocidade de interação para os usuários mais experimentados. Este recurso permite que o sistema seja igualmente apropriado para usuários novatos ou mais experientes. Além deste recurso, deve-se proporcionar ao usuário mecanismos para criar atalhos para ações freqüentes.

2.2.8. Estética e Projeto Minimalistas

Segundo Nielsen, os diálogos não devem conter informação irrelevante ou raramente necessária. Qualquer unidade extra de informação em um diálogo compete com unidades relevantes, diminuindo a visibilidade relativa.

2.2.9. Auxílio ao Reconhecimento, Diagnóstico e Recuperação de Erros

As mensagens de erro devem ser expressas em linguagem por extenso, sem códigos e de maneira clara. O teor da mensagem deve indicar o problema com precisão e sugerir uma solução construtiva.

2.2.10. Help e Documentação

Embora seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, pode ser necessário providenciá-la, bem como pode ser necessário providenciar *helps*.

Ambos, *help* e documentação, devem:

- permitir que qualquer informação seja facilmente pesquisada e tenha como foco principal a tarefa do usuário;
- conter listas concretas de passos a executar;
- ser concisos.

Um importante desdobramento destes princípios pode ser encontrado em [TOGNAZZINI 99]. Nielsen, particularmente, considera este desdobramento muito extenso para ser utilizado em uma avaliação heurística. No entanto, qualifica-o como um *checklist* útil.

2.3. PRINCÍPIOS DE PROJETO CENTRADO NO USUÁRIO MICROSOFT

A Microsoft, maior empresa fornecedora de *software* do mundo, publica em seu guia de recomendações os princípios que adota para o desenvolvimento de seus produtos baseados no MS-Windows. São chamados princípios de projeto centrado no usuário e serão detalhados a seguir [MICROSOFT 95].

2.3.1. Usuário no Controle

Um importante princípio para o projeto de interfaces é que o usuário deve sempre sentir-se no controle do *software*, e nunca o contrário. Algumas implicações desse princípio:

- o usuário deve sempre iniciar as ações, nunca o *software*. Isto é, o papel do usuário deve ser sempre ativo, jamais reativo;
- diante da diversidade de graus de experiência dos usuários, deve-se fornecer recursos para personalização da interface;
- a interface deve ser tão interativa e convidativa quanto possível.

2.3.2. Objetividade (*Directness*)

O *software* deve ser projetado de forma a permitir que o usuário manipule diretamente representações da informação. Seja ao arrastar objetos para reposicioná-los, seja ao navegar até uma determinada posição de um documento, os usuários devem ser capazes de perceber, na tela, os resultados de suas ações sobre os objetos. Visibilidade das informações e das opções também reduzem a carga mental do usuário. Para os usuários, reconhecer um comando é mais rápido do que lembrar sua sintaxe.

O uso adequado de metáforas auxilia significativamente no sucesso da implementação desse princípio. O uso de metáforas proporciona uma interface direta e intuitiva, já que elas permitem transferir o conhecimento e experiência dos usuários para o *software*, o que permite ao usuário mais facilidade ao prever e aprender comportamentos do programa.

2.3.3. Consistência

A consistência proporciona um sentimento de estabilidade, tornando a interface mais familiar e previsível. Usando conhecimento já adquirido, o usuário pode aprender novas funções mais facilmente e concentrar a atenção nas tarefas, já que não precisará relembrar as diferenças de interação.

A consistência deve estar presente em todos os aspectos da interface: nomes de comandos, apresentação visual da informação e ambiente operacional. O projeto consistente deve considerar vários aspectos:

- consistência do produto: funções devem ser apresentadas através de interfaces e conjuntos de comandos consistentes. Deve-se sempre usar o mesmo conjunto de comandos para executar funções que pareçam similares ao usuário;
- consistência do ambiente operacional: devem ser adotadas convenções de interfaces que permitam ao usuário interagir com sistema a partir da experiência já adquirida;
- consistência das metáforas: o comportamento das metáforas utilizadas deve ser consistente com o comportamento dos objetos equivalentes no mundo real. Um exemplo: caso o sistema disponha de recursos para recuperar arquivos removidos, é inadequada a adoção da metáfora de um triturador de papel, já que o objeto real não permite recompor um documento triturado. Por esta razão, usualmente, dá-se preferência à metáfora da cesta de lixo.

2.3.4. Tolerância (*Forgiveness*)

Mesmo interfaces bem projetadas não conseguem evitar que o usuário cometa erros, sejam físicos, como apontar erradamente dados ou funções, sejam mentais, como tomar um decisão errada sobre a função a selecionar.

Constantemente, os usuários aprendem novos recursos a partir da exploração da interface, em um processo de tentativa e erro. Para estes casos, é essencial haver recursos que permitam:

- alertar sobre situações potenciais causadoras de danos no sistema e nos dados;
- reverter ações e recuperar dados e o estado do sistema.

2.3.5. Feedback

À toda ação do usuário deve corresponder uma resposta perceptível por parte do sistema. A reação do sistema pode ter várias formas: visual, auditiva ou mista. É muito importante que o usuário receba, à cada interação com o sistema, estímulos suficientemente distintos e adequados que permitam conhecer o estado do sistema e a natureza da ação.

O *feedback* deve ser proporcionado dentro de tempos aceitáveis e tão próximos ao local de interação quanto possível. Mesmo durante a execução de alguma tarefa, o sistema deve fornecer ao usuário *feedback* sobre o estado do processamento e formas de cancelamento.

2.3.6. Estética

O projeto visual representa uma parte significativamente importante da interface. As características visuais têm por função proporcionar impressões visuais e, igualmente, comunicar sobre o estado dos objetos em foco.

Um projeto equilibrado permite garantir a transferência de informação visual sem criar elementos que desnecessariamente venham a competir pela atenção do usuário.

2.3.7. Simplicidade

A simplicidade da interface, proporcionando acesso a todas as funcionalidades da aplicação, facilita a aprendizagem e o uso. Para obter uma interface simples devem ser consideradas algumas recomendações:

- redução da quantidade de informação apresentada ao mínimo necessário para obtenção de uma comunicação adequada;
- adoção de nomes de comandos e mensagens sucintos;
- organização de objetos e elementos, agrupando-os por similaridade ou semântica;

- redução progressiva da quantidade de opções disponíveis à medida em que o diálogo avança.

2.4. PRINCÍPIOS IBM

A IBM mantém um *site* na Internet, www.ibm.com/ibm/easy/, especializado em questões relativas ao projeto centrado no usuário e à usabilidade, ou, como a própria empresa chama, facilidade de uso (*Ease of Use*).

Em [IBM 99] são descritos os princípios de usabilidade que orientam os projetos da empresa:

- simplicidade;
- suporte;
- familiaridade;
- obviedade;
- encorajamento;
- satisfação;
- acessibilidade;
- segurança;
- versatilidade;
- personalização e
- afinidade.

2.4.1. Simplicidade

A premissa básica deste princípio dita que se deve privilegiar a usabilidade à funcionalidade, ou seja, a lógica de utilização deve prevalecer à lógica de funcionamento.

A interface deve ser simples e direta, evitando-se o que o excesso de informações possa tirar a atenção do usuário. Funções básicas devem estar sempre visíveis, e funções avançadas devem ser menos óbvias para usuários novatos.

Essencialmente, devem ser mantidas na tela, exclusivamente, as funções aplicáveis à tarefa em execução.

2.4.2. Suporte

O usuário deve estar no controle das ações e ser assistido de maneira ativa: devem, sempre, estar disponíveis opções suficientes para suportar a sua forma de pensar, além de mecanismos para estabelecer e manter um contexto de trabalho, a partir do qual seja possível conhecer o estado atual do sistema e, também, os estados possíveis.

Pode-se proporcionar um sentimento de estabilidade ao usuário a partir de recursos que permitam ao usuário retomar com facilidade um trabalho interrompido por períodos de horas e até dias.

É bastante provável que o usuário tenha mais familiaridade com algumas funções e seja novato em outras. Nestes casos, o sistema deve reconhecer o objetivo da interação e proporcionar, no nível adequado à experiência do usuário, o conhecimento necessário para que a tarefa seja executada com sucesso.

2.4.3. Familiaridade

O projeto deve proporcionar ao usuário condições para aprender a partir do seu próprio conhecimento e de suas próprias experiências do mundo real. A utilização desse conhecimento na concepção da interface amplia a quantidade de tarefas que o usuário pode executar.

O uso de conceitos e técnicas que o usuário já conhece no mundo real permite obter um progresso rápido e efetivo no que se refere à utilização do sistema. Um conceito aprendido um vez pode ser aplicado para favorecer o aprendizado de situações similares.

2.4.4. Obviedade

Os objetos empregados na interface e seus respectivos controles devem ser visíveis e intuitivos. A utilização de objetos do mundo real na interface permite ao usuário intuir comportamentos, dando-lhe mais conforto e segurança.

Uma forte recomendação no que se refere a este princípio é a combinação de representações do mundo real com mecanismos de ação direta.

2.4.5. Encorajamento

A confiança do usuário com relação ao sistema é tanto maior quanto mais as respostas do sistema corresponderem aos resultados esperados, por isso as ações devem ser igualmente previsíveis e reversíveis.

A adequação do sistema às expectativas de respostas requeridas pelos usuários demanda que o projetista compreenda as tarefas, metas e modelo mental do usuário. Quando o *software* produz resultados previsíveis e reversíveis, o usuário sente-se mais encorajado a explorar a interface, ativar funções, ver os resultados e desfazer ações indesejáveis.

2.4.6. Satisfação

O usuário deve desenvolver um sentimento de progresso e consecução de seus objetivos. Para tanto, algumas recomendações podem ser seguidas:

- as ações do sistema devem ser seguidas de *feedback* imediato. Demoras excessivas tendem a reduzir a confiança do usuário com relação ao sistema, e respostas imediatas permitem ao usuário ativar rapidamente os mecanismos de reversão de ações com resultados indesejáveis;
- devem ser evitadas situações nas quais os usuários podem estar trabalhando com dados desatualizados. Quando isso não for possível, o usuário deve ser prontamente informado.

2.4.7. Acessibilidade

Os objetos de interação devem estar acessíveis todo o tempo, podendo ser usados em qualquer seqüência.

O uso de *modos* (estados nos quais as ações normalmente disponíveis tornam-se inacessíveis como, por exemplo, os diálogos modais) deve ser evitado porque restringe a habilidade de interação com o sistema.

2.4.8. Segurança

Este princípio sugere “manter os usuários longe de problemas”. O projetista tem a função de criar mecanismos que impeçam os usuários de cometer erros. As estruturas mentais são melhores nas situações de reconhecimento do que nas de lembrança, por isso, seja quando solicitado, seja automaticamente, a interface deve prover respostas visuais, lembretes e outras formas de auxílio.

A interação nunca deve depender exclusivamente da memória do usuário para ter seqüência, especialmente quando o sistema requer informações previamente fornecidas. A comunicação com sistema - através do *help* ou de indicativos visuais que permitam escolher os objetos de interação necessários - pode ajudar o usuário a alcançar seus objetivos.

2.4.9. Versatilidade

A interface deve ser projetada de forma a suportar técnicas alternativas de interação. Quanto mais versátil for a interface, maior será a quantidade de perfis de usuários que ela poderá satisfazer, especialmente no que se refere ao nível de experiência.

É extremamente conveniente que o usuário possa escolher o tipo de interação adequando à cada situação. Também a troca do tipo de interação escolhido deve ser possível a qualquer momento.

Desenvolver interfaces flexíveis é reconhecer a diversidade humana, que pode ser influenciada por incapacidades, ambientes, culturas ou preferências.

2.4.10. Personalização

A interface deve ser *customizável*, isto é, deve ser passível de adequação às necessidades e desejos individuais dos usuários. As adequações desejadas podem ser fundamentadas em interesses, motivações, nível de experiência ou conhecimento.

Obviamente, a possibilidade de se configurar um ambiente adequado às necessidades particulares dá ao usuário um sentimento de conforto e familiaridade, além de proporcionar condições para a obtenção de maior produtividade e satisfação.

Algumas considerações para ambientes onde operam múltiplos usuários:

- usuários que compartilham um mesmo equipamento devem possuir mecanismos que permitam que cada operador crie sua personalização. A personalização efetuada deve ser facilmente acessível ao respectivo operador;
- usuários que operam vários equipamentos devem possuir mecanismos que permitam que a configuração criada em um equipamento seja acessível em outro que venha a ser utilizado.

2.4.11. Afinidade

A principal diretriz que rege este princípio é “trazer à vida os objetos de interação através de um bom projeto visual”.

A meta do projeto visual é apresentar, de uma maneira coesa, todos os aspectos envolvidos nos princípios de projeto. Por isso, o projeto visual deve suportar, sem ambigüidades, o modelo do usuário e suas respectivas funções. “O resultado final deve ser uma representação intuitiva e familiar do que é a segunda natureza para os usuários”, ou seja, a função do projeto visual é criar um modelo virtual que corresponda o mais fielmente possível à forma como o usuário percebe e interage com os objetos reais.

2.5. CRITÉRIOS ERGONÔMICOS DE BASTIEN E SCAPIN

[BASTIEN 93] apresenta um trabalho bastante detalhado e abrangente que sugere oito princípios ou critérios, organizados em um estrutura de três níveis: critérios principais, sub-critérios e critérios elementares. Estes critérios serão descritos a seguir.

2.5.1. Condução

A interface deve dispor de meios adequados (mensagens, avisos, alarmes e rótulos) para alertar, orientar, informar, instruir e guiar o usuário na interação com o sistema.

Uma boa condução facilita a aprendizagem e o uso do sistema, o que resulta em mais produtividade e menor quantidade de erros. Para tanto deve-se permitir ao usuário:

- saber, a qualquer momento, em que ponto da interação com o sistema ele se encontra;
- conhecer quais as ações possíveis e suas respectivas conseqüências;
- solicitar informação adicional.

Este critério divide-se em quatro sub-critérios: *presteza*, *feedback* imediato, legibilidade e agrupamento/distinção de itens.

2.5.1.1. Presteza

Entende-se por *presteza* os mecanismos que o *software* oferece para:

- guiar o usuário na execução de tarefas específicas, como a entrada de dados, por exemplo;
- permitir ao usuário conhecer as alternativas possíveis;
- informar o usuário sobre o estado ou contexto atual do sistema;

- auxiliar o usuário, como os *helps*, por exemplo.

O *software* prestativo facilita a navegação na aplicação, reduzindo a necessidade de o usuário aprender séries de comandos e, por consequência, diminui a quantidade de erros. Além disso, auxilia na percepção do estado corrente do sistema, permitindo ao usuário ter conhecimento do ponto em que se encontra no diálogo e das ações que resultaram naquele contexto.

2.5.1.2. Agrupamento/Distinção de Itens

Este critério trata da organização visual dos itens de informação levando em conta a relação que estes itens guardam entre si.

A partir de características como similaridade, frequência de uso, contexto podem ser determinadas classes de itens que permitam agrupar as funções do sistema. Este aspecto é particularmente importante porque influencia diretamente na compreensão da tela por parte do usuário.

A adequada ordenação, posicionamento e distinção dos objetos permitem ao usuário perceber os diferentes itens e grupos de itens e aprender mais facilmente o relacionamento existente entre eles. Este sub-critério divide-se em dois critérios elementares: agrupamento/distinção por localização e por formato.

2.5.1.2.1. Agrupamento/Distinção por Localização

Este critério aborda o posicionamento dos objetos na interface como forma de diferenciar as classes de itens e determinar a que classe cada item pertence.

2.5.1.2.2. Agrupamento/Distinção por Formato

Este critério concentra-se no uso de recursos gráficos (formato, fonte e cor, por exemplo) como forma de diferenciar as classes de itens e determinar a que classe cada item pertence.

2.5.1.3. Feedback Imediato

Este critério trata das respostas fornecidas pelo sistema às ações do usuário. A ausência de *feedback* pode dar ao usuário a impressão de que o sistema tenha falhado.

Por mais simples que seja a ação do usuário, o sistema deve proporcionar uma resposta adequadamente distinta, breve e consistente. A qualidade e agilidade da resposta são fundamentais para que o usuário entenda o diálogo e estabeleça sentimentos de confiança e satisfação com relação ao sistema.

2.5.1.4. Legibilidade

A legibilidade trata das características léxicas das informações apresentadas e que podem facilitar ou dificultar a sua leitura: características dos caracteres como brilho e contraste com o fundo, tamanho de fonte, espaçamento entre palavras, linhas e parágrafos, tamanho da linha e outros.

As características cognitivas e perceptivas dos usuários devem ser levadas em conta na apresentação da informação. Uma boa legibilidade facilita a leitura da informação apresentada, o que resulta em melhor performance do usuário.

2.5.2. Carga de Trabalho

Esse critério aborda os elementos de interface que têm papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e no aumento da eficiência do diálogo.

Quanto maior a carga de trabalho, maior é a chance de o usuário cometer erros. Alguns cuidados no projeto permitem reduzir a carga de trabalho do usuário e obter maior eficiência na execução das tarefas:

- redução da quantidade de elementos de interface que possam distrair o usuário;
- diminuir a extensão das ações requeridas do usuário.

Este critério divide-se em: brevidade e densidade informacional.

2.5.2.1. Brevidade

Este critério é concernente à carga cognitiva e perceptiva do usuário tanto para entradas e saídas individuais, quanto para conjuntos de entradas (ou seja, conjuntos de ações requeridas para alcançar algum objetivo ou executar uma tarefa).

A principal preocupação desse critério é a limitação de trabalho de entrada e leitura, e a diminuição do número de passos das ações.

Este critério divide-se em: concisão e ações mínimas.

2.5.2.1.1. Concisão

Este critério diz respeito à carga de trabalho cognitiva e perceptiva do usuário para entradas e saídas individuais.

Como a memória de curto termo é limitada, quanto mais curtas as entradas, menores serão as possibilidades de erros. Além disso, quanto mais sucintos forem os itens de informação, menores serão os tempos de leitura.

2.5.2.1.2. Ações Mínimas

Este critério é concernente à carga de trabalho relativa ao número de ações necessárias para executar uma tarefa ou alcançar um objetivo. Basicamente, trata da redução do número de passos à menor quantidade necessária para alcançar os resultados desejados.

Quanto mais numerosas e complexas as ações necessárias para se alcançar um objetivo, maior será a carga de trabalho e, conseqüentemente maior a possibilidade de o usuário cometer erros.

2.5.2.2. Densidade Informacional

Este critério trata da carga de trabalho cognitiva e perceptiva do usuário, não no que se refere especificamente a um elemento individual de informação, mas no que tange ao conjunto de informações apresentadas.

Na maioria das tarefas, a performance do usuário é prejudicada – e, conseqüentemente os erros tornam-se mais freqüentes - quando a densidade de informação é muito alta ou muito baixa.

Por isso, alguns cuidados devem ser tomados no projeto da interface:

- itens não relacionados com a tarefa devem ser removidos;
- os usuários não devem ser obrigados a memorizar longas listas de dados e procedimentos complicados;
- o usuário não pode ser obrigado a executar complexas atividades cognitivas que não existiam na tarefa manual.

2.5.3. Controle Explícito

Este critério enfoca o processamento executado pelo sistema a partir das ações explícitas do usuário e, também, o controle que o usuário tem sobre o processamento e as ações tomadas pelo sistema.

Quando o usuário define de maneira explícita suas entradas, e essas entradas estão sob seu controle, as possibilidades de ambigüidades são reduzidas. Por isso, o sistema terá melhor aceitação se o usuário tiver total controle sobre o diálogo.

Este critério divide-se em: ações explícitas do usuário e controle do usuário.

2.5.3.1. Ações Explícitas do Usuário

Este critério refere-se às relações entre o processamento executado pelo computador e as ações do usuário. Esta relação deve ser explícita, ou seja, o computador deve processar exclusivamente as ações solicitadas e no momento requerido pelo usuário.

Quando o processamento resulta de ações explícitas, os usuários aprendem e entendem melhor o funcionamento da aplicação e a quantidade de erros é reduzida.

