

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Dissertação de Mestrado

Abordagem Multidimensional para a
Avaliação da Acessibilidade de Interfaces
Vocais Considerando a Modelagem da Incerteza

Maria Isabel Farias Carneiro

Campina Grande - Paraíba
Março de 2014

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Abordagem Multidimensional para a
Avaliação da Acessibilidade de Interfaces
Vocais Considerando a Modelagem da Incerteza

Maria Isabel Farias Carneiro

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande – Campus I, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Joseana Macêdo Fachine R. de Araújo, DSc.

José Eustáquio Rangel de Queiroz, DSc.

(Orientadores)

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Engenharia de Software

Campina Grande – Paraíba

Março de 2014

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C289a Carneiro, Maria Isabel Farias.

Abordagem multidimensional para a avaliação da acessibilidade de interfaces vocais considerando a modelagem da incerteza / Maria Isabel Farias Carneiro. – Campina Grande, 2014.

298 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2014.

"Orientação: Prof.^a Dr.^a Joseana Macêdo Fachine R. de Araújo, Prof. Dr. José Eustáquio Rangel de Queiroz".

Referências.

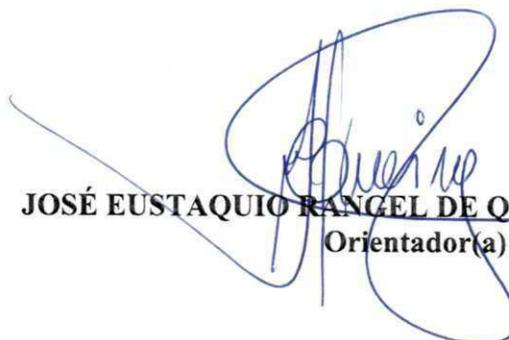
1. Sistemas Computacionais – Deficiência Visual.
 2. Interface Vocal.
 3. Abordagem Multimétodos.
 4. Avaliação de Acessibilidade.
- I. Araújo, Joseana Macêdo Fachine R. de. II. Queiroz, José Eustáquio Rangel de. III. Título.

CDU 004-056.262(043)

"ABORDAGEM MULTIDIMENSIONAL PARA A AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE DE INTERFACES VOCAIS CONSIDERANDO A MODELAGEM DA INCERTEZA"

MARIA ISABEL FARIAS CARNEIRO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/03/2014



JOSÉ EUSTAQUIO RANGEL DE QUEIROZ, D.Sc, UFCG
Orientador(a)



JOSEANA MACÊDO FECHINE RÉGIS DE ARAÚJO, D.Sc, UFCG
Orientador(a)

MARIA ELIZABETH SUCUPIRA FURTADO, Dra., UNIFOR
Examinador(a)



JOSÉ ANTÃO BELTRÃO MOURA, Ph.D, UFCG
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB



Universidade Federal
de Campina Grande

Declaro, para fins de homologação da versão final da Dissertação de Mestrado de **Maria Isabel Farias Carneiro**, que participei por videoconferência da apresentação e considero o trabalho aprovado.

Data: 05/05/2014

Assinatura do membro externo: Elizabeth Suscipira Furtado

"Eis o meu segredo: só se vê bem com o coração.

O essencial é invisível aos olhos."

[Antoine de Saint-Exupéry]

*Dedico esta pesquisa, com muito amor, a minha família,
especialmente a meus pais, Francisco e Francisca
e a meus irmãos, Vagner e Maria Vitória.*

Agradecimentos

Primeiramente, a Deus, pelo dom da vida e por me acompanhar em todos os momentos da minha caminhada.

A meus pais, Francisco e Francisca, por todo o esforço dedicado a nos proporcionar uma boa educação. A meus irmãos, Vagner e Maria Vitória, por serem meus exemplos e por me fazerem acreditar que esse mundo ainda tem jeito. A todos meus familiares, pelo incentivo e pela saudade. Agradeço, especialmente, a meu tio Damião, pelo acolhimento em sua casa durante minhas viagens a João Pessoa, durante a realização dos testes de acessibilidade.

Aos professores Eustáquio Rangel e Joseana Fechine, pela amizade, confiança, orientação e oportunidade de realização desta pesquisa. De forma particular, agradeço a gentileza do professor Eustáquio de ter me cedido sua sala da UFCG, para que eu pudesse realizar os testes com os usuários sem deficiência visual.

Aos colegas do LIA, pelos diálogos sempre produtivos, assim como pelas contribuições recebidas, durante os momentos de estudo.

Aos amigos e colegas do PET, pelos momentos de descontração e por, prontamente, terem se voluntariado como usuários de teste desta pesquisa.

Ao professor Leandro Balby, pelos ensinamentos que me foram repassados, durante todo o período em que fui monitora da disciplina Matemática Discreta.

A meus amigos: Alexandre Sales, Danielle Chaves, Diogo Anderson, Anny Kelly, Rafaella Vilar, Sofia Moura, Italo Carneiro e aqueles aqui não mencionados, pelo incentivo e pela compreensão. Em especial, agradeço a Elíbia Colaço, pelo constante apoio e por ter sido a primeira a ler esta dissertação, depois de meus orientadores.

Ao Instituto dos Cegos da Paraíba, especialmente à professora de

Informática Alseni Silva e à vice-presidente Ana Lúcia, pela confiança e boa vontade em me ajudar no recrutamento de usuários.

Ao Instituto dos Cegos de Campina Grande, especialmente à Socorro Queiroz (ex-coordenadora pedagógica), ao professor de Informática Muniz, à Adenise (presidente) e ao Adonias, pela colaboração.

À Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD), na pessoa de Valéria Carvalho, pela colaboração.

Ao professor Antônio Borges, pelo desenvolvimento do DOSVOX.

À PROAP, pelo auxílio financeiro para a realização das viagens a João Pessoa.

A todos os funcionários da COPIN, especialmente a Rebeka e a Vera, pela atenção e boa vontade com as quais sempre costumam nos atender.

A todos aqueles que, voluntariamente, participaram como usuários de teste e, sobretudo, àqueles com deficiência visual, por terem me ensinado a "enxergar com o coração".

Por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, tornaram possível a conclusão desta pesquisa.

Resumo

O desenvolvimento de interfaces vocais (*VUI – Voice User Interface*) *per se* não é uma garantia para um processo interativo de qualidade entre usuários com deficiência visual e sistemas computacionais. Com o intuito de avaliar os problemas de acessibilidade em VUI, a presente pesquisa focalizou a proposição de uma abordagem de avaliação baseada em um conjunto de técnicas já conhecidas pela comunidade de IHC (Interação Homem-Máquina). No tocante a cada técnica utilizada, o problema foi focado a partir de diferentes perspectivas: (i) *do usuário*, expresso a partir das visões dos usuários sobre o produto, reunidas a partir de uma abordagem de avaliação; (ii) *do especialista*, expresso sob a forma de análise dos resultados dos desempenhos dos usuários em sessões de teste de acessibilidade; e (iii) *da comunidade de acessibilidade*, expresso com base em revisões de projeto, a fim de determinar se o projeto da interface está em conformidade com um padrão. Além disso, visando a evidenciar a incerteza associada aos julgamentos do avaliador na inspeção de conformidade do produto, incorporou-se a modelagem de incerteza, a partir da utilização de Redes Bayesianas, possibilitando ao avaliador explicitar os níveis de incerteza associados às inspeções de conformidade do produto a um padrão, por ele realizadas. A abordagem metodológica foi validada a partir de um estudo de caso envolvendo a avaliação da acessibilidade do sistema computacional DOSVOX, desenvolvido na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com o objetivo de auxiliar usuários com deficiência visual no uso de sistemas computacionais. No enfoque da inspeção de conformidade, consideraram-se as partes 14 (Diálogos via menus), 17 (Diálogos via preenchimento via formulários) e 171 (Guia de acessibilidade de *software*) do padrão internacional ISO 9241. Por outro lado, nos enfoques da mensuração de desempenho e da sondagem da satisfação subjetiva do usuário, foram realizados testes de acessibilidade, envolvendo um universo amostral de 100 usuários.

Inicialmente, os participantes foram agrupados como *cegos* (40 usuários), *baixa visão* (20 usuários) e *sem deficiência visual* (40 usuários), de acordo com tipo de deficiência visual. Em seguida, eles foram classificados como *principiantes* (46 usuários) ou *intermediários* (54 usuários), de acordo com o nível de conhecimento em Informática e de experiência o produto avaliado. Os dados resultantes dos testes de acessibilidade foram processados estatisticamente, a fim de verificar a correlação entre os desempenhos dos grupos de usuários e entre o desempenho das categorias de usuários de cada grupo. O processamento estatístico dos dados evidenciou a inexistência de diferenças significativas entre os desempenhos dos grupos, bem como entre as categorias de usuários. Por outro lado, a confrontação dos resultados dos três enfoques (*mensuração de desempenho do usuário, mensuração da satisfação subjetiva do usuário e inspeção de conformidade do produto a padrões*) demonstrou que a abordagem de avaliação proposta produziu resultados complementares e reforçou a relevância da utilização de uma abordagem multimétodos para a avaliação de acessibilidade de interfaces vocais.

Palavras-Chaves: Interface vocal com o usuário, abordagem multimétodos, avaliação de acessibilidade, modelagem da incerteza.

Abstract

Voice interaction design *per se* does not provide quality assurance of the interactive process for visually impaired users. In this dissertation, a method for evaluating voice user interface (VUI) accessibility based upon a set of techniques already well-known to the HCI (Human-Computer Interaction) community is proposed. For each technique, the problem is focused from a different perspective: (i) the *user's perspective*, which is expressed as views on the product gathered from an inquiry-based approach; (ii) the *specialist's perspective*, which is expressed by the analysis of the performance results in accessibility testing sessions; and (iii) the *accessibility community's perspective*, which is expressed by design reviews to determine whether a user interface design conforms to standards. Additionally, Bayesian networks were used in order to make explicit the uncertainty inherent in conformity inspection processes. A case study with DOSVOX system was performed to validate the proposed approach. DOSVOX system was developed at Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) with the aim of helping visually impaired users use the computer. A conformity inspection was performed in accordance with parts 14 (Menu dialogues), 17 (Form-filling dialogues) 171 (Guidance on software accessibility) of ISO 9241. On the other hand, the user performance measurement and the user subjective satisfaction measurement were conducted via accessibility testing. One hundred subjects were enrolled in this study. First, they were categorized as *blind* (40 users), *low vision* (20 users) and *non-visually impaired* (40 users), according to their visual impairment. Second, they were grouped as *novices* (46 users) and *intermediates* (54 users), according to their knowledge level in Informatics and experience with the evaluated product. Accessibility test results were statistically analyzed in order to verify the correlation between category performances and between group

performances. No statistically significant differences between the user categories or the user groups were found. On the other hand, data comparison showed that the three strategies adopted (*user performance measurement, user satisfaction measurement and standard conformity inspection*) add to the evaluation process, producing complimentary data that are significant to the process, and reinforcing the relevance of a multi-layered approach for the accessibility evaluation of voice user interfaces.

Keywords: Voice user interface, multi-layered approach, accessibility evaluation, uncertainty modeling.

Lista de Abreviações

AH	Avaliação Heurística
AHP	Avaliação Heurística Participativa
CAAE	Certificado de Apresentação e Apreciação Ética
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos
CODAVI	Coordenação de Atendimento a Pessoa com Deficiência Visual
DAG	Gráfico Direcionado Acíclico
DSC	Departamento de Sistemas e Computação
E-MAG	Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico
FUNAD	Fundação de Apoio ao Deficiente
GCM	Grau de Crença Médio
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHC	Interação Homem-Máquina
INCE	Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais
IQ	Indicadores Quantitativos
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JAWS	<i>Jaws Access With Speech</i>
NAI	Número de Ações Incorretas
NCA	Número de Consultas à Ajuda
NER	Número de Erros Repetidos
NOI	Número de Opções Incorretas
OMS	Organização Mundial da Saúde
RB	Rede Bayesiana
SR	<i>Speech Recognition</i>
TA	Taxa de Adoção

TAM	Tecnologia de Aceitação de Modelos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCT	Tempo de Conclusão das Tarefas
TTS	<i>Text To Speech</i>
TUI	<i>Text-based User Interface</i>
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USE	<i>User Satisfaction Enquirer</i>
USER	<i>User Sketcher</i>
VNC	<i>Virtual Network Computing</i>
VUI	<i>Voice User Interface</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WAI	<i>Web Accessibility Initiative</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>

Lista de Figuras

Figura 1 – Rede Bayesiana da recomendação da parte 171 do padrão internacional ISO 9241.....	64
Figura 2 – Abordagem híbrida proposta por Queiroz (2001).....	67
Figura 3 – Descrição da abordagem adaptada por Ramos (2011) para a avaliação de aplicações Web	72
Figura 4 – Descrição da abordagem multidimensional estendida para a avaliação multidimensional de VUI.....	77
Figura 5 – Trecho da lista de inspeção da parte 14 do padrão ISO 9241	79
Figura 6 – Trecho da lista de inspeção da parte 171 do padrão ISO 9241	79
Figura 7 – Rede Bayesiana que modela as recomendações das partes 14, 17 e 171 do padrão ISO 9241	81
Figura 8 – Tela principal do DOSVOX	95
Figura 9 – Categorização dos participantes	107
Figura 10 – Síntese gráfica da distribuição numérica do grau de instrução dos participantes	128
Figura 11 – Síntese gráfica da distribuição numérica do gênero dos participantes.....	129
Figura 12 – Síntese gráfica da distribuição numérica da faixa etária dos participantes.....	129
Figura 13 – Síntese gráfica da distribuição numérica do tipo de deficiência dos participantes	130
Figura 14 – Síntese gráfica da distribuição numérica do tempo de experiência dos participantes com computadores	130
Figura 15 – Síntese gráfica da distribuição numérica da frequência do uso de computadores pelos participantes	131
Figura 16 – Síntese gráfica da distribuição numérica do sistema operacional mais utilizado pelos participantes	131

Figura 17 – Síntese gráfica da distribuição numérica do nível de conhecimento dos participantes em Informática	132
Figura 18 – Síntese gráfica da distribuição numérica da experiência dos participantes com o DOSVOX	132
Figura 19 – Síntese gráfica da distribuição numérica do nível de conhecimento dos participantes no DOSVOX.....	133
Figura 20 – Síntese gráfica da distribuição numérica da experiência dos participantes com outras aplicações	133
Figura 21 – Síntese gráfica da distribuição numérica das outras aplicações com VUI utilizadas pelos participantes.....	134
Figura 22 – Gráfico comparativo entre as respostas positivas, neutras e negativas dos três grupos de participantes	137

Lista de Quadros

Quadro 1 – Síntese descritiva dos experimentos realizados em cada estudo.....	62
Quadro 2 – Essência das partes do padrão ISO 9241	68
Quadro 3 – Indicadores definidos na etapa de mensuração de desempenho da metodologia original.....	70
Quadro 4 – Intervalos de classificação da satisfação subjetiva dos usuários	86
Quadro 5 – Etapas e subetapas da metodologia adotada	90
Quadro 6 – Indicadores adotados para o experimento com o DOSVOX	100
Quadro 7 – Aspectos gerais do ensaio com o DOSVOX	101
Quadro 8 – Aspectos específicos relativos aos testes de campo	102
Quadro 9 – Síntese dos aspectos específicos relativos à sondagem....	103
Quadro 10 – Síntese do planejamento das tarefas de teste	104
Quadro 11 – Categorização dos participantes com deficiência visual	106
Quadro 12 – Categorização dos participantes sem deficiência	107
Quadro 13 – Siglas e símbolos dos indicadores quantitativos	113
Quadro 14 – Indicadores selecionados (as duas séries não são nulas) .	123
Quadro 15 – Indicadores selecionados (uma das séries é nula).....	124
Quadro 16 – Comparação dos indicadores quantitativos (principiantes e intermediários)	125
Quadro 17 – Indicadores selecionados para o teste entre grupos (cegos, baixa visão e sem deficiência visual)	126
Quadro 18 – Resultados do Teste de <i>Kruskal-Wallis</i> para a comparação dos grupos (cegos, baixa visão e sem deficiência visual).	127
Quadro 19 – Índice de satisfação subjetiva dos participantes.....	135
Quadro 20 – Melhorias sugeridas durante a entrevista informal	139

Quadro 21 – Recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 julgadas não adotadas pelo DOSVOX	141
Quadro 22 – Recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 julgadas adotadas parcialmente pelo DOSVOX	143
Quadro 23 – Recomendações da parte 14 julgadas não adotadas pelo DOSVOX	144
Quadro 24 – Recomendações da parte 17 julgadas não adotadas pelo DOSVOX	145

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários <i>baixa visão</i> (principiantes e intermediários)	114
Tabela 2 – Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários <i>cegos</i> (principiantes)	115
Tabela 3 – Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários <i>cegos</i> (intermediários)	116
Tabela 4 – Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários <i>sem deficiência visual</i> (principiantes).....	118
Tabela 5 – Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários <i>sem deficiência visual</i> (intermediários)	119
Tabela 6 – Porcentagens de usuários que concluíram as tarefas.....	120
Tabela 7 – Síntese estatística dos indicadores quantitativos	122
Tabela 8 – TA e GCM do DOSVOX	146

Sumário

Capítulo 1 – Considerações Iniciais.....	26
1.1 Introdução	26
1.2 Identificação do Problema	28
1.3 Motivação e Justificativa da Pesquisa	30
1.4 Objeto da Pesquisa	32
1.5 Objetivos	33
1.5.1 Geral.....	33
1.5.2 Específicos	33
1.6 Considerações Éticas	34
1.7 Organização do Documento.....	35
Capítulo 2 – Fundamentação Teórica	37
2.1 Considerações Iniciais	37
2.2 Interfaces Vocais (VUI).....	37
2.3 Considerações sobre o Desenvolvimento de VUI	38
2.4 Vantagens do Uso de VUI.....	41
2.5 Impacto do Projeto do Produto sobre os Usuários com Deficiência ...	42
2.6 Acessibilidade e Usabilidade	45
2.6.1 Usabilidade	46
2.6.2 Acessibilidade.....	48
2.6.3 Usabilidade <i>versus</i> Acessibilidade.....	52
2.7 Estado da Arte em Avaliações de VUI	56
2.8 Redes Bayesianas	63
2.9 Considerações Finais	65
Capítulo 3 – Abordagem Multidimensional para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário.....	66
3.1 Considerações Iniciais	66
3.2 Abordagem Multidimensional de Queiroz (2001)	66
3.2.1 Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões.....	67
3.2.2 Mensuração do Desempenho do Usuário	69

3.2.3	Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário.....	70
3.3	Abordagem Multidimensional para a Avaliação de Interfaces para a Avaliação de Interfaces para Aplicações <i>Web</i>	71
3.3.1	Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões	73
3.3.2	Mensuração de Desempenho	74
3.3.3	Sondagem de Satisfação Subjetiva do Usuário.....	76
3.4	Abordagem Multidimensional para a Avaliação da Acessibilidade de Interfaces Vocais com o Usuário	76
3.4.1	Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões	77
I	Cálculo das TA Associadas às Inspeções às Partes 14, 17 e 171 do Padrão ISO 9241	78
II	Cálculo da GCM Associado às Inspeções de Conformidade às Partes 14, 17 e 171 do Padrão ISO 9241	80
3.4.2	Mensuração do Desempenho do Usuário	82
3.4.3	Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário.....	84
3.4.4	Abordagem Proposta ao Estudo de Caso	86
I	Planejamento dos Experimentos de Avaliação	86
II	Elaboração do Material de Ensaio.....	87
III	Recrutamento de Usuários	88
IV	Categorização do Universo Amostral	88
V	Treinamento dos Usuários.....	88
VI	Condução do Ensaio e Coleta de Dados	88
VII	Tabulação e Análise dos Dados Coletados.....	89
VIII	Apresentação dos Resultados	89
3.5	Considerações Finais	91
	Capítulo 4 – Estudo de Caso	92
4.1	Considerações Iniciais	92
4.2	Seleção do Produto-Alvo	92
4.2.1	DOXVOX	93
4.2.2	Escopo da Avaliação do Produto.....	95
4.3	Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões.....	97
4.4	Mensuração de Desempenho e Sondagem da Satisfação do Usuário	97