2.5.3.2. Controle do Usuário

Este critério refere-se à necessidade de o usuário estar sempre no controle do processamento do sistema, podendo, por exemplo, acionar mecanismos de interrupção, cancelamento, suspensão ou continuação. Cada ação possível deve ser antecipada e opções apropriadas devem ser proporcionadas.

O controle sobre a interação favorece o aprendizado e diminui a probabilidade de ocorrências de erros. Conseqüentemente, o sistema torna-se mais previsível.

2.5.4. Adaptabilidade

Este critério refere-se à capacidade que o sistema apresenta para reagir contextualmente e de acordo com as necessidades e preferências do usuário.

Uma única interface não consegue ser adequada a todos os seus usuários potenciais. Por isso, para evitar efeitos negativos sobre os usuários, a interface precisa dispor de recursos para se adaptar a eles.

Quanto mais variadas as maneiras de se executar uma tarefa, maiores as probabilidades de um usuário desenvolver uma forma de execução particular. Portanto, devem ser proporcionados recursos em quantidade e diversidade suficientes (diferentes procedimentos, opções e comandos) para que o usuário possa escolher, a partir de suas preferências, os mais adequados à sua forma de trabalhar. Este critério divide-se em: flexibilidade e experiência do usuário.

2.5.4.1. Flexibilidade

O critério flexibilidade refere-se aos meios disponíveis para *customização*(personalização) da interface visando levar em conta as estratégias e hábitos de trabalho do usuário, e as respectivas exigências da tarefa.

A flexibilidade é determinada pelo número de diferentes maneiras pelas quais o usuário pode alcançar um determinado objetivo. Ou seja, é a capacidade que a interface apresenta para se adaptar às necessidades peculiares de cada usuário.

2.5.4.2. Experiência do Usuário

Este critério refere-se aos mecanismos disponíveis para que o sistema seja adequado ao nível de experiência do usuário.

As necessidades de informação dos usuários experientes são distintas das dos usuários novatos. Enquanto usuários novatos podem ser auxiliados por diálogos detalhados, e orientações passo-a-passo, usuários experientes podem ter atalhos à sua disposição.

A interface deve estar preparada para lidar com usuários de diferentes níveis de experiência e levar em conta que usuários novatos podem tornar-se experientes à medida que tenham uma interação intensa e prolongada com o sistema. Processo inverso pode ocorrer com usuários experientes que passam por longos períodos sem interagir com o sistema.

2.5.5. Gestão de Erros

A gestão de erros é pertinente aos mecanismos disponíveis para prevenção, redução e correção de erros. São considerados erros: entrada inválida de dados, fornecimento de dados em formato inválido, sintaxe de comandos errada.

As interrupções causadas pelos erros têm consequências negativas sobre as atividades do usuário. Geralmente, elas prolongam as interações e desorganizam o planejamento da execução da tarefa.

A redução da quantidade de interrupções resultante da limitação do número de erros aumenta a produtividade do usuário.

Este critério divide-se em: proteção contra erros, qualidade das mensagens de erro e correção de erros.

2.5.5.1. Proteção contra Erros

A proteção contra erros refere-se aos meios disponíveis para detecção e prevenção de erros decorrentes da entradas de dados, ativação equivocada de comandos, e ações com consequências destrutivas.

Deve-se dar preferência à detecção dos erros antes da validação dos dados, já que a perturbação no diálogo tende a ser menor neste momento.

2.5.5.2. Qualidade das Mensagens de Erros

Este critério refere-se ao conteúdo das mensagens de erro: relevância, severidade, legibilidade, especificidade sobre a natureza do erro – sintaxe, formato, limites e outras - e às ações necessárias à correção.

A qualidade das mensagens favorece o aprendizado do sistema, pois permite que o usuário conheça os erros e as respectivas causas, aprenda a evitá-los, preveni-los e corrigi-los.

2.5.5.2. Correção de Erros

Os erros causam menos perturbação quando podem ser imediatamente e facilmente corrigidos. Este critério diz respeito aos meios proporcionados pelo sistema para que o usuário possa corrigir os erros cometidos

2.5.6. Consistência

Este critério enfoca a regularidade com que conceitos de projeto – códigos, nomes, formatos, procedimentos, metáforas e outros – são empregados de maneira idêntica em situações e contextos similares, e de maneiras distintas em contextos diferentes.

A consistência dá ao usuário a sensação de estabilidade diante da interface. Os objetos da interface são melhor reconhecidos, localizados e utilizados, quando seu formato, localização e sintaxe permanecem estáveis de uma tela para outra. Nestas condições o sistema torna-se mais previsível, facilitando a aprendizagem e a generalização, e reduzindo a quantidade de erros.

Um sistema consistente reduz significativamente a aprendizagem e o uso. Por outro lado, uma das principais razões para a rejeição de sistemas é a falta de consistência.

2.5.7. Significado dos Códigos

O critério significado dos código avalia a relação entre um termo ou unidade de informação e a codificação usada para representá-lo. Códigos e nomes são significantes para os usuários quando há uma forte relação semântica entre tais códigos e os itens ou ações representados.

Códigos significativos facilitam a recordação e o reconhecimento. Por outro lado, códigos ou nomes pouco significativos podem levar os usuários a executar operações inadequadas e, por consequência, ao erro.

2.5.8. Compatibilidade

O critério compatibilidade refere-se à adequação entre as características das tarefas e do usuário – memória, experiência, habilidades, idade, expectativas e outras -, e a organização da saída, entrada e do diálogo de uma aplicação. Aborda, também, a coerência entre ambientes e entre aplicações.

A transferência de informações entre contextos distintos é mais rápida e eficiente quando o volume informações que o usuário precisa recodificar é menor.

A eficiência é maior quando:

- os procedimento projetados para execução da tarefa são compatíveis com as características psicológicas do usuário;
- os procedimentos e as tarefas são organizadas obedecendo expectativas e práticas do usuário;
- as traduções, interpretações e referências à documentação são minimizadas;
- a informação é apresentada de uma forma diretamente utilizável.

2.6. CONCLUSÕES

Este capítulo apresentou alguns conjuntos de requisitos ergonômicos adotados pela comunidade de pesquisa e desenvolvimento de *software*. Uma rápida comparação entre as recomendações propostas em cada um dos conjuntos apresentados permite evidenciar algumas importantes conclusões:

- apesar de cada um destes trabalhos ter sido desenvolvido sob circunstâncias diferentes, em ambientes distintos e ter sofrido a influência de aspectos organizacionais e sociais particulares, a similaridade das recomendações apresentadas é notadamente alta, havendo em muitos casos recorrências significativas de conceitos e critérios;
- um grande fator de distinção entre os trabalhos apresentados reside na diferença do grau de detalhamento de cada abordagem. Assim, enquanto a maioria dos trabalhos caracteriza-se pela concisão de suas recomendações, outros – especialmente [BASTIEN 93] – organizam-se de uma maneira coesa e hierárquica. Esta estrutura tende a facilitar a utilização dos requisitos e, por conseqüência, possibilita a obtenção de resultados mais precisos na avaliação e desenvolvimento de interfaces;
- alguns trabalhos representam anseios, às vezes, muito focados em interesses imediatos, não sendo suficientemente genéricos. Um exemplo disso são as recomendações de [MICROSOFT 95] relativas à consistência;
- os trabalhos citados não têm representatividade suficiente para ser aceitos por toda a comunidade que atua no desenvolvimento e avaliação de *software*.

3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Diante das diversas abordagens de avaliação de usabilidade, [SHNEIDERMAN 98] sugere que a adoção de um método adequado depende de vários fatores:

- estágio em que se encontra o projeto: indica se os trabalhos encontram-se nas fases mais elementares, em pleno andamento ou em fase de conclusão;
- grau de inovação do projeto: aponta se o domínio do assunto ou da solução em questão tem natureza bem definida ou se é de caráter exploratório;
- número de usuários potenciais;
- criticidade da interface: obviamente, a interface de um sistema de controle de tráfego aéreo desempenha papel muito mais crítico do que a interface de um quiosque de informações turísticas;
- custos do produto e dos recursos destinados a testes: há métodos de inspeção de custos e precisão bastante variados. A criticidade do produto e o grau de precisão dos resultados esperados dos testes será significativo para a busca do equilíbrio entre os custos de desenvolvimento do produto e os custos de inspeção da usabilidade;
- disponibilidade de tempo e de especialistas em usabilidade;
- experiência da equipe de projeto e avaliação.

[NIELSEN 94] classifica os métodos de avaliação de usabilidade em quatro categorias:

- automática: onde a usabilidade é avaliada por programas de computador que comparam a interface propriamente dita e suas especificações. O atual estado-da-arte ainda não permite a efetividade desta forma de avaliação;
- empírica: onde a usabilidade é avaliada a partir da observação dos testes feitos com usuários reais. É a forma de avaliação mais regularmente utilizada,

apresentando algum empecilhos: usualmente é caro e difícil reunir usuários reais para testar todos os aspectos de cada nova versão do projeto;

- formal: a usabilidade é medida a partir de modelos e fórmulas. Esta forma de avaliação é de difícil aplicação, sendo particularmente problemática no caso de interfaces altamente interativas e complexas;
- informal: a avaliação da usabilidade dá-se a partir de regras heurísticas e de experiências, conhecimentos ou habilidades pessoais ou de grupos.

Apesar de a classificação acima, proposta por Nielsen, contar com razoável aceitação junto à comunidade ligada à usabilidade de *software*, adotar-se-á, como orientação para este capítulo, a classificação sugerida por [SHNEIDERMAN 98], que divide os métodos de avaliação levando em conta, além da forma de condução (assim como o faz Nielsen), o ambiente onde se dá a avaliação e os envolvidos (especialistas, usuários ou ambos):

- Revisões Especializadas;
- Testes e Estudos Laboratoriais;
- Pesquisas de Opinião;
- Testes de Aceitação;
- Avaliação Durante o Uso Ativo e
- Experimentação Psicologicamente Orientada.

Este capítulo apresenta uma breve revisão destes métodos, abordando aspectos como aplicabilidade, funcionamento e precisão.

3.1. REVISÕES ESPECIALIZADAS

As revisões especializadas requerem a participação de um especialista com domínio das questões de usabilidade, do assunto ou da interface em questão – quando se trata de interfaces altamente especializadas - [SHNEIDERMAN 98], função essa nem sempre existente

em uma equipe de desenvolvimento. Obviamente, há a alternativa de participação de consultores especializados, mas Shneiderman alerta que a reação da equipe de desenvolvimento contra recomendações externas ao grupo tende sempre a ser maior. Embora não sejam determinantes exclusivos do sucesso da intervenção, estas preocupações não devem ser ignoradas. [NIELSEN 94], em particular, denomina este tipo de avaliação como *Inspeção de Usabilidade*, e o inclui na categoria das avaliações informais.

Os principais métodos de revisão especializada são [SHNEIDERMAN 98]:

- Avaliação Heurística;
- Revisão usando Guias de Recomendações;
- Inspeção de Consistência;
- Navegação Cognitiva;
- Inspeções Formais.

Cada um destes métodos será detalhado a seguir.

3.1.1. Avaliação Heurística

A Avaliação Heurística analisa a usabilidade da interface a partir de uma lista de recomendações heurísticas, como as discutidas no Capítulo 2. A experiência, familiaridade e capacidade de interpretação do avaliador são fundamentais para o sucesso deste tipo de revisão.

[MATIAS 95] apresenta um interessante trabalho de avaliação de usabilidade de um editor de textos. Ao invés de efetuar uma avaliação de conformidade com relação a guias de recomendações (ver 3.1.2), foram utilizadas 173 questões de um *checklist* elaborado a partir das principais recomendações ergonômicas da norma ISO 9241, [BASTIEN 93], [SMITH 86], [RAVDEN 89] e [HORTON 94].

[CYBIS 97] apresenta o ErgoList (www.inf.ufsc.br/ergolist), um *checklist* automatizado disponível na Internet que permite a avaliação da usabilidade de produtos de *software*.

3.1.2 Revisão usando Guias de Recomendações

A revisão executada com o auxílio de guias de recomendações analisa a usabilidade a partir da comparação entre a interface e as padronizações elaboradas pela própria empresa desenvolvedora do produto ou por outros guias de estilo.

Usualmente, para que os avaliadores dominem as instruções constantes no guias de estilo, necessitam de treinamento e um razoável tempo de estudo. Também a avaliação do produto demanda prazos significativos.

[ROSA 99] apresenta um trabalho que aborda preocupações ergonômicas na confecção de um guia de estilo de uma empresa desenvolvedora de *software*. Para facilitar a execução da revisão, foi elaborado um *checklist* que compila as recomendações em questões cujas respostas podem assumir valores *conforme*, *não-conforme* e *não-aplicável*, o que torna a avaliação bastante objetiva.

Fazem parte deste tipo de revisão as avaliações normativas, onde o processo é caracterizado por buscas de evidências de conformidade, ou não-conformidade, com os quesitos da norma. [DE SOUZA 93] sugere cuidados especiais na elaboração de guias de recomendações no que se refere à norma ISO 9241 – os guias devem ser elaborados à luz dos critérios da norma, de forma a possibilitar que a equipe de desenvolvimento seja capaz produzir *software* com alto grau de conformidade, mesmo não tendo conhecimento da norma propriamente dita.

3.1.3. Inspeção de Consistência

Inspeção de Consistência avalia a usabilidade no âmbito de uma família de interfaces, sendo considerados aspectos como terminologia, cores, *layouts*, formatos de entrada e saída, além de materiais de treinamento, documentação para o usuário e *help online*.

Esta forma de revisão é indicada para linhas de produtos, cujas interfaces devem manter similaridades visando à redução dos custos e prazos de treinamento.

Este é o caso, por exemplo, da avaliação de produtos segundo o guia de estilo para interfaces MS Windows. É desejável que produtos desenvolvidos para este ambiente sejam aderentes às recomendações elementares quanto à interface – essa consistência permite que o usuário aprenda os princípios básicos de operação uma só vez, e aplique esse conhecimento nos demais produtos disponíveis para o ambiente em questão [MICROSOFT 95].

3.1.4. Navegação Cognitiva

A Navegação Cognitiva requer que os especialistas assumam o papel de usuários e procurem simular a interação que ocorreria entre os usuários e o sistema quando da execução de tarefas mais corriqueiras ou críticas.

Usualmente, este processo deve incluir as situações potenciais de erro e, por consequência, as de recuperação de falhas. Esta forma de revisão é especialmente indicada para interfaces caracterizadas pela interação exploratória.

Um interessante exemplo dessa forma de revisão pode ser visto em [GONTIJO 93]. Neste trabalho, foi feita, em duas etapas, a avaliação de um editor de textos. Na primeira etapa, executou-se um teste de usabilidade, sendo observados os usuários executando tarefas prescritas pelo grupo de avaliação. Na Segunda, a própria equipe de avaliação, simulando o papel de usuários, executou as tarefas prescritas. Foram constatados problemas com relação aos dispositivos de entrada, vocabulário, mecanismo de ajuda, sintaxe, lógica de utilização e de gerenciamento de erros.

3.1.5. Inspeções Formais

Nas inspeções formais, dois grupos de análise crítica são formados, a equipe de desenvolvimento e a equipe de avaliadores especialistas. Os grupos interagem como oponentes, discutindo os méritos e deficiências da interface. As evidências apresentadas por um grupo podem ser refutadas pelo outro, cabendo a um mediador o papel de conduzir a discussão até que

as conclusões finais possam ser obtidas. Embora sirva como uma experiência educacional rica, este tipo de revisão é, entre todos, o que demanda mais tempo e pessoal.

3.2. TESTES E ESTUDOS LABORATORIAIS

O teste de usabilidade, até bem pouco tempo atrás, parecia uma boa idéia, mas inviabilizada pelas tradicionais dificuldades de recursos e cronogramas alocados aos projetos [SHNEIDERMAN 98].

O crescente interesse pelas questões ergonômicas relativas ao *software* tem levado empresas a estruturar seus próprios laboratórios de usabilidade [NIELSEN 94a]. Paralelamente, laboratórios prestadores de serviço e vinculados às instituições de pesquisa também têm proliferado.

A importância desses laboratórios reside na abordagem científica dos aspectos relacionados à usabilidade. A reunião e combinação de técnicas de teste e avaliação permite a revisão de conceitos e o desenvolvimento de novas ferramentas, num ciclo evolutivo que tem muito a oferecer aos fornecedores de programas e usuários de computador.

Basicamente, o funcionamento deste tipo de laboratório não difere de outros laboratórios: há um ambiente propício para ensaios de interação, onde o usuário pode ser observado, tendo suas reações registradas por câmeras, recursos de captura de ações de teclado e *mouse*, e, algumas vezes, as próprias expressões faciais e corporais.

Os usuários participantes dos experimentos são informados das condições em que se darão os ensaios e, explicitamente, consentem que todos os aspectos da interação possam ser registrados. Autorizam, ainda, que as condições da interação sejam controladas pelo grupo de avaliação: visando observar as reações do usuário, erros podem ser propositalmente inseridos na interação, interrupções constantes podem ser feitas (telefone, ruídos, conversação no ambiente de ensaio), tarefas incoerentes podem ser solicitadas.

O objetivo dos ensaios laboratoriais é avaliar, sob condições controladas, a usabilidade oferecida, seja em situações normais de interação, seja em situações extremas.

Além da observação registrada em vídeo, fazem parte das alternativas laboratoriais:

- testes de campo: visando obter a visão mais realista possível da interação, laboratórios portáteis são levados aos locais de trabalho onde o *software* será utilizado. Uma nova e freqüente prática de teste de campo é o fornecimento de versões de teste para que os usuários finais façam uso efetivo do produto, embora a versão comercial ainda não esteja disponível. Shneiderman relata que o maior teste de campo deste tipo foi realizado com o Microsoft Windows 95 – 400.000 usuários em todo o mundo receberam a versão *beta* do produto e puderam testá-la e comentá-la;
- testes competitivos: usualmente aplicado para comparar a nova e a velha interfaces de um produto. Embora restrita a casos de reformulação de interfaces de produtos, é uma poderosa técnica que permite que poucos usuários produzam resultados suficientes para uma boa análise.

[MATIAS 95] relata a metodologia de trabalho do LabIUtil – Laboratório de Utilizabilidade – da Universidade Federal de Santa Catarina, que combina duas técnicas de avaliação de interfaces: a avaliação heurística e os testes de usabilidade.

[MOÇO 96] descreve a aplicação de uma técnica que envolve ensaios laboratoriais de interação para a avaliação ergonômica de um editor de textos.

3.3. PESQUISAS DE OPINIÃO (SURVEYS)

As pesquisas de opinião constituem uma técnica bastante comum de avaliação. São comparativamente baratas e podem servir como um bom complemento para os testes de usabilidade e revisões especializadas [SHNEIDEMAN 98].

O sucesso das pesquisas de opinião depende da objetividade do instrumento de coleta adotado. Quanto mais dirigido para os dados que se pretende analisar, e quanto menos ambíguo, melhor será a eficácia do instrumento.

As entrevistas e os questionários são instrumentos muito utilizados para este fim.[FIALHO 95] assim classifica e distingue as entrevistas e os questionários:

- *“entrevista dirigida: em geral, efetuada a partir de um questionário elaborado previamente, onde existem questões objetivas a serem respondidas pelo entrevistado. Distinguimos esta entrevista do questionário, pois é feita a partir do contato direto entre entrevistado e entrevistador. O questionário pode ser aplicado de forma a dispensar essa relação pessoal. As informações destas entrevistas podem ser comparadas e analisadas estatisticamente;*
- *entrevista informal: nesta entrevista não existe um protocolo estabelecido com questões prévias. O entrevistado é convidado a discorrer livremente sobre algumas questões dirigidas pelo entrevistador. O que caracteriza este tipo de entrevista é o fato de não haver obrigação de uma amostra representativa, nem de uma análise estatística das informações”.*

Também a administração do instrumento é importante para o sucesso da pesquisa. A definição da amostra – tamanho e representatividade, se será probabilística (aleatória, estratificada, sistemática ou de grupo) ou não-probabilística - permitirá conferir mais ou menos autoridade às conclusões posteriormente obtidas. Ainda segundo Fialho, *“a decisão de considerar toda a população para aplicar os questionários ou considerar uma amostra da população depende, exclusivamente, do tamanho da população estudada ... a amostra que permite maiores generalizações é a amostra aleatória, seguidas das amostras estratificadas, sistemáticas e de grupo”.*

Finalmente, a certeza quanto às conclusões obtidas é, em última instância, determinada pelas análises estatísticas efetuadas. [SHNEIDERMAN 98] sugere que se analise outras variáveis além da média e desvio padrão. [FIALHO 95] vai além desta sugestão, indicando as situações em que se deve avaliar a possibilidade/necessidade de aplicação de testes paramétricos, estudo de correlações e aparelhagem.

Alguns trabalhos importantes relacionados com esta dissertação empregam esta forma de avaliação:

- [NORMAN 89] relata o desenvolvimento do QUIS – *Questionnaire for User Interaction Satisfaction* – na Universidade de Maryland;
- [OPPERMANN 97] referencia o SUMI – *Software Usability Measurement Inventory* – desenvolvido como parte do Projeto MUSIC – *Metrics for Usability Standards in Computing* – do Programa ESPRIT;
- [PRUMPER 99] descreve brevemente o ISONORM 9241/10, que se baseia na norma ISO 9241-10. Neste trabalho, Prumper compara os resultados obtidos por um grupo de 31 usuários que efetuaram duas avaliações de um mesmo produto: uma usando o QUIS e, depois, usando o ISONORM. O trabalho conclui que o ISONORM, apesar de mais conciso, obteve resultados similares e uma correlação de 73% com o QUIS;
- finalmente, [REITERER 93] apresenta o EVADIS II – *Evaluation of User Interfaces* – uma versão aprimorada do questionário voltado para especialistas desenvolvido por Oppermann em 1988.

3.4. TESTES DE ACEITAÇÃO

O desenvolvimento tradicional de *software* determina que já nas etapas mais elementares do projeto devam ser definidos os requisitos funcionais e operacionais do produto em questão. A estes requisitos devem ser atribuídos valores ou características que servirão como critérios de aceitação do produto por parte do cliente.

Usualmente, estes critérios são definidos através da determinação de tempos de resposta para a recuperação ou registro dos dados, para a emissão de relatórios, e outros aspectos afins. A aceitação do sistema fica condicionada ao cumprimento dos limites estabelecidos. Ensaio com os usuários, antes da entrega propriamente dita, permitem medir as variáveis estabelecidas e compará-las com os valores definidos. Caso estes limites não sejam adequadamente observados, a equipe de desenvolvimento precisa fazer os ajustes necessários até que os limites de aceitação possam ser atingidos.

Freqüentemente, a definição de critérios de aceitação relativos à interface de utilização é caracterizada por uma enorme ambigüidade. [SHNEIDERMAN 98] sugere a substituição de critérios como interface amigável e *user friendly* por parâmetros efetivamente mensuráveis, entre os quais:

- tempo de aprendizagem;
- tempo de resposta para determinada função;
- taxa de erros por usuário;
- e grau de satisfação subjetivo do usuário (este critério, em particular, evidencia a necessidade de um estudo como o proposto por essa dissertação).

3.5. AVALIAÇÃO DURANTE O USO ATIVO

O apoio ao efetivo uso por parte dos usuários, seja através de centrais de atendimento, programas de treinamento ou, ainda, suporte local ou remoto, permite estreitar os laços de afinidades com as comunidades que utilizam o sistema.

Dessa forma, impressões fornecidas pelos próprios usuários, a partir da utilização real do sistema, em seu ambiente de produção, permitem aprimorar e corrigir aspectos da interface.

[SHNEIDERMAN 98] sugere algumas formas de avaliação do uso ativo:

- entrevistas e discussões com o grupo de usuários;
- *log* de utilização contínuo: a interação do usuário com o sistema, ou as situações de erro, podem ser registradas em arquivos específicos. A análise destes dados pode apontar necessidade de intervenção corretiva ou de melhorias na interface. A recorrência de falhas de navegação também pode indicar a necessidade de reformulação das técnicas de treinamento dos usuários;
- consultoria *online* ou por telefone: quando o fornecedor do produto possui centrais dedicadas a atender aos usuários, os atendentes podem ser treinados para auxiliar a

equipe de desenvolvimento, seja apontando as falhas mais freqüentemente registradas, seja sugerindo alterações percebidas a partir das dúvidas e falhas relatadas pelos usuários;

- caixa de sugestões ou relatório de problemas *online*: a Internet e o *e-mail* podem ser utilizados para permitir que o usuário estabeleça um canal de comunicação com o fornecedor. Este canal será utilizado para o envio de relatos de falhas e de sugestões de alterações. Estes dados servirão para que a equipe de desenvolvimento perceba as demandas mais freqüentes e urgentes, além de possibilitar a detecção de falhas no processo de treinamento (geralmente percebido quando o usuário possui dúvidas críticas quanto à utilização do produto, ou quando solicita a implementação de recursos que já estão presentes no produto, mas que o operador desconhece);
- *newsgroups*: a criação de *newsgroups* permite que os usuários troquem experiências entre si, além de possibilitar que operadores mais experientes solucionem dúvidas de usuários iniciantes. Diante de uma dúvida, o operador pode enviar uma mensagem para o grupo de discussão, e aguardar que alguém possa auxiliá-lo, seja porque já teve problema similar, seja porque tem mais conhecimento do produto. As soluções produzidas pelo grupo ficam armazenadas e podem servir a outros usuários que venham a enfrentar o mesmo problema no futuro. Além disso, a equipe de desenvolvimento pode analisar os problemas e soluções registrados e determinar reformulações na interface do produto e no processo de treinamento;
- *newsletters* ou conferências: as conferências permitem aos usuários, embora separados pelas distâncias geográficas, criar um senso de comunidade, o que possibilita a troca de experiências e fortalece a confiança no produto, além de permitir um consenso sobre as melhorias e correções necessárias. Os *newsletters* permitem que o fornecedor divulgue informações de interesse dos usuários como, dicas, estudos de casos bem sucedidos, além de antecipar alterações planejadas. Podem estar disponíveis em meio digital (*CD-ROM*, *downloads* ou *sites* Internet)

ou impressos, e permitem elevar o grau de satisfação e conhecimento do usuário com relação ao produto.

3.6. EXPERIMENTAÇÃO PSICOLOGICAMENTE ORIENTADA

A avaliação de usabilidade a partir de experimentos de interação baseados em aspectos psicológicos constitui uma importante abordagem científica. Levando em conta aspectos cognitivos, são propostas tarefas de interação aos usuários e observadas reações e apreciações do usuário.

[SHNEIDERMAN 98] relaciona algumas preocupações comuns nestes experimentos:

- lidar com um problema prático e considerar a estrutura teórica;
- estabelecer hipóteses lúcidas e passíveis de teste;
- tomar os devidos cuidados com os fatores que possam influenciar as análises estatísticas: identificar e estabelecer os controles sobre as variáveis independentes, e as medidas das dependentes; selecionar e distribuir estatisticamente os participantes; controlar tendências; escolher e aplicar métodos estatísticos adequados;
- generalizar as conclusões.

3.7. CONCLUSÕES

As preocupações com aspectos relativos à usabilidade de *software* devem acompanhar o projeto desde suas fases iniciais. Para tanto, a seleção do método de avaliação adequado deve levar em conta custos, quantidade de pessoas a envolver, prazos e precisão esperada.

A abordagem ergonômica sugere a avaliação constante, em todo o ciclo de vida do produto. Em busca de um alto grau de adequação às necessidades dos usuários, podem ser empregados métodos de avaliação em todo o processo de desenvolvimento.

No entanto, à medida em que o usuário adquire maior familiaridade com o *software*, suas expectativas mudam, e a evolução do produto faz-se necessária. Usuários com graus de experiência distintos tendem a requerer recursos de utilização diferenciados. Portanto, mesmo após a conclusão do produto, as avaliações devem seguir. Em particular, nesta etapa, as pesquisas de satisfação podem adquirir importância significativa, possibilitando a detecção de melhorias ou correções consideradas necessárias pelos usuários.

4. A NORMA ISO 9241

A norma ISO/IEC 9241 - *Ergonomic requirements for office work with Visual Display Terminals (VDTs)* - teve seu primeiro *draft* apresentado em fevereiro de 1993 [PRUMPER 93]. Ainda em desenvolvimento, a norma é elaborada pelo Comitê Técnico ISO/TC 159 (Ergonomia), Sub-comitê SC 4 (Ergonomia de Interação Homem-Sistema) [ISO9241-10 96].

A tabela 4.1 exhibe as partes da norma e suas respectivas situações [SYSCON 99a]:

Parte	Título	Situação
1	<i>General Introduction</i>	Norma Internacional
2	<i>Guidance on task requirements</i>	Norma Internacional
3	<i>Visual display requirements</i>	Norma Internacional
4	<i>Keyboard requirements</i>	Norma Internacional
5	<i>Workstation layout and postural requirements</i>	Norma Internacional
6	<i>Environmental requirements</i>	<i>Draft Final</i>
7	<i>Display requirements with reflections</i>	Norma Internacional
8	<i>Requirements for displayed colours</i>	Norma Internacional
9	<i>Requirements for non-keyboard input devices</i>	<i>Draft Final</i>
10	<i>Dialogue principles</i>	Norma Internacional
11	<i>Guidance on usability specification and measures</i>	Norma Internacional
12	<i>Presentation of information</i>	Norma Internacional a ser publicada
13	<i>User guidance</i>	Norma Internacional
14	<i>Menu dialogues</i>	Norma Internacional
15	<i>Command dialogues</i>	Norma Internacional
16	<i>Direct manipulation dialogues</i>	<i>Draft Final</i>
17	<i>Form filling dialogues</i>	Norma Internacional

Tabela 4.1 – Partes da Norma ISO 9241

A norma aborda aspectos relativos a requisitos da tarefa, ambiente e estação de trabalho, *hardware* e *software* (mais especificamente a interface de utilização). A tabela 4.2 apresenta o agrupamento das partes da norma segundo o assunto abordado:

Assunto	Partes
Introdução	1
Recomendações sobre requisitos da tarefa	2
Estação de trabalho e ambiente	5 e 6
Ergonomia do <i>hardware</i>	3,4,7,8 e 9
Ergonomia da interface de <i>software</i>	10 a 17

Tabela 4.2 – Assuntos abordados pelas partes da Norma ISO 9241

Esta dissertação concentra-se nos aspectos relacionados à ergonomia de *software*, restringindo-se, por isso, às partes de 10 a 17.

[OPPERMANN 97] utiliza a estrutura descrita na tabela 4.3 para explicar o relacionamento entre as partes da norma que abordam as questões de usabilidade. As recomendações existentes nas partes 10, 11 e 12 são de nível mais geral, não havendo referência a modelos de diálogo ou circunstâncias específicas. As partes 13, 14, 15, 16 e 17 apresentam recomendações mais específicas, proporcionando condições para que os objetivos das partes 10, 11 e 12 possam ser implementados.

<p>Parte 11 – Condução da Usabilidade</p> <p>Conceitos definidos: eficácia, eficiência e satisfação</p>				
<p>Parte 12 – Apresentação da Informação</p> <p>Conceitos definidos: clareza, discriminação, concisão, consistência, detectabilidade, legibilidade, compreensibilidade</p>				
<p>Parte 10 – Princípios de Diálogos</p> <p>Conceitos definidos: adequação à tarefa, auto-descrição, controlabilidade, conformidade com as expectativas do usuário, tolerância a erros, adequação à individualização, adequação ao aprendizado</p>				
<p>Parte 13 - condução do usuário</p>	<p>Parte 14 – diálogos de menu</p>	<p>Parte 15 – diálogos de comando</p>	<p>Parte 16 – manipulação direta</p>	<p>Parte 17 – diálogos de preenchimento de formulário</p>

Tabela 4.3 – Relação entre as partes da ISO 9241 que abordam a Usabilidade

As recomendações da norma ISO 9241 são de natureza empírica, resultando de revisão bibliográfica existente [CYBIS 97], e possuem um perfil prioritariamente sugestivo, ou

seja, raramente as recomendações podem ser entendidas como determinações prescritas. As recomendações são, em boa parte, condicionais, apresentadas em regras do tipo “SE-ENTÃO” [ISO9241-14 97].

Os usuários potenciais da norma são [ISO9241-16 97]:

- desenvolvedores de interfaces de sistemas, para os quais a norma pode servir como uma boa ferramenta de condução e de avaliação do projeto;
- compradores que precisam definir critérios de avaliação comparativa entre os produtos pesquisados;
- avaliadores de usabilidade em geral;
- projetistas de ferramentas de desenvolvimento (*toolkits*) de interfaces de utilização.

O objetivo deste capítulo é apresentar, prioritariamente, uma revisão dos aspectos abordados pela parte 10 da norma ISO 9241. Esta parte da norma, em particular, é a base de toda a sistemática de avaliação proposta por esta dissertação. Também serão discutidas as demais partes cujas recomendações abordam aspectos relativos ao *software* (partes de 11 a 17), sem, no entanto, o mesmo grau de detalhamento.

4.1. ISO 9241-10: PRINCÍPIOS DE DIÁLOGO

Antes de se abordar a norma propriamente dita, dois conceitos serão amplamente utilizados no decorrer desse e dos próximos capítulos. Por isso, serão apresentados a seguir [ISO9241-10 96]:

- diálogo: “*interação entre um usuário e um sistema visando alcançar um determinado objetivo*”;
- usuário: “*indivíduo interagindo com o sistema*”.

A parte 10 da norma ISO 9241 descreve sete princípios de diálogos (adequação à tarefa, auto-descrição, controlabilidade, conformidade com as expectativas dos usuários, tolerância a erros, adequação à individualização e adequação ao aprendizado) referentes às interfaces de *software*. Estes princípios são genéricos e, portanto, podem ser aplicados como recomendações gerais, independentemente da técnica específica de diálogo que tenha sido adotada no projeto da interface (*menu*, manipulação direta, formulários e linguagens de comando) [ISO9241-10 96].

A aplicabilidade de cada recomendação deve levar em consideração:

- o perfil dos usuários potenciais (grau de atenção requerido, limites da memória de curto termo, ambiente de aprendizagem, nível de experiência na atividade e no sistema, a visão que o usuário possui do sistema);
- a tarefa em questão;
- o ambiente de utilização do sistema;
- a técnica de diálogo empregada;
- do peso relativo de cada princípio ao levar em conta os objetivos da organização, necessidades dos usuários, tarefa, tecnologia e recursos disponíveis (o que pode determinar que seja dada a preferência à satisfação de alguns princípio em detrimento de outros).

A seguir, cada um dos princípios será detalhado e as recomendações de aplicação serão descritas.

4.1.1. Adequação à Tarefa

O diálogo é considerado adequado à tarefa se possibilita que o usuário execute a tarefa com eficiência e eficácia.

As aplicações deste princípio sugeridas pela norma são enumeradas a seguir:

- a) “*o diálogo deve apresentar ao usuário somente informações pertinentes à execução da tarefa*”. Ex.: informações como o nome do usuário que está *logado* no sistema só devem ser exibidas se auxiliarem na conclusão da tarefa em andamento;
- b) “*informações de ajuda (help) devem ser relacionadas com a tarefa*”. Ex.: quando o usuário de um editor de textos estiver em dúvida sobre como formatar o texto no diálogo específico para este fim, ao acionar o *help*, ao invés do índice geral de ajuda, devem ser exibidas imediatamente as informações relativas aos recursos de formatação;
- c) “*qualquer ação que possa ser apropriadamente assumida pela interface do software para execução automática, deverá ser executada sem envolvimento do usuário*”. Ex.: ao se criar um novo documento em um editor de textos, o sistema deve abrir um documento vazio e posicionar o cursor na primeira linha;
- d) “*ao se projetar o diálogo, deve ser considerada a complexidade da tarefa com relação às habilidades e experiências do usuário*”. Ex.: em campos cujos valores possíveis são pré-estabelecidos, os usuários devem ter fácil acesso à lista de valores possíveis;
- e) “*os formatos de entrada e saída devem ser apropriados à tarefa em questão e aos requisitos do usuário*”. Ex.: a seqüência de preenchimento e o formato dos campos na tela devem obedecer à seqüência e ao formato dos campos do documento original, caso exista;
- f) “*o diálogo deve apoiar o usuário quando estiver executando tarefas recorrentes*”. Ex.: se o usuário precisa elaborar a mesma correspondência para vários destinatários, é conveniente que o editor de textos possua recursos de mala direta;
- g) “*se há possibilidades de entradas default para uma tarefa, não deve ser necessário que o usuário informe estes valores. Deve também ser possível substituir os valores default por outros valores ou outros default apropriados*”. Ex.: em um sistema de cadastro de clientes onde há predominância de pessoas do

sexo masculino, o valor *default* para o campo sexo pode ser 'M'. Mas, ao operador deverá ser possível trocar este valor para 'F' se estiver cadastrando um cliente do sexo feminino;

- h) “*durante a execução de uma tarefa na qual dados são modificados, os dados originais devem permanecer acessíveis caso a tarefa venha a requerer*”. Ex.: em um editor de textos, deve haver recursos para facilmente desfazer modificações;
- i) “*o diálogo deve evitar forçar o usuário a executar passos da tarefa desnecessários*”. Ex.: o usuário deve ser capaz de imprimir um texto diretamente a partir de sua visualização.

4.1.2. Auto-descrição

O diálogo é considerado auto-descritivo se o usuário consegue compreendê-lo imediatamente, seja a partir de *feedback* automático do sistema, seja a partir da solicitação de explicações.

A seguir são enumeradas as aplicações deste princípio sugeridas pela norma:

- a) “*depois de qualquer ação, o diálogo deve proporcionar feedback quando apropriado. Se conseqüências severas podem resultar da ação do usuário, o sistema deve proporcionar explicação e requerer confirmação antes de executar a ação*”. Ex.: caso o usuário tenha fornecido dados de um novo cliente na tela de cadastramento e, a seguir, solicite o fechamento da tela sem salvar os dados informados, o sistema deverá alertar que os dados serão perdidos e perguntar se o usuário realmente não deseja salvar os dados;
- b) “*feedback ou explicações devem ser apresentados em uma terminologia consistente, isto é, derivada do ambiente da tarefa, e não da tecnologia do sistema de diálogo*”. Ex.: ao invés da mensagem “Impossível deletar registro da tabela município porque viola a integridade referencial com a tabela cliente”, deve-se informar, por exemplo, “Não é possível remover o município ‘Florianópolis’ porque há clientes cadastrados neste município”;

- c) *“feedback ou explicações devem auxiliar o usuário na obtenção de um entendimento geral do sistema de diálogo como um possível complemento ao treinamento do usuário”*. Ex.: durante a execução de cálculos mais prolongados, por exemplo a mensagem “Calculando o valor da medição” deve ser exibida;
- d) *“feedback ou explicações devem ser baseados no nível de conhecimento que se espera de um usuário típico”*. Ex.: usuários iniciantes devem receber explicações com maior grau de detalhamento, e usuários mais experientes devem receber informações mais objetivas e em terminologia mais adequada ao seu vocabulário;
- e) *“feedback ou explicações variados em tipo e tamanho, baseados nas necessidades e características dos usuários, devem estar disponíveis ao usuário”*. Ex.: os usuários poderão selecionar no *help* o tipo de auxílio desejado: tutoriais, assistentes, exemplos ou explicações com distintos graus de detalhamento;
- f) *“para ampliar seu valor para o usuário, feedback ou explicações devem estar estritamente relacionados com a situação para a qual são necessários. A qualidade do feedback e das explicações deve minimizar a necessidade de consulta a manuais do usuário e outras informações externas, assim evitando freqüentes trocas de mídia”*. Ex.: as mensagens de *help* devem ser sensíveis ao contexto a partir do qual foram solicitadas;
- g) *“se existem defaults para uma determinada tarefa, eles devem ficar disponíveis para o usuário”*. Ex.: se, em um sistema de cotações de moeda, a maior parte das operações de conversão é feita para dólar, então este poderá ser o *default* para o campo “Moeda Destino”;
- h) *“o usuário deve ser informado sobre as mudanças no estado do sistema de diálogo relevantes para a tarefa”*. Ex.: quando um cálculo extenso está sendo executado, pode-se exibir a mensagem “Executando cálculo”. Ao término do cálculo, a mensagem “Cálculo concluído” pode ser exibida;

- i) *“quando uma entrada é requerida, o sistema de diálogo deve dar ao usuário informações sobre a entrada esperada”*. Ex.: ao lado do campo CGC pode ser exibida a máscara de entrada correspondente;
- j) *“mensagens devem ser formuladas e apresentadas em um estilo construtivo, objetivo e compreensível, e em uma estrutura consistente. As mensagens não devem conter qualquer juízo de valor, como ‘Esta entrada não faz sentido’ ”*. Ex.: no caso de um sistema de atendimento bancário, pode-se fornecer a mensagem “Por favor, informe o número da conta sem pontos ou hífens”.