4.4.1	Ambiente	97
4.4.2	Aplicação da Abordagem Proposta ao Estudo de Caso	98
I	Planejamento dos Experimentos de Avaliação	98
II	Elaboração do Material do Ensaio.....	103
III	Recrutamento dos Participantes.....	105
IV	Categorização do Universo Amostral	105
V	Treinamento dos Participantes.....	108
VI	Condução do Ensaio e Coleta de Dados	108
VII	Tabulação e Análise dos Dados Coletados.....	109
VIII	Apresentação dos Resultados	110
4.5	Considerações Finais	110
Capítulo 5 – Apresentação e Discussão dos Resultados		111
5.1	Considerações Iniciais	111
5.2	Resultados da Mensuração de Desempenho do Usuário	111
5.2.1	Considerações sobre os Testes de Acessibilidade.....	112
5.2.2	Análise dos Indicadores Quantitativos.....	112
5.2.3	Análise Estatística dos Indicadores Quantitativos.....	123
I	Comparação entre Principiantes versus Intermediários	123
II	Comparação entre Cegos, Baixa Visão e Sem Deficiência Visual.....	125
5.2.4	Falhas Detectadas a partir da Mensuração de Desempenho do Usuário.....	127
5.3	Resultados da Sondagem da Satisfação do Usuário	128
5.3.1	Resultados do Delineamento do Perfil dos Participantes	128
5.3.2	Resultado da Análise da Satisfação dos Usuários.....	134
5.4	Resultados da Inspeção de Conformidade do Produto	140
5.5	Considerações Finais	148
Capítulo 6 – Considerações Finais		150
6.1	Considerações Iniciais	150
6.2	Visão Contextual da Pesquisa	150
6.3	Considerações Finais	151
6.4	Contribuições da Pesquisa	155

6.5	Publicação Resultante desta Pesquisa	155
6.6	Sugestões para Pesquisas Futuras.....	155
	Referências Bibliográficas	157
APÊNDICE A	– Tipos de deficiência	163
APÊNDICE B	– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para maiores.....	168
APÊNDICE C	– Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para menores.....	170
APÊNDICE D	– Ficha cadastral do participante	172
APÊNDICE E	– Questionário pré-teste para delineamento de perfil do usuário com o DOSVOX.....	173
APÊNDICE F	– Questionário pós-teste para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário com o DOSVOX.....	175
APÊNDICE G	– Roteiro de tarefas (versão do avaliador)	179
APÊNDICE H	– Roteiro de tarefas (versão do usuário).....	189
APÊNDICE I	– Ficha de registro de eventos	195
APÊNDICE J	– Sumário da sessão.....	196
APÊNDICE K	– Guia para entrevista informal sobre a interação dos usuários com o DOSVOX	197
APÊNDICE L	– Material para o treinamento sobre o DOSVOX	198
APÊNDICE M	– Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Baixa visão.....	203
APÊNDICE N	– Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Cegos	204
APÊNDICE O	– Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Sem def. visual	205

APÊNDICE P – Resultados do Teste T – Comparação entre principiantes e intermediários – Baixa visão (dados normais)	206
APÊNDICE Q – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários – Baixa Visão (dados não normais)	207
APÊNDICE R – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários – Cegos (dados não normais).....	208
APÊNDICE S – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários – Sem deficiência visual (dados não normais)	209
APÊNDICE T – Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Cegos, baixa visão e sem deficiência visual.....	210
APÊNDICE U – Resultados do Teste de Kruskal-Wallis (Baixa Visão <i>versus</i> Cegos <i>versus</i> Sem Deficiência Visual)	212
APÊNDICE V – Resultados do Teste de Kruskal-Wallis, comparação par a par (Baixa Visão <i>versus</i> Cegos <i>versus</i> Sem Deficiência Visual).....	213
APÊNDICE W – Resultados do questionário pré-teste USER	214
APÊNDICE X – Resultados do questionário pós-teste USE.....	217
APÊNDICE Y – Lista de inspeção – Parte 14 do padrão ISO 9241.....	223
APÊNDICE Z – Lista de inspeção - Parte 17 do padrão ISO 9241	239
APÊNDICE AA – Lista de inspeção - Parte 171 do padrão ISO 9241	255
APÊNDICE AB – Falhas da inspeção de conformidade do produto a padrões	267
APÊNDICE AC – Falhas identificadas na mensuração do desempenho do usuário.....	270
APÊNDICE AD – Quadro comparativo de falhas identificadas na avaliação.....	272

ANEXO A – Declaração de autorização emitido pelo CEP.....	282
ANEXO B – Declaração do Instituto dos Cegos do Instituto dos Cegos de Campina Grande – PB	283
ANEXO C – Declaração do Instituto dos Cegos da Paraíba	284
ANEXO D – Declaração da UFCG	285
ANEXO E – Declaração da FUNAD.....	286
ANEXO F – Termo de compromisso dos pesquisadores.....	287
ANEXO G – Artigo publicado no HCII (2013).....	288

Capítulo 1

Considerações Iniciais

Neste capítulo, será apresentada uma visão geral sobre a abordagem metodológica proposta para a avaliação de interfaces vocais com o usuário (*Voice User Interface* – VUI), incluindo a motivação, a justificativa da pesquisa e, ainda, os objetivos almejados neste estudo.

1.1 Introdução

Continuamente, o mundo passa por transformações que influenciam a vida de todos os seres humanos, afetando a sociedade e tudo o que se encontra a ela vinculado.

Em se tratando dos sistemas computacionais, a situação não é diferente. A modernidade implicou o surgimento de novas tecnologias de *hardware*, as quais dotaram os computadores de funcionalidades cada vez mais complexas e capazes de proporcionar soluções a uma ampla variedade de problemas, melhorando a qualidade de vida dos seres humanos (BARBOSA, 2009).

Obviamente, o surgimento de tecnologias de *hardware* com poder crescente implicou a necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias de *software*. Como consequência, novas ferramentas computacionais surgiram, de modo a atender às necessidades de todos os perfis de usuário. Entretanto, da mesma forma que serviram para facilitar o cotidiano das sociedades atuais, tais ferramentas também incorporaram barreiras à vida dos usuários, sobretudo aqueles com algum tipo de deficiência (e.g., física, cognitiva ou sensorial), não dotados das mesmas

habilidades de um usuário típico¹.

A área de Interação Homem-Máquina (IHC) estuda os processos de comunicação entre usuários e sistemas computacionais, visando ao desenvolvimento de produtos dotados de interfaces inteligíveis e passíveis de utilização por quaisquer usuários de maneira eficaz, eficiente e confortável. Segundo Rocha e Baranauskas (2003), o maior objetivo da IHC é o desenvolvimento ou a melhoria da segurança, utilidade e usabilidade de sistemas que incluem computadores. Além disto, a IHC preocupa-se também com a acessibilidade nos sistemas computacionais.

A acessibilidade, em produtos de *software*, diz respeito ao resultado de um conjunto de ações de desenvolvedores, técnicos e pesquisadores, com fins a tornar factível o acesso a determinado sistema por usuários com algum tipo de deficiência (HARPER e YESILADA, 2008). Para tal categoria de usuários, o uso do computador representa um grande desafio, pois a maioria dos programas destina-se a usuários sem nenhuma deficiência. Assim sendo, usuários com deficiência necessitam de aplicações de *software* dotadas de interfaces acessíveis, de maneira a poderem realizar suas tarefas com bom desempenho.

No âmbito dos usuários com deficiência, encontram-se aqueles com visão subnormal, para os quais o acesso a produtos de *software* se dá, prioritariamente, a partir do uso de VUI (BORGES, 2009).

Interface vocal com o usuário (VUI) é um termo cunhado para descrever mecanismos de comunicação vocal entre humanos e computadores, i.e., as VUI possibilitam a realização de tarefas a partir de comandos vocais. Todavia, o desenvolvimento de uma VUI *per se* não é uma garantia de qualidade do processo interativo. Assim, a concepção de uma metodologia para a avaliação da acessibilidade de VUI se afigura

¹ Na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, realizada pela ONU (i.e., Organização das Nações Unidas), definiu-se que o termo "com deficiência" seria o mais adequado para tratar os indivíduos com deficiência (BRASIL, 2009). Os termos "com necessidades especiais" e "portadores de deficiência" são considerados pejorativos, além de serem obsoletos.

relevante ao contexto da comunicação vocal homem-máquina, uma vez que pode contribuir para o melhoramento de produtos desta natureza, colaborando com a inclusão digital e impactando positivamente a vida de usuários com deficiência visual.

Diante do exposto, espera-se adaptar a abordagem metodológica concebida por Queiroz (2001) para a avaliação multidimensional de interfaces para aplicações *desktop*, posteriormente, instanciada por Ramos (2011) para a avaliação da acessibilidade de interfaces para aplicações *Web*, de modo a adequá-la ao contexto de VUI, incorporando a modelagem da incerteza ao enfoque de inspeção de conformidade, a fim de evidenciar a incerteza inerente aos julgamentos de um avaliador.

1.2 Identificação do Problema

A maioria das pesquisas sobre a avaliação de acessibilidade de VUI encontrados na literatura baseia-se em uma única técnica de avaliação ou em um único conjunto de métricas consensuais ou propostas na literatura da área.

Segundo Lawton (2007), a avaliação da acessibilidade é frequentemente limitada à análise de conformidade do produto avaliado a padrões de acessibilidade. Embora considerada uma boa estratégia para o especialista verificar se o produto contempla todas as questões de acessibilidade requeridas de acordo com o padrão consultado, a avaliação direciona o foco somente para os aspectos técnicos quando restrita à análise da conformidade a padrões. Assim sendo, a componente da interação humana pode ser comprometida e, mesmo que o desenvolvimento de um produto esteja conforme o padrão mínimo de acessibilidade, o produto poderá não satisfazer às necessidades reais do usuário caso não se avalie o desempenho e a satisfação subjetiva do usuário com deficiência.

Neste sentido, Ramos (2011) propôs uma metodologia, fundamentada na abordagem de Queiroz (2001), destinada à avaliação

multidimensional da acessibilidade de interfaces com o usuário para aplicações *Web*, baseada em três enfoques: (i) *inspeção da conformidade do produto a padrões*; (ii) *mensuração do desempenho do usuário*; e (iii) *sondagem da satisfação subjetiva do usuário*.

Em sua abordagem proposta, Ramos (2011) utilizou para o estudo de caso a ferramenta JAWS (*Job Access With Speech*) como tecnologia assistiva para a análise da acessibilidade de *sites*. Esta ferramenta consiste em um leitor de telas utilizado na plataforma *Windows*, que permite aos usuários com deficiência visual ou com a visão comprometida transformar o texto dos *sites* em instruções vocalizadas.

Contudo, Ramos (2011) não verificou a possibilidade de incorporação de uma técnica para modelar a incerteza do raciocínio do especialista/avaliador no enfoque de *inspeção de conformidade do produto a padrões*, a qual provém da grande variedade de aspectos de caráter subjetivo associada ao processo de avaliação, e.g., confiança sobre as fontes consultadas, nível de experiência do avaliador, conhecimento sobre o contexto de uso do produto.

No que se refere à *inspeção da conformidade do produto a padrões*, conforme tipicamente empregada, Menezes et al. (2009) apresentaram como inconveniente a impossibilidade de serem considerados diferentes graus de incerteza no processo de preenchimento das listas de inspeção. A adoção de diferentes graus de incerteza à verificação da conformidade do produto a cada recomendação aplicável possibilitaria diferenciar os diagnósticos gerados a partir de inspeções realizadas por profissionais com diferentes perfis e competências, no tocante à usabilidade de produtos e à interação usuário-produto.

Os diferentes graus de incerteza conferidos pelo avaliador/especialista, no que se refere à aplicabilidade e à adoção das recomendações, representam situações ambíguas ou quando o avaliador não possui condições suficientes para inferir sobre determinada característica da aplicação de *software* que está avaliando (MENEZES et

al., 2009).

A modelagem da incerteza poderá ser baseada no raciocínio Bayesiano, construído a partir de uma rede de probabilidades condicionais e a priori (RUSSEL e NORVIG, 2009), possibilitando o cálculo da probabilidade da confiança associada ao processo de inspeção do produto por um dado avaliador.

Na literatura revisada, não foram encontradas abordagens destinadas à avaliação da acessibilidade de VUI que fossem fundamentadas na interação usuário-produto e na inspeção do produto por especialistas, e que considerassem a modelagem da incerteza no enfoque da inspeção de conformidade do produto a padrões. Deste modo, torna-se relevante a proposição de uma metodologia de avaliação da acessibilidade de VUI que possibilite a triangulação dos dados coletados, segundo os pontos de vista da indústria, do usuário e do especialista, e a investigação da fusão desta abordagem metodológica com a modelagem da incerteza, inerente a processos de *inspeção de conformidade do produto a padrões* por especialistas.

1.3 Motivação e Justificativa da Pesquisa

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO – *World Health Organization*), existem, atualmente, cerca de 285 milhões de indivíduos com alguma deficiência visual. Deste total, 39 milhões não possuem qualquer capacidade visual (WHO, 2013).

No Brasil, o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, informou que 35,8 milhões de indivíduos possuem dificuldades permanentes para enxergar, das quais: 528,6 mil possuem deficiência visual total (cegos), 6,0 milhões possuem grande dificuldade para enxergar e 29,2 milhões possuem alguma dificuldade para enxergar (IBGE, 2010).

Diante do exposto, constata-se que a quantidade de indivíduos com deficiência visual corresponde a uma parcela significativa da população

brasileira e mundial. Portanto, não há como negar a necessidade de inclusão desses indivíduos no cenário socioeconômico brasileiro e mundial.

Visando à inclusão digital dos indivíduos com deficiência visual e redução do abismo que os separa da sociedade, Ramos (2011) sugeriu a implantação de sistemas acessíveis, capazes de promover a inclusão de todos os indivíduos envolvidos no processo de comunicação usuário-computador. Desta forma, a tecnologia passaria a incorporar o papel de inclusão e não de exclusão social.

Segundo o padrão internacional ISO 9241 (2008), para a inclusão de um número maior de indivíduos, o projeto de sistemas computacionais acessíveis deve incluir a capacidade de o sistema prover conexões que permitam sua integração com outras tecnologias assistivas².

No caso dos indivíduos com deficiência visual, as tecnologias computacionais assistivas os auxiliam, a partir da adoção de sintetizadores de voz (aplicações de *software* que possibilitam a conversão texto-fala). Entretanto, muitas vezes, é comum que a interação vocal não satisfaça as expectativas dos usuários, principalmente quando a interação envolve reconhecimento de voz (HURA, 2008). Segundo Hura (2008), a grande maioria da experiência dos usuários provém do diálogo entre seres humanos, mas isto não ocorre da mesma forma entre estes e os computadores, i.e., para a maioria dos usuários, os sistemas computacionais dotados de VUI os “escutam” e, portanto, devem ser capazes de lhes atender ou reagir a cada um de seus comandos vocais, conforme ocorre comumente na comunicação entre humanos. Todavia, a expectativa do usuário acaba por ser frustrada, pois este comportamento esperado para as VUI ainda está distante de se igualar ao diálogo entre seres humanos.

Sousa e Freitas (2010) relataram que uma limitação comum em produtos destinados aos usuários com deficiência consiste na influência do

² Tecnologias concebidas especialmente para auxiliar indivíduos com limitações físicas/cognitivas/sensoriais na execução de atividades do cotidiano (ABTECA, 2014).

modelo mental dos desenvolvedores durante desenvolvimento dessas tecnologias. Eles explicam ainda que as funções do sistema devem ser tais que complementem os sentidos do usuário, de modo que este não perca o interesse pelo uso do produto por conta de sua interface. Assim, as ferramentas assistivas dotadas de VUI devem corresponder à estrutura mental da resolução das necessidades do usuário e não serem desenvolvidas de acordo com o ponto de vista apenas do desenvolvedor.

Para que tais incoerências sejam evitadas e para que o produto de *software* venha a atender as necessidades de qualquer tipo de usuário, torna-se necessária a realização da avaliação da acessibilidade do produto.

1.4 Objeto da Pesquisa

Muitas pesquisas estão sendo realizadas para avaliar a acessibilidade e usabilidade de interfaces vocais (SOUSA, 2008; SALVADOR, NETO e KAWAMOTO, 2010; MORTON et al., 2011; WONGKIA, NARUEDOMKUL e CERCONE, 2012; SILVEIRA e MARTINI, 2013). Tal interesse se deve ao fato de que as VUI estão sendo cada vez mais utilizadas pela população de usuários de tecnologias computacionais, devido à facilitação da interação homem-computador em situações em que as demais modalidades de diálogo não são viáveis de se utilizar e à contribuição para a acessibilidade de sistemas computacionais (HENRY, 2007).

No âmbito da bibliografia pesquisada, a grande maioria das avaliações propostas baseia-se em um único enfoque de avaliação. Além disto, segundo Petrie e Bevan (2009), mais do que as avaliações de usabilidade, as avaliações de acessibilidade são muito mais onerosas, pouco realizadas e, quando o são, estão associadas a contingentes de usuários pouco representativos no tocante ao número.

Portanto, o fato da maioria das avaliações de acessibilidade ser baseada em apenas um enfoque de avaliação e que, quando realizadas, estão avaliações associadas a contingentes de usuários pouco

representativos reforça a pertinência da proposição de uma abordagem metodológica para a avaliação da acessibilidade de interfaces vocais que considere a revisão de especialistas, mas também a interação de usuários reais com o produto avaliado.

É importante salientar que esta pesquisa visa à acessibilidade de indivíduos com deficiência visual, embora se saiba que o conceito de acessibilidade e os benefícios da VUI não se resumem a este tipo de deficiência. Entretanto, usuários com deficiência visual são aqueles mais dependem deste tipo de interface.

1.5 Objetivos

Nesta seção, serão enunciados os objetivos geral e específicos da presente pesquisa.

1.5.1 Geral

Propor uma abordagem multimétodos, fundamentada nas abordagens propostas por Queiroz (2001) e Ramos (2011), para a avaliação de interfaces com o usuário vocais, considerando a modelagem da incerteza no enfoque de inspeção de conformidade.

1.5.2 Específicos

Dentre os objetivos específicos desta pesquisa, estão:

- Definir as técnicas utilizadas no contexto da abordagem de avaliação da acessibilidade de interfaces vocais para aplicações *desktop*;
- Adaptar a abordagem de avaliação proposta por Ramos (2011) ao contexto *desktop*;
- Incorporar a modelagem da incerteza (MENEZES et al., 2009) ao enfoque da inspeção de conformidade do produto a padrões da abordagem proposta, visando evidenciar a incerteza inerente aos julgamentos do especialista;
- Disponibilizar uma abordagem multimétodos para a avaliação de interfaces vocais, fundamentada nos pontos de vista da indústria, do

especialista e do usuário;

- Disponibilizar uma lista de recomendações de acessibilidade fundamentadas em processos interativos vocais, compilada a partir de padrões internacionais clássicos;
- Validar a metodologia proposta a partir de um estudo de caso;
- Confrontar a natureza das falhas de acessibilidade identificadas a partir de cada um dos enfoques de avaliação da abordagem proposta.

Neste contexto, pretende-se investigar a correlação entre os três enfoques utilizados na avaliação proposta, a partir das seguintes hipóteses:

- H1.0: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área;
- H2.0: A acessibilidade será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto;
- H3.0: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for a satisfação subjetiva dos usuários em relação ao produto;
- H4.0: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto;
- H5.0: O desempenho associado ao produto será tanto melhor quanto for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área; e
- H6.0: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área.

1.6 Considerações Éticas

Esta pesquisa está registrada na Plataforma Brasil³ e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CEP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sob Certificado de Apresentação e Apreciação Ética (CAAE): 09096813.8.0000.5182.

³ **Plataforma Brasil.** Disponível em: <http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf>. Acesso em: 28 jan. de 2014.

No ANEXO A, apresenta-se a declaração de aprovação emitida pelo CEP, autorizando a realização dessa pesquisa.

1.7 Organização do Documento

Este documento encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo, ora apresentado, contém uma introdução geral sobre interfaces vocais, indivíduos com deficiência visual e avaliação da acessibilidade, além da formulação das hipóteses e dos objetivos (geral e específicos) da pesquisa.

No segundo capítulo, apresenta-se a fundamentação teórica necessária à realização desta pesquisa. Inicialmente, aborda-se o conceito de interfaces vocais, realiza-se um levantamento da opinião dos autores contemporâneos a respeito dos conceitos de usabilidade, acessibilidade e da relação existente entre eles. Adicionalmente, apresentam-se os conceitos de deficiência (física, visual, auditiva e mental) e de Redes Bayesianas (utilizada para tratar a incerteza inerente ao processo de inspeção de conformidade). Por fim, apresenta-se uma revisão bibliográfica referente à avaliação da acessibilidade de interfaces vocais.