4.1.3. Controlabilidade

A controlabilidade é atribuída ao diálogo quando o usuário consegue iniciar a interação, determinar a sua direção e gerenciar o ritmo até a conclusão da tarefa.

A norma sugere as seguintes aplicações para este princípio:

- a) *“a velocidade da interação não deve ser ditada pela operação do sistema. Ela deve estar sempre sob controle do usuário, de acordo com suas necessidades e características”*. Ex.: nenhum dado deve ser salvo a menos que o usuário o determine ou consinta;
- b) *“os diálogos devem dar ao usuário o controle sobre como continuar o diálogo”*. Ex.: a seqüência de preenchimento de campos na tela pode ser sugerida pelo sistema, mas o usuário deve ser capaz de adotar uma seqüência de sua preferência;
- c) *“se o diálogo foi interrompido, o usuário deve ser capaz de determinar o ponto de reinício quando o diálogo for retomado, desde que a tarefa permita”*. Ex.: se o usuário estava executando uma operação de transferência bancária e o diálogo foi interrompido, ao ser retomado o diálogo, deve ser possível ao usuário optar por continuar a operação do ponto em que se encontrava ou desfazer os passos executados até o momento da interrupção;

- d) *“se as interações são reversíveis e a tarefa permite, deve ser possível ao usuário desfazer, pelo menos, o último passo do diálogo”*. Ex.: a opção *undo*, dos editores de textos e planilhas, eletrônicas permite reverter seqüências de alterações efetuadas pelo usuário;
- e) *“diferentes necessidades e características dos usuários requerem diferentes níveis e métodos de interação”*. Ex.: os usuários mais experimentados deverão possuir recursos que lhes permitam agilizar a interação com teclas de atalho e macros. Usuários novatos podem contar com menus e assistentes que auxiliarão na interação com o sistema;
- f) *“as maneiras como entradas e saídas são representadas (formato e tipo) devem estar sob controle do usuário”*. Ex.: caso o usuário deseje e a tarefa permita, ao invés de obter uma lista de municípios que satisfaça a um critério de consulta, o usuário pode optar por tê-los *plotados* em um mapa;
- g) *“se o controle da quantidade de dados apresentados é útil para uma tarefa particular, o usuário deve ser capaz de exercitar este controle”*. Ex.: se, na visualização de um relatório, a página que interessa ao usuário for a última, ele deverá ser capaz de chegar à ela sem visualizar as anteriores;
- h) *“onde houver alternativas de dispositivos de entrada e saída, o usuário deverá ter a opção de escolher qual utilizar”*. Ex.: ao invés de movimentar o cursor entre os campos da tela por meio do *mouse*, o usuário poderá fazê-lo utilizando as teclas de tabulação.

4.1.4. Conformidade com as Expectativas do Usuário

A conformidade com as expectativas do usuário é obtida pelo diálogo através da consistência e adequação às características do usuário (experiência, grau de instrução e conhecimento).

As aplicações da norma para este princípio são:

- a) *“o comportamento e a aparência do diálogo dentro de um sistema de diálogo devem ser consistentes”*. Ex.: uma mesma tecla usada para a função ‘salvar’ jamais será utilizada no sistema para ‘apagar’;
- b) *“ações de mudança de estado devem ser implementadas consistentemente”*. Ex.: a tecla Esc sempre cancela a operação corrente;
- c) *“a aplicação deve usar o vocabulário familiar ao usuário no que se refere à execução da tarefa”*. Ex.: os termos usados nas mensagens, bem como nomenclatura de campos e funções, devem usar o vocabulário relacionado com a tarefa;
- d) *“diálogos usados para tarefas similares devem ser similares, de forma que o usuário possa desenvolver procedimentos comuns de resolução da tarefa”*. Ex.: nos *browsers*, ao se posicionar o cursor sobre um *link* a sua representação muda sempre para uma mesma forma, indicando que se pode *clicar* naquele tópico para dar seqüência à navegação;
- e) *“feedback imediato sobre a entrada do usuário deve ser apropriado às expectativas do usuário, devendo ser baseado no nível de conhecimento do usuário”*. Ex.: quando o usuário solicita a execução de uma tarefa mais prolongada, a ampulheta é apresentada, sugerindo que aguarde a conclusão;
- f) *“o cursor deve estar onde a entrada é necessária”*. Ex.: quando apropriado, ao pressionar a tecla de tabulação, o cursor é posicionado no próximo campo cuja entrada é requerida;
- g) *“se o tempo de resposta tende a se desviar consideravelmente do tempo de resposta esperado, o usuário deve ser informado disso”*. Ex.: no caso de um *download* de arquivos extensos, é conveniente fornecer ao usuário uma indicação gráfica da progressão do processo.

4.1.5. Tolerância a Erros

O diálogo é considerado tolerante a erros quando permite ao usuário obter os resultados desejados e, ao mesmo tempo, minimiza a necessidade de correção dos erros de entrada.

As aplicações da norma para este princípio são:

- a) *“a aplicação deve apoiar o usuário na detecção e prevenção de erros de entrada. O sistema de diálogo deve prevenir qualquer entrada do usuário de causar estados de diálogo indefinidos ou estados de falha”*. Ex.: a interface não permite que um cliente tenha sua idade cadastrada com valor negativo;
- b) *“erros devem ser explicados de forma a auxiliar o usuário a corrigi-los”*. Ex.: diante de uma valor de idade inválido, o sistema pode emitir a mensagem “Idade inválida. Por favor, informe um valor entre 0 e 150.”;
- c) *“dependendo da tarefa, pode ser desejável aplicar esforço especial nas técnicas de apresentação para melhorar o reconhecimento de situações de erro e respectivas recuperações”*. Ex.: valores inválidos são exibidos com cores diferenciadas de forma a chamar a atenção do operador;
- d) *“em casos onde o sistema de diálogo é capaz de corrigir os erros automaticamente, ele deve avisar ao usuário sobre as correções e proporcionar a oportunidade de alterar as correções”*. Ex.: no caso de editores de textos, caso o corretor ortográfico detecte um provável erro, a correção automática adotada deverá ser passível de alteração por parte do usuário;
- e) *“as características e necessidades do usuário podem requerer que as situações de erros sejam adiadas, deixando ao usuário a decisão de quando e como tratá-las”*. Ex.: em caso de processamento remoto, ao invés de cada campo ser verificado à medida em que é fornecido (o que tende a ser mais demorado), pode ser conveniente deixar ao usuário a opção de enviar os dados para validação somente após a tela estar completamente preenchida;

- f) *“é desejável proporcionar explicações adicionais durante a correção do erro, caso o usuário solicite”*. Ex.: a mesma caixa de diálogo que apresenta a mensagem de erro pode possuir um botão que forneça mais detalhes sobre o erro;
- g) *“a validação e a verificação dos dados devem ser executadas antes do processamento das entradas. Controles adicionais devem ser proporcionados no caso de comandos com conseqüências sérias”*. Ex.: quando solicitada a remoção de um arquivo, deve-se requerer confirmação;
- h) *“quando a tarefa permitir, a correção de erro deve ser possível, sem que, para isso, seja necessária a troca de estados do sistema de diálogo”*. Ex.: quando pertinente, após ser apresentada a mensagem de erro, a entrada inválida deverá permanecer na tela, sendo permitido ao usuário editá-la e corrigi-la.

4.1.6. Adequação à Individualização

O diálogo é dito adequado à individualização se a interface de utilização pode ser modificada para atender às necessidades da tarefa, preferências individuais e experiência do usuário.

As aplicações da norma para este princípio são:

- a) *“mecanismos devem estar disponíveis para permitir que o diálogo seja adaptado à cultura e à linguagem do usuário, conhecimento individual e experiência de domínio da tarefa, habilidades cognitivas, senso-motoras e perceptivas”*. Ex.: usuários com problemas de visão devem ter a seu alcance recursos para alteração de fontes (tipo e tamanho) e cores;
- b) *“o sistema de diálogo deve permitir ao usuário escolher formas de representação alternativas de acordo com preferências individuais e complexidade da informação a ser processada”*. Ex.: usuários podem, por exemplo, ter acesso a recursos para exibir dados em formato de gráfico ou planilhas;

- c) *“a quantidade de explicações (por exemplo, detalhes nas mensagens de erros e informação de help) deve ser modificável de acordo com o nível individual de conhecimento do usuário”*. Ex.: o sistema pode permitir que o usuário configure o nível de detalhamento das mensagens apresentadas – novato, intermediário ou avançado;
- d) *“o usuário deve possuir recursos para incorporar seu próprio vocabulário para determinar nomes de objetos e ações, caso seja adequado aos contextos ou às tarefas. Deve ser possível para o usuário adicionar comandos individualizados”*. Ex.: o sistema pode prover recursos de criação de macros, captura de seqüências de teclas e programação de teclas de função;
- e) *“o usuário deve ser capaz de configurar parâmetros de tempo operacional de acordo com suas necessidades individuais”*. Ex.: o sistema pode, quando cabível, prover recursos que permitam ao usuário determinar se algumas caixas de diálogo de confirmação deverão ou não ser exibidas;
- f) *“os usuários devem ser capazes de escolher diferentes técnicas de diálogo para diferentes tarefas”*. Ex.: uma função pode ser ativada mediante teclas de atalho ou navegação orientada por menu.

4.1.7. Adequação ao Aprendizado

“O diálogo é considerado adequado ao aprendizado se suporta e guia o usuário na aprendizagem do uso do sistema.”

As aplicações da norma para este princípio são:

- a) *“regras e conceitos subjacentes que sejam úteis ao aprendizado devem estar disponíveis para o usuário, de forma a permitir que o usuário construa seu próprio agrupamento de estratégias e regras para atividades de memorização”*. Ex.: atalhos para opções de menu e botões são representados por letras destacadas nos títulos dos objetos, permitindo ao usuário traçar correspondências óbvias entre os atalhos e os objetos relacionados;

- b) *“estratégias de aprendizado relevantes (por exemplo, orientadas para a compreensão, aprendizado pela utilização e aprendizado por exemplo) devem estar disponíveis”*. Ex.: o sistema pode proporcionar ao usuário, entre outros recursos, tutoriais interativos, assistentes (*wizards*), *helps* que descrevem e exemplificam as funções;
- c) *“facilidades de reaprendizado devem ser fornecidas”*. Ex.: o projeto pode privilegiar atalhos para tarefas mais frequentes e mecanismos de condução e orientação explicativa para tarefas menos frequentes. Assistentes ativos podem detectar situações em que o mesmo comando é repetido pelo usuário com muita frequência, e fornecer ao usuário mensagens de ajuda que ensinam como programar um comando para execução repetitiva;
- d) *“devem ser proporcionados diferentes meios para auxiliar o usuário a se tornar familiarizado com os elementos de diálogo”*. Ex.: a seqüência de botões é mantida idêntica em todas as telas do sistema.

4.2. ISO 9241-11: CONDUÇÃO DA USABILIDADE

A parte 11 da norma – Condução da Usabilidade - conceitua a usabilidade [ISO9241-11 98] (*“capacidade que o produto apresenta para ser utilizado por usuários específicos para alcançar metas específicas com eficácia, eficiência e satisfação, em um contexto de uso específico”*) e formula recomendações para a mensuração das qualidades ergonômicas da interface, levando em conta os seguintes fatores de qualidade:

- **eficácia**: grau de precisão e de abrangência obtidos pelo usuário na interação com o sistema visando atingir seus objetivos;
- **eficiência**: proporção de recursos (tempo, mentais, físicos, operacionais, ambientais, *hardware* e *software*) empregados para que o usuário atinja seus objetivos (eficácia);
- **a satisfação**: entendida pela norma como o grau de conforto e de reação favorável do operador no que se refere ao uso do sistema.

São formuladas recomendações para:

- especificação e mensuração da usabilidade de produtos de *software*;
- especificação e avaliação da usabilidade durante o projeto;
- especificação e avaliação da usabilidade durante o uso.

4.3. ISO 9241-12: APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A parte 12 da norma – Apresentação da Informação – aborda, principalmente, recomendações de projeto referentes às questões visuais da interface [ISO9241-12 98]. As recomendações são aplicáveis a todas as fases de projeto, além do teste e avaliação de usabilidade.

São conceitos definidos e amplamente utilizados nesta parte da norma:

- clareza: característica de apresentação que permite a compreensão rápida e precisa da informação;
- discriminação: capacidade que uma informação possui de se distinguir das demais;
- concisão: capacidade de reduzir a quantidade de informação apresentada à porção necessária e suficiente para que o usuário execute a tarefa;
- consistência: habilidade de exibir uma mesma informação de uma única maneira por todo o sistema;
- detectabilidade: capacidade que uma informação possui de chamar a atenção do usuário quando requerida;
- legibilidade: facilidade de leitura de uma informação;
- compreensibilidade: capacidade que uma informação possui de se fazer reconhecer, interpretar e entender sem ambigüidade.

Esta parte da norma aborda, ainda:

- as condições de aplicação das recomendações,
- o uso da norma para avaliação de produtos;
- as questões específicas de exibição da informação: organização, preocupações relativas aos objetos gráficos e técnicas de codificação.

4.4. ISO 9241-13: CONDUÇÃO DO USUÁRIO

A parte 13 da norma - Condução do Usuário – aborda os requisitos complementares aos diálogos [ISO9241-13 98]: *prompts*, *feedback*, estados do sistema, suporte a erros e facilidades de *helps*. São formuladas recomendações relativas às estratégias de direcionamento do diálogo visando facilitar a navegação por parte do usuário e evitar estados de interação inconsistentes ou não previstos.

A maior preocupação desta parte da norma é propor mecanismos para reduzir a carga de trabalho mental, ampliar a gestão de erros e adequar o grau de assistência do sistema às necessidades e características do usuário e da tarefa [CYBIS 97].

A aplicação dos princípios de diálogos (partes 10, 14, 15, 16 e 17) é significativamente facilitada pela adoção das recomendações constantes da parte 13 [OPPERMANN 97].

4.5. ISO 9241-14: DIÁLOGOS DE MENU

A parte 14 – Diálogos de Menu – sugere que esta modalidade de interação é aplicável quando [ISO9241-14 97]:

- a frequência de uso da aplicação não é grande;
- o conjunto de opções disponíveis para o usuário é muito extenso, o que dificulta a memorização;

- o público-alvo inclui, além de usuários experientes, quantidade razoável de usuários novatos, que possuem pouco treinamento e precisarão de constante orientação de navegação;
- o usuário típico tem pouca habilidade de digitação.

São feitas recomendações relativas:

- à estruturação dos menus: níveis de menu, agrupamento e seqüência das opções;
- à navegação: dicas e atalhos;
- aos métodos de seleção: opções de seleção e execução, o uso do teclado (teclado numérico, alfanumérico, teclas de função e de movimentação) e dos dispositivos de apontamento (*trackball*, *mouse* e outros).

4.6. ISO 9241-15: DIÁLOGOS DE COMANDO

A parte 15 – Diálogos de Comando – recomenda esta modalidade de interação quando [ISO9241-15 97]:

- a frequência de uso da aplicação é grande;
- o público-alvo tem razoável habilidade de digitação, estando familiarizado com tecnologia de informática e o uso de linguagens de comando, sendo necessário fornecer-lhe unicamente o treinamento relativo à linguagem de comando em questão;
- a tarefa é caracterizada pela necessidade de acesso rápido às funções do sistema e pela impossibilidade de se prever seqüências e opções de ações durante a interação.

São feitas recomendações relativas:

- à estruturação da linguagem: consistência interna, estrutura dos argumentos, sintaxe, separação dos comandos, formatos, quantificadores e outras;

- à representação dos comandos: entre outras, a distinção, orientação do usuário, tamanho dos comandos, abreviações, teclas de função e atalhos;
- às considerações de entrada e saída: reutilização e enfileiramento de comandos, correção de erros, edição, *defaults*, customização e formatos de saída;
- as estratégias de *feedback* e *help*: principalmente o processamento de comandos, *feedback* de erros e auxílio ao aumento de produtividade.

4.7. ISO 9241-16: DIÁLOGOS DE MANIPULAÇÃO DIRETA

A parte 16 – Diálogos de Manipulação Direta – sugere esta modalidade de interação para as seguintes situações [ISO9241-16 97]:

- as capacidades senso-motoras do usuário são mais importantes que suas habilidades de leitura e escrita, permitindo que se obtenha maior produtividade a partir de mecanismos de representação gráfica, em detrimento das descrições textuais;
- o uso de metáforas permite representar significativamente as propriedades dos objetos reais e as operações a que estão sujeitos;
- as tarefas não possuem frequência regular, sendo caracterizadas pela imprevisibilidade das seqüências de ações. A interação, por sua vez, é facilitada pela representação visual das alterações sofridas pelos objetos da tarefa.

São feitas recomendações relativas:

- às metáforas: são feitas considerações sobre a propriedade de se adotar ou não metáforas específicas. A norma sugere que seja cuidadosamente analisada a adequação da metáfora e exemplifica o caso de uma aplicação imprópria: a metáfora de um livro eletrônico pode tornar-se significativamente improdutiva caso, da mesma forma que o livro real, o modelo eletrônico não possua outro recurso para se chegar a um tópico que não seja folhear cada página até encontrar o assunto desejado;

- à aparência dos objetos usados na manipulação direta: são abordadas questões relativas ao tamanho da área manipulável, distinção dos objetos, aparência dos objetos não-disponíveis ao momento da interação, entre outras;
- ao *feedback*: são feitas recomendações, por exemplo, quanto à sinalização dos cursores no que se refere à disponibilidade dos objetos para o momento da interação, e objetos cuja interação é requerida;
- aos dispositivos de entrada: são mencionadas considerações quanto aos dispositivos alternativos, técnicas de atalho e minimização de trocas de dispositivos;
- à manipulação dos objetos: são feitas considerações no que se refere aos mecanismos de seleção múltipla e simples, manipulação simultânea de vários objetos, acesso à objetos sobrepostos, mecanismos de eficiência, entre outras.

4.8. ISO 9241-17: DIÁLOGOS DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIOS

A parte 17 – Diálogos de Preenchimento de Formulários – recomenda esta técnica de diálogo para os seguintes casos [ISO9241-17 98]:

- o usuário típico do sistema tem boas habilidades de digitação e está familiarizado com formulários em papel, mas tem pouca experiência no uso de computadores;
- os dados fornecidos ao sistema têm origem em formulários de papel ou são obtidos mediante conversação entre o operador e um entrevistado. A maior parte das entradas, ao invés de comandos, é constituída de valores, para os quais são convenientes a exibição de *default* e a disponibilidade de mecanismos de seleção;
- não há a necessidade de exibição de grandes quantidades de alternativas de entrada e as seqüências de interação são menos flexíveis, podendo ser previstas com alguma facilidade.