No terceiro capítulo, abordam-se as metodologias de avaliação de interface, utilizadas como referencial para a proposição da abordagem metodológica para avaliação da acessibilidade de interfaces vocais. Inicialmente, descreve-se sobre as metodologias para avaliação da usabilidade de interfaces genéricas (QUEIROZ, 2001) e avaliação da acessibilidade de interfaces *Web* (RAMOS, 2011), ambas baseadas em três enfoques: (i) inspeção de conformidade do produto a padrões; (ii) mensuração de desempenho; e (iii) sondagem da satisfação subjetiva do usuário. Em seguida, propõe-se a metodologia de avaliação da acessibilidade de interfaces vocais, fundamentada nas abordagens propostas por Ramos (2011) e Queiroz (2001).

No quarto capítulo, descrevem-se os procedimentos e artefatos necessários à condução da avaliação da acessibilidade de VUI conforme a

abordagem proposta neste documento.

No quinto capítulo, apresentam-se os resultados a partir da realização dos três enfoques da pesquisa.

No sexto capítulo, formulam-se as considerações finais desta pesquisa, à luz das hipóteses previamente levantadas e propõem-se sugestões para investigações futuras.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo, apresentam-se os conceitos relacionados ao tema da pesquisa, incluindo questões referentes à acessibilidade dos sistemas interativos e à relação existente entre acessibilidade e usabilidade. Adicionalmente, aborda-se a questão da incorporação de Redes Bayesianas ao enfoque de inspeção de conformidade da abordagem de avaliação ora proposta.

Por fim, apresenta-se uma revisão bibliográfica da avaliação da usabilidade e da acessibilidade de aplicações de *software* dotadas de VUI.

2.2 Interfaces Vocais (VUI)

Interface Vocal com o Usuário (VUI) é uma categoria de interface auditiva (i.e., baseia-se no uso de áudio para transmitir informações), definida como o modo de interação entre o usuário e o computador baseado no uso de voz (PERES et al., 2008; HANSON, 2008; WONGKIA, NARUEDOMKUL e CERCONE, 2012).

Na transmissão de informações vocais, as aplicações com VUI estabelecem o diálogo por meio da produção artificial de voz humana, i.e., *síntese de voz* (*Text to Speech - TTS*) (MORTON et al., 2011), e da interpretação da voz do usuário, i.e., *reconhecimento de voz* (*Speech Recognition - SR*) (HURA, 2008).

No que se refere à síntese vocal, um sistema computacional TTS pode utilizar dois tipos de síntese de voz como meio de saída de dados: (i) trechos de voz natural gravada de atores humanos e/ou (ii) voz

sintetizada (MORTON et al., 2011). Geralmente, a interação por voz gravada é mais natural e possui mais qualidade. Por outro lado, a voz sintetizada possui menor custo, é flexível (i.e., a adição de novos trechos de voz sintetizada ao sistema não exige a gravação da voz de um ator humano), é capaz de prover informações dinâmicas (e.g., nomes de arquivos) e permite o gerenciamento das características vocais (e.g., frequência e intensidade) (MORTON et al., 2011; PERES et al., 2008).

De acordo com Cohen, Giangola e Balogh (2004), no que se refere aos sentidos humanos, as interfaces vocais compreendem duas modalidades, a saber: (i) *puramente aural*, quando a interação não inclui nenhum tipo de suporte visual, i.e., todos os processos de comunicação ocorrem via recursos sonoros; e (ii) *multimodal*, quando a interface oferece ao usuário outros modos de diálogo, além da interação vocal (e.g., textual e gráfico).

2.3 Considerações sobre o Desenvolvimento de VUI

Como o uso da voz é um comportamento típico do ser humano, o desenvolvimento de interfaces vocais envolve muitos desafios.

Segundo Salvador, Neto e Kawamoto (2008), um dos principais desafios no desenvolvimento de VUI é a expectativa dos usuários em relação ao modo de interação. Além de reconhecer a voz do usuário, a VUI é capaz de entender e responder adequadamente a comandos de voz. Quando o diálogo ocorre a partir deste modo de interação, o usuário tende a esperar uma reação semelhante àquela exibida por um ser humano, o que gera, conseqüentemente, uma lacuna entre aquilo que a tecnologia pode oferecer e aquilo que seus usuários esperam.

Para que tal lacuna possa ser atenuada, o desenvolvedor pode incluir avaliações da usabilidade e da acessibilidade da interface vocal desde os estágios iniciais do desenvolvimento do produto, a fim de que este modo de interação com o usuário possa refletir melhor suas expectativas.

Além disso, durante o desenvolvimento de VUI, também se deve considerar a forma mais adequada de inicialização do processo interativo usuário-produto. Maciel e Filho (2007) destacaram três estratégias destinadas ao gerenciamento de diálogos em VUI, que podem ser caracterizadas quanto à entidade que inicia o diálogo, a saber: (i) o *sistema*; (ii) o *usuário*; ou (iii) *ambos*. No primeiro caso, a pergunta é dirigida ao usuário e após o recebimento da informação necessária, a solução é processada e uma resposta é emitida pelo sistema. Nos diálogos em que a iniciativa é do usuário, o sistema assume que o usuário sabe o que fazer e como interagir. Geralmente, o sistema aguarda a entrada do usuário e responde com ações. Nas aplicações em que a iniciativa pode partir de ambos (sistema e usuário), há a possibilidade da interação ocorrer de qualquer um dos modos supramencionados.

O desenvolvimento de VUI possui características específicas e diferentes dos demais tipos de interface. Salvador, Neto e Kawamoto (2010) e Hunt e Walker (2000) listaram as principais diferenças entre as VUI e as GUI (*Graphical User Interface*), em função de aspectos tais como: *visibilidade*; (ii) *transitoriedade*; (iii) *assimetria da largura de faixa*; (iv) *temporiedade*; e (v) *concorrência*, a saber:

- **Visibilidade** – Nas GUI, em virtude da visibilidade das informações na tela do computador, a manipulação das informações pelos usuários se dá a partir da inspeção visual. Por outro lado, nas VUI, como a voz apresenta a característica da invisibilidade, o usuário pode sentir dificuldade na realização das ações, já que precisará saber determinar *quais* serão as ações que deverão ser invocadas ao sistema e *como* as invocarão;

- **Transitoriedade** – A informação que é provida via texto encontra-se sempre disponível na tela do computador. Em contrapartida, a voz, diferentemente do texto, é um atributo transitório, ou seja, não possui característica estática, podendo ser obtida apenas no momento em que ela foi provida, de modo que o usuário tem que captar a informação

no momento em que ela é vocalizada pela aplicação;

- **Assimetria da Largura de Faixa** – O mecanismo de entrada de dados das VUI é tipicamente mais rápido do que aquele adotado nas GUI. Entretanto, a saída de dados das VUI pode ser muito mais lenta do que aquela empregada nas GUI (a leitura), principalmente nas situações em que o usuário pode realizar uma varredura visual e selecionar qual(is) a(s) parte(s) do conteúdo é(são) de seu interesse;

- **Temporariedade** – O teclado e o *mouse* produzem eventos discretos, quase instantâneos, podendo ser interpretados até como um único evento ou, simplesmente, como uma sequência de eventos discretos. Por outro lado, as expressões faladas pelo usuário são caracterizadas como um evento contínuo que, posteriormente, é discretizado em uma sequência de palavras, a partir do reconhecimento de voz; e

- **Concorrência** – A comunicação nas VUI tende a ser realizada por um canal simples e serial, tendo em vista que, normalmente, os seres humanos escutam ou falam, bem como têm dificuldade em compreender várias vozes ao mesmo tempo (Peres et al., 2008). Diferentemente, a saída de dados da GUI permite a visualização concorrente de múltiplos canais de dados que podem ser processados conjuntamente pelo usuário ou disputam sua atenção. Além disto, a entrada e a saída de dados nas GUI podem ser concorrentes em aplicações projetadas para responder em tempo real ao usuário.

É importante salientar que, ao projetar uma interface auditiva assim como uma VUI, os desenvolvedores devem observar alguns aspectos, a fim de não causarem desconforto ao usuário durante o processo interativo (PERES et al., 2008), a saber:

- A urgência de prover informação sonora deve ser diretamente proporcional à importância deste dado ser transmitido. Portanto, as informações importantes devem ser priorizadas, visto que a transmissão de dados pouco importantes pode aborrecer o usuário;

- Diferentemente do que ocorre nas GUI e TUI, não é possível direcionar a voz sintetizada apenas na direção do usuário. Então, a menos que o indivíduo esteja utilizando fones de ouvido, o conteúdo vocal poderá ser ouvido por outros usuários. Por esta razão, a interface não deve publicar um conteúdo particular do usuário (e.g., senha da conta do banco), de maneira que outros possam escutar e ter acesso a essa informação; e
- O provimento de uma grande quantidade de informações auditivas pode resultar em sobrecarga auditiva (PERES et al., 2008). Quando isso ocorre, muitas informações importantes podem ser perdidas ou interpretadas como ruído pelo usuário.

2.4 Vantagens do Uso de VUI

As VUI possuem usos variados e estão inseridas em vários contextos. Há, por exemplo, interfaces vocais inseridas nos setores comercial, educacional e de entretenimento.

Assim como as interfaces auditivas, o uso das VUI pode trazer muitas vantagens para o usuário, dentre as quais Peres et al. (2008) citam:

- Possibilidade de acesso às informações por indivíduos com deficiência visual (e.g., calculadoras vocais);
- Provimento de um modo adicional de comunicação para usuários cujos olhos estão ocupados na realização de outra tarefa;
- Emissão de informação audível em dispositivos que possuem capacidade limitada para exibir visualmente todas as informações possíveis (e.g., celulares);
- Redução da sobrecarga de informações visuais, o que viabiliza ao usuário o recebimento da informação por mais de um modo de interação e favorece a eficácia/eficiência da comunicação; e
- Possibilidade da veiculação de emoções (e.g., vídeo *games*).

2.5 Impacto do Projeto do Produto sobre os Usuários com Deficiência

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o termo *deficiência* abrange (i) *doenças*, quando se referem a problemas de estrutura ou função corporal; (ii) *limitações de atividades*, quando dizem respeito a dificuldades apresentadas na realização de ações ou tarefas cotidianas; e (iii) *restrições de participação*, quando prejudicam a participação em diversos eventos ou situações cotidianas. Portanto, a deficiência é um fenômeno complexo, que impacta a interação entre os indivíduos e a sociedade na qual estão inseridos (WHO, 2013).

A maneira como a sociedade lida com os indivíduos com deficiência sofreu muitas mudanças com o passar do tempo. Atualmente, existem leis que garantem a esses indivíduos os mesmos direitos garantidos a qualquer outro cidadão. Entretanto, o passado foi marcado pela ausência de legislação que favorecesse indistintamente a igualdade dos indivíduos.

Na Roma antiga, os indivíduos que nasciam com má formação eram abandonados em cestos nos rios ou mortos por afogamento pelos pais. Na Europa, no século XIV, acreditava-se que os indivíduos com deficiência eram seres diabólicos que precisavam ser castigados para alcançar a purificação⁴.

Somente a partir do século XX, mais especificamente a partir da Segunda Guerra Mundial, devido à grande quantidade de soldados mutilados, é que os indivíduos com deficiência passaram a ser tratados como cidadãos com direitos, embora ainda fossem tratados de forma assistencialista e caricata (NASCIMENTO e RAFFA, 2011; BORGES, 2009).

A sociedade atual vem buscando promoção da inclusão e da remoção de barreiras sociais e ambientais que impedem os indivíduos com deficiência de gozarem os mesmos direitos e oportunidades conferidos a

⁴ **A pessoa com deficiência e sua relação com a história da humanidade.** Disponível em: http://www.ampid.org.br/ampid/Artigos/PD_Historia.php#autor. Acesso em 09 de novembro de 2013.

indivíduos sem deficiência.

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), existem 45,6 milhões (23,9%) de indivíduos que possuem algum tipo de deficiência. A região Nordeste foi classificada como aquela com o maior percentual de indivíduos com deficiência (26,6%). Por outro lado, para as regiões Sul e Centro-Oeste, contabilizaram-se as menores proporções (22,5%).

Em relação aos estados do Nordeste, os maiores percentuais de indivíduos com deficiência foram apresentados pelo Rio Grande do Norte (27,8%), Paraíba (27,8%) e Ceará (27,7%) (IBGE, 2010).

No tocante à variedade de deficiências, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) classificou as deficiências em quatro tipos, a saber: (i) *auditiva*; (ii) *física*; (iii) *cognitiva*; e (iv) *visual* (IBGE, 2010). A ocorrência simultânea de duas ou mais deficiências no mesmo indivíduo caracteriza a deficiência *múltipla*.

No que se refere à deficiência visual, a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2013) definiu a existência de quatro níveis de função visual, dentre os quais, três caracterizam categorias de deficiência visual, a saber: (i) *visão normal*; (ii) *deficiência visual moderada*; (iii) *deficiência visual severa*; e (iv) *cegueira*. A *baixa visão* é composta pelos níveis (ii) e (iii).

Um indivíduo pode ser classificado de *baixa visão* se possuir acuidade visual⁵ inferior a 20/60 no melhor olho, mesmo após tratamento ou correção (NASCIMENTO e RAFFA, 2011; WHO, 2010). Este tipo de deficiência visual abrange muitos problemas de visão, incluindo baixa acuidade visual (e.g., visão turva ou embaçada), perda da visão central (i.e., visualização apenas das arestas do campo visual), visão de túnel

⁵ Medida da função visual, definida como a percepção do menor objeto pelo olho a partir de uma dada distância. Em geral, ela é expressa como uma fração, em que o numerador representa a distância que um olho pode reconhecer um objeto, e o denominador, a distância em que um olho normal pode reconhecer o mesmo objeto (e.g., um indivíduo com acuidade visual de 20/60 significa que ele enxerga a 20 pés aquilo que um indivíduo com visão normal enxergaria a 60 (JACKO et al., 2008).

(i.e., visualização apenas do centro do campo visual), perda de outras partes do campo visual, além de outros problemas relacionados à baixa sensibilidade a estímulos luminosos, à cegueira noturna e ao contraste reduzido (VANDERHEIDEN, 1994; IMS, 2002).

Por outro lado, um indivíduo é considerado *cego* se possuir acuidade visual entre 0 e 20/200 (WHO, 2013).

Além destas categorias, Adebessin (2011) destacou o *daltonismo* (também denominado *discromatopsia* ou *discromopsia*) como uma categoria de deficiência visual, a qual engloba vários tipos de perturbações que incapacitam os indivíduos de diferenciarem todas ou algumas cores manifestando-se, muitas vezes, pela dificuldade em distinguir o verde do vermelho.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2013), existem, atualmente, cerca de 285 milhões de indivíduos com deficiência visual em todo o mundo. Deste total, 39 milhões não possuem nenhuma capacidade visual (WHO, 2010).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) constatou que 35,8 milhões de indivíduos possuem dificuldades permanentes de enxergar, dentre os quais 528,6 mil são cegos, 6,0 mil possuem grande dificuldade de enxergar e 29,2 milhões possuem certa dificuldade de enxergar (IBGE, 2010).

Embora muitos indivíduos com deficiência visual possuam algum resíduo de visão, bons projetos de interfaces com o usuário devem assumir que esses usuários não possuem visão. Tendo em vista a promoção da acessibilidade de sistemas interativos para indivíduos com deficiência visual, algumas estratégias têm sido sugeridas na literatura da área (VANDERHEIDEN, 1994; ADEBESIN, 2011; IMS, 2002), dentre as quais se destacam:

- Certificar-se de que a interface da aplicação de *software* pode operar em modo monocromático;
- Usar variações de cores com diferentes níveis de contraste e

brilho;

- Permitir que os usuários configurem as fontes de texto, cores e cursores, a fim de torná-los mais visíveis;
- Empregar alto contraste entre o plano de informação (textual e/ou gráfico) e o fundo da tela;
- Evitar interferência de qualquer natureza entre o plano de informação (textual e/ou gráfico) e o fundo da tela (e.g., fundos de tela texturizados ou contendo imagens ou representações gráficas);
- Usar um *layout* consistente para telas e diálogos (ou páginas, em projetos *Web*) da interface;
- Prover acesso a ferramentas via menus de barra ou barras de ícones; e
- Prover acesso a informações via comandos vocais.

Visto que esta pesquisa tem foco nos usuários com deficiência visual, para mais informações sobre os tipos de deficiência, sugere-se consultar o APÊNDICE A, em que se descrevem os tipos de deficiência e as técnicas que os desenvolvedores e projetistas de aplicações de *software* podem adotar, a fim de prover a acessibilidade aos usuários com deficiência.

Na seção seguinte, descrevem-se e comparam-se os conceitos de acessibilidade e usabilidade.

2.6 Acessibilidade e Usabilidade

Não há como negar a popularidade dos conceitos de acessibilidade e usabilidade no mundo atual. Estes critérios de qualidade de uso contribuem para a valorização do produto que os incorporam, assim como para melhor aceitação do produto por sua comunidade usuária. Além disto, ações que visam à melhoria da usabilidade e, principalmente, da acessibilidade de produtos de qualquer natureza são atualmente encorajadas por empresas e pelo poder governamental (HENRY, 2007).

Em geral, o termo *acessibilidade* é associado a indivíduos com deficiência (WAI, 2006; BORGES, 2009). Um produto é dito *acessível* se os usuários com deficiência conseguirem utilizá-lo (WAI, 2006; HENRY, 2007; THATCHER et al., 2002). Por outro lado, o termo *usabilidade* é frequentemente associado à facilidade de uso do produto (NIELSEN, 2003).

Na bibliografia pesquisada, verificou-se que se realizaram muitas pesquisas envolvendo estes critérios (RAMOS, 2011; ADEBESIN, 2011; SILVEIRA e MARTINI, 2013; CHI, 2013). No âmbito da Universidade Federal de Campina Grande, verificou-se que pelo menos quatro tratam diretamente tais conceitos, a saber:

- Abordagem híbrida para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário (QUEIROZ, 2001);
- Abordagem híbrida para a avaliação de dispositivos móveis (FERREIRA, 2007);
- Abordagem híbrida para a avaliação de interfaces multimodais (BARBOSA, 2009); e
- Metodologia para a avaliação multidimensional da acessibilidade de interfaces com o usuário para aplicações *Web* (RAMOS, 2011).

Nas próximas subseções, abordam-se os conceitos de acessibilidade e usabilidade e a relação entre eles, de acordo com o ponto de vista dos autores da área de IHC.

2.6.1 Usabilidade

Alguns autores (e.g., ISO 9241, 1998; NIELSEN, 2003; PETRIE e BEVAN, 2009; ADEBESIN, 2011) associaram *usabilidade* à medida da facilidade de uso (i.e., quanto maior o grau de usabilidade de um produto, mais fácil será utilizá-lo).

Por sua vez, na Parte 11 (*Usability Guidance*) do padrão internacional ISO 9241 (1998) define-se usabilidade de um produto como a medida da capacidade de um produto realizar funções pretendidas ou ser utilizado por grupos de usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia⁶, eficiência⁷ e satisfação subjetiva⁸ em um contexto de uso⁹ específico.

Segundo Nielsen (2003), a usabilidade pode ser definida a partir de cinco componentes de qualidade:

- **Facilidade de Aprendizado** - Síntese do nível de facilidade que é para um usuário iniciante realizar determinadas tarefas básicas na primeira vez que utiliza o produto;
- **Eficiência do Produto** - Medida do tempo (rapidez) de realização das tarefas, uma vez que o usuário já conhece a interface do produto;
- **Facilidade de Memorização** - Nível de aprendizado do usuário ao interagir com um produto após algum tempo sem utilizá-lo;
- **Processamento de Erros** - Medidas da quantidade e gravidade dos erros cometidos pelos usuários durante a realização das tarefas. Facilidade com que o usuário se recupera dos erros cometidos; e
- **Satisfação Subjetiva** - Nível de agradabilidade e conforto sentido pelo usuário, enquanto interage com o produto.

Além da definição de usabilidade a partir dos cinco componentes de qualidade, Nielsen (2003) definiu o termo *utilidade*. Segundo Nielsen (2003), a *utilidade* refere-se ao projeto da funcionalidade do produto (i.e., a

⁶ Acurácia e completude com que usuários alcançam objetivos específicos.