São feitas recomendações relativas:

- à estrutura de preenchimento de formulários: são feitas recomendações sobre os títulos (os títulos dos formulários devem ser facilmente visualizados, distintos e representativos do seu propósito no sistema), codificação visual (por exemplo, o sistema deve diferenciar os dados exibidos no formulário, distinguindo visualmente os que foram fornecidos pelo usuário, os *defaults* e os que foram extraídos a partir de passos anteriores da interação), densidade de informação (sugere-se que o espaço ocupado pelas informações não ultrapasse a 40% do espaço total da tela), *layout* (por exemplo, recomenda-se que a tela seja consistente - em tamanho, tipo e seqüência dos campos – com formulário original de papel, caso exista), entre outras;
- às considerações de entradas: são mencionadas recomendações para estabelecer estratégias de movimento do cursor, fornecimento de valores *default*, alternância entre dispositivos de entrada, compatibilidade dos tipos de dados, opções de entradas (exclusiva, binária e não-exclusiva), controle (correção, localização de erros, área de entradas de dados, salvamento temporário de dados) e validação de campos (simples e múltipla);
- ao *feedback*: são recomendadas estratégias para exibição dos caracteres teclados, para exibição da posição do ponteiro ou cursor, erros, sinalização de aceitação das ações por parte do sistema e alterações em bases de dados;
- à navegação: são feitas recomendações sobre o posicionamento inicial do cursor, a movimentação entre campos, o uso de tabulações, *scroll* (horizontal e vertical) e mecanismos de seleção de formulários (acesso direto, movimentação entre formulários, hierarquia, entre outras).

Esta parte da norma apresenta, em um anexo, uma sugestão de *checklist* para avaliação da aplicabilidade e aderência às recomendações propostas.

4.9. CONCLUSÕES

A norma ISO 9241, especialmente nas partes pertinentes à Ergonomia de *Software*, mostra-se um padrão razoavelmente completo que pode ser aplicado, tanto como guia de orientação de projeto, quanto ferramenta para avaliação de usabilidade.

Especificamente a parte 10, Princípios de Diálogos, reforça a importância e a eficácia da determinação e uso de critérios ergonômicos no desenvolvimento de interface de *software*, como foi demonstrado por [BASTIEN 93].

A comparação entre os critérios descritos no Capítulo 2 e os princípios e recomendações da norma evidenciam a recorrência de definições e a estreita correlação entre os trabalhos de levantamentos de qualidades ergonômicas mínimas desejáveis para os produtos de *software*.

No entanto, o uso da norma como ferramenta de avaliação apresenta algumas vantagens sobre as demais propostas:

- a ISO é o ponto de convergência da atenção de todos que buscam amparo em algum tipo de padrão. Portanto, é bastante provável que, ao invés de tomar contato com outros critérios de projeto e avaliação de usabilidade, eventuais interessados venham a buscar nas recomendações da norma o suporte desejado;
- a norma internacional tende a contar com maior aceitação junto aos fornecedores de *software*, especialmente se vier a ser adotada como modelo de certificação de produto;
- embora a elaboração, votação e aprovação da norma seja um processo moroso, a negociação entre os votantes permite obter maior consenso sobre as questões ergonômicas prioritárias para fornecedores, pesquisadores e usuários;
- a norma é evolutiva, e sua revisão garante a possibilidade de adequação às novas tecnologias e demandas de mercado. Além disso, as revisões, à medida em que incorporam novas recomendações e modificam as já existentes, tendem a exigir

constante esforço de adequação e evolução das empresas fornecedoras de *software*, o que tem o poder de impulsionar o nível de usabilidade dos produtos;

- o uso da norma não é excludente. Suas recomendações, tomados alguns cuidados visando manter a coerência, podem ser combinadas com outras extraídas de trabalhos como os citados no Capítulo 2;
- o custo da adoção da norma é bastante inferior ao desenvolvimento de uma sistema de avaliação proprietária. A norma encontra-se quase integralmente aprovada, e o custo de sua adoção basicamente restringe-se à sua aquisição, investimento em leitura, interpretação e aplicação. O desenvolvimento de uma sistemática própria provavelmente demandará um investimento em pesquisa, contratação de especialistas e análise da validade dos resultados obtidos.

5. O QUESTIONÁRIO ISONORM 9241/10

A realização de pesquisas de opinião, especialmente através da aplicação de questionários, está entre as técnicas mais utilizadas para avaliação de usabilidade [SHNEIDERMAN 98]. A opção por esta forma de avaliação tem várias justificativas:

- é relativamente barata [PRUMPER 93];
- permite determinar o grau de severidade das falhas detectadas e, conseqüentemente, estabelecer prioridades para as ações interventivas [NIELSEN 90];
- possibilita estimar o impacto mercadológico das qualidades e falhas encontradas no produto [NIELSEN 90];
- é um bom complemento para os testes e inspeções de usabilidade [SHNEIDERMAN 98].

Tradicionalmente, um modelo de questionário baseia-se nas experiências e heurísticas particulares de seus elaboradores. À medida em que é utilizado em pesquisas reais ou simuladas, o modelo depara-se com circunstâncias e necessidades não previstas inicialmente. Estes fatores determinam os ajustes e refinamentos, que aplicados sucessivamente, permitirão a evolução das questões e dos dados de qualificação da amostra populacional [NIELSEN 94].

Este capítulo apresenta um questionário (Anexo 1) cuja base de elaboração difere da abordagem tradicional: o ISONORM 9241/10 [PRUMPER 93]. Este modelo de questionário é baseado na norma ISO 9241, e objetiva avaliar a conformidade dos produtos de *software* com as recomendações constantes da parte 10 da norma.

A tradução deste questionário foi utilizada nos experimentos relatados no Capítulo 6 desta dissertação.

São ainda apresentados experimentos de [PRUMPER 99], nos quais é avaliada a correlação entre os resultados obtidos pelo ISONORM 9241/10 e dois outros modelos de

questionários com ampla aceitação junto à comunidade relacionada com a avaliação de usabilidade:

- QUIS - *Questionnaire for User Interaction Satisfaction* – da Universidade de Maryland [NORMAN 89], integralmente disponível em <http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>;
- EVADIS II - *Evaluation of User Interfaces* – um questionário voltado para especialistas em usabilidade [REITERER 93].

Este estudo comparativo é particularmente importante porque permite justificar a escolha do questionário ISONORM como ferramenta utilizada por esta dissertação.

5.1. A ESTRUTURA DO QUESTIONÁRIO

O formulário divide as questões em sete seções, de acordo com os princípios de diálogo da parte 10 da norma ISO 9241 (ver Capítulo 4):

- Adequação à Tarefa;
- Auto-descrição;
- Controlabilidade;
- Conformidade com as Expectativas do Usuário;
- Tolerância a Erros;
- Adequação à Individualização;
- Adequação ao Aprendizado.

Embora cada um dos princípios da norma possua quantidade diferente de recomendações, foi estabelecido um limite de cinco questões para cada princípio. Segundo [PRUMPER 99], o objetivo desta limitação é reduzir o tempo de preenchimento do formulário a, no máximo, dez minutos.

O formato das questões segue o exemplo mostrado na tabela 5.1.

As respostas são separada em dois pólos, o esquerdo descreve o extremo negativo, e o direito descreve o extremo positivo. Os valores possíveis para as respostas variam entre ‘---’ e ‘+++’ (codificados em um intervalo entre 1 e 7), cabendo ao avaliador marcar com um ‘X’ a sua opção.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
requer muito tempo para aprender.					X			requer pouco tempo para aprender.

Tabela 5.1 – Exemplo de questão do ISONORM 9241/10

No exemplo anterior, o hipotético avaliador, quando questionado sobre o tempo de aprendizagem do *software*, respondeu que está razoável, mas melhoria significativa é necessária.

A linguagem adotada procura ser a mais familiar possível à operação e à tarefa, independentemente do produto ou atividade para a qual se destine.

Há, ainda, uma seção adicional destinada a qualificar:

- o *software* avaliado: nome do produto, versão, produtor e módulo ou componente (omitido na tradução para o português);
- e o perfil do entrevistado: profissão, idade, sexo, tempo de experiência com relação ao produto, tempo de experiência em informática, quantidade de horas semanais reservadas para uso do produto, quantidade de horas semanais reservadas para o uso de computador, quantidade de programas usados no dia-a-dia. Foram omitidos na tradução para o português: grau de conhecimento do produto, primeira letra do local de nascimento, última letra do nome da mãe, primeira letra do nome da mãe, última letra do nome do entrevistado. Foram incluídos na versão em português: tempo de experiência na atividade e quantidade de horas semanais reservadas para a atividade;

A condução da avaliação é anônima.

5.2. APLICABILIDADE DO QUESTIONÁRIO

Usualmente, questionários de avaliação de satisfação são considerados aplicáveis às fases finais do projeto de *software*. De fato, seu uso mais freqüente dá-se após a conclusão do produto, servindo para calibrar a qualidade do produto (seja pela implementação de novos recursos, seja pela correção de falhas de todo tipo: interação, precisão ou performance).

[PRUMPER 93] descreve a aplicação do ISONORM 9241/10 em duas fases do projeto extremamente opostas:

- a primeira, mais tradicional, para avaliação de produtos já concluídos e em fase de comercialização;
- a segunda, muito mais rara no que se refere à aplicação de questionários de avaliação de satisfação, para mediação entre a equipe de projetistas e os futuros usuários de um novo módulo de um produto de *software*.

O primeiro experimento, que será brevemente descrito a seguir, evidencia a potencialidade de aplicação que os questionários (especialmente os baseados em recomendações normativas) possuem para auxiliar na avaliação do produto. Sendo, por isso, uma importante referência a ratificar os objetivos dessa dissertação.

O segundo experimento situa-se além do escopo desse trabalho e, portanto, não será assunto desse capítulo. No entanto, merece atenção de estudos que enfoquem o uso de pesquisas de satisfação como ferramentas de apoio ao projeto centrado no usuário.

5.2.1. Comparando Interfaces Gráfica e Modo Caracter

O objetivo do experimento era avaliar comparativamente a satisfação obtida pelos usuários de produtos que possuem interface gráfica com a dos usuários de produtos que possuem interface modo caracter.

Participaram do estudo, 350 usuários (com idade média de 35 anos, sendo 64,2% do sexo feminino e 35,8% do masculino) de 20 empresas alemãs, avaliando 66 programas diferentes:

- usando o questionário constante do Anexo 1, 106 usuários avaliaram 22 programas dotados de interface gráfica (MS-Windows ou Apple Macintosh);
- usando o mesmo questionário, 244 participantes avaliaram 44 programas dotados de interface caracter (MS-DOS, IBM AS/400, IBM /36 e Siemens BS 2000);

Os conceitos atribuídos pelos avaliadores são transformados em notas de acordo com a equivalência apresentada na tabela 5.2.

Conceito	Nota Equivalente
---	1
--	2
-	3
+/-	4
+	5
++	6
+++	7

Tabela 5.2 – Tabela de equivalência entre as notas e os conceitos

A tabulação das respostas obtidas para cada um dos princípios da normas é apresentada na tabela 5.3.

[PRUMPER 93] extrai as seguintes conclusões destes resultados:

- o *software* com interface gráfica apresenta grau de satisfação maior que o apresentado por programas dotados de interface modo caracter, mas essa superioridade não é significativa, sendo sugestiva a necessidade de melhorias;
- os resultados da tabela 5.3 evidenciam o sucesso da aplicação da norma como ferramenta de avaliação da usabilidade, não somente porque mostra-se capaz de distinguir significativamente as qualidades de tipos diferentes de *software*, mas porque também permite identificar pontos onde as melhorias são necessárias.

5.3. CONFIABILIDADE DO QUESTIONÁRIO

[PRUMPER 99] efetuou um importante estudo de confiabilidade dos resultados da aplicação do ISONORM 9241/10 como ferramenta de avaliação de *software*.

Princípio ISO 9241-10	Médias Obtidas	
	Produto com Interface Gráfica	Produto sem Interface Gráfica
Adequação à Tarefa	5,4	5,0
Auto-descrição	5,3	4,5
Controlabilidade	5,9	4,7
Conformidade com as Expectativas do Usuário	5,6	5,0
Tolerância a Erros	4,9	4,6
Adequação à Individualização	5,2	3,7
Adequação ao Aprendizado	5,1	4,4

Tabela 5.3 – Tabulação das médias obtidas pelos produtos com e sem interface gráfica

Deste estudo, participaram 1.265 usuários avaliando 178 programas diferentes. O perfil dos participantes é descrito a seguir:

- idade média de 34,5 anos;
- 51,8% dos participantes eram do sexo feminino e 48,2% do sexo masculino;
- o tempo médio de experiência em informática era de 77 meses;
- o tempo médio de experiência no *software* avaliado era de 25 meses.

As médias obtidas pelos princípios da norma variaram entre 4,4 e 5,3 (com desvios-padrões entre 1,0 e 1,6), considerados bastante satisfatórios.

No entanto, a parte mais importante da pesquisa é a avaliação de confiança do *re-teste*: 49 usuários que participaram da avaliação foram convidados a repetir a avaliação aproximadamente 7 meses depois. A tabela 5.4 exhibe a confiabilidade do questionário para cada princípio da norma.

A confiabilidade total do *re-teste* ($p < 0,001$ e $N = 49$) alcança 0,77, o que permite concluir que as avaliações baseadas no questionário são bastante estáveis, mesmo com o decorrer do tempo. Esta conclusão é particularmente relevante se considerarmos a existência de fatores humanos que influenciam na redução da confiabilidade do *re-teste* como:

- o aumento da experiência do usuário no programa;
- a aquisição de experiência do usuário no que se refere à própria sistemática de avaliação.

Princípio	Alfa de Cronbach ($1208 \leq N \leq 1251$)	<i>Re-teste</i> ($N = 49, p < 0,001$)
Adequação à Tarefa	0,81	0,67
Auto-descrição	0,86	0,62
Controlabilidade	0,84	0,64
Conformidade com as Expectativas do Usuário	0,84	0,60
Tolerância a Erros	0,87	0,68
Adequação à Individualização	0,89	0,63
Adequação ao Aprendizado	0,83	0,59

Tabela 5.4 – Confiabilidade do Questionário [PRUMPER 99]

5.4. CORRELAÇÃO COM OUTROS QUESTIONÁRIOS

Finalmente, visando avaliar a correlação entre o ISONORM 9241/10 e outros questionários, [PRUMPER 99] formulou dois experimentos:

- o primeiro correlaciona os resultados do ISONORM com os do QUIS [NORMAN 89], que também é um questionário destinado ao **usuário**;
- o segundo correlaciona os resultados do ISONORM com os do EVADIS II [REITERER 93], que é um questionário destinado a **especialistas** em questões de usabilidade.

Os dois experimentos são descritos a seguir.

5.4.1. ISONORM X QUIS

Participaram do experimento, 31 usuários com experiência média em informática de 58 meses e experiência média no *software* avaliado de 18 meses.

A cada usuário foi solicitado que avaliasse o *software* de sua preferência usando os dois modelos de questionários (QUIS e ISONORM).

A correlação entre os resultados obtidos pelos dois questionários alcançou 0,73 (N = 31, $p < 0,001$), evidenciando uma significativa correlação entre os dois modelos orientados para o usuário.

5.4.2. ISONORM X EVADIS II

O experimento consistiu da avaliação de 13 programas de *software*. Cada programa foi avaliado por dois grupos distintos:

- o primeiro, composto por um conjunto variando entre 11 e 79 usuários, avaliou os programas usando o ISONORM;
- o segundo, composto por um especialista em ergonomia e um usuário experiente no produto avaliado, efetuou a análise usando o questionário EVADIS II.

A correlação entre os resultados obtidos pelos dois questionários alcançou 0,59 (N = 13 programas, $p < 0,01$). Prümper conclui que o questionário orientado ao usuário obtém resultados similares à sistemática de avaliação orientada para o especialista. No entanto, requer menos tempo e é mais barato.

5.5. CONCLUSÕES

Os estudos relatados neste Capítulo indicam que:

- o questionário baseado na norma ISO 9241-10 possui grau de aplicabilidade bastante satisfatório, permitindo identificar adequadamente, nos produtos de

software, as qualidades e pontos onde as melhorias são necessárias;

- as avaliações baseadas no questionário são bastante estáveis, mesmo com o decorrer do tempo, conforme provou a confiabilidade do *re-teste*;
- o questionário mostra-se uma alternativa que, embora seja equivalente em resultados, é mais concisa que o QUIS, um importante modelo de questionário orientado para o usuário;
- o modelo do ISONORM permite que usuários possam chegar a resultados muito próximos aos dos especialistas, porém em prazos menores e custos reduzidos.

Portanto, o uso da norma como modelo de ferramenta de avaliação de satisfação prova-se bastante promissor, não só por permitir apurar indicadores do grau de aprovação dos usuários, mas por auxiliar concretamente no fornecimento de informações que orientem a pesquisa e eliminação das causas da eventual insatisfação.

6. INSPEÇÃO DE USABILIDADE BASEADA EM INDICADORES DE SATISFAÇÃO

Este capítulo relata a realização de uma inspeção de usabilidade a partir dos indicadores de satisfação colhidos junto aos clientes de uma empresa desenvolvedora de *software*, utilizando uma tradução do questionário ISONORM 9241/10.

O estudo dividiu-se em 3 etapas:

- a) Etapa I - pesquisa de satisfação: foi identificada uma população para aplicação do questionário - os usuários dos programas de uma empresa desenvolvedora de *software* de Florianópolis. As respostas dos questionários - enviados a usuários de vários Estados brasileiros – foram devidamente tabuladas. Dois tipos de análise foram feitos:
 - visando confirmar a validade dos resultados, efetuou-se uma análise comparativa entre os graus de satisfação obtidos pelo ISONORM e pelo atual modelo de questionário de avaliação da empresa (Anexo 2);
 - objetivando determinar os pontos fortes e fracos do produto, calculou-se, a partir das respostas obtidas pelo ISONORM, a média das notas segundo cada princípio de diálogo descrito na parte 10 da norma;
- b) Etapa II - elaboração de uma estrutura para identificação de falhas de usabilidade: formulou-se uma matriz de referência cruzada (Anexo 3) entre as recomendações da parte 10 da norma (representadas pelas perguntas do questionário) e as das demais partes da norma (12, 13, 14, 15, 16 e 17). Para cada pergunta do questionário, foram empiricamente correlacionadas as recomendações, existente nas outras partes da norma, que poderiam auxiliar na identificação das falhas responsáveis pelas respectivas insatisfações dos usuários;
- c) Etapa III - as médias de satisfação obtidas na primeira etapa foram usadas para estabelecer prioridades na pesquisa das falhas de usabilidade. Estas prioridades determinaram quais referências da matriz seriam utilizadas no diagnóstico das falhas.

Cada uma destas etapas é descrita a seguir.

6.1. PESQUISA DE SATISFAÇÃO E SEUS RESULTADOS

A realização do estudo requeria a identificação de um fornecedor de *software* que aceitasse participar da pesquisa e que atendesse a alguns critérios:

- preferencialmente, a empresa fornecedora do produto deveria adotar uma abordagem de desenvolvimento formalizada: metodologia de desenvolvimento definida, utilização de *toolkit* para desenvolvimento de interfaces e uso de algum tipo de guia de recomendações ergonômicas para o projeto de interação;
- visando obter amostras com ampla diversidade de características dos operadores, estabeleceu-se que a população em questão deveria ser composta por usuários de *software* com perfis variados em experiência e frequência de uso do produto, de uso de programas de computador e de atuação na atividade automatizada pelo produto;
- o grau de satisfação desta população já deveria ser minimamente conhecido, tendo já sido efetuada alguma forma de pesquisa sobre estes indicadores. O conhecimento destes indicadores permitiria determinar se os resultados obtidos pelo ISONORM poderiam ser considerados válidos ou não.