⁷ Recursos gastos em relação à eficácia.

⁸ Nível de conforto e atitudes positivas expressos a partir do uso do produto.

⁹ Sistema, tarefas, equipamento (*hardware, software* e materiais), e os ambientes físico e social em que o produto é utilizado.

capacidade do sistema de prover as funcionalidades das quais o usuário realmente necessita).

Sharp, Rogers e Preece (2011) definiram quatro aspectos relacionados à usabilidade:

- **Flexibilidade** – Medida da capacidade de adaptação do sistema a novos requisitos do usuário, além do que foi planejado inicialmente na especificação;
- **Facilidade de aprendizado** – Tempo ou esforço necessário para buscar um nível específico de desempenho com o sistema;
- **Capacidade de memorização** – Tempo ou esforço requerido para retornar para um nível específico de desempenho após de um período sem utilizar o sistema; e
- **Segurança** - Proteção do usuário em condições perigosas ou situações indesejáveis.

Por sua vez, Brajnik (2008) afirmou que a usabilidade visa à eficácia, produtividade¹⁰, satisfação e segurança com que usuários específicos podem alcançar determinados objetivos sob condições específicas.

2.6.2 Acessibilidade

Houaiss e Villar (2009) definiram *acessibilidade* como:

■ **substantivo feminino**

- 1 qualidade ou caráter do que é acessível
- 1.1 facilidade na aproximação, no tratamento ou na aquisição

No que se refere a sistemas computacionais, o termo *acessibilidade* é associado a indivíduos com deficiência. Alguns autores definem acessibilidade em um contexto específico, como a característica que torna

¹⁰ Recursos gastos (tempo, esforço, habilidade, infraestrutura) para que determinados objetivos sejam alcançados com determinados níveis de eficácia.

possível um produto ser utilizável por usuários com deficiência (WAI, 2006; HENRY, 2007; THATCHER et al., 2002). Por outro lado, outras fontes bibliográficas da área definem acessibilidade em um contexto mais genérico, estendendo o uso de um produto ao máximo de usuários possíveis, inclusive usuários com deficiência (ISO 9241, 2008; TANAKA, BIN e ROCHA, 2005; BORGES, 2009).

Segundo Tanaka, Bin e Rocha (2005), sistemas de informação acessíveis são flexíveis o suficiente para acomodar as necessidades do mais amplo conjunto de usuários, independentemente de idade, deficiência ou tecnologia. Deste ponto de vista, prover acessibilidade significa remover barreiras que impedem usuários com deficiências de participarem de atividades diárias, incluindo o uso de serviços, produtos e informações.

Por sua vez, para Petrie e Kheir (2007), acessibilidade pode ser considerada como usabilidade para usuários com deficiências. Neste caso, o que diferencia um conceito do outro é apenas a presença ou ausência de deficiência nos usuários potenciais.

Segundo Henry (2007), a acessibilidade é a qualidade que possibilita o uso de um sistema computacional por usuários utilizando o produto sob restrições, resultantes de limitações funcionais ou situacionais. As limitações funcionais incluem todos os tipos de deficiência (e.g., cegueira). Por sua vez, as limitações situacionais estão relacionadas às restrições do ambiente, das circunstâncias, do dispositivo ou até do próprio usuário (e.g., dispositivos móveis que não têm *mouse*, dispositivo de GPS utilizado no carro, em que o uso das mãos e dos olhos é limitado).

Na parte 171 do padrão ISO 9241 (2008), define-se *acessibilidade de um produto, serviço ou facilidade* como a usabilidade de tal produto,

serviço ou facilidade por indivíduos com a mais vasta gama de capacidades, incluindo idosos e com deficiências. De acordo com esta definição, a acessibilidade é tratada como um superconjunto da usabilidade, no que diz respeito à abrangência das categorias de usuários e dos contextos de uso considerados.

Por outro lado, a Iniciativa para a Acessibilidade na Rede (WAI – *Web Accessibility Initiative*), fundada pelo Consórcio para a Web (W3C – *World Wide Web Consortium*), define *acessibilidade à Web* como a capacidade de proporcionar a percepção, a entendimento, a navegação e a interação com a *Web* a indivíduos com deficiências, incluindo também idosos com capacidades em transição e indivíduos sem deficiências (WAI, 2006; W3C, 2008).

Não só no âmbito da *Web*, a definição anterior pode ser ampliada para os sistemas computacionais de qualquer natureza, inclusive aqueles dotados de interfaces vocais.

Em sua pesquisa, Sousa (2008) adotou a definição de *acessibilidade* da Parte 171 (*Guia de acessibilidade de software*) do padrão internacional ISO 9241 (2008) e afirmou que acessibilidade é a conjugação de eficácia, eficiência e satisfação não apenas por um conjunto de usuários específicos, mas sim por diferentes usuários e sem a definição de um contexto específico de uso.

Brajnik (2008) desenvolveu um modelo de acessibilidade que considera um sistema computacional acessível quando usuários com deficiências podem utilizá-lo para alcançar objetivos específicos com a mesma eficácia, segurança e proteção que usuários sem qualquer tipo de deficiência.

Brajnik (2008) explicou ainda a importância de se considerar o

contexto em avaliações da acessibilidade, destacando que este aspecto é mais relevante para a acessibilidade do que para a usabilidade. A principal meta do contexto de uso é o fornecimento de informações importantes que permitam aos avaliadores determinar possíveis obstáculos para os usuários. No contexto de uso, deve-se: (i) caracterizar o universo de usuários (i.e., o tipo de deficiência do usuário, o nível de experiência dele com computadores e com o sistema computacional avaliado); (ii) definir os objetivos de cada usuário; e (iii) determinar os recursos necessários para o estabelecimento da interação usuário-sistema (i.e. o ambiente físico disponibilizado para o usuário, como condições de barulho, luminosidade e postura; dispositivos de entrada e saída e modalidade de interação disponíveis) (BRAJNIK, 2008).

Segundo Brajnik (2008), determinado sistema é acessível se fornecer processos de transformação automáticos de conteúdo, de maneira que mesmo que o modo de expressão seja alterado, o conteúdo permaneça preservado. O conteúdo é o mecanismo associado pelo usuário, desenvolvedor ou avaliador a elementos percebidos a partir de determinado modo de expressão.

De acordo com Hersh e Leporini (2012), a acessibilidade está relacionada com as características de entrada e saída de um sistema, permitindo que grupos de usuários específicos acessem todas as facilidades do sistema, independentemente de suas habilidades e características.

No que diz respeito às categorias de acessibilidade, Adebessin, Kotzé e Gelderblom (2010) sugere subdividi-la em: (i) *direta* e (ii) *indireta*. Um sistema provê acessibilidade *direta* quando oferece a redundância dos mecanismos de interação (i.e., estilos de diálogo),

permitindo que o máximo de categorias de usuários possa utilizá-lo, sem a necessidade de emprego de aplicações adaptativas. Por sua vez, um sistema provê acessibilidade *indireta* quando promove o acesso a usuários com algum tipo de deficiência a partir da incorporação de alguma tecnologia assistiva (e.g., leitor de telas).

2.6.3 Usabilidade versus Acessibilidade

Vários autores (e.g., THATCHER et al., 2002; PETRIE e KHEIR, 2007; TANAKA, BIN e ROCHA, 2005; HENRY, 2007; ADEBESIN, 2011; CHI, 2013) vêm realizando pesquisas com o propósito de definir a relação existente entre as características de usabilidade e acessibilidade.

Segundo Adebessin (2011), acessibilidade e usabilidade são características complementares e ambas contribuem para o desenvolvimento de produtos de boa qualidade. Além disto, a incorporação de princípios de usabilidade e acessibilidade durante o desenvolvimento de sistemas computacionais contribui para a melhoria da usabilidade para um conjunto mais amplo de usuários.

Segundo a Parte 171 (*Guia de acessibilidade de software*) do padrão internacional ISO 9241 (1998), os conceitos de usabilidade e acessibilidade não são sinônimos, embora estejam fortemente relacionados.

Henry (2007) acredita que existe uma sobreposição significativa dos conceitos de usabilidade e acessibilidade. Considerando a definição de usabilidade adotada pela parte 11 do padrão ISO 9241 (1998)¹¹, a definição de acessibilidade adotada pela parte 171 do padrão ISO 9241 (2008) diferencia-se pela inclusão (i) de indivíduos com deficiência como

¹¹ A medida com que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.

usuários específicos; e (ii) de uma ampla gama de situações, incluindo tecnologias assistivas como contextos de uso específicos.

No que se refere à natureza das falhas passíveis de ocorrer em interfaces com o usuário, Thatcher et al. (2002) sugeriram que falhas de acessibilidade são tipos particulares de falhas de usabilidade, i.e., toda falha de acessibilidade é também de usabilidade. De acordo com a pesquisa realizada por Thatcher et al. (2002), as falhas de acessibilidade de uma aplicação afetam apenas o acesso dos usuários com deficiência, deixando-os em desvantagem sobre os usuários sem deficiência. Por sua vez, as falhas de usabilidade afetam todos os usuários igualmente, independentemente de habilidades ou deficiências (Thatcher et al., 2002).

Considerando os impactos das falhas sobre diferentes categorias de usuários, Petrie e Kheir (2007), fundamentados no conceito de *usabilidade universal*¹², classificaram tais falhas em: (i) *puramente de acessibilidade* (afetam apenas usuários com deficiências); (ii) *puramente de usabilidade* (afetam usuários sem deficiência); e (iii) de *usabilidade universal* (afetam usuários com e sem deficiência).

Segundo Petrie e Kheir (2007), embora usuários com e sem deficiências possam identificar a mesma falha, estas as afetarão de modos distintos. Além disto, falhas detectadas por usuários sem deficiência têm um impacto maior sobre os usuários com deficiência. Isto sugere que falhas de usabilidade podem ser detectadas mais facilmente por usuários com deficiência. Daí, a importância de também incluí-los em avaliações da usabilidade de produtos.

Contudo, de acordo com Henry (2007), embora a questão pareça

¹² Característica que integra os conceitos de usabilidade e acessibilidade, i.e., a usabilidade universal implica em produtos serem usáveis pela mais vasta gama de indivíduos na mais ampla gama de situações (SHNEIDERMAN, 2003).

teoricamente simples, na prática a distinção entre usabilidade e acessibilidade pode não ser tão clara. Segundo seu ponto de vista, existem duas categorias de falhas: (i) de usabilidade e (ii) de acessibilidade. Uma falha de acessibilidade pode afetar usuários com e sem deficiência, porém o impacto causado pela falha coloca os usuários com deficiência em desvantagem em relação aos usuários sem deficiência. Por outro lado, as falhas de usabilidade impactam igualmente sobre ambas as categorias, independentemente de capacidade ou deficiência.

Chi (2013) argumentou que o que existe, na realidade, é uma falsa divisão entre acessibilidade e usabilidade. Segundo o autor, a divisão considerada pelos pesquisadores de IHC baseia-se em dois mitos: (i) as pesquisas que focam a usabilidade simplificam frequentemente as diferentes habilidades e capacidades dos usuários-alvo, assumindo-os como "usuários médios"; e (ii) a possibilidade de projetar sistemas computacionais totalmente livre de barreiras (projeto universal¹³).

Segundo Chi (2013), os produtos são projetados a partir da priorização de casos de uso mais importantes, em detrimento de outros. Seria uma utopia imaginar um produto em cujo desenvolvimento consideram-se todos os casos de uso, i.e., um produto livre de barreiras. Por outro lado, os pesquisadores de usabilidade mantêm suas preocupações nos usuários sem deficiência e costumam simplificar as diferentes capacidades e habilidades dos usuários, assumindo-os como protótipos de usuários médios, que não existem na vida real.

Se fosse rejeitada a divisão entre usabilidade e acessibilidade,

¹³ O projeto universal tem como objetivo tornar um produto usável por todos os usuários, independente de habilidade, deficiência e idade. O projeto universal baseia-se em sete princípios: (i) uso equitativo, (ii) uso flexível, (iii) simplicidade e intuitividade, (iv) informação perceptível, (v) tolerância ao erro, (vi) pouco esforço físico e (vii) dimensão e espaço para aproximação e uso (RAMOS, 2011).

conforme sugerido por Chi (2013), as falhas de usabilidade seriam consideradas falhas de acessibilidade (e vice-versa). Se fosse desconsiderada a divisão entre estes critérios de uso, os pesquisadores de usabilidade desenvolveriam produtos considerando outros possíveis casos de uso e os de acessibilidade não focalizariam questões impossíveis de resolver, focalizando benefícios para indivíduos com e sem deficiência.

Embora comumente restrita aos usuários com deficiência (TANAKA, BIN e ROCHA, 2005), percebe-se que a acessibilidade pode impactar os usuários com e sem deficiência, porém de maneiras diferentes (HENRY, 2007). Para os indivíduos com deficiência, a acessibilidade é uma qualidade necessária para que eles consigam ter acesso e interagir com um determinado produto. Por outro lado, para os indivíduos sem deficiência, a inclusão da acessibilidade contribuirá com a melhoria da usabilidade, pois proporcionará a consideração de outros casos de uso importantes durante o projeto de desenvolvimento do produto (e.g., um sistema computacional com VUI permite que usuários sem deficiência visual possam utilizar o produto em situações em que não podem olhar para o monitor durante o uso) (CHI, 2013; BRAJNIK, 2008; HENRY, 2007).

Por sua vez, a usabilidade não impacta apenas as atividades realizadas por indivíduos sem deficiência, conforme descrito por (TANAKA, BIN e ROCHA, 2005), podendo também impactar os usuários típicos do produto, que apresentem algum tipo de deficiência (ISO 9241, 1998).

Portanto, no contexto da pesquisa ora documentada, com base nas fontes bibliográficas citadas anteriormente, considera-se que:

- A usabilidade é a medida a partir da qual um produto pode ser utilizado por usuários específicos (com deficiência ou não), a fim de

alcançar objetivos específicos em um contexto de uso específico com eficiência, eficácia e satisfação (ISO 9241, 1998; HENRY, 2007).

- A acessibilidade, por sua vez, pode ser definida como a extensão da usabilidade, considerando o maior número de objetivos a alcançar, contextos de uso e conjuntos de usuários possíveis, incluindo indivíduos com deficiência (ISO 9241, 2008; CHI, 2013).

- Falhas de acessibilidade são também falhas de usabilidade e podem impactar usuários com e sem deficiência (CHI, 2013). Entretanto, as falhas de acessibilidade diferenciam-se daquelas de usabilidade, por deixarem os usuários com deficiência em desvantagem, em relação aos usuários sem deficiência (PETRIE e KHEIR, 2007).

2.7 Estado da Arte em Avaliações de VUI

Diversos pesquisadores (e.g., SOUSA, 2008; SALVADOR, NETO e KAWAMOTO, 2008; SILVEIRA e MARTINI, 2013; MORTON et al., 2011) têm se preocupado em investigar a questão da avaliação de aplicações de *software* dotadas de VUI. Entretanto, poucos avaliaram a interface com o usuário a partir de uma abordagem que incorporasse os benefícios de mais de um enfoque de avaliação.

Sousa (2008) propôs uma abordagem de avaliação baseada em uma *metodologia cooperativa* fundamentada na verbalização de ações (*think aloud*) (PETRIE e BEVAN, 2009), que consiste em uma estratégia na qual usuário e avaliador atuam de maneira colaborativa: o usuário realiza tarefas com o auxílio do produto sob condições de avaliação, sendo observado pelo avaliador e estimulado a verbalizar perguntas, ações e comentários acerca do que ocorreu durante sua interação com o produto avaliado (i.e., Webvox – navegador do DOSVOX).

O objetivo principal da abordagem de Sousa (2008) não foi mensurar o desempenho dos usuários, mas sim realizar uma avaliação qualitativa da usabilidade da interface do produto em questão, com base

em comentários e diálogos mantidos entre avaliadores e usuários durante a realização das tarefas. Para a realização da avaliação, foram convidados *2 universitários cegos com experiência no uso do produto avaliado*. Por fim, os avaliadores realizaram conversas estruturadas com os desenvolvedores do produto, a fim de conhecer o processo de elaboração do sistema e entender as opções feitas a respeito de sua interface.

Santos e Borges (2007) realizaram uma avaliação comparativa com vários produtos de *software* destinados a usuários com deficiência visual, dentre eles o DOSVOX. A avaliação foi realizada a partir de uma pesquisa de campo com *4 usuários com deficiência visual*, na qual solicitou-se que eles realizassem tarefas cotidianas (e.g., ler um texto) e respondessem um questionário para avaliar a satisfação subjetiva do usuário. O objetivo da avaliação foi levantar as potencialidades e fragilidades de cada ferramenta, de acordo com os seguintes critérios: (i) qualidade da síntese de voz utilizada; (ii) nível de compreensão das palavras vocalizadas; (iii) qualidade das funcionalidades oferecidas pelo produto; (iv) facilidade de uso; (v) qualidade da resolução durante a ampliação da tela; (vi) independência no uso do computador; e (vii) aumento do aprendizado de Informática do usuário.

Na análise realizada por Miranda e Alves (2001), foi utilizada uma abordagem qualitativa descritiva, composta de *observação direta* e *entrevistas*, na qual o especialista analisou as dificuldades sentidas por usuários com deficiência visual durante o uso de dois sistemas dotados de interface vocal multimodal, um deles o DOSVOX. A amostra de usuários foi composta de *9 indivíduos com deficiência visual*. A observação direta realizou-se durante aulas de Informática e objetivou coletar informações (i) qualitativas (e.g., facilidade); (ii) o grau de satisfação subjetiva do usuário; bem como (iii) os critérios para a preferência de um sistema em detrimento do outro.

Patel et al. (2009) realizou uma pesquisa para a avaliação de usabilidade de um *software* de auxílio a agricultores no país da Índia. Esta

pesquisa teve como principal propósito *comparar dois possíveis modos de entrada de dados utilizados em VUI via voz ou via telefone*. A metodologia de avaliação contou com o recrutamento de *45 usuários fazendeiros*. Para a avaliação de usabilidade, os usuários foram primeiramente submetidos a um *questionário pré-teste*. Depois, realizaram *três tarefas* e foram observados por dois avaliadores, que mediram a *capacidade de completude das tarefas, taxa de erros e duração da chamada*. Além disso, observaram *expressões faciais e comentários* durante a realização das tarefas. Por fim, avaliaram a satisfação subjetiva a partir de um *questionário pós-teste* com Escala Likert (LIKERT, 1932) de cinco pontos.

Salvador, Neto e Kawamoto (2010) apresentou o resultado da avaliação de um determinado produto de *software*, a partir de uma *Avaliação Heurística (AH)*. Esta abordagem consiste em uma técnica que tem o intuito de mensurar a usabilidade a partir de regras específicas, com baixo investimento financeiro, além de ser rápida e efetiva para avaliar o produto de *software* (CHEN e MACREDIE, 2005 apud Silveira, 2012).

A AH realizada por Salvador, Neto e Kawamoto (2010) foi baseada nas seguintes heurísticas, a saber: (i) feedback adequado; (ii) percepção e diversidade do usuário; (iii) minimização dos esforços de memorização; (iv) sentenças de saída apropriadas; (v) qualidade das saídas de voz; (vi) propriedade do reconhecimento de entradas; (vii) discurso natural do usuário; (viii) inicialização do diálogo e modo de interação adequada sobre como interagir com a aplicação; (ix) estrutura de diálogo natural; (x) orientação adequada de interface; (xi) menu de ajuda; (xii) prevenção; e (xiii) manipulação de erros. Estas heurísticas foram baseadas nas reinterpretções de Nielsen (1993), nas boas práticas de desenvolvimento apontadas por Komatani et al. (2003); Dybkjaer e Bernsen (2001) e Salvador, Neto e Kawamoto (2008). Com o intuito de realizar uma avaliação satisfatória, três especialistas participaram da avaliação.

No estudo desenvolvido por Silveira e Martini (2013), foi realizado

o melhoramento de uma tecnologia para interpretação de algoritmos matemáticos, o MATVOX, a fim de auxiliar indivíduos com deficiência visual no desenvolvimento de estudos, pesquisas e demais atividades referentes à área de Ciências Exatas.