Estas condições foram integralmente encontradas na Softplan Planejamento e Sistemas, de Florianópolis. Um dos projetos da empresa, composto por aproximadamente 20 módulos voltados para a informatização de Departamentos Estaduais e Nacional de Estradas de Rodagem, atende aos critérios estabelecidos:

- possui usuários novatos e mais experientes em diversas regiões do país;
- adota um modelo padronizado de avaliação de satisfação dos usuários no que se refere ao produto (ver Anexo 2);
- a implementação dos programas adota um *toolkit* composto por objetos de interação desenvolvidos pela própria empresa. Durante a construção destes

objetos, diversas ações de adequação ergonômica foram implementadas. As orientações ergonômicas para o uso destes componentes de *software* constam de um manual, do qual faz uso toda a equipe de desenvolvimento da empresa. O processo de construção destes componentes constitui o ponto central do trabalho de [ROSA 99].

6.1.1. As Características da Amostra Populacional

Foram enviados questionários para todos os usuários (em uma quantidade estimada de 300) situados nos Estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Norte, Bahia e Distrito Federal. Foram respondidos 48 questionários, representando aproximadamente 16% do total enviado, e distribuídos geograficamente segundo a tabela 6.1. O perfil do entrevistado aponta idade média de 35 anos, sendo 52% do sexo masculino.

<i>Estado</i>	<i>Qtde</i>	<i>%</i>
Distrito Federal	2	4,2
Santa Catarina	7	14,6
Bahia	7	14,6
Paraná	32	66,6

Tabela 6.1 – Distribuição geográfica da amostra

Objetivando determinar se e quais características dos usuários poderiam provocar distorções do grau de satisfação em relação ao total da população, a amostra foi classificada por:

- experiência na atividade: conforme a tabela 6.2;

<i>Experiência na Atividade</i>	<i>%</i>
Até 12 meses	34
De 12 a 36 meses	16
Mais de 36 meses	50

Tabela 6.2 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência na atividade

- experiência no uso de programas de computador: conforme a tabela 6.3;

<i>Experiência em Informática</i>	<i>%</i>
Até 12 meses	11
De 12 a 36 meses	13
Mais de 36 meses	76

Tabela 6.3 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência em informática

- experiência no uso do *software* avaliado: conforme a tabela 6.4;

<i>Experiência no Produto</i>	<i>%</i>
Até 6 meses	40
Mais de 6 meses	60

Tabela 6.4 – Distribuição da amostra pelo tempo de experiência no produto avaliado

- frequência de uso semanal do *software* avaliado: conforme a tabela 6.5;

<i>Frequência Semanal de Uso</i>	<i>%</i>
Até 8 horas	46
De 8 a 20 horas	26
Mais de 20 horas	28

Tabela 6.5 – Distribuição da amostra pela frequência de uso do produto avaliado

6.1.2. ISONORM X Questionário Softplan: Comparação dos Resultados

Visando verificar a validade dos resultados, foi feita uma comparação entre as médias gerais de satisfação obtidas pelo ISONORM e pelo modelo usado pela Softplan.

O índice geral de satisfação dos usuários (em uma escala que varia entre 0 e 1), obtida a partir da tabulação das respostas dos questionários ISONORM, alcança o valor de 0,8088 (desvio-padrão de 0,1238, N = 48).

<i>Indicador</i>	<i>Fórmula</i>
Média do Questionário Individual	$\frac{\Sigma \text{ nota de cada questão respondida}}{\text{quantidade de questões respondidas}}$
Média Geral de Satisfação	$\frac{\Sigma \text{ Média do Questionário Individual}}{\text{quantidade de questionários respondidos}}$
Média Geral do Princípio <i>i</i> da Norma <i>i</i> : um dos 7 princípios da parte 10	$\frac{\Sigma \text{ nota de cada questão do Princípio } i}{\text{qtde. de questões respondidas do Princípio } i}$
Índice Geral de Satisfação ISONORM	Média Geral de Satisfação ISONORM / 7
Índice Geral de Satisfação Softplan	Média Geral de Satisfação Softplan / 2

Tabela 6.6 – Fórmulas utilizadas

Este valor aproxima-se muito do índice geral de satisfação apurado pelo próprio modelo de questionário da Softplan (Anexo 2), que é de 0,8073 (desvio-padrão de 0,1609, N = 43). Por essa razão, decidiu-se verificar se esta coincidência poderia ser atribuída ao acaso, ou se estatisticamente estas médias poderiam ser consideradas equivalentes. Feita a comparação das médias pelo teste *t* com correção de Welch (*t* aproximado de Welch = 0,04997 com 78 graus de liberdade, índice de confiança de 95%, P = 0,9603), pode-se admitir que as médias não diferem significativamente entre si.

Avaliou-se a existência de eventuais distorções estatísticas da média obtida pelo ISONORM que pudessem ter sido provocadas pelas características populacionais. Para a análise das similaridades das médias, aplicou-se o teste de Kruskai-Wallis (ANOVA Não-paramétrico) com fator de confiança de 95 %:

- experiência na atividade: concluiu-se que o perfil amostral (tabela 6.7), dividido em 3 classes não provocou distorções significativas nas médias (P=0,4290, KW=1,692);

<i>Classe</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Até 12 meses	15	5,771	2,943	7,000
De 12 a 36 meses	7	6,086	4,343	6,657
Mais de 36 meses	22	5,757	4,686	6,688

Tabela 6.7 – Sumário da amostra por tempo de experiência na atividade

- experiência em informática: concluiu-se que o perfil amostral (tabela 6.8), dividido em 3 classes não provocou distorções significativas nas médias ($P = 0,7667$, $KW = 0,5312$);

<i>Classe</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Até 12 meses	5	5,571	5,286	6,500
De 12 a 36 meses	6	6,114	4,260	6,714
Mais de 36 meses	36	5,757	2,943	7,000

Tabela 6.8 – Sumário da amostra por tempo de experiência em informática

- frequência de uso do programa: : concluiu-se que o perfil amostral (tabela 6.9), dividido em 3 classes não provocou distorções significativas nas médias ($P = 0,4054$, $KW = 1,806$);

<i>Classe</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Até 8 horas	21	5,686	3,677	6,688
De 8 a 20 horas	12	5,424	4,257	6,714
Mais de 20 horas	13	5,857	4,743	7,000

Tabela 6.9 – Sumário da amostra por frequência semanal de uso do programa

- experiência no uso do programa: para esta análise foi utilizado o teste t de Welch com fator de confiança de 95%, recomendado por só haver duas classes. Concluiu-se que o perfil amostral (tabela 6.10), não provocou distorções significativas nas médias ($P = 0,5852$, t aproximado de Welch = 0,5519 com 29 graus de liberdade).

<i>Classe</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>Máximo</i>
Até 6 meses	19	5,571	1,020	6,500
Mais de 6 meses	29	5,757	0,7193	7,000

Tabela 6.10 – Sumário da amostra por tempo de experiência no produto

Estas análises confirmam a validade estatística da média geral obtida pelo ISONORM, e, por consequência, confirmam a similaridade com os resultados obtidos pelo modelo de questionário adotado pela Softplan.

Esta similaridade surpreende por duas razões:

- os questionários possuem questões distintas;
- a escala de valores admissíveis para as respostas é diferente no dois questionários. Enquanto o da Softplan possui uma escala compreendendo 0 (Insatisfeito), 1 (Parcialmente Satisfeito) e 2 (Satisfeito), a do ISONORM varia entre 1 e 7 (--- a +++).

As análises estatísticas dos dados permitem duas conclusões:

- confirma-se que o nível geral de satisfação dos usuários da Softplan situa-se em torno de 80%, já que técnicas de avaliação diferentes conduziram a resultados similares;
- comprova-se que o ISONORM apresenta-se como uma boa opção para auxiliar na apuração do grau de satisfação de usuários de *software*.

6.1.3. Princípios da Norma: Grau de Satisfação dos Usuários

A determinação da média de satisfação dos usuários com relação a cada um dos princípios da norma permite auxiliar na determinação das prioridades das ações corretivas necessárias à interface de utilização. O gráfico 6.1 apresenta as médias gerais obtidas.

De maneira geral, as médias obtidas mostram-se bem mais positivas do que as conseguidas por [PRUMPER 93] em um experimento similar, usando o mesmo questionário. Os princípios *Adequação à Tarefa* (média 5,88 e desvio-padrão 1,13) e *Conformidade com as Expectativas do Usuários* (média 5,88 e desvio-padrão 1,29) mostram-se bastante adequados.

Estes resultados indicam que, na opinião dos usuários, as tarefas, que eram originalmente manuais, foram satisfatoriamente informatizadas.

No entanto, um item em particular, *Tolerância a Erros* (média 5,16 e desvio-padrão 1,73) requer maior atenção. Este princípio tem uma importância significativa na interação porque interfere sensivelmente na aceitação do sistema por parte do usuário.

Falhas na gestão de erros provocam interrupção desnecessária no fluxo de trabalho, reduzindo a segurança do usuário e, por conseqüência, sua confiança no produto. É importante lembrar que a gestão de erros é um novo componente, quase um intruso, adicionado pela informatização da atividade. Manualmente, os erros podem ser cometidos em quantidade até maior, mas o usuário pode livremente desenvolver mecanismos de verificação do trabalho, que lhe dão a devida segurança para a execução da atividade. Usualmente, a informatização restringe a liberdade de criação destes mecanismos, cabendo ao produto absorver boa parte deles e proporcionar ainda outros, relacionados às falhas potenciais de *hardware* e *software* (queda da conexão com o banco de dados, bloqueio de dados em ambiente multi-usuário, *overflow* numérico, problemas de arredondamento, entre outros).

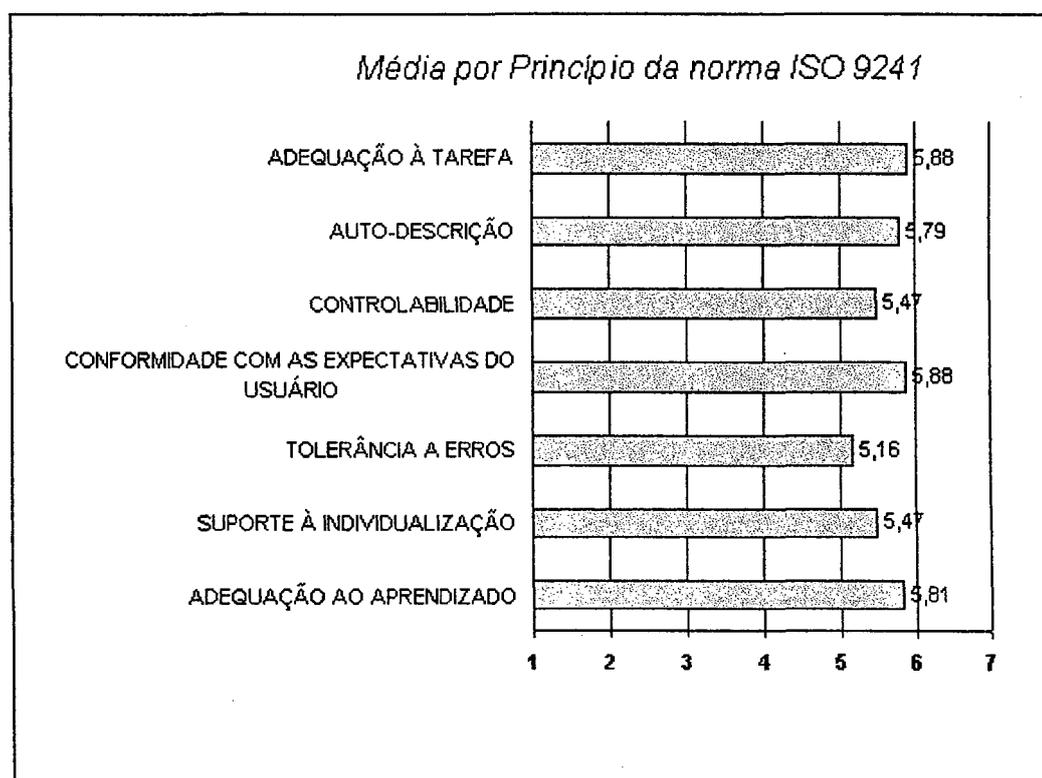


Gráfico 6.1 – Médias das notas obtidas pelos princípios da norma

A média obtida pelo item *Tolerância a Erros* resulta da tabulação das cinco questões que apuram a satisfação dos usuários com relação a este princípio da norma. A tabela 6.11 apresenta a média obtida por estas questões.

As questões pertinentes à *Tolerância a Erros* que obtiveram as médias mais baixas – *ajuda concreta à correção de erros e facilidade de compreensão das mensagens de erros* – não só foram as de pior nível de satisfação deste princípio, mas também foram as de mais baixo grau de satisfação de toda a pesquisa. Torna-se evidente a necessidade de identificar as respectivas falhas de interação, priorizando-as.

<i>Questão</i>	<i>Tamanho da Amostra</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>
Dá ajuda concreta para a correção de erros.	48	4,79	1,70
É projetado de forma que pequenos erros não têm conseqüências severas.	47	5,53	1,28
Informa imediatamente sobre erros na entrada.	47	5,81	1,53
Proporciona mensagens de erro fáceis de entender.	48	4,40	2,05
Requer, geralmente, pouco esforço para corrigir um erro.	48	5,27	1,67

Tabela 6.11 – Médias das notas obtidas pelas questões relativas à Tolerância a Erros

6.2. REFERÊNCIA CRUZADA DE RECOMENDAÇÕES

Visando auxiliar o processo de inspeção e identificação das falhas de usabilidade, empiricamente elaborou-se uma matriz de referência que relaciona cada questão do ISONORM com as recomendações existentes nas partes 12, 13, 14, 15, 16 e 17.

<i>Para a questão:</i>	<i>Verificar os seguintes itens da parte</i>					
	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>
Oferece recursos pobres para automatizar tarefas repetitivas.				4.3,6.9, 7.7		
É projetado de forma que pequenos erros podem ter conseqüências severas.		9.2.3, 9.2.5		6.6		

Tabela 6.12 – Exemplo de referência das recomendações relativas à cada questão ISONORM

A tabela 6.12 mostra parte da estrutura da matriz (a estrutura integral da matriz

encontra-se no Anexo 3). Esta estrutura sugere, para cada questão ISONORM, quais recomendações de cada parte da norma devem ser utilizadas em uma inspeção que vise determinar eventuais falhas causadoras de insatisfação. Assim:

- para identificar as falhas relativas à questão que avalia se o *software* oferece recursos pobres para automatizar tarefas repetitivas, a inspeção deve utilizar as recomendações 4.3, 6.9 e 7.7 da parte 15 da norma;
- para localizar as falhas que referem-se à questão que avalia se o *software* é projetado de forma que pequenos erros podem ter conseqüências severas, a inspeção deve utilizar as recomendações 9.2.3 e 9.2.5 da parte 13, e 6.6 da parte 15.

A elaboração desta matriz resultou da análise empírica da influência que cada recomendação, de cada uma das partes da norma, poderia exercer sobre cada questão ISONORM. Cada questão teve relacionada a si, exclusivamente as recomendações consideradas intimamente ligadas aos objetivos de avaliação da pergunta.

A estrutura final selecionou 183 recomendações da norma, que combinadas com as questões ISONORM, resultaram em uma quantidade de relacionamentos questão-recomendação equivalente a um *checklist* com 278 itens de inspeção.

Esta estrutura foi aplicada e avaliada na inspeção de usabilidade efetuada na etapa final do estudo.

6.3. REALIZAÇÃO DA INSPEÇÃO

A inspeção de usabilidade baseou-se na estrutura existente no Anexo 3. Uma única pessoa inspecionou um módulo do produto da Softplan. A duração total da avaliação foi de 52 horas.

As falhas foram classificadas em dois tipos:

- de projeto: são falhas estruturais, resultantes de decisões de projeto, metodologia de desenvolvimento, falhas nas recomendações ergonômicas utilizadas, limitações

da ferramenta de desenvolvimento ou do *toolkit* utilizado. As falhas de projeto, normalmente, difundem-se por todo o produto, sendo de difícil quantificação. Usualmente são graves, mas nem sempre de difícil correção – às vezes, a alteração de um objeto de interação tem um elevado poder de propagação da correção, especialmente em um ambiente de desenvolvimento padronizado;

- de desenvolvimento: são inconsistências de implementação, possivelmente decorrentes de violação das especificações ou das recomendações ergonômicas utilizadas, ou, ainda, da adoção de objetos de interação cuja utilização não foi padronizada pela empresa. Normalmente, são falhas pontuais – por isso, muito mais difíceis de se localizar – mas, demandam correção específica e tem pouco poder de propagação. A quantificação é importante porque permite estimar a violação da consistência da interface.

A inspeção deu-se em duas fases:

- Fase I – identificação de falhas relativas ao princípio *Tolerância a Erros*: tendo sido este o princípio que apresentou menor grau de satisfação juntos aos usuários, e obedecendo às prioridades estabelecidas na etapa I, foi efetuada uma inspeção para a identificação das falhas relativas à gestão de erros em um dos módulos do produto;
- Fase II – identificação das demais falhas de usabilidade do sistema: visando avaliar a potencialidade da matriz definida na etapa II, efetuou-se uma nova inspeção no mesmo módulo em busca de outras falhas de usabilidade, sendo utilizadas, nesta fase, as demais recomendações relacionadas na matriz de referência.

O resultado de cada uma destas fases é descrito a seguir.

6.3.1. Identificação das Falhas relativas à *Tolerância a Erros*

A inspeção em busca das falhas relativas à gestão de erros durou 12 horas. Inicialmente, pretendia-se efetuar a inspeção aplicando-se uma ordem de prioridade às questões

relacionadas com o princípio *Tolerância a Erros*. Esta ordem priorizaria as questões em ordem inversa às médias de satisfação obtidas, conforme pode ser visto na tabela 6.13.

No entanto, observou-se, já nos primeiros momentos de inspeção, que este tipo de condução tornaria o processo moroso e pouco prático.

Decidiu-se, então, efetuar a inspeção por partes da norma. Iniciou-se pela parte 12, sendo verificadas todas as recomendações desta parte que possuíam, na matriz de referência, relacionamento com as questões do princípio *Tolerância a Erros*. A inspeção, então, seguiu num ritmo mais rápido e produtivo.

<i>Questão</i>	<i>Média</i>	<i>Prioridade</i>
Proporciona mensagens de erro fáceis de entender.	4,40	1
Dá ajuda concreta para a correção de erros.	4,79	2
Requer, geralmente, pouco esforço para corrigir um erro.	5,27	3
É projetado de forma que pequenos erros não têm conseqüências severas.	5,53	4
Informa imediatamente sobre erros na entrada.	5,81	5

Tabela 6.13 – Prioridades atribuídas às questões relativas à gestão de erros

O mesmo processo foi efetuado para as partes 13,14 e 17. As partes 15 – Diálogos de Comando – e 16 – Manipulação Direta – não foram utilizadas porque o produto inspecionado não utiliza este modelo de interação.

<i>Questão</i>	<i>Não-conformidades Encontradas</i>			
	<i>Parte</i>	<i>Recomendação</i>	<i>Tipo</i>	<i>Qtde.</i>
Proporciona mensagens de erro fáceis de entender.	13	5.2.4	Projeto	2
		7.2.3	Projeto	1
		9.4.1	Projeto	1
		9.4.5	Projeto	1
		9.5.2	Projeto	1
Dá ajuda concreta para a correção de erros.	13	9.5.1	Projeto	1
Requer, geralmente, pouco esforço para corrigir um erro.	13	9.4.5	Projeto	1
É projetado de forma que pequenos erros não têm conseqüências severas.	-	-	-	-
Informa imediatamente sobre erros na entrada.	-	-	-	-

Tabela 6.14 – Resultados da inspeção com base nas questões relativas à *Tolerância a Erros*

A tabela 6.14 apresenta os resultados da inspeção, que confirmam a concentração das falhas justamente nos itens de menor média de satisfação. A inspeção indica, ainda, que as falhas relativas à gestão de erros concentram-se na parte 13 da norma – Condução do Usuário -, sendo unanimemente classificadas como falhas de projeto.

Estas falhas, embora difundidas por todo o sistema, são, em sua maioria, de fácil solução, já que originam-se em particularidades não implementadas, ou insuficiente implementadas, no *toolkit* desenvolvido pela empresa.