Após o desenvolvimento da ferramenta, Silveira e Martini (2013) realizaram uma avaliação de usabilidade dividida em duas etapas: *Avaliação Heurística Participativa (AHP)* e *Testes com o usuário*. A primeira abordagem é uma técnica de inspeção quantitativa derivada da Avaliação Heurística (AH) de Nielsen (NIELSEN e MACK, 1994 APUD SILVEIRA, 2012). Esta extensão se dá a partir da adição de heurísticas orientadas ao processo e usuários especialistas no domínio na lista de inspetores especialistas da AH.

A segunda abordagem envolveu a participação de usuários potenciais, i.e., indivíduos com deficiência visual, indivíduos com conhecimento em matemática e/ou Informática, nos testes conduzidos. Cada usuário utilizou o produto por cerca de 20 minutos, e, posteriormente, discutiu sobre o uso do sistema com os desenvolvedores, abordando os pontos fortes e fracos do produto, os erros encontrados e as possíveis melhorias a serem incorporadas ao produto (SILVEIRA e MARTINI, 2013).

Wongkia, Naruedomkul e Cercone (2012) desenvolveu um sistema para auxiliar indivíduos com deficiência visual no estudo de Matemática chamado, o i-Math. A ferramenta servia como um leitor de expressões matemáticas. A saída era vocal (por síntese de voz) e a entrada pelo teclado.

Com o objetivo de avaliar se o i-Math produzia uma saída adequada, foram recrutados 6 *professores* (2 homens e 4 mulheres) e 78 *alunos* de duas escolas secundaristas da Tailândia. Os estudantes possuíam idades entre 12 e 20 anos. Do total de 78 estudantes, 52 eram cegos (17 homens e 35 mulheres) e 26 possuíam deficiência visual.

Os professores foram requisitados a prepararem folhetos com

várias expressões matemáticas empregando o *Microsoft Word* incorporado ao i-Math. Os participantes levaram o folheto para estudar em casa, após a aula. Pediu-se a cada um dos estudantes que lesse os testes, na velocidade que desejasse e quantas vezes quisesse, e escrevesse exatamente o que tinha escutado.

Para analisar as transcrições fornecidas pelos estudantes, selecionou-se alguns indicadores: (i) porcentagem de palavras que faltaram na transcrição feita pelo estudante (i.e., razão entre o número de palavras que faltaram/número total de palavras da expressão); (ii) porcentagem de palavras incorretas (i.e., palavras que os estudantes transcreveram diferente do que o i-Math vocalizou); (iii) razão entre o número de palavras incorretas o número total de palavras da expressão; e (iv) porcentagem de acurácia das palavras (i.e., razão entre o número de palavras escritas da mesma forma que foi dita pelo i-Math e o número total de palavras da expressão).

Após a realização dos testes com os participantes, foi solicitado aos estudantes e professores que respondessem um *questionário*, baseado na Tecnologia de Aceitação de Modelos (TAM), desenvolvido por Davis (1989), para sondar como os usuários aceitam e utilizam uma tecnologia logo que esta lhes é apresentada.

Foram administrados 2 questionários, um aos professores e outro aos alunos. O questionário continha sete questões, cada uma das quais dotada de uma escala de Likert de 5 pontos, com semântica diferencial (*Concordo Fortemente, Concordo, Neutro, Discordo e Discordo Fortemente*). Para os professores, foram questionadas suas opiniões sobre a utilização do programa pelos alunos, e.g., se eles achavam que a tecnologia ajudaria, se a recomendariam a outros professores, se a utilizariam em suas aulas. Por outro lado, para os alunos, questionou-se sobre a experiência de uso, e.g., se o produto era fácil de ser utilizado, se o auxiliavam nos estudos, se o recomendavam a outros colegas.

Morton et al. (2011) realizaram quatro estudos sobre a usabilidade

de um serviço bancário automático por telefone, no que diz respeito ao emprego de sintetizadores de voz. O sistema avaliado se comunicava com o usuário a partir de síntese de voz e utilizava reconhecimento de voz, de maneira que a interação com usuários podia ocorrer via voz. O objetivo do estudo foi investigar (i) a necessidade de fornecimento do nome das agências bancárias em que os usuários realizavam suas compras; (ii) a forma de *feedback* vocal mais adequada para fornecer essa informação adicional (i.e., voz gravada e/ou sintetizada); e (iii) o momento mais adequado para informar ao usuário o nome da companhia a qual se referia a transação.

Para cada um dos experimentos realizados por Morton et al. (2011), o mesmo procedimento de avaliação foi considerado. Os usuários receberam um cenário com compras em um *Shopping Center*. Solicitou-se a cada um dos usuários que realizasse duas chamadas para cada versão do serviço testada no experimento. Ao final de cada chamada, o usuário respondeu a um *questionário* sobre a usabilidade do serviço. Após a administração do questionário, os usuários foram entrevistados sobre cada uma das versões do sistema.

O questionário administrado possuía 22 questões, cada uma delas dotada de uma escala Likert (LIKERT, 1932) de 7 pontos. As questões abrangeram, principalmente, (i) questões cognitivas (e.g., nível de concentração e estresse do usuário ao interagir com a aplicação); (ii) o desempenho do sistema; (iii) a fluência e a transparência da aplicação (e.g., facilidade de interação); e (iv) a síntese de voz (e.g, clareza, dificuldade de entendimento).

No Quadro 1, resumiam-se, em ordem cronológica, as informações mais relevantes de cada uma das abordagens de avaliação discutidas anteriormente.

Quadro 1 – Síntese descritiva dos experimentos realizados em cada estudo

Autor	Descrição do experimento
Miranda e Alves (2001)	Abordagem qualitativa descritiva, composta de <i>observação direta e entrevistas</i> , visando a comparação de dois sistemas, um deles o DOSVOX. A amostra de usuários foi composta por <i>9 indivíduos com deficiência visual</i> .
Santos e Borges (2007)	Avaliação comparativa com vários produtos de <i>software</i> , a partir da realização de uma pesquisa de campo com <i>4 usuários com deficiência visual</i> , na qual solicitou-se a eles que <i>realizassem tarefas cotidianas</i> e respondessem um <i>questionário pra avaliação da satisfação subjetiva</i> .
Sousa (2008)	Avaliação de usabilidade qualitativa composta de <i>metodologia de avaliação cooperativa e entrevista estruturada</i> com os desenvolvedores do produto.
Patel et al. (2009)	Avaliação de usabilidade de uma aplicação destinada a agricultores, visando a <i>comparar os modos de entrada de dados via voz ou via telefone</i> . A avaliação contou com a participação de <i>45 usuários</i> e compôs-se de dois enfoques: <i>mensuração de desempenho dos usuários</i> (os usuários realizaram <i>três tarefas</i> e foram observados por 2 avaliadores, que mensuraram a <i>capacidade de completude das tarefas, taxa de erros e duração da chamada</i>) e (ii) <i>sondagem de satisfação subjetiva do usuário</i> (administração de <i>questionários pré e pós-teste, análise das expressões faciais e dos comentários</i>).
Salvador, Neto e Kawamoto (2010)	<i>Avaliação Heurística (AH)</i> fundamentada em 13 heurísticas de usabilidade.
Morton et al. (2011)	Avaliação de um serviço bancário automático via telefone. A abordagem dos estudos foi baseada em três métodos: <i>observação direta, questionário pós-teste e entrevista com os usuários</i> .
Wongkia, Naruedomkul e Cercone (2012)	Avaliação baseada na <i>observação direta</i> e na administração de <i>questionários pós-teste</i> . O estudo contou com a participação de 84 usuários (<i>6 professores e 78 estudantes com deficiência visual</i>).
Silveira e Martini (2013)	Avaliação de usabilidade baseada em <i>Avaliação Heurística Participativa (AHP)</i> e <i>testes com usuários</i> .

Nenhuma das avaliações de acessibilidade discutidas anteriormente apresenta uma metodologia fundamentada nos três pontos de vista, a saber: (i) *da indústria*, expresso por um diagnóstico do processo interativo por um especialista, com base em recomendações consensuais de um padrão ou um conjunto de padrões internacionais; (ii) *do especialista*, expresso sob a forma de uma análise do desempenho do usuário durante a realização de tarefas utilizando a aplicação; e (iii) *do usuário*, expresso pela visão do usuário sobre o processo interativo com a aplicação (RAMOS, 2011).

Além disso, as avaliações da bibliografia pesquisada,

fundamentadas no ponto de vista da indústria, não possuem uma modelagem da incerteza que possibilite a representação da incerteza inerente aos julgamentos de um especialista.

Diante do exposto, constata-se a relevância da proposição de uma metodologia de avaliação da acessibilidade de VUI, que possibilite a triangulação dos dados coletados no processo, segundo os pontos de vista da indústria, do usuário e do especialista, assim como a investigação da integração da modelagem da incerteza ao processo de *inspeção de conformidade do produto a padrões*. É pertinente ressaltar que os padrões de usabilidade e acessibilidade existentes refletem o ponto de vista da indústria em suas recomendações, as quais fundamentam, por sua vez, o ponto de vista do especialista sobre o produto inspecionado.

2.8 Redes Bayesianas

As redes semânticas são modelos matemáticos expressos por meio de grafos, cujos nodos representam os objetos do domínio e cujos arcos representam as relações binárias entre esses objetos. Quando as relações binárias adotam a implicação como principal relação de conexão entre os nodos, a estrutura é denominada *rede de implicação*, que passa a ser denominada *rede Bayesiana* quando envolve valores de probabilidade no relacionamento (RUSSELL e NORVIG, 2009; MENEZES et al., 2009).

Uma *Rede Bayesiana* (RB) pode ser definida como uma representação gráfica utilizada para modelar o conhecimento incerto ou incompleto, a partir da Teoria da Probabilidade de Bayes (RUSSEL e NORVIG, 2009). A RB pode ser modelada a partir de um grafo acíclico direcionado (DAG), no qual os nodos representam as variáveis aleatórias e os arcos, por sua vez, representam a dependência causal entre as variáveis do domínio específico. Associados a cada nodo estão os estados da variável que este representa, bem como uma tabela de probabilidades condicionais, que permite quantificar os efeitos que os nodos pais exercem sobre os nodos filhos, i.e., $P(X_i | \text{pais}(X_i))$. Assim, é correto afirmar que a

distribuição conjunta de todas as variáveis (X_1, X_2, \dots, X_n) , em que n é o número de variáveis, de uma Rede Bayesiana é definida a partir da Eq. 1.

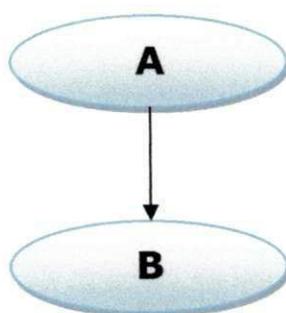
$$P(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | \text{pais}(X_i)) \quad (1)$$

Na Figura 1, apresenta-se um exemplo de Rede Bayesiana, o qual corresponde à inspeção de um produto a uma recomendação da Parte 171 (*Guia de acessibilidade de software*) do padrão internacional ISO 9241.

Durante o processo de inspeção de conformidade, para cada recomendação, o avaliador/especialista deve decidir: (i) se a recomendação é *aplicável* ao produto; e (ii) dado que ela é aplicável, se o produto *adotou* a recomendação.

Ao tomar cada uma dessas decisões, o especialista atribui um *grau de certeza* a cada uma de suas respostas (i.e., "eu acredito que a recomendação 3.1.1 é aplicável a esse produto com 90% de certeza"). Assim, a fim de determinar o *grau de certeza* (*crença*) associado à inspeção de cada recomendação, modelou-se uma RB (vide Figura 1).

Figura 1 - Rede Bayesiana da recomendação da parte 171 do padrão internacional ISO 9241



Nó A: Aplicabilidade da recomendação ao produto.
Nó B: Adoção do produto à recomendação.

O *grau de certeza* da recomendação da parte 171 do padrão internacional ISO 9241, i.e., $P(A, B)$, é calculada a partir a partir da Eq. 2.

$$g_c = P(A, B) = P(B|A) \times P(A) \quad (2)$$

Conforme descrito anteriormente, no processo de inspeção de conformidade, as decisões de um especialista acerca das questões de aplicabilidade e adoção de uma dada recomendação são expressas a partir de uma relação condicional, em que a decisão da adoção do produto à recomendação depende da aplicabilidade da recomendação ao produto.

Adicionalmente, o método de inspeção de conformidade convencional é um processo de avaliação subjetiva, que não permite ao avaliador expressar os graus de certeza de suas decisões, quando estas são tomadas com base em informações incertas (e.g., fonte pesquisada) ou quando o seu conhecimento acerca do produto inspecionado é insuficiente.

Assim, torna-se relevante a integração da modelagem da incerteza, via Redes Bayesianas, ao processo convencional de inspeção da conformidade do produto a padrões, a fim de evidenciar a incerteza inerente às decisões de um dado avaliador.

2.9 Considerações Finais

O principal objetivo deste capítulo foi explicitar ao leitor a fundamentação teórica necessária à condução da pesquisa.

No próximo capítulo, descreve-se a metodologia original proposta por Queiroz (2001) para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário para aplicações *desktop*, assim como a instância proposta por Ramos (2011) para a avaliação de acessibilidade de *websites*.

Por fim, descreve-se a abordagem multidimensional proposta nesta pesquisa e destinada à avaliação de interfaces vocais, a qual incorpora a modelagem da incerteza ao enfoque de inspeção de conformidade do produto a padrões.

Capítulo 3

Abordagem Multidimensional para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário

3.1 Considerações Iniciais

Este capítulo foi subdividido em três seções, conforme descrito a seguir. Na primeira seção, descreve-se a abordagem multidimensional original, proposta por Queiroz (2001) para a avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações *desktop* e fundamentada em três enfoques de avaliação, a saber: (i) *inspeção de conformidade do produto a um padrão*; (ii) *mensuração de desempenho do usuário durante a utilização do produto*; e (iii) *mensuração da sondagem da satisfação subjetiva do usuário com o produto*.

Na seção seguinte, descreve-se a abordagem de avaliação proposta por Ramos (2011) e fundamentada na abordagem proposta por Queiroz (2001), todavia com foco destinado à avaliação da acessibilidade de interfaces com o usuário para aplicações *Web*.

As duas metodologias supracitadas serviram de fundamentação para a abordagem ora proposta para a avaliação de interfaces vocais com usuário para aplicações *desktop*, descrita na terceira seção deste capítulo.

3.2 Abordagem Multidimensional de Queiroz (2001)

Em sua pesquisa, Queiroz (2001) realizou um estudo da importância do atributo central de cada enfoque considerado em sua proposta a partir da análise da influência das confrontações do *desempenho* e da *satisfação subjetiva dos usuários*, do *desempenho dos usuários* e do *grau de adequação de um produto a um padrão* e, por fim, da *satisfação subjetiva*

dos usuários e do grau de adequação de um produto a um padrão¹⁴.

Conforme ilustrado na Figura 2, Queiroz (2001) propôs uma metodologia híbrida, fundamentada tanto na interação usuário-produto, quanto na inspeção do produto por especialistas.

Figura 2 - Abordagem híbrida proposta por Queiroz (2001)



Nas próximas seções, será descrito o procedimento metodológico empregado por Queiroz (2001), para a avaliação da usabilidade de aplicações *desktop*, em cada um dos três enfoques supracitados.

3.2.1 Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões

A *inspeção de conformidade do produto a um padrão* consiste em uma inspeção de usabilidade baseada na verificação da conformidade do produto-alvo à luz de sugestões, diretrizes e recomendações de um

¹⁴ **Grau de adequação a um padrão** para a Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões, **satisfação subjetiva do usuário** para a Sondagem de Satisfação Subjetiva do Usuário e **desempenho do usuário** para a Mensuração do Desempenho do Usuário.

padrão consensual da área (QUEIROZ, 2001). O padrão adotado na metodologia proposta por Queiroz (2001) foi o padrão internacional ISO 9241.

O padrão ISO 9241, originalmente intitulado *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)*¹⁵, atualmente intitula-se *Ergonomics of human-system interaction*¹⁶ (ISO 9241, 2008). Na época em que foi proposta a metodologia original, o padrão possuía dezessete partes, das quais as nove primeiras referiam-se a aspectos ergonômicos de *hardware* (fragmentadas em considerações introdutórias, orientações sobre requisitos de tarefas e ergonomia de estações de trabalho e *hardware*) e as demais partes (10 a 17) a aspectos ergonômicos de *software* (vide Quadro 2).

Quadro 2 - Essência das partes do padrão ISO 9241

Parte	Foco do padrão
1:1997	Introdução
2:1992	Requisitos de tarefas
3:1992 4:1998 7:1998 8:1997 9:2000	<i>Hardware</i>
5:1998 6:1999	Estações de trabalho e terminais
10:1996 11:1998 12:1998 13:1998 14:1997 15:1997 16:1999 17:1999	<i>Software</i>

Fonte: Adaptado de QUEIROZ (2001).

De acordo com Queiroz (2001), o processo de inspeção deve ocorrer logo após a definição do produto a ser avaliado (i.e., a interface de uma aplicação de *software*, um dispositivo de entrada ou de saída) e das partes do padrão a ser utilizado na inspeção de conformidade (no processo

¹⁵ Especificações ergonômicas para o trabalho com terminais de vídeo.

¹⁶ Ergonomia de interações humano-computador.

de validação de sua abordagem, QUEIROZ (2001) adotou partes do padrão ISO 9241).

Em virtude do aplicativo alvo da avaliação oferecer três modos de interação - (i) menus; (ii) linguagem de comandos; e (iii) manipulação direta, Queiroz (2001) utilizou as Partes 14 (*Diálogos via menus*) (ISO 9241, 1997), 16 (*Direct manipulation dialogues*) (ISO 9241, 1999) e 17 (*Diálogos via preenchimento de formulários*) (ISO 9241, 1998b) do Padrão ISO 9241. A Parte 11 (*Guia de usabilidade*) (ISO 9241, 1998) foi escolhida para dar suporte ao processo de avaliação como um todo, em razão de suas orientações sobre a avaliação da usabilidade em termos de medidas de desempenho e da satisfação subjetiva do usuário (QUEIROZ, 2001).

3.2.2 Mensuração do Desempenho do Usuário

O enfoque da *mensuração do desempenho do usuário* permite ao avaliador, a partir de ensaios de usabilidade, a coleta e posterior análise de indicadores quantitativos que reflitam o desempenho do usuário durante a realização de tarefas representativas utilizando o produto avaliado.

Segundo Queiroz (2001), a definição de metas quantitativas de usabilidade se afiguram relevantes ao processo de avaliação pois, por meio delas, é possível: (i) realizar a verificação de produtos, no tocante a adoção de especificação de usabilidade; (ii) dar suporte a tomadas de decisões de projeto; e (iii) quantificar as componentes de usabilidade, eficiência e eficácia.

Na abordagem original, foram definidos cinco indicadores quantitativos para a mensuração do desempenho do usuário durante o uso do produto (ver Quadro 3).

Quadro 3 – Indicadores definidos na etapa de mensuração de desempenho da metodologia original

Indicador quantitativo	Componente de usabilidade
Tempo de conclusão da tarefa	Eficiência
Número de ações incorretas	Eficácia
Número de opções incorretas	
Número de erros repetidos	
Número de consultas à ajuda	

No que concerne aos indicadores qualitativos, Queiroz (2001) considerou (i) a facilidade de uso do produto e (ii) a facilidade de execução da tarefa, os quais foram coletados a partir das seguintes técnicas, durante as sessões de testes de usabilidade: (i) observação direta com registro em vídeo do uso do produto; (ii) verbalização informal das ações; e (iii) análise retrospectiva dos registros em vídeo.

3.2.3 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário

O enfoque da *sondagem da satisfação subjetiva do usuário* consiste na análise das atitudes, opiniões e preferências do usuário, acerca do uso do produto avaliado (QUEIROZ, 2001).

Os instrumentos da sondagem da satisfação subjetiva desenvolvidos e administrados no contexto da metodologia original foram:

- O questionário *DePerUSI* (Delineamento de Perfil do Usuário de Sistemas Interativos) foi administrado antes da condução do ensaio de usabilidade. Este instrumento contemplou questões referentes (i) às características físicas; (ii) ao conhecimento e à experiência; e (iii) à tarefa e ao trabalho do usuário de teste. A partir dos dados coletados por meio do *DePerUSI*, o perfil do usuário típico do universo amostral foi delineado;

- O questionário OpUS (Opinião do Usuário de Software) foi administrado imediatamente após a etapa de mensuração de desempenho do usuário. Esse instrumento contemplou três seções de questões: (i) O Produto – Uso e Navegação; (ii) O Produto - Documentação online e offline; e (iii) Você e o Produto (i.e., questões que expressassem o “sentimento” do participante sobre nuances de aspectos mensurados em seções anteriores, além de aspectos relacionados à aceitação do produto pelos participantes).

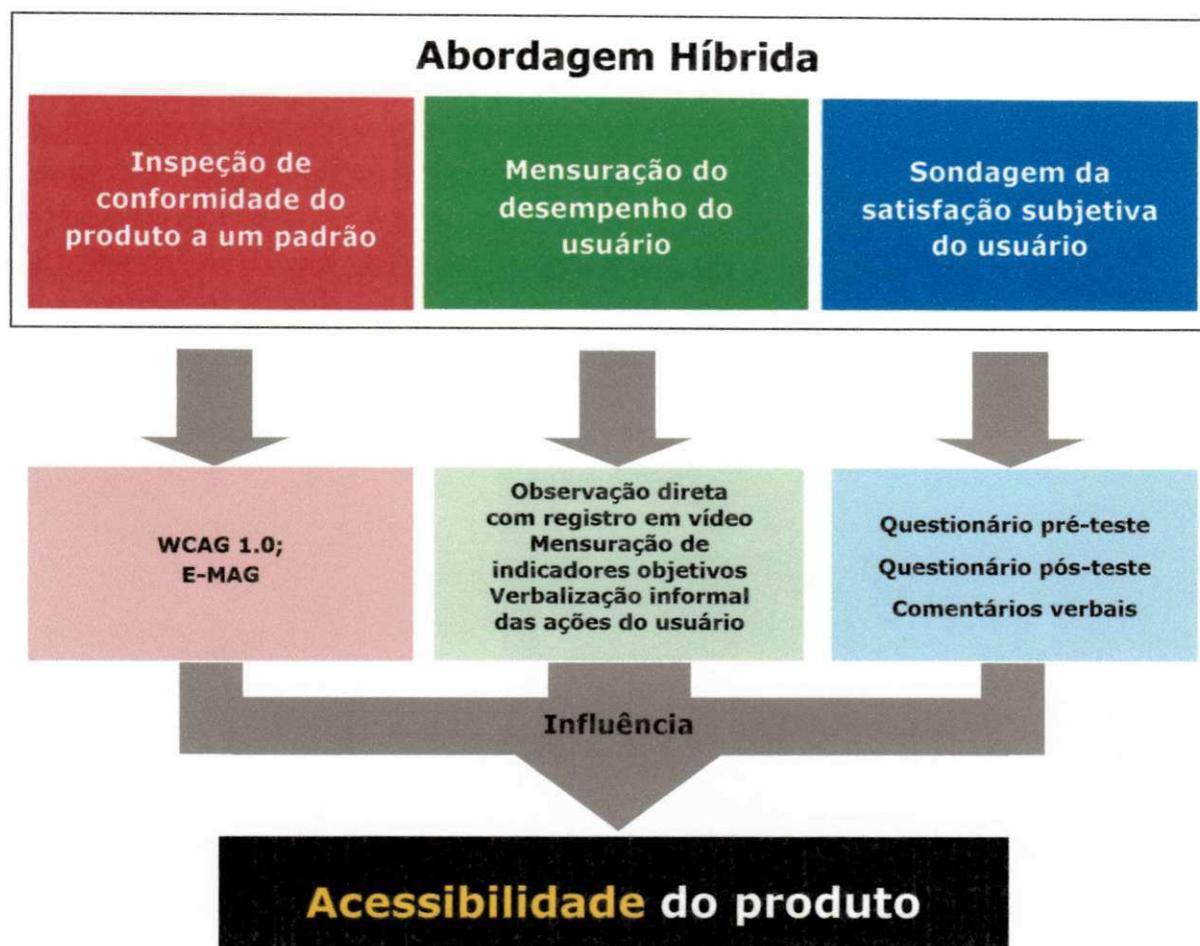
- Além dos questionários pré e pós-teste, outros indicadores da satisfação subjetiva do usuário foram utilizados na metodologia original, a saber: (i) respostas verbais coletadas em entrevistas informais; (ii) índice de satisfação subjetiva, obtido a partir dos dados coletados resultantes da administração do questionário OpUS; e (iii) comentários verbais dos usuários durante a realização de tarefas.

3.3 Abordagem Multidimensional para a Avaliação de Interfaces para Aplicações Web

Ramos (2011) instanciou a abordagem proposta por Queiroz (2001) e propôs uma abordagem multidimensional para avaliar a acessibilidade de interfaces com o usuário de aplicações *Web*.

Da mesma forma que a abordagem original, a abordagem proposta por Ramos (2011) fundamenta-se em três pontos de vista (vide Figura 3): (i) da *indústria*, expresso sob a forma da avaliação do produto por um especialista, baseado em padrões internacionais ou recomendações consensuais da área; (ii) do *especialista*, expresso a partir da análise do desempenho do usuário durante a realização de tarefas representativas utilizando o produto; e (iii) do *usuário*, expresso a partir da opinião sobre a interação com o produto.

Figura 3 - Descrição da abordagem adaptada por Ramos (2011) para a avaliação de aplicações Web



O foco da pesquisa de Ramos (2011) recaiu sobre usuários com deficiência visual. Diferentemente de Queiroz (2001), que propôs uma abordagem para a avaliação da usabilidade de aplicações *desktop*, Ramos (2011) teve seu estudo direcionado para a questão da acessibilidade de interfaces *Web* para usuários com deficiência visual.

Por sua vez, para a validação da abordagem proposta, Ramos (2011) realizou a avaliação de um *website*. Neste estudo de caso, consideraram-se três grupos de usuários: (i) cegos; (ii) baixa visão; e (iii) sem deficiência visual. Além disso, para a comparação do desempenho dos usuários com diferentes experiências, Ramos (2011) considerou usuários com perfis de iniciantes ou experientes.

Nas subseções a seguir, descrevem-se os detalhes considerados

por Ramos (2011) em cada enfoque.

3.3.1 Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões

Na adaptação da abordagem híbrida original para o contexto de interfaces de aplicações *Web*, Ramos (2011) não utilizou os mesmos padrões utilizados por Queiroz (2001), pois o padrão ISO 9241 não abrangia o contexto de acessibilidade em aplicações *Web*. Embora existissem muitos padrões destinados a promover a acessibilidade de *websites*, Ramos (2011) utilizou os padrões WCAG 1.0 e o e-MAG.

Os documentos das diretrizes de acessibilidade ao conteúdo da *Web* (*Web Content Accessibility Guidelines - WCAG*) são direcionados para assistir (i) os desenvolvedores de conteúdo e de ferramentas para a *Web*; (ii) os avaliadores da acessibilidade de interfaces *Web*; ou (iii) qualquer indivíduo que precise de um padrão destinado à acessibilidade de interfaces *Web* (W3C, 1999).

O WCAG 1.0 é composto por um conjunto de 14 guias contendo princípios gerais para o desenvolvimento de projetos acessíveis. Estes princípios norteiam os projetistas a construir *websites* cuja transformação seja harmoniosa e cujo conteúdo seja compreensível e navegável (W3C, 1999).

Em 2008, o WCAG foi atualizado para a versão 2.0, que abrange 12 guias organizadas em 4 princípios, a saber (W3C, 2008):

- Princípio 1 – *Perceptível*: as informações disponibilizadas em páginas *Web* devem ser apresentadas por meios que todos os usuários possam percebê-las (e.g., fornecer alternativa em formato textual para qualquer informação não textual);
- Princípio 2 – *Operável*: os componentes e a navegação da página *Web* precisam ser operáveis (e.g., tornar toda funcionalidade acessível por meio do teclado);
- Princípio 3 – *Entendível*: a interface *Web* e todo o conteúdo da página devem ser entendíveis (e.g., os usuários devem ter acesso a um

mecanismo que os mostre as definições de todas as abreviaturas que apareçam no conteúdo); e

- Princípio 4 – *Robusto*: o conteúdo da interface *Web* deve ser robusto e conciso, de maneira que os agentes dos usuários consigam interpretá-los inteiramente (e.g., maximizar a compatibilidade entre as tecnologias assistivas futuras e atuais).

Por sua vez, o Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico (E-MAG) compreende um conjunto de recomendações destinado a auxiliar projetistas e desenvolvedores a produzirem *websites* do governo brasileiro de maneira fácil e padronizada (E-MAG, 2011).

Apesar de ser um padrão nacional, desenvolvido para atender às necessidades das aplicações *Web* do governo brasileiro, o e-MAG se encontra em conformidade com os padrões internacionais. A versão mais atual do padrão (3.0), construída em 2008, baseou-se não apenas na versão anterior, mas também em outras pesquisas da área de acessibilidade *Web* (E-MAG, 2011).

Devido à complexidade do *website* escolhido como produto da avaliação e à grande quantidade de ferramentas automáticas disponíveis para auxiliar os processos de avaliação da acessibilidade *Web*, Ramos (2011) optou por utilizar uma ferramenta que automatizasse o processo de inspeção de conformidade do produto aos padrões supracitados.

Após uma análise entre as vantagens e desvantagens das ferramentas existentes na literatura da área, Ramos (2011) decidiu incorporar ao processo de avaliação a ferramenta daSilva (DaSILVA, 2010), por ser a ferramenta consensual da área, de acordo com as recomendações da WCAG 1.0 e e-MAG, além de possuir uma interface gráfica que sinaliza o local exato do erro de acessibilidade no código da página (RAMOS, 2011).

3.3.2 Mensuração de Desempenho

O segundo enfoque da abordagem proposta por Ramos (2011) consistiu

na *mensuração do desempenho do usuário*, a partir de duas técnicas, a saber: (i) observação direta em campo com registro em vídeo e (ii) verbalização informal das ações do usuário.

As avaliações de campo conduzidas por Ramos (2011) tiveram como principal objetivo a observação do usuário em seu contexto de trabalho, a partir da administração de testes a usuários potenciais, com a mínima interferência possível do avaliador. Ramos (2011) utilizou uma aplicação de *software* para a captura da tela do computador e câmeras para o registro em vídeo das sessões de teste.

Durante a realização dos testes com usuários potenciais, Ramos (2011) analisou o desempenho dos usuários, de acordo com indicadores quantitativos e qualitativos. No que se refere aos indicadores quantitativos (objetivos), Ramos (2011) utilizou os mesmos indicadores utilizados por Queiroz (2001). Em relação aos indicadores qualitativos (subjetivos), foram considerados quatro, a saber: (i) facilidade de uso do *website*; (ii) facilidade de preenchimento de formulários; (iii) facilidade de compreensão dos termos e símbolos do *website*; e (iv) facilidade de compreensão das mensagens de erro e/ou advertência do *website*.

No que se refere à verbalização informal das ações (*informal think aloud*), essa técnica consiste no relato do usuário das sequências de ações por ele empregadas durante a realização das tarefas de teste com o produto avaliado. Previamente à realização do teste de acessibilidade com o usuário, Ramos (2011) pediu a cada um deles que verbalizasse suas ações durante a realização das tarefas de teste.

Vale salientar que a verbalização informal das ações mostra-se muito importante para o processo de avaliação, pois permite ao avaliador entender o modelo mental do usuário e identificar falhas de usabilidade e acessibilidade (PETRIE e BEVAN, 2009).

3.3.3 Sondagem de Satisfação Subjetiva do Usuário

O enfoque da *sondagem de satisfação subjetiva do usuário* conduzido por Ramos (2011) foi realizado em conjunto com a mensuração de desempenho do usuário.

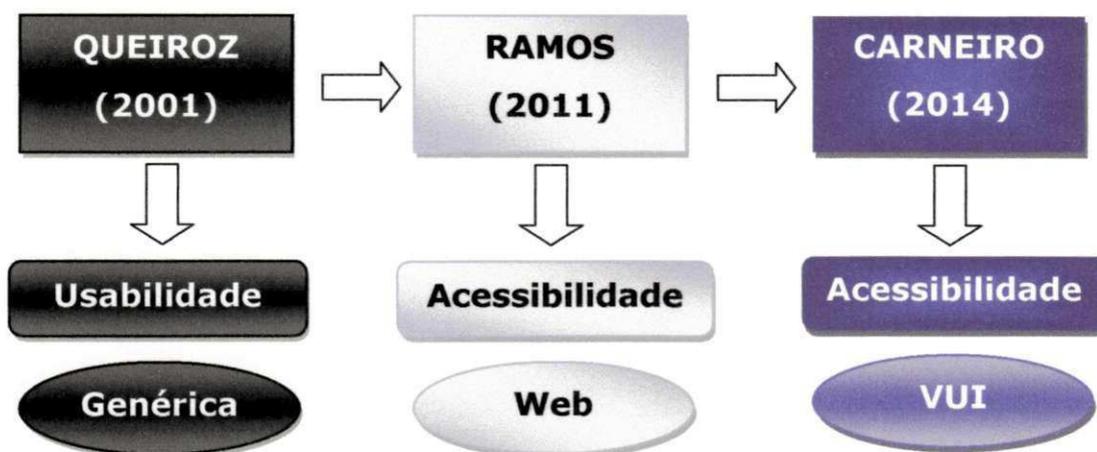
Neste enfoque, Ramos (2011) utilizou duas técnicas de avaliação: (i) questionários e (ii) anotação de comentários verbais dos usuários sobre o produto. Estas técnicas foram administradas em três momentos dos testes de acessibilidade: (i) antes da mensuração de desempenho do usuário (administração do questionário pré-teste); (ii) durante a mensuração de desempenho do usuário (anotação de comentários verbais sobre o produto); e (iii) depois da mensuração de desempenho do usuário (administração do questionário pós-teste).

Para a construção e administração dos questionários, Ramos (2011) contou com o suporte da ferramenta WebQuest (OLIVEIRA, 2005), que consiste em uma tecnologia desenvolvida para auxiliar projetistas e avaliadores de interfaces no delineamento de perfil do usuário e na sondagem da satisfação subjetiva do usuário (OLIVEIRA, 2005; BARBOSA, 2010). O Webquest possibilita calcular um índice de satisfação subjetiva do usuário. Assim sendo, Ramos (2011) pôde comparar a satisfação subjetiva de cada grupo de usuários considerado.

3.4 Abordagem Multidimensional para a Avaliação da Acessibilidade de Interfaces Vocais com o Usuário

A abordagem proposta por Ramos (2011) instanciou a abordagem original no contexto da acessibilidade à *Web*. A abordagem ora proposta adapta a abordagem proposta por Ramos (2011) para a acessibilidade de VUI (ver Figura 4).

Figura 4 - Descrição da abordagem multidimensional estendida para a avaliação da acessibilidade de VUI



Embora a abordagem multidimensional para a avaliação da acessibilidade de VUI tenha mantido os mesmos enfoques propostos nas metodologias descritas anteriormente, algumas modificações podem ser observadas nas técnicas utilizadas durante o processo de avaliação, principalmente no que diz respeito ao enfoque de inspeção de conformidade do produto a padrões.

Nas subseções a seguir, será detalhado cada enfoque que compõe a abordagem metodológica proposta neste documento.

3.4.1 Inspeção de Conformidade do Produto a Padrões

A *inspeção de conformidade* é passível de ser realizada antes, durante ou depois da realização da Mensuração do Desempenho e da Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário com relação ao produto avaliado. Neste estudo, a inspeção de conformidade foi realizada após a realização dos enfoques que envolveram a participação de usuários reais.

No que concerne à inspeção de conformidade das aplicações com VUI, investigou-se a adequação das partes do padrão ISO 9241 - *Ergonomics of human-system interaction* (Ergonomia da interação homem-computador) ao contexto das VUI.

Nesta pesquisa, verificou-se a adequação das partes referentes à

avaliação da usabilidade, bem como a adequação da parte específica à avaliação da acessibilidade de sistemas computacionais.

No que diz respeito às partes do padrão ISO 9241 referentes à usabilidade, verificou-se a adequação das partes 14 - *Menu dialogues (Diálogos via menus)* (ISO 9241, 1997) e 17 - *Form-filling dialogues (Diálogos via preenchimento de formulários)* (ISO 9241, 1998b), uma vez que a interface do produto avaliado possuía diálogos com usuário a partir de painéis de menus e preenchimento de formulários.

No que diz respeito à parte referente à acessibilidade de *software*, utilizou-se a Parte 171 - *Guidance on software accessibility* (Guia de acessibilidade de *software*) do padrão internacional ISO 9241 (ISO 9241, 2008). A Parte 171 do padrão ISO 9241 provê especificações ergonômicas relativas ao projeto de *software* acessível em qualquer contexto, incorporando aspectos associados ao projeto de *software* acessível para indivíduos com deficiência (física/sensorial/auditiva/visual) (ISO 9241, 2008).

Como forma de sumarização dos resultados da inspeção, a ISO recomenda o cálculo da Taxa de Adoção (*TA*). Nesta pesquisa, além desta taxa, propõe-se o cálculo do Grau de Crença Médio (*GCM*), como forma de sumarização da incerteza associada aos julgamentos do avaliador durante o processo de inspeção.

I Cálculo das TA Associadas às Inspeções às Partes 14, 17 e 171 do Padrão ISO 9241

O cálculo da Taxa de Adoção (*TA*) da parte 171 do padrão internacional ISO 9241 (ISO 9241, 2008) diferencia-se das partes 14 e 17, em virtude da diferença no formato de suas listas de inspeção.

No que se refere à *adoção (Adherence)* das recomendações consideradas aplicáveis ao produto, no processo de inspeção de conformidade às partes 14 e 17, o especialista somente decide se a recomendação foi adotada pelo produto ou não - P (i.e., *Pass*) ou F (i.e.,

Fail) (vide Figura 5). Por sua vez, na inspeção de conformidade à parte 171 (ISO 9241, 2008), o especialista deve decidir se a recomendação foi *totalmente* adotada (*Yes*), *parcialmente* adotada (*Partially*) e *não* adotada (*No*) (vide Figura 6).

Figura 5 - Trecho da lista de inspeção da parte 14 do padrão ISO 9241

Recommendations	Applicability									Adherence						Comments (including sources)
	Results		Method used							Method used					Results	
	Y	N	S	D	U	A	E	DM	M	O	D	A	E	DM	P	
5	Menu structure															
5.1	Structuring into levels and menus															
5.1.1	Cooperative categories															
	Options arranged into conventional or natural groups, as															
5.1.2	Logical categories															
	Ordered in a manner which is unambiguous and easily learned by the user population; levels named; number of options numbered, or															

Figura 6 - Trecho da lista de inspeção da parte 171 do padrão ISO 9241

Clause/subclause of this part of ISO 9241	Applicability		Conformance			
	Yes/No	Reason not applicable	Yes	Partially	No	Comments
8	General guidelines and requirements					
8.1	Names and labels for each user-interface elements					
8.1.1	Y					
8.1.2						

Portanto, a *TA* das partes 14 e 17 compreende a razão percentual do número de recomendações adotadas pelo produto (*D*) pelo número de recomendações julgadas aplicáveis ao contexto do produto (*P*), de acordo com a Eq. 3.

$$TA = \frac{D}{P} \times 100\% \quad (3)$$

Por sua vez, na parte 171 do padrão internacional ISO 9241 (ISO 9241, 2008), a *TA* se subdivide em duas taxas: *Taxa de Adoção Total* (TA_t) e *Taxa de Adoção Parcial* (TA_p). A TA_t corresponde à razão percentual do número de recomendações totalmente adotadas pelo produto (D_t) pelo número de recomendações aplicáveis ao contexto do produto (P). Por sua vez, a TA_p compreende a razão percentual do número de recomendações parcialmente adotadas pelo produtos (D_p) pelo

número de recomendações aplicáveis ao contexto do produto (P). Assim a TA_t e a TA_p são definidas, respectivamente, a partir das Eqs. 4 e 5.

$$TA_t = \frac{D_t}{P} \times 100\% \quad (4)$$

$$TA_p = \frac{D_p}{P} \times 100\% \quad (5)$$

Embora as taxas de adoção exibam o percentual de recomendações (parcialmente ou totalmente) incorporadas à determinada(s) parte(s) do padrão internacional ISO 9241, Queiroz (2001) afirmou que estas taxas devem ser interpretadas como um mero indicador numérico, dado que elas sumarizam os resultados dos *juízos subjetivos de um avaliador ou de um grupo de avaliadores* a luz de um conjunto de recomendações relativas a determinado(s) aspecto(s) de *software* ou *hardware*.