<i>Não-conformidades Encontradas</i>				
<i>Parte</i>	<i>Recomendação</i>	<i>Tipo</i>	<i>Qtd</i>	<i>Descrição</i>
12	5.3.5	Desenv.	12	Há sistemas compostos por telas desenvolvidas em Delphi e em Centura. Os padrões e algumas funcionalidades das telas são diferentes.
	5.7.7	Projeto	1	Há telas que selecionam conjuntos de registros, mas o sistema não informa ao operador, nem a quantidade de registros selecionados, nem qual a posição relativa dentro do conjunto.
	5.7.8	Projeto	1	Idem
	5.9.1	Projeto	1	Há diversas situações em que os campos não possuem labels, especialmente campos com botões de consulta.
	5.10.1	Projeto	3	Não há distinção visual para os valores trazidos à tela pelo sistema, os informados pelo usuário e os <i>defaults</i>
	7.2	Desenv.	1	O campo que unidade de medida não é automaticamente transformado para maiúsculas, o que propicia que possa ser cadastrado o mesmo dado duas vezes. Ex.: Metro poder ser cadastrado como m ou M.
	7.5.2	Desenv.	5	Há módulos que fazem uso indiscriminado de tipos de fontes e cores no labels de botões e campos.
13	5.2.7	Projeto	1	Não há suporte a diferentes níveis de usuário.
	9.2.4	Desenv.	9	Em diversas situações, o sistema é encerrado mesmo quando o usuário responde que não quer sair.
	10.3.1	Projeto	1	F5 – não chama o <i>help</i> em aplicações Centura.
	10.3.3	Projeto	1	Aplicações Centura não possuem <i>help</i> contextual.
14	5.1	Desenv.	1	Há menus cuja ordenação das opções é absolutamente aleatória, não tendo sido adotado nenhum critérios para se organizar as opções dentro do menu.
	7.1.3	Projeto	1	Não há suporte a diferentes níveis de usuário.
17	5.2.6	Desenv.	3	Há situações em que o usuário não tem informação dos valores válidos para o campo de entrada.
	5.3.7	Desenv.	17	Em diversas situações, não há indicação do formato de entrada dos dados. Ex.: Data: / /

Tabela 6.15 – Resultados da inspeção usando as questões restantes da matriz de referência

Foram identificadas as seguintes falhas:

- a) mensagens de erro compostas por vocabulário técnico de informática, incompreensíveis para o usuário. Ex.: “*Impossível deletar registro da entidade ... porque existem dados relacionados.*”. Falha de projeto que viola a recomendação 5.2.4 da parte 13;
- b) mensagens de erro imprecisas. Ex.: “*Impossível deletar registro da entidade Causa provável: compartilhamento de dados com outro usuário.*”. Quando a mensagem foi emitida não havia outro usuário utilizando o produto. Falha de projeto que viola a recomendação 5.2.4 da parte 13;
- c) falhas no diálogo não permitem que o usuário dê seqüência à interação. Ex.: “*SQL statement ... Halt, Continue ?*”. A continuação do diálogo leva a novas mensagens parecidas com a anterior, restando ao usuário interromper a interação. A interrupção da interação gera salvamento parcial de dados, sem que o usuário tenha conhecimento disso. Falha de projeto que viola as recomendações 9.4.1 e 9.5.2 da parte 13;
- d) as mensagens de erro do sistema possuem um único padrão, independente do nível de experiência do usuário. Falha de projeto que viola a recomendação 7.2.3 da parte 13;
- e) o sistema não informa, de uma única vez, quais são todos os campos que possuem valores inválidos. Demanda que o usuário corrija um erro, processe, seja informado da outra entrada inválida, corrija, processe, até não haver mais valores inválidos. Falha de projeto que viola a recomendação 9.4.5 da parte 13;
- f) o sistema não permite que o usuário obtenha maior nível de detalhamento das mensagens de erro. Falha de projeto que viola a recomendação 9.5.1 da parte 13.

6.3.2. Identificação das demais Falhas de Usabilidade

Na segunda fase da inspeção, não foram utilizadas as questões ISONORM, mas somente as recomendações restantes da matriz de referência. O módulo foi novamente avaliado por partes da norma. Iniciou-se pela parte 12, sendo utilizadas as demais recomendações da matriz de referência que não haviam sido usadas na fase I. A seguir, a parte 13, 14 e 17.

A duração total foi de 40 horas, e a tabela 6.15 apresenta os resultados dessa forma de condução da inspeção.

Também nesta inspeção a parte 13 da norma obteve uma quantidade considerável de violações, só perdendo para a parte 12 – Apresentação da Informação.

Esta forma de inspeção mostrou-se menos eficiente, sendo as falhas encontradas com maior dificuldade. Como não havia a orientação dos itens cuja insatisfação do usuário era maior, a inspeção tornou-se quase uma navegação exploratória.

6.4. CONCLUSÕES

Avaliadas três modalidades de aplicação do questionário ISONORM, podem ser extraídas algumas importantes constatações:

- o questionário mostrou-se, no experimento de pesquisa de opinião, uma excelente ferramenta para apuração do grau de satisfação dos usuários. A divisão das questões segundo os princípios da norma, permite conhecer a satisfação dos usuários com relação aos aspectos mais técnicos do produto (Tolerância a Erros, Controlabilidade, Adequação à Individualização e Auto-descrição), e igualmente os aspectos mais diretamente relacionados à produtividade da tarefa (Adequação à Tarefa, Adequação ao Aprendizado e Conformidade com as Expectativas do Usuário);
- a adoção de *checklists* que referenciem as recomendações das partes da norma ISO 9241, pode encontrar no ISONORM um excelente apoio para direcionamento das prioridades relativas ao processo de inspeção. O ISONORM pode ser utilizado

para apurar o grau de satisfação dos usuários com relação aos princípios da norma e, depois, as médias de satisfação podem auxiliar na determinação das recomendações normativas que serão utilizadas na inspeção;

- a concisão e o número reduzido de perguntas fazem do questionário um ferramenta prática e de custo de aplicação baixo. Paradoxalmente, apesar da concisão, o ISONORM mostrou, na prática, ser capaz de auxiliar no levantamento de uma quantidade significativa de falhas de usabilidade.

7. CONCLUSÕES

Os questionários de avaliação de satisfação podem servir como uma importante ferramenta de orientação para o processo de inspeção de usabilidade de *software*.

Conjuntos de critérios e princípios ergonômicos, como os abordados no Capítulo 2, podem ser organizados em forma de questionários direcionados para o usuário final, permitindo que as suas demandas e queixas sejam conhecidas, as causas identificadas e corrigidas.

Questionários de avaliação de usabilidade podem produzir indicadores que permitam definir as necessidades de manutenção e desenvolvimento de *software*, devidamente priorizadas segundo índices de satisfação qualificados de acordo com critérios como os princípios de diálogos descritos no Capítulo 4.

Conhecidos os índices de satisfação e estabelecidas as prioridades, técnicas de avaliação de usabilidade como as descritas no Capítulo 3, ou como a matriz de referência descrita no Capítulo 6, auxiliam na identificação das falhas, cujo desconforto provoca baixos níveis de aprovação do produto.

Diante da importância da seleção da ferramenta adequada para pesquisa de opinião, a possibilidade de adoção de um questionário baseado em normas internacionais, como o descrito no Capítulo 5, acrescenta às vantagens usuais da aplicação de questionários (custo baixo, agilidade e representatividade amostral), outras não menos valiosas:

- *evolução*: as normas internacionais encontram-se em constante evolução, sendo periodicamente adequadas às transformações técnicas, ambientais e tecnológicas. Um modelo de questionário baseada em normas tende a acompanhar essa evolução de maneira mais fácil e consistente;
- *benchmarking*: a adoção de modelos baseados em padrões internacionais permite aos fornecedores de *software* a realização de comparações de indicadores de satisfação, qualidades e fraquezas dos produtos, definição de níveis de variação aceitáveis e metas para estes indicadores;

- qualidade intrínseca: como as pesquisas de opinião apuram o grau de satisfação e as demandas dos usuários, torna-se mais fácil para o fornecedor de *software* conhecer e compreender as necessidades mais imediatas e importantes para seus clientes. O domínio destes fatores permite a definição de prioridades de investimento, atuação, correção e implementação de novas funcionalidades – possivelmente com um maior grau de adequação às expectativas dos clientes;
- melhoria contínua: o devido e constante direcionamento para as principais demandas dos clientes permite criar condições de obtenção de graus de satisfação crescentes. Para tanto, a sistematização do ciclo avaliação de satisfação – inspeção – correção permite o estabelecimento de um mecanismo de aprimoramento contínuo do produto.

Este estudo comprova, através de seus resultados, que o processo descrito acima é factível e viável. A partir de uma experiência prática, que utilizou um questionário baseado na norma ISO 9241-10, desenvolvido na Alemanha e devidamente traduzido para o português, 48 usuários avaliaram um produto de *software*.

Os indicadores de satisfação extraídos deste questionário permitiram:

- confirmar, com alta precisão estatística, o grau de satisfação apurado por um outro modelo de questionário de avaliação de satisfação, adotado pela empresa desenvolvedora do produto;
- indicar as características mais fortes e mais fracas do produto avaliado;
- estabelecer prioridades de identificação de falhas, que conduziram o processo de inspeção de usabilidade a identificar uma quantidade significativa de não-conformidades com a norma;
- qualificar as falhas existentes segundo sua origem (projeto ou desenvolvimento);
- identificar as partes da norma cujas não-conformidades podem ser encontradas com maior frequência.

Uma importante constatação deste estudo é a confirmação dos resultados obtidos por [ROSA 99], que comprovou que considerações ergonômicas aplicadas a *checklists* e *toolkits* tendem a influenciar positivamente a usabilidade dos produtos.

Como pode ser verificado no Capítulo 6, as falhas encontradas no produto possuem duas características marcantes:

- raramente são falhas de consistência, qualidade mais facilmente implementada em *toolkits* como o utilizado pela Softplan. Além da padronização do processo de desenvolvimento, a empresa adota um guia de recomendações ergonômicas próprio, que permite complementar eventuais características ausentes no *toolkit*;
- a maioria das falhas é de projeto, decorrentes principalmente da ausência de algumas funcionalidades no *toolkit* da empresa. A principal falha está relacionada com o tratamento das mensagens de erros interceptadas do Sistema Gerenciador de Banco de Dados, cuja implementação é relativamente simples e de alto poder de propagação.

Outra conclusão importante é a confirmação dos resultados descritos no trabalho de [PRUMPER 93], no qual, em estudo similar usando o mesmo questionário, o princípio *Tolerância a Erros* obteve o menor grau de satisfação junto aos usuários, o que parece indicar um problema crônico relativo à forma como as empresas desenvolvedoras de *software* abordam a gestão de erros.

7.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Várias extensões deste trabalho podem ser consideradas:

- a matriz de referência empiricamente elaborada e descrita no Capítulo 6 poderia merecer um estudo específico. Várias modalidades de construção da matriz poderiam ser experimentadas e testadas em casos práticos, visando obter uma proposta mais sólida de correlação entre as recomendações. Entre as modalidades de elaboração, seria conveniente verificar: a elaboração por parte de uma equipe

de especialistas, testes laboratoriais, estudos de casos e interação especialista-usuário através do estudo de exemplos;

- a inspeção de usabilidade descrita no Capítulo 6 poderia ser feita por uma ou várias equipes, e os resultados poderiam ser correlacionados estatisticamente. Uma correlação elevada indicaria que a norma é específica o bastante para depender pouco do conhecimento do avaliador. Caso contrário, indicaria que a norma pode servir como um roteiro, mas o grau de experiência do avaliador ainda é decisivo para o sucesso da inspeção;
- o questionário poderia ser aplicado em empresas diferentes, preferencialmente as que adotam processos de desenvolvimento menos padronizados. Assim, poder-se-ia avaliar com maior precisão o quanto a formalização do desenvolvimento contribui para a usabilidade dos produtos;
- outro estudo interessante seria a montagem de um *checklist* relacionando as questões ISONORM a outras propostas de critérios ou recomendações ergonômicos. Poder-se-ia avaliar o quanto outras propostas podem contribuir para que a norma ISO 9241 alcance seus objetivos;
- um experimento que merece atenção é o desenvolvimento de um sistema especialista baseado em regras de inferência para auxílio à inspeção de usabilidade a partir de indicadores de satisfação apurados pelo ISONORM.

ANEXO 1 – TRADUÇÃO DO QUESTIONÁRIO ISONORM

Dados do Entrevistado

Qual a sua profissão?
Idade (em anos)?
Sexo (M/F)?

Experiência do Entrevistado

Há quantos **meses** você executa esta atividade?
Durante quantas **horas** por semana você executa esta atividade?
Há quanto **meses** você trabalha com computadores em geral?
Durante quantas **horas** por semana você trabalha com computadores?
Quantos programas você usa atualmente?
Há quantos **meses** você trabalha com o software avaliado?
Durante quantas **horas** por semana você trabalha com o software avaliado?

Identificação do Software

Nome do Software:
Empresa Desenvolvedora:
Versão:

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA O USUÁRIO FINAL

PRINCÍPIO I : ADEQUAÇÃO À TAREFA

OBJETIVO: Avalia se o software dá ao usuário suporte suficiente para que as tarefas sejam executadas de maneira eficiente e efetiva.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
é complicado de usar.								é fácil de usar.
não oferece todas as funções necessárias para realizar eficientemente as tarefas.								oferece todas as funções necessárias para realizar eficientemente as tarefas.
oferece recursos pobres para automatizar tarefas repetitivas.								oferece bons recursos para automatizar tarefas repetitivas.
requer entrada de dados desnecessários.								não requer entrada de dados desnecessários.
é pouco adequado às necessidades do trabalho.								é apropriado para as necessidades do trabalho.

PRINCÍPIO II : AUTO-DESCRIÇÃO

OBJETIVO: Avalia se cada passo do programa é imediatamente compreensível através de **feedback** do sistema ou através de explicações quando solicitadas.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
proporciona pouca noção do alcance de suas funções.								proporciona boa noção do alcance de suas funções.
nas máscaras ou menus, usa terminologia, abreviações ou símbolos difíceis de entender.								nas máscaras ou menus, usa terminologia, abreviações ou símbolos fáceis de entender.
indica de maneira insuficiente qual entrada é permitida ou necessária.								indica de maneira suficiente qual entrada é permitida ou necessária.
não proporciona explicações sensíveis ao contexto quando solicitadas .								proporciona explicações sensíveis ao contexto quando solicitadas .
não proporciona explicações sensíveis ao contexto automaticamente .								proporciona explicações sensíveis ao contexto automaticamente .

PRINCÍPIO III : CONTROLABILIDADE

OBJETIVO: Avalia se o software permite que o usuário inicie e controle a direção e o ritmo da interação.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
oferece poucas possibilidades de interromper o trabalho em qualquer ponto e continuar mais tarde do mesmo ponto sem qualquer perda de dados.								oferece boas possibilidades de interromper o trabalho em qualquer ponto e continuar mais tarde do mesmo ponto sem qualquer perda de dados.
força o usuário a executar uma seqüência rígida e desnecessária de passos.								não força o usuário a executar uma seqüência rígida e desnecessária de passos.
não suporta facilmente a troca de máscaras e menus individuais.								suporta facilmente a troca de máscaras e menus individuais.
é projetado de forma que o usuário não pode influenciar que tipo de informação é apresentado na tela e como a informação é apresentada.								é projetado de forma que o usuário pode influenciar que tipo de informação é apresentado na tela e como a informação é apresentada.
acarreta interrupções desnecessárias do fluxo de trabalho.								não acarreta interrupções desnecessárias do fluxo de trabalho.

PRINCÍPIO IV : CONFORMIDADE COM AS EXPECTATIVAS DOS USUÁRIOS

OBJETIVO: Avalia se o software é consistente e corresponde às características individuais do usuário como tarefa, conhecimento, educação, experiência e convenções usualmente aceitas.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
complica a orientação do usuário devido a um projeto de interface sem padronização.								facilita a orientação do usuário devido a um projeto de interface padronizado.
não proporciona <i>feedback</i> indicando se uma entrada foi bem sucedida ou não.								proporciona <i>feedback</i> indicando se uma entrada foi bem sucedida ou não.
proporciona retorno insuficiente sobre o processamento em curso.								proporciona retorno suficiente sobre o processamento em curso.
possui um tempo de resposta imprevisível.								possui um tempo de resposta previsível.
não é projetado segundo um princípio consistente e padronizado.								é projetado segundo um princípio consistente e padronizado.

PRINCÍPIO V : TOLERÂNCIA A ERROS

OBJETIVO: Avalia se o software atinge os resultados esperados apesar de erros evidentes na entrada, requerendo nenhuma ou mínima ação corretiva por parte do usuário.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
é projetado de forma que pequenos erros podem ter conseqüências severas.								é projetado de forma que pequenos erros não têm conseqüências severas.
informa muito tarde sobre erros na entrada.								informa imediatamente sobre erros na entrada.
proporciona mensagens de erro difíceis de entender.								proporciona mensagens de erro fáceis de entender.
requer, geralmente, muito esforço para corrigir um erro.								requer, geralmente, pouco esforço para corrigir um erro.
não dá ajuda concreta para a correção de erros.								dá ajuda concreta para a correção de erros.

PRINCÍPIO VI : SUPORTE À INDIVIDUALIZAÇÃO

OBJETIVO: Avalia se o software é facilmente modificado de forma a adequar-se às necessidades das tarefas do usuário, preferências e experiência individuais.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
é difícil de expandir se novas tarefas surgirem.								é fácil de expandir se novas tarefas surgirem.
é difícil de adaptar ao estilo individual de trabalho do usuário.								é facilmente adaptável ao estilo individual de trabalho do usuário.
não é igualmente adequado a usuários iniciantes e experientes porque é difícil de adaptar ao nível de conhecimento do usuário.								é igualmente adequado a usuários iniciantes e experientes porque é facilmente adaptável ao nível de conhecimento do usuário.
é, dentro de seu escopo, difícil de adaptar para diferentes tarefas.								é, dentro de seu escopo, facilmente adaptável para diferentes tarefas.
é projetado de tal forma que a tela é difícil de adaptar às necessidades individuais do usuário.								é projetado de tal forma que a tela é adaptável às necessidades individuais do usuário.

PRINCÍPIO VII : ADEQUAÇÃO AO APRENDIZADO

OBJETIVO: Avalia se o software suporta e guia o usuário no aprendizado do uso do sistema.

O software ...

	---	--	-	+/-	+	++	+++	
requer muito tempo para aprender.								requer pouco tempo para aprender.
não encoraja a experimentar novas funções.								encoraja a experimentar novas funções.
requer a memorização de muitos detalhes.								requer a memorização de poucos detalhes.
é projetado de forma que o que é aprendido dificilmente é memorizado.								é projetado de forma que o que é aprendido é facilmente memorizado.
é difícil de aprender sem apoio externo ou um manual.								é fácil de aprender sem apoio externo ou um manual.

ANEXO 2 – MODELO DE QUESTIONÁRIO DA SOFTPLAN

Queremos vê-lo satisfeito!

Mas, para isso, precisamos de sua ajuda. Por favor, dedique 5 minutos do seu tempo para preencher este formulário de avaliação da qualidade de nosso produto, atribuindo, no quadro abaixo, uma nota para cada item segundo o critério a seguir :

- N – Não se aplica;
- X – Ainda sem opinião formada;
- 0 – Não atendeu às suas necessidades;
- 1 – Atendeu parcialmente às suas necessidades;
- 2 – Atendeu plenamente às suas necessidades.

Afinal, é a sua visão do nosso trabalho que realmente importa!