A subjetividade inerente às respostas (decisões) de um avaliador no processo de inspeção de conformidade está relacionada aos critérios considerados em sua tomada de decisões (e.g., experiência do avaliador, conhecimento a respeito do produto avaliado, acurácia da(s) fonte(s) consultada(s)). Assim, cada decisão acerca da aplicabilidade e adoção das recomendações estará associada a um nível de incerteza, determinado de acordo com o conhecimento do avaliador (MENEZES et al., 2009).

II Cálculo da GCM Associado às Inspeções de Conformidade às Partes 14, 17 e 171 do Padrão ISO 9241

Visando a evidenciar a incerteza inerente ao processo de inspeção de conformidade do produto a padrões, incorporou-se ao enfoque uma modelagem utilizando Redes Bayesianas (ver seção 2.7), devido à relação de dependência condicional entre as variáveis de aplicabilidade e adoção (conformidade) das recomendações e a este tipo de estrutura ser capaz de fornecer uma especificação concisa de qualquer distribuição de

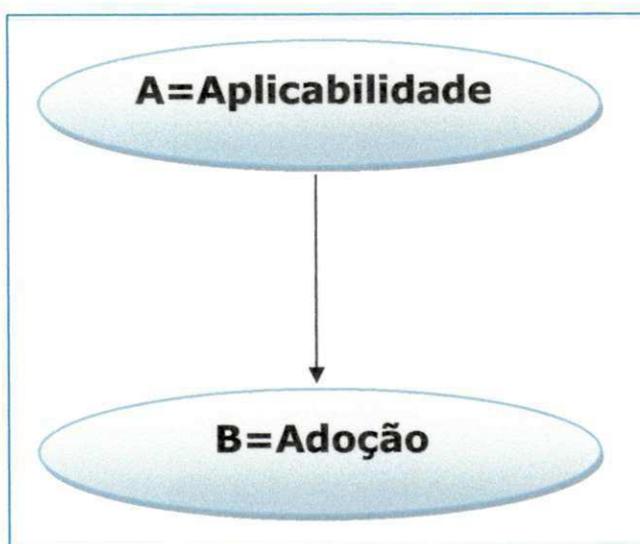
probabilidade conjunta total¹⁷ (RUSSEL e NORVIG, 2009).

A distribuição de probabilidade conjunta das variáveis X_1, X_2, \dots, X_n é definida por $P(X_1, X_2, \dots, X_n)$, que é igual ao produto das probabilidades condicionais de todos os nós, dados os valores dos seus nós pais, conforme foi definido na Eq. 1.

A modelagem proposta nesta pesquisa foi inspirada no cálculo do grau de certeza associado às recomendações concebido por Menezes et al. (2009), e consistiu em considerar as decisões do especialista como eventos e a probabilidade da ocorrência do evento (0 a 100%), o grau de certeza associado à decisão do avaliador. Assim, no processo de inspeção de conformidade, cada decisão do avaliador sobre a aplicabilidade e adoção de cada recomendação será acompanhada de um *grau de certeza* (i.e., *100% - grau de incerteza*) associado.

Na Figura 7, exibe-se o modelo considerado para o cálculo do grau de certeza de cada recomendação.

Figura 7 - Rede Bayesiana que modela as recomendações das partes 14, 17 e 171 do padrão ISO 9241



Observando a Figura 7, verifica-se a relação condicional entre os

¹⁷ Distribuição de probabilidade para um conjunto composto de duas ou mais variáveis (RUSSEL e NORVIG, 2009).

critérios de aplicabilidade e adoção das recomendações das partes do padrão ISO 9241. Em inspeções de conformidade, uma recomendação aplicável ao contexto de um produto pode ser adotada ou não pelo produto. Por outro lado, se a recomendação não for aplicável, ela não deverá ter sido adotada pelo produto avaliado.

Portanto, considerando que cada decisão do avaliador está associada a um grau de certeza $P(X = \text{decisão})$, é possível modelar o grau de certeza de cada recomendação (g_c) a partir da Eq. 6.

$$g_c = P(B = \text{decisão} \mid A = \text{decisão}) \quad (6)$$

Além disso, ao final do processo de inspeção de conformidade, propõe-se o cálculo do grau de certeza médio (GCM - *Grau de Crença Médio*) para cada lista de inspeção avaliada, conforme definido na Eq. 7.

$$GCM = \frac{\sum_{i=1}^n g_{ci}}{n}, \quad (7)$$

na qual:

n é o número de recomendações da lista de inspeção;

g_{ci} é o grau de certeza da recomendação i .

Portanto, em inspeções de conformidade que considerem a modelagem da incerteza, o avaliador deverá disponibilizar além do resultado convencional (TA), o GCM , a fim de explicitar o grau de certeza associado ao seu diagnóstico.

3.4.2 Mensuração do Desempenho do Usuário

O objetivo da etapa de *mensuração de desempenho do usuário* foi observar o usuário em seu ambiente real de trabalho, executando tarefas representativas com o produto avaliado.

Durante os testes de acessibilidade, além de observar o usuário com o mínimo de interferência possível, o avaliador pode fazer anotações

sobre o comportamento do usuário ou sobre qualquer aspecto que ache relevante para a avaliação. Além disso, o uso de câmeras para gravações de vídeos e programas que registrem dados do sistema (*system log files*) também se afiguram relevantes ao processo de avaliação, pois facilitam a documentação das seções de teste e ajudam na sumarização dos resultados.

O avaliador também pode pedir para os participantes verbalizarem suas ações (*think aloud*) enquanto realizam suas tarefas. Conforme mencionado anteriormente, isto permite que o avaliador entenda o modelo mental do usuário e identifique falhas de acessibilidade e usabilidade porventura existentes na interface (PETRIE e BEVAN, 2009).

Durante a sessão de teste, o usuário deve realizar as tarefas sem qualquer interrupção, exceto se algo inesperado ocorrer (e.g., o registro do vídeo for interrompido ou o sistema reiniciar, por alguma razão inesperada) ou o participante precisar de informação ou suporte técnico para realizar a tarefa (PETRIE e BEVAN, 2009).

É importante salientar que avaliações da acessibilidade de produtos que incluam usuários potenciais podem ser conduzidas em todas as fases do ciclo de vida do produto e são importantes porque provêm evidências sobre a usabilidade e a acessibilidade de um sistema em uso real por uma população-alvo (PETRIE e BEVAN, 2009).

No que concerne à mensuração do desempenho do usuário, foram coletados dados durante as seções de teste de acessibilidade, a partir de três técnicas, a saber: (i) observação direta com registro em vídeo; (ii) verbalização informal das ações (*think aloud*); e (iii) análise retrospectiva de vídeo.

Por sua vez, em relação aos indicadores quantitativos (objetivos) verificou-se que para o escopo desta pesquisa, os indicadores quantitativos objetivos) considerados por Queiroz (2001) e Ramos

(2011)¹⁸ seriam suficientes para analisar o desempenho dos usuários. No que diz respeito aos indicadores qualitativos (subjetivos), além dos indicadores considerados por Queiroz (2001)¹⁹, adaptaram-se os indicadores utilizados por Ramos (2011) para o contexto de VUI e incluiu-se o indicador *eficiência da ajuda disponibilizada pelo produto*. Assim, os indicadores qualitativos utilizados foram: (i) facilidade do uso do produto avaliado; (ii) facilidade de execução da tarefa; (iii) facilidade de uso do(s) mecanismo(s) de entrada de dados; (iv) facilidade de uso do(s) mecanismo(s) de saída de dados; (v) facilidade de compreensão dos termos do produto; (vi) facilidade de compreensão das mensagens de erro e advertências do produto; e (vii) eficiência da ajuda disponibilizada pelo produto.

3.4.3 Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário

Para o enfoque de *sondagem da satisfação subjetiva do usuário*, foram coletados dados a partir de três métodos: (i) administração de questionários (i.e., *pré-teste*, administrado na etapa de recrutamento dos usuários, a fim de delinear o perfil do usuário; e *pós-teste*, administrado imediatamente após a etapa de mensuração de desempenho do usuário, a fim de sondar a satisfação subjetiva do usuário com o produto avaliado); (ii) entrevista não estruturada, realizada após a execução do questionário pós-teste; e (iv) comentários verbalizados realizados durante a execução da tarefa.

Assim como Ramos (2011), também utilizou a ferramenta WebQuest (OLIVEIRA, 2005) para apoiar o processo de coleta de dados e auxiliar no cálculo do índice de satisfação subjetiva para cada grupo de usuários.

Para preencher o questionário, além de escolher uma resposta para cada item, o usuário foi instruído pelo avaliador a atribuir um grau de

¹⁸ Tempo de conclusão da tarefa, número de ações incorretas, número de opções incorretas, número de erros repetidos e número de consultas à ajuda.

¹⁹ Facilidade e execução da tarefa e facilidade de uso do produto.

importância (entre 0 e 10), variantes em intervalos de 1, a cada aspecto sondado.

A partir das informações coletadas, é possível calcular o *índice de satisfação subjetiva* para cada grupo de usuários. De acordo com o Webquest (OLIVEIRA, 2005), a satisfação subjetiva de cada usuário (S_i) é calculada a partir da seguinte equação (vide Eq. 8):

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ji} \times r_{ji}}{f_i \times 2} \quad (8)$$

na qual:

n é o número de perguntas do questionário;

r_{ji} é a reação r do usuário i à pergunta j , i.e., $r_{ji} \in \{2, 1, 0, -1, -2\}$;

w_{ji} é o peso (w) relativo à importância informada pelo usuário i à pergunta j , tal que $w_{ji} \in \{0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0\}$;

f_i é o número de perguntas significativas respondidas pelo usuário i (i.e., $r_{ji} \neq 0$).

O valor **2** presente no denominador corresponde à distância entre o valor máximo (2) ou mínimo (-2) da reação r_{ji} e o valor 0 (zero). Ele foi incluído na equação, a fim de representar matematicamente uma escala de cinco âncoras semânticas.

Os escores calculados a partir da Eq. 8 estão contidos no intervalo de -1,00 a 1,00. Assim sendo, Oliveira (2009) utilizou 7 (sete) faixas para classificar o índice de satisfação subjetiva do usuário, conforme exibido no Quadro 4.

Quadro 4 - Intervalos de classificação da satisfação subjetiva dos usuários

Intervalo	Descrição
0,67 a 1,00	Satisfação máxima
0,33 a 0,66	Bastante satisfeito
0,01 a 0,32	Pouco satisfeito
0,00	Neutro
0,01 a -0,32	Pouco insatisfeito
0,33 a -0,66	Bastante insatisfeito
0,67 a -1,00	Insatisfação máxima

Portanto, a partir do cálculo do índice de satisfação subjetiva do usuário, é possível atribuir uma descrição de acordo com a localização do valor nos intervalos supracitados.

3.4.4 Abordagem Proposta ao Estudo de Caso

A metodologia adotada para a condução dos experimentos da avaliação da acessibilidade de interfaces vocais fundamenta-se na metodologia desenvolvida por Queiroz (2001) e, posteriormente, instanciada por Ramos (2011) para o contexto da acessibilidade de *aplicações Web*.

Nas subseções a seguir, descrevem-se as etapas da abordagem metodológica proposta, referentes à mensuração do desempenho e à sondagem da satisfação subjetiva do usuário, quando aplicada ao estudo de caso.

I Planejamento dos Experimentos de Avaliação

Esta etapa pode ser dividida nas seguintes subetapas:

Definição das metas e interesses: especificação dos objetivos geral e específicos do processo de avaliação do produto-alvo;

Definição dos grupos de usuários do universo amostral: definição dos perfis de usuários necessários para a avaliação, considerando quais os grupos de usuários considerados no projeto do produto, a fim de que o diagnóstico final seja o mais fidedigno possível;

Levantamento dos usuários de teste potenciais: mapeamento de

participantes disponíveis para a realização dos testes de acessibilidade, de acordo com os grupos e categorias pré-definidos;

Definição do modo de recrutamento dos participantes: determinação de uma estratégia adotada para o recrutamento dos participantes dos testes (e.g., contato telefônico ou *e-mail*);

Decisão do número de participantes do ensaio da avaliação: especificação do número de usuários necessários para participar dos testes de campo, considerando-se o levantamento dos usuários de teste potenciais;

Seleção de técnicas de avaliação: definição das técnicas de avaliação que serão utilizadas para a avaliação;

Definição de indicadores objetivos e subjetivos: definição dos indicadores quantitativos (objetivos) e qualitativos (subjetivos), de acordo com as técnicas definidas na subetapa anterior.

II Elaboração do Material de Ensaio

Esta etapa consistiu no desenvolvimento dos artefatos necessários para a condução dos experimentos, que pode ser dividida nas seguintes subetapas:

Planejamento e estruturação das tarefas de teste: investigação e estruturação das funcionalidades e tarefas mais representativas para o contexto da avaliação do produto;

Elaboração do material necessário à condução do processo de avaliação: preparação dos documentos necessários à realização dos testes de acessibilidade;

Validação do material elaborado: realização de um teste-piloto, com o objetivo de identificar possíveis erros no material de teste elaborado;

Elaboração de material a ser enviado para o CEP: estruturação e elaboração dos documentos necessários para a aprovação da pesquisa frente ao comitê de ética em pesquisas com seres humanos, i.e., TCLE,

declarações com permissões para a realização da pesquisa das instituições envolvidas, termo de compromisso dos pesquisadores e projeto de pesquisa.

Submissão da documentação para a avaliação do CEP: envio do material elaborado para aprovação do CEP.

III Recrutamento de Usuários

Esta etapa consistiu em convidar e cadastrar os usuários para o processo de avaliação. Além da apresentação da pesquisa aos usuários, esta etapa caracterizou-se pela aplicação da ficha cadastral ao participante e administração do questionário pré-teste para a caracterização dos grupos dos participantes.

IV Categorização do Universo Amostral

Esta etapa pode ser subdividida em duas subetapas:

Caracterização do universo amostral: análise dos dados informados pelos usuários durante a etapa de recrutamento, a fim de classificá-los de acordo com a experiência com o produto-alvo;

Levantamento dos usuários do teste: convocação dos usuários de teste previamente recrutados.

V Treinamento dos Usuários

Esta etapa consiste em fornecer ao usuário um determinado nível de familiaridade com o produto-alvo da avaliação. Esta etapa caracterizou-se pela elaboração e do material para treinamento dos participantes do teste.

VI Condução do Ensaio e Coleta de Dados

Esta etapa pode ser caracterizada pelo registro dos indicadores objetivos e subjetivos pré-definidos, compreendeu a realização da avaliação de campo, caracterizada pelas seguintes subetapas: (i) introdução do participante ao ambiente de teste; (ii) leitura do TCLE; (iii) familiarização dos participantes com o produto avaliado; por meio do material de

treinamento elaborado na etapa anterior; (iv) execução do roteiro de tarefas de teste; (v) administração de questionário para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário; e (vi) realização de entrevista não estruturada.

VII Tabulação e Análise dos Dados Coletados

Esta etapa consiste pode ser subdividida em quatro subetapas:

Triagem preliminar dos dados coletados: seleção e análise dos dados coletados a partir de cada enfoque;

Triangulação dos dados coletados: confrontação dos dados coletados a partir dos três enfoques da avaliação, com o intuito de identificar falhas não detectadas durante o processo de triagem dos dados coletados;

Tabulação e síntese dos dados coletados: reunião dos dados coletados, a fim de elaborar o diagnóstico final da avaliação; e

Organização das falhas identificadas na avaliação: ordenação e listagem de todas as falhas relevantes ao contexto do produto-alvo, identificadas durante o processo de avaliação.

VIII Apresentação dos Resultados

A última etapa da abordagem ora descrita pode ser subdividida em:

Definição do modo de divulgação dos resultados: definição e estruturação do modo para divulgação dos resultados provenientes da análise dos dados realizada na etapa anterior;

Priorização dos dados apresentados: definição dos dados que devem ser priorizados para a apresentação; e

Elaboração do diagnóstico final sobre o produto avaliado: elaboração de um documento que sintetize os resultados provenientes da aplicação da abordagem de avaliação.

No Quadro 5, sintetizam-se as etapas e subetapas da abordagem metodológica descrita anteriormente.

Quadro 5 - Etapas e subetapas da metodologia adotada

Etapa	Subetapas
Planejamento dos experimentos de avaliação	Definição das metas e interesses Definição dos grupos de usuários do universo amostral Definição do modo de recrutamento dos participantes Seleção de técnicas de avaliação Definição de indicadores objetivos e subjetivos
Elaboração do material do ensaio	Planejamento e estruturação das tarefas de teste Elaboração do material necessário à condução da avaliação Validação do material elaborado (teste-piloto) Elaboração de material enviado ao CEP Submissão da documentação para avaliação do CEP
Recrutamento dos usuários	Aplicação da ficha cadastral do participante Administração de questionário para delineamento do perfil dos usuários
Categorização do universo amostral	Caracterização do universo amostral Levantamento dos usuários de teste
Treinamento dos usuários	Elaboração de material para treinamento da amostra
Condução do ensaio e coleta dos dados	Registro dos indicadores, seguindo as etapas: (i) introdução do participante ao ambiente de teste; (ii) leitura do TCLE; (iii) familiarização dos participantes com o produto avaliado; (iv) execução das tarefas de teste; (v) administração de questionário pós-teste; e (vi) realização de entrevista não estruturada.
Tabulação de análise dos dados coletados	Triagem preliminar dos dados coletados Triangulação dos dados coletados Tabulação e síntese dos dados coletados Organização das falhas identificadas
Apresentação dos resultados	Definição do modo de divulgação dos resultados
	Priorização dos dados apresentados Elaboração do diagnóstico final da avaliação

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo, apresentaram-se as metodologias que fundamentaram o desenvolvimento da abordagem metodológica para a avaliação da acessibilidade de VUI: a metodologia originalmente proposta por Queiroz (2001) para a avaliação da usabilidade de interfaces para aplicações *desktop* e, posteriormente, instanciada por Ramos (2011) para a avaliação da acessibilidade de interfaces com o usuário para aplicações *Web*.

Além disso, descreveu-se a abordagem metodológica destinada à avaliação da acessibilidade de interfaces vocais com o usuário e todo seu processo metodológico. No próximo capítulo, descreve-se a validação da abordagem proposta nesta pesquisa.

Capítulo 4

Estudo de Caso

4.1 Considerações Iniciais

A fim de validar a abordagem multimétodos proposta no Capítulo 3, foi conduzido um estudo de caso envolvendo a avaliação da acessibilidade de um produto destinado a usuários com deficiência visual.

Neste capítulo, descreve-se o produto-alvo do estudo de caso considerado, explicita-se o escopo de seu processo de avaliação, a partir da abordagem proposta e detalham-se os procedimentos associados a cada enfoque de avaliação que a compõem.

4.2 Seleção do Produto-Alvo

O produto selecionado para a condução do estudo de caso foi o DOSVOX (DOSVOX, 2002). A escolha pode ser justificada por este produto possuir VUI e ser amplamente utilizado por usuários com deficiência visual no Brasil (BORGES, 2009). Além disto, o foco desta pesquisa diz respeito a produtos com interfaces *desktop* e considera o critério de *acessibilidade direta*.

No que diz respeito ao escopo do produto, dado que seria impraticável considerar todas as aplicações de *software* do DOSVOX, definiu-se um subconjunto de aplicativos, com base em entrevistas informais a usuários com conhecimento avançado no sistema.

Nas próximas subseções, descreve-se o DOSVOX, o produto selecionado para a condução do estudo de caso e explicita-se o escopo de seu processo de avaliação.

4.2.1 DOXVOX

O DOSVOX é um sistema computacional desenvolvido pelo Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais²⁰ (iNCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sob a liderança do professor José Antônio Borges (BORGES, 2009), com o objetivo de promover o acesso ao computador a indivíduos com deficiência visual.

A ideia de desenvolver um sistema com interface vocal que contribuísse com aumento do nível de independência dos indivíduos com deficiência visual surgiu, inicialmente, do desejo de auxiliar um estudante cego do curso de Ciência da Computação da UFRJ a desempenhar suas atividades cotidianas da faculdade.

A primeira versão do sistema foi desenvolvida na linguagem de programação *Pascal*, em 1993 e era composta pelos seguintes módulos: (i) gerenciador do sistema; (ii) auxílio ao usuário no aprendizado das posições das teclas (teste de teclado); (iii) editor de textos; (iv) gerenciador de arquivos e discos; (v) impressor de textos; e (vi) executor de comandos diretamente para o MS-DOS (DOSVOX, 2002; BORGES, 2009).