SISTEMA (Sigla):	VERSÃO:	DATA:
NOME COMPLETO:		
EMPRESA/SETOR:		

TÓPICOS	ITENS	NOTA
INTERFACE COM O USUÁRIO	01 – Lay-out: sequência, alinhamento, espaçamento e visualização dos campos na tela	
	02 – Utilização: facilidade de navegação, agilidade e praticidade dos comandos	
	03 – Conforto: cores, tamanho dos caracteres, entendimento dos comandos/funções	
	04 – Clareza: das mensagens, nomes de botões, campos e opções de menu	
INFORMAÇÃO EM TELA	05 – Confiabilidade: confiança nos dados disponibilizados em tela	
	06 – Volume: quantidade de informações disponibilizadas em tela	
	07 – Tempo de Resposta: tempo dispendido para disponibilizar a informação requerida	
	08 – Segurança de Acesso: bloqueio de acesso a pessoas não autorizadas	
	09 – Utilidade da informação disponibilizada em tela	
RELATÓRIOS	10 – Confiabilidade: confiança nos relatórios emitidos	
	11 – Volume: quantidade de relatórios disponibilizados	
	12 – Tempo de Resposta: tempo dispendido para disponibilizar a informação requerida	
	13 – Segurança de Acesso: bloqueio de acesso a pessoas não autorizadas	
	14 – Utilidade dos relatórios disponibilizados	
	15 – Lay-out: sequência, alinhamento, espaçamento e visualização dos dados	
MANUAIS	16 – Volume : quantidade de informação disponível	
	17 – Grau de detalhamento da informação disponível	
	18 – Lay-out: distribuição do texto e figuras, localização/visualização da informação	
	19 – Utilidade da informação disponibilizada nos manuais	
	20 – Adequação da linguagem utilizada	
HELP	21 – Volume : quantidade de informação disponível	
	22 – Grau de detalhamento da informação disponível	
	23 – Lay-out: distribuição do texto e figuras, localização/visualização da informação	
	24 – Utilidade da informação disponibilizada no Help	
	25 – Adequação da linguagem adotada	
ADEQUAÇÃO	26 – Impacto Organizacional: agilização da realização das tarefas do órgão/empresa	
	27 – Impacto Setorial: agilização da realização das tarefas do setor/departamento	
	28 – Utilidade do Sistema	
	29 – Expectativas: atendimento às necessidades de informação	

ANEXO 3 – MATRIZ DE REFERÊNCIA QUESTÃO ISONORM X RECOMENDAÇÃO

PRINCÍPIO I : ADEQUAÇÃO À TAREFA

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
É complicado de usar.						
Não oferece todas as funções necessárias para realizar eficientemente as tarefas.						
Oferece recursos pobres para automatizar tarefas repetitivas.				4.3,6.9, 7.7		
Requer entrada de dados desnecessários.	5.5.1, 5.6.2, 5.8.2, 5.10.1	6.2,8.2, 10.1, 10.2, 10.3, 10.3.1, 10.3.3	5.1,5.2, 5.3	5.1.3, 5.3,6.7	5.3.2, 5.3.3, 8.2.2, 9.1.3, 9.1.4	5.2.1, 5.2.2, 5.2.3, 5.3.2, 6.1.2, 6.1.3, 6.2, 6.3, 6.4.4
É pouco adequado às necessidades do trabalho.						

PRINCÍPIO II : AUTO-DESCRIÇÃO

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
Proporciona pouca noção do alcance de suas funções.		10.2, 10.3, 10.4.5	5.1,5.2, 5.3, 6.1.5			10
Nas máscaras ou menus, usa terminologia, abreviações ou símbolos difíceis de entender.	5.6.3, 5.6.4, 5.8.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.2.3, 7.3		6.1.1, 8.1.7			5.2.1, 5.2.2, 8.6.6
Indica de maneira insuficiente qual entrada é permitida ou necessária.	5.5.1, 5.10, 6.1.1, 6.2.6, 7.5.2, 7.5.4		7.1,7.2, 7.3, 8.1.4, 8.1.6		5.3.2, 5.3.3, 5.4.4, 8.2.2, 9.1.4	5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.2.6, 5.2.7, 5.2.8, 5.2.9, 5.2.10, 5.3,6.2, 6.3, 6.4.4
Não proporciona explicações sensíveis ao contexto quando solicitadas.		5.2.4, 10.2, 8.2.3				
Não proporciona explicações sensíveis ao contexto automaticamente.		10.3, 10.3.1, 10.3.3, 6.2, 8.2.1, 8.2.2				

PRINCÍPIO III : CONTROLABILIDADE

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
Oferece poucas possibilidades de interromper o trabalho em qualquer ponto e continuar mais tarde do mesmo ponto sem qualquer perda de dados.						
Força o usuário a executar uma seqüência rígida e desnecessária de passos.	5.6.2, 5.6.4, 5.7.1, 5.7.7, 5.7.8, 6.2.4, 6.2.5		5.1,5.2, 5.3,6.2, 7.11, 7.12, 7.13	5.3,6.2, 6.3,6.5	5.4.1, 5.4.2, 5.4.3, 6.2, 7.1.2, 8.2.2, 8.3.3, 9.1.3	6.1,6.2, 6.4, 6.5.1, 6.5.2, 8.2,8.3, 8.4,8.6
Não suporta facilmente a troca de máscaras e menus individuais.				6.9		
É projetado de forma que o usuário não pode influenciar que tipo de informação é apresentado na tela e como a informação é apresentada.	5.3.10					
Acarreta interrupções desnecessárias do fluxo de trabalho.	5.3.1, 5.3.2, 5.3.8, 5.3.9, 5.3.10, 5.5.1, 5.8.2	6.2.2, 6.2.5, 7.2.2				5.2.1, 5.2.2

PRINCÍPIO IV : CONFORMIDADE COM AS EXPECTATIVAS DOS USUÁRIOS

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
Complica a orientação do usuário devido a um projeto de interface sem padronização.	5.6.1, 5.6.2, 5.6.4, 5.6.5, 6.2.5		6.1			5.2.1, 5.2.2
Não proporciona <i>feedback</i> indicando se uma entrada foi bem sucedida ou não.		7.2.1, 7.2.9, 8.2	7.1.4	7.4		
Proporciona retorno insuficiente sobre o processamento em curso.		7.2.4, 7.2.6		7.2		
Possui um tempo de resposta imprevisível.		7.2.8	7.1.6			
Não é projetado segundo um princípio consistente e padronizado.	5.3.4, 5.3.5, 5.4.1, 5.6.3, 5.8.2, 7.1.2, 7.1.3, 7.3.5		5.1,5.2, 5.3, 7.3.4, 7.6.2, 8.2.1	5.3.2, 5.3.3, 5.3.4		

PRINCÍPIO V : TOLERÂNCIA A ERROS

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
É projetado de forma que pequenos erros podem ter conseqüências severas.		9.2.3, 9.2.5		6.6		
Informa muito tarde sobre erros na entrada.		9.2.3, 9.2.4, 9.4.4, 9.5.8		6.8,7.3		7.3
Proporciona mensagens de erro difíceis de entender.		5.2.4, 7.2.3, 9.4.1, 9.5.2, 9.5.3, 9.5.6				
Requer, geralmente, muito esforço para corrigir um erro.		9.2.6, 9.4.4, 9.4.5		6.4,7.4		6.4.1, 6.4.2, 6.4.3
Não dá ajuda concreta para a correção de erros.		9.4.2, 9.4.3, 9.4.4, 9.5.1, 9.5.9, 10.2.3, 10.4.1, 10.4.2				7.3

PRINCÍPIO VI : SUPORTE À INDIVIDUALIZAÇÃO

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
É difícil de expandir se novas tarefas surgirem.						
É difícil de adaptar ao estilo individual de trabalho do usuário.		5.2.7		4.3	5.2.5	6.4.6, 8.6.6
Não é igualmente adequado a usuários iniciantes e experientes porque é difícil de adaptar ao nível de conhecimento do usuário.		6.2.3, 7.2.3, 7.7.7, 8.2.2, 9.4, 9.5.5	6.1,6.2, 6.2.3, 7.1.1, 7.1.3, 7.5.3, 8.2.4	5.1.3, 5.2.2, 6.2	5.4.1, 6.2.9	
É, dentro de seu escopo, difícil de adaptar para diferentes tarefas.		6.2.5, 8.2.3		6.9,7.6		
É projetado de tal forma que a tela é difícil de adaptar às necessidades individuais do usuário.		7.2.3				

PRINCÍPIO VII : ADEQUAÇÃO AO APRENDIZADO

Para a questão:	Verificar os seguintes itens da parte					
	12	13	14	15	16	17
Requer muito tempo para aprender.			8.1.7, 8.3.1, 8.3.2, 8.3.3		5.1, 5.2.2	5.2.1, 5.2.2
Não encoraja a experimentar novas funções.				6.9		6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 7.3
Requer a memorização de muitos detalhes.	5.9.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4	7.2.3	5.1,5.3	5.1.3, 7.6		5.1, 5.3.4, 6.3
É projetado de forma que o que é aprendido dificilmente é memorizado.		8.2.3, 8.2.3	6.1			
É difícil de aprender sem apoio externo ou um manual.		5.2.4, 5.3.1, 6.2, 10.1, 10.2, 10.3	6.1.5			5.3.7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ANTONIONI 95] ANTONIONI, J.; ROSA, N. B. Qualidade em software: manual de aplicação da iso 9000. São Paulo: McGraw-Hill, 1995.
- [BASS 91] BASS, L.; COUTAZ, J. Developing software for the user interface. Massachusetts: Addison-Wesley, 1991.
- [BASTIEN 93] BASTIEN, C.; SCAPIN, D. . Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. INRIA Rapport technique: programme 3, intelligence artificielle, systèmes cognitifs et interaction homme-machine, n. 156, jun, 1993.
- [BODART 93] BODART, F.; VANDERDONCKT, J. Guide ergonomique de la présentation des applications hautement interactives. Presses Universitaires de Namur, 1993.
- [BOEHM 76] BOEHM, B. . Software engineering. IEEE Transactions on computers. v. C-25, n. 12, 1976.
- [COSTA 97] COSTA, E.; WEBER, K.; MOURA, A. . Brazil: excellence in software production and export. 1997. SOFTEX, <http://www.softex.br>.
- [COSTA NETO 77] COSTA NETO, P. L. O. . Estatística. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.
- [CYBIS 97] CYBIS, W. . Abordagem ergonômica para interfaces de computador. Florianópolis: LabIUtil, 1997. Apostila de treinamento.
- [DE SOUZA 93] DE SOUZA, F.; BARBER, P. . Linhas-guia, standards e projetos de interfaces computadoizadas junto ao usuário final. In: Congresso Latino Americano, 2, Seminário Brasileiro de Ergonomia, 6, Florianópolis: 1993.
- [EBERTS 94] EBERTS, R. . User interface design. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

- [FAIRLEY 85] FAIRLEY, R. . Software engineering concepts. New York: Mc Graw-Hill, 1985.
- [FIALHO 95] FIALHO, F.; SANTOS, N. . Manual de análise ergonômica do trabalho. Curitiba: Genesis, 1995.
- [GAINES 81] GAINES , B. . The technology of interaction: dialogue programming rules, International Journal of Man-Machine Studies, 14, p. 133-150.
- [GONTIJO 93] GONTIJO, L.; DUTRA, A.; GONÇALVEZ, C. . Análise ergonômica de software: o caso redator/pc. In: Congresso Latino Americano, 2, Seminário Brasileiro de Ergonomia,6, Florianópolis: 1993. p. 309-311.
- [GOULD 81] GOULD , J. . Composing letters with computer-based text editors. Human Factors, 23, p. 831-833, 1981.
- [HANSEN 78] HANSEN, W.; DORING, R.; WHITLOCK, L. . Why an examination was slower on-line than on paper. International Journal of Man-Machine Studies, 10, p. 507-519, 1978.
- [HORTON 94] HORTON, W. . The icon book: visual symbols for computer systems and documentation. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- [IBM 99] PRINCIPLES for well-designed user interfaces. EUA: IBM, 1999.
<http://www.ibm.com/ibm/easy/design/lower/f010402.html>. Consultado em 12/05/1999.
- [ISO9241-1 92] ISO. ISO 9241-1: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – general introduction. Genebra, 1992.
- [ISO9241-2 92] ISO. ISO 9241-2: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – guidance on task requirements. Genebra, 1992.

- [ISO9241-3 92] ISO. ISO 9241-3: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – visual display requirements. Genebra, 1992.
- [ISO9241-10 96] ISO. ISO 9241-10: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – dialogue principles. Genebra, 1996.
- [ISO9241-11 98] ISO. ISO 9241-11: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – guidance on usability. Genebra, 1998.
- [ISO9241-12 98] ISO. ISO/FDIS 9241-12: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – presentation of information. Genebra, 1998.
- [ISO9241-13 98] ISO. ISO 9241-13: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – user guidance. Genebra, 1998.
- [ISO9241-14 97] ISO. ISO 9241-14: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – menu dialogues. Genebra, 1997.
- [ISO9241-15 97] ISO. ISO 9241-15: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – command dialogues. Genebra, 1997.
- [ISO9241-16 97] ISO. ISO/DIS 9241-16: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – direct manipulation dialogues. Genebra, 1997.
- [ISO9241-17 98] ISO. ISO 9241-17: ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – form filling manipulation dialogues. Genebra, 1998.
- [JONES 91] JONES, C. . Produtividade no desenvolvimento de *software*. São Paulo: McGraw-Hill, 1991. ✓
- [KANHOLM 95] KANHOLM, J. . ISO 9000 explicada: lista de verificação com 65 requisitos e guia de conformidade. São Paulo: Pioneira, 1995.

- [KARSENTY 91] KARSENTY, S. . La constrution d'interfaces utilisateurs. Genie Logiciel & Systèmes Experts, 24, p. 18-27, 1991.
- [KOZAR 78] KOZAR, K.; DICKSON, G. . An experimental study of the effects of data display media on decision effectiveness . International Journal of Man-Machine Studies, 10, p. 494-505, 1978.
- [KUME 93] KUME, H. . Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. 8. ed. São Paulo: Gente, 1993.
- [MACINTYRE 90] MACINTYRE, F.; ESTEP, K.; SIEBURTH, J. . Cost of user-friendly programming. Journal of Forth Application and Research, v. 6, n. 2, p. 103-115, 1990.
- [MARANHÃO 94] MARANHÃO, M. . ISO série 9000: manual de implementação. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1994.
- [MARTIN 91] MARTIN, J.; MCCLURE, C. . Técnicas estruturadas e case. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- [MATIAS 95] MATIAS, M. . Check-list: uma ferramenta de suporte à avaliação ergonômica de interfaces. Florianópolis, 1995. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC.
- [MCT 95] QUALIDADE NO SETOR DE SOFTWARE BRASILEIRO. Brasília: MCT, Secretaria de Política de Informática e Automação, n. 1, 1995.
- [MCT 97] QUALIDADE NO SETOR DE SOFTWARE BRASILEIRO. Brasília: MCT, Secretaria de Política de Informática e Automação, n. 2, 1997.
- [MEDEIROS 94] MEDEIROS, M.; VOGT, M.; CALEGARI, M. . Gerador de telas com validação de dados. In: UNICOMP, 1, Tubarão: 1994. p. 1-9.

- [MEDEIROS 98] MEDEIROS, M. . Ferramentas de Concepção de Interfaces Homem-Máquina. CTAIRevista, Florianópolis, v. 1, n. 1, ago.1998.
<http://www.ctai.rct-sc.br/revista/anteriores.html>. Consultado em 20/05/1999.
- [MEDEIROS 98a] MEDEIROS, M. . Controle de Empréstimo de Livros: Relatório da Análise Ergonômica da Tarefa. CTAIRevista, Florianópolis, v. 1, n. 2, dez.1998. <http://www.ctai.rct-sc.br/revista/artigos.html>. Consultado em 26/06/1999.
- [MICROSOFT 95] The windows interface guidelines for software design. EUA: Microsoft, 1995.
- [MOÇO 96] MOÇO, S. . O uso de cenários como uma técnica de apoio para avaliações ergonômicas de softwares interativos. Florianópolis, 1996.
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC.
- [MRABET 91] MRABET, H. . Outils de generation d'interfaces: etat de l'art et classification. INRIA Rapport technique: programme 3, intelligence artificielle, systèmes cognitifs et interaction homme-machine, n.126, 1991.
- [NIELSEN 90] NIELSEN, J.; MOLICH, R. . Heuristic evaluation of user interfaces. In: Proceedings ACM CHI'90 Conference. Seattle: 1990. p. 249-256.
- [NIELSEN 94] NIELSEN, J. & MACK, R. . Usability inspection methods. EUA: John Wiley & Sons, 1994.
- [NIELSEN 94a] NIELSEN, J. . Usability laboratories: a 1994 survey.
<http://www.useit.com/papers/uselabs.html>. Consultado em 26/06/1999.

- [NORMAN 89] NORMAN, K.; SHNEIDERMAN, B. . Questionnaire for user interaction satisfaction (quis 5.0). EUA: Universidade de Maryland, HCI-Lab, 1989.
- [NORMAN 90] NORMAN, D. . The design of everyday things. EUA: Doubleday, 1990.
- [OPPERMANN 97] OPPERMANN, R.; REITERER, H. . Software evaluation using iso 9241 evaluator. Behaviour & Information Technology, v.16, n. 4/5, p. 232-245, 1997.
- [PAGE-JONES 88] PAGE-JONES, M. . Projeto estruturado de sistemas. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.
- [PRUMPER 93] PRUMPER, J. . Software-evaluation based upon iso 9241 part 10. In: Vienna Conference, VCHCI'93. Viena: 1993.
- [PRUMPER 99] PRUMPER, J. . Test it: isonorm 9241/10. In: HCI International '99. 1999. Ainda não publicado – cópia gentilmente cedida pelo Dr. Prumper.
- [RAVDEN 89] RAVDEN, S.; GRAHAM, J. . Evaluating usability of human-computer interfaces. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- [ROSA 99] ROSA, M. . Considerações ergonômicas na elaboração de guias de estilo – uma ferramenta de apoio à concepção / projeto de formulários. Florianópolis, 1999. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSC.
- [ROSENBERG 89] ROSENBERG, D. . Cost-benefit analysis for corporate user interface standards: what price to pay for a consistent look-and-feel. Coordinating user interfaces for consistency. New York, 1989. p. 21-34.
- [SCAPIN 97] SCAPIN, D. & BERNS, T. (1997). Usability evaluation methods. Behaviour & Information Technology. Londres, v.4, n.4/5, 1997.

- [SCHAUB 96] SCHAUB, W. .US home pc buyers – are they really buying ? a study in the conversion of pc purchase intentions. Dataquest. Stanford, EUA, 1996.
- [SEPIN 99] EMPRESAS do setor de informática com certificação. Brasília: MCT, Secretaria de Política de Informática e Automação, 1999.
<http://www.mct.gov.br/sepin/dsi/qualidad/ISOinfor.htm>. Consultado em 06/06/1999.
- [SHNEIDERMAN 98] SHNEIDERMAN, B. . Designing the user interface: strategies for effective human-computer-interaction. 3. ed. EUA: Addison-Wesley, 1998.
- [SMITH 84] SMITH, S.; MOSIER, J. . Design guidelines for the user interface for computer-based information systems. Springfield: National Technical Information Service, 1984.
- [SMITH 86] SMITH, S.; MOSIER, J. . Guidelines for designing user interface software. Bedford: Mitre, 1986.
- [STEWART 95] STEWART, T. . Display screen ergonomics. Londres: System Concepts, 1995.
- [SYSCON 99] Standards & Legislation. System Concepts, Londres, v. 5, n. 4, 1999.
- [SYSCON 99a] ISO 9241 Status. System Concepts, Londres, v. 5, n. 5, 1999.
<http://www.system-concepts.com/stds/status.html>. Consultado em 28/06/1999.
- [TOGNAZZINI 99] TOGNAZZINI, B. . Basic principles for interface design. 1999.
<http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>. Consultado em 18/06/1999.
- [WEBER 97] WEBER, K. . Indústria de software no Brasil: estratégias de desenvolvimento. 1997. SOFTEX, <http://www.softex.br>.

[WEISE 98]

WEISE, E. . Tecnologia complica a vida dos usuários. Folha de São Paulo,
Caderno de Informática, 7 jan. 1998.