Atualmente, o DOSVOX encontra-se em sua versão 4.5, a qual conta com mais de 70 (setenta) aplicações, associadas às seguintes funcionalidades (DOSVOX, 2002):

- Sistema operacional que contém os elementos da interface com o usuário;
- Sistema de síntese de fala para língua portuguesa²¹;
- Editor, leitor e impressor/formatador de textos;
- Impressor/formatador de textos para Braille;
- Aplicações de uso geral (e.g., caderno de telefones, agenda,

²⁰ Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais. Disponível em: <http://portal.nce.ufrj.br/>. Acesso em: 15 jan. 2014.

²¹ O sintetizador de voz do DOSVOX foi reconhecido pela revista *PC-World* como o primeiro desenvolvido para a língua portuguesa criado e efetivamente utilizado no Brasil (DOSVOX, 2002).

calculadora);

- Jogos diversos (e.g., jogo da velha);
- Utilitários para o acesso à *Web* (e.g., navegador de páginas da *Web*, *e-mail*, bate-papo, editor de HTML);
- Aplicações multimídia (e.g., processador multimídia, gravador de som, controlador de volumes);
- Aplicações voltadas à educação;
- Sistema genérico de *telemarketing*, destinado a profissionais desta área; e
- Ampliador e leitores de tela para usuários com baixa visão.

Largamente utilizado no Brasil e em outros países da América Latina, o DOSVOX não é apenas uma "casca de interface" executada sobre os sistemas operacionais convencionais. O sistema consiste de um ambiente projetado de acordo com os requisitos de comunicação com usuários visualmente deficientes, i.e., usuários cegos e com baixa visão.

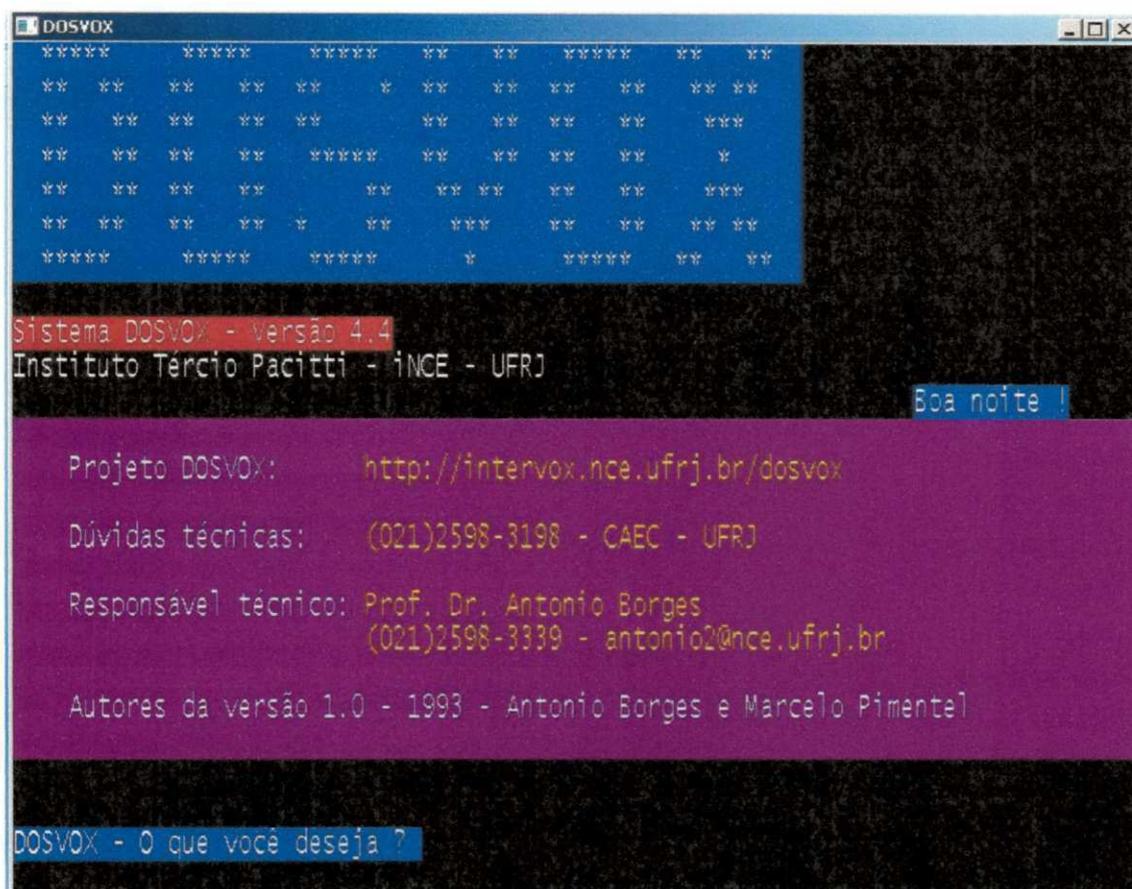
O produto oferece dois modos de interação: (i) Interface textual (*TUI - Text-based User Interface*); e (ii) VUI. A interação com o computador é estabelecida quando o usuário insere dados via teclado e o DOSVOX responde à solicitação do usuário a partir dos modos textual e vocal (i.e., cada informação que é mostrada na tela do computador, ao mesmo tempo é vocalizada pelo sistema computacional).

Como modo de saída vocal, o DOSVOX emprega dois tipos de síntese vocal: (i) voz sintetizada e (ii) trechos de voz natural (i.e., voz gravada de atores humanos). Embora a qualidade das gravações de voz seja superior, é um processo muito caro de prover saída vocal (MORTON et al., 2011). Portanto, dado que é impraticável prover voz gravada para todas as aplicações do DOSVOX, a voz sintetizada é utilizada na vocalização de informações dinâmicas (e.g., leitura de textos, leitura de *websites*, leitura do conteúdo de *e-mails*).

Na Figura 8, exibe-se a tela principal do DOSVOX. Nela, estão disponíveis as informações básicas sobre o sistema e acesso ao menu

principal "DOSVOX – O que você deseja?".

Figura 8 - Tela principal do DOSVOX



Na subseção seguinte, apresenta-se o escopo definido para a avaliação do produto.

4.2.2 Escopo da Avaliação do Produto

Visando à definição do escopo da avaliação, realizaram-se entrevistas informais com usuários potenciais do DOSVOX, visto que era impraticável avaliar todas as aplicações do produto. As entrevistas envolveram (i) professores de Informática de duas instituições destinadas à educação de indivíduos com deficiência visual no estado da Paraíba: o Instituto dos Cegos de Campina Grande²² e o Instituto dos Cegos da Paraíba; e (ii)

²² **Instituto dos Cegos de Campina Grande.** Disponível em: <http://www.institutodoscegos.com.br/>. Acesso em: 15 jan. 2014.

usuários com conhecimento avançado no DOSVOX da Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD)²³.

A cada um dos usuários questionou-se quais eram as funcionalidades mais utilizadas por usuários com deficiência visual. Observou-se a consonância das respostas, as quais convergiram para, praticamente, as mesmas aplicações.

Assim, a partir de suas respostas, selecionaram-se cinco aplicações do DOSVOX para a realização do estudo de caso, a saber: (i) *Teste do teclado*, (ii) *Edivox*, (iii) *Gerenciador de arquivos*, (iv) *Cartavox* e (v) *Webvox*.

O *Teste de teclado* é uma aplicação destinada, sobretudo, para usuários principiantes no uso do computador, que não conheçam o teclado e precisem aprender a localização das teclas. À medida que uma tecla é pressionada pelo usuário, o DOSVOX vocaliza o nome da tecla.

Por sua vez, o *Edivox* é um editor de textos que permite a criação e edição de arquivos de texto. Da mesma forma que o *Teste de teclado*, cada tecla pressionada pelo usuário é vocalizada pelo DOSVOX, ao mesmo tempo em que é exibida na tela do computador. Além disso, a partir de síntese vocal, o usuário é capaz de ler textos inteiros sem utilizar os olhos.

O *Gerenciador de arquivos* permite ao usuário realizar diversas ações relacionadas aos arquivos armazenados em um determinado diretório (e.g., lê-los, abri-los, editá-los com o *Edivox*, removê-los).

O *Cartavox* é um correio eletrônico, desenvolvido como alternativa para o uso de navegadores e correios eletrônicos convencionais.

Por fim, o *Webvox* é o navegador de *websites* desenvolvido para facilitar o acesso à *Web* pelos usuários com deficiência visual. Além da saída vocal, o *Webvox* utiliza também outros tipos de *feedback* sonoro (e.g., a emissão de *bips*).

²³ **Fundação de apoio ao deficiente.** Disponível em: <http://www.funad.pb.gov.br/>. Acesso em : 15 jan. 2014

Quadro 7 – Aspectos gerais do ensaio com o DOSVOX

Aspectos gerais	
Produto-alvo	Sistema operacional DOSVOX versão 4.4
Objetivo geral	Avaliação de aspectos do processo interativo usuário-produto
Objetivos específicos	Observação da facilidade de uso do produto; Observação da facilidade de execução da tarefa; Mensuração do tempo de conclusão da tarefa; Mensuração do número de ações incorretas durante a execução da tarefa; Mensuração do número de escolhas incorretas em menus durante a execução da tarefa; Mensuração do número de erros repetidos durante a execução da tarefa; Mensuração do número de consultas à ajuda durante a execução das tarefas.
Natureza da avaliação	Produto
Natureza dos testes	Campo
Número de avaliadores	01
Natureza das tarefas	Mais frequentes
Dimensão da amostra	100 usuários
Duração completa do ensaio	28 semanas (desde o planejamento até a condução dos testes)

Por sua vez, nos Quadros 8 e 9, apresenta-se uma síntese dos aspectos específicos relativos aos testes de campo e à sondagem da satisfação subjetiva dos usuários.

Quadro 8 - Aspectos específicos relativos aos testes de campo

Testes de campo	
Meta	Diagnóstico objetivo e subjetivo do processo interativo usuário-produto
Interesse geral	Mensuração do desempenho do usuário
Técnica de avaliação	Observação direta com registro em vídeo, mensuração de indicadores objetivos e verbalização informal das ações
Indicadores quantitativos	Tempo de conclusão da tarefa; Número de ações incorretas; Número de opções incorretas; Número de erros repetidos; Número de consultas à ajuda.
Indicadores qualitativos	Facilidade do uso do produto; Facilidade de execução da tarefa; Facilidade de uso do(s) mecanismo(s) de entrada de dados; Facilidade de uso do(s) mecanismo(s) de saída de dados; Facilidade de compreensão dos termos do produto; Facilidade de compreensão das mensagens de erro e advertências do produto; Eficiência da ajuda.
Categorias de usuários de teste	Principiantes e intermediários; Cegos, baixa visão e sem deficiência visual.
Número de sessões de teste	100
Duração da sessão de teste	Cerca de 30 minutos
Problemas-alvo	Com a forma/dimensões do produto; Com a facilidade de entrada de dados; Com a navegação no produto.
Tipos de resultados previstos	Deteção de falhas de acessibilidade

Quadro 9 – Síntese dos aspectos específicos relativos à sondagem da satisfação subjetiva do usuário

Sondagem do perfil e da satisfação subjetiva dos usuários	
Meta	Diagnóstico objetivo do processo interativo usuário-produto
Interesse Geral	Delineamento do perfil e sondagem da satisfação subjetiva dos participantes no tocante ao uso do DOSVOX
Técnica de Avaliação	Administração de questionários, entrevista não estruturada e anotação de comentários verbais
Indicadores Qualitativos	Satisfação Subjetiva
Dimensão do Universo Amostral	100 usuários
Tipos de Resultados Previstos	Estudo discriminatório dos respondentes do questionário pré-teste; Estudo analítico da satisfação subjetiva dos respondentes do questionário pós-teste.

Na subseção a seguir, descreve-se o procedimento realizado durante a estruturação do material necessário à realização do ensaio.

II Elaboração do Material do Ensaio

Esta etapa se subdividiu em cinco subetapas. A primeira atividade compreendeu o planejamento e estruturação das tarefas de teste, que contemplou desde a inicialização do DOSVOX até o uso de seus principais aplicativos e funcionalidades (conforme definido no Capítulo 3).

Foram planejadas e elaboradas 5 tarefas de teste, a serem executadas pelos participantes, com base no teste-piloto, em uma sessão de, aproximadamente, 30 minutos de duração.

É importante salientar que as aplicações contempladas nas tarefas de teste foram elaboradas com base em entrevistas informais realizadas com usuários com conhecimento avançado no DOSVOX e professores de Informática do Instituto dos Cegos de Campina Grande e do Instituto dos Cegos da Paraíba.

O Quadro 10 contém uma síntese das tarefas planejadas para os testes de acessibilidade do DOSVOX.

Quadro 10 - Síntese do planejamento das tarefas de teste

Tarefas de teste		
Natureza do ensaio	Teste de Campo	
Número de tarefas	05	
Especificação das tarefas (T)	T00	Inicialização do sistema
	T01	Localização de teclas no Teste de teclado
	T02	Criação, leitura e edição de arquivo de texto utilizando o Edivox e acesso ao Gerenciador de arquivos.
	T03	Uso do correio eletrônico Cartavox
	T04	Navegação em uma página da Internet utilizando o Webvox

Em seguida, a etapa de elaboração do material necessário à realização e condução do processo de avaliação foi conduzida em três subetapas. A primeira delas consistiu na elaboração do material necessário à submissão do projeto de pesquisa ao CEP, a saber: (i) documentos de autorização a serem enviados a cada instituição convidada a participar da avaliação (ANEXOS B, C, D e E), (ii) Termo de Compromisso dos Pesquisadores (ANEXO F); e (iii) Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICES B e C).

Na segunda subetapa, elaborou-se a ficha cadastral do participante (APÊNDICE D) e, finalmente, na terceira subetapa, iniciou-se a elaboração do material necessário à condução dos testes, a saber: (i) questionários pré-teste e pós-teste (APÊNDICES E e F); (ii) roteiro das tarefas de teste, nas versões usuário e avaliador (APÊNDICES G e H); (iii) ficha de registro de eventos (APÊNDICE I), destinada a nortear o avaliador durante a condução do teste de acessibilidade; (iv) sumário da sessão de teste (APÊNDICE J), destinada a sumarizar os indicadores objetivos coletados para cada usuário durante as sessões de teste; e (v) guia para a entrevista informal²⁷ não estruturada (APÊNDICE K), para auxiliar o

²⁷ Devido ao caráter informal da entrevista não estruturada, o avaliador pode fazer adaptações às questões, de acordo com o comportamento do usuário e o andamento da sessão de teste (BARBOSA, 2009).

avaliador nos questionamentos sobre o produto-alvo.

Após a elaboração do material necessário à realização e condução do processo de avaliação, realizou-se a validação do material elaborado, que consistiu na realização de um teste-piloto com um usuário cego com conhecimento prévio no DOSVOX, a fim de identificar problemas nos métodos planejados, no material produzido, no produto e na estratégia para a condução dos testes de acessibilidade. A infraestrutura utilizada foi aquela descrita na subseção 4.4.1.

Os resultados obtidos no teste-piloto evidenciaram que as técnicas e material elaborados eram viáveis para a realização da pesquisa, não sendo necessária nenhuma alteração digna de menção neste documento.

Após a validação do material elaborado, submeteu-se o projeto de pesquisa, juntamente com todo o material elaborado, ao CEP, para que fosse avaliado o aspecto ético da pesquisa, a qual foi autorizada, conforme atesta o documento contido no ANEXO A.

III Recrutamento dos Participantes

Esta etapa ocorreu a partir do preenchimento (i) da ficha cadastral do participante e (ii) do questionário para o delineamento de perfil do participante.

Foi recrutado um total de 131 indivíduos potencialmente capazes de atuarem na pesquisa como participantes, cujos tipos de deficiência permitiram contabilizá-los como segue: (i) 52 cegos, (ii) 30 com baixa visão e (iii) 49 sem deficiência visual.

IV Categorização do Universo Amostral

Após o recrutamento dos usuários, categorizaram-se os usuários cadastrados na pesquisa. Esta etapa se subdividiu em duas atividades. A primeira delas foi a *caracterização do universo amostral*, que resultou na definição de três grupos de participantes, definidos de acordo com o *tipo de deficiência visual* de cada usuário informado por eles no questionário

pré-teste, a saber: (i) *cegos*, (ii) *baixa visão* e (iii) *sem deficiência visual*. Além disto, com base nas respostas fornecidas no questionário pré-teste sobre o *conhecimento dos usuários com sistemas computacionais e com o DOSVOX*, cada grupo foi subdividido em (i) *principiantes* e (ii) *intermediários*.

Dado que, geralmente, o DOSVOX não é utilizado por usuários sem deficiência visual, para este grupo, em específico, utilizou-se como critério de agrupamento a realização de um treinamento antes da sessão de teste.

No Quadro 11, descreve-se a categorização do universo amostral do grupo de participantes com deficiência visual. Ressalta-se que a categorização dos participantes cegos e com baixa visão não considerou, diretamente, questões relativas ao tempo de uso do sistema DOSVOX, devido à disparidade de informações fornecidas pelos participantes no que se refere ao tempo de uso do sistema e o nível de experiência adquirido (e.g., alguns participantes utilizam o DOSVOX há anos, mas afirmam ter conhecimento básico).

Quadro 11 - Categorização dos participantes com deficiência visual

Experiência com o DOSVOX	Classificação
Básica	Principiante
Intermediária	Intermediário
Avançada	Intermediário

Por sua vez, no Quadro 12, descreve-se categorização do grupo de participantes sem deficiência visual. A fim de categorizar o grupo de indivíduos sem deficiência em *principiantes* e *intermediários*, considerou-se a questão do *conhecimento em Informática*, pois na amostra considerada, apenas três (3) participantes sem deficiência visual já haviam interagido com o DOSVOX. Adicionalmente, 65% (27) da amostra de participantes sem deficiência afirmaram possuir nível de experiência avançado com Informática. Assim, decidiu-se realizar um treinamento sobre o sistema com parte da amostra e utilizar esta etapa como critério

para a categorização dos participantes.

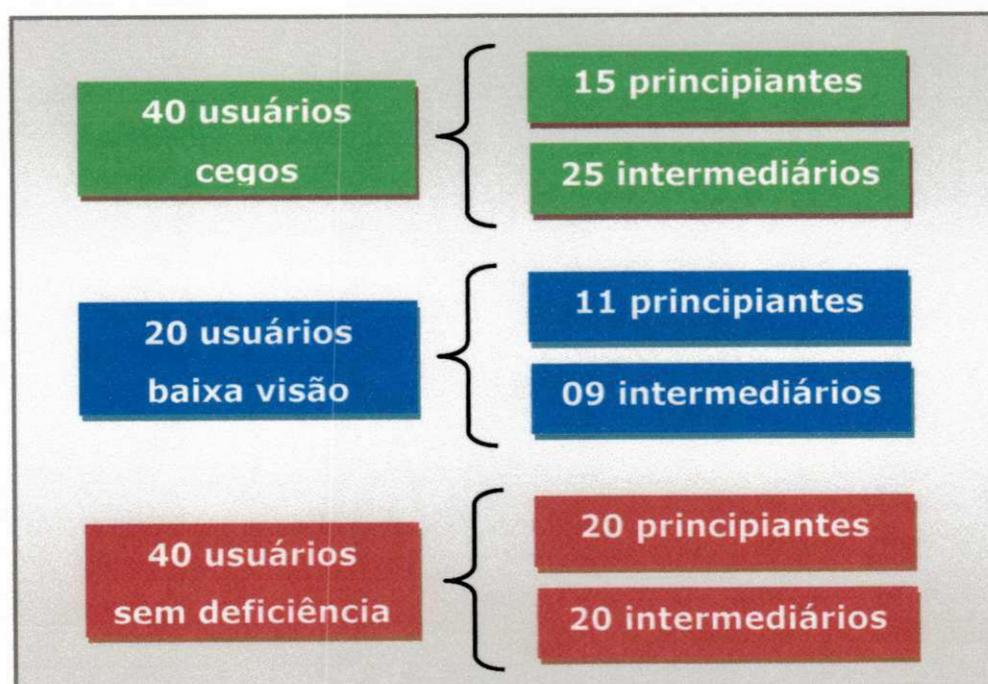
Quadro 12 - Categorização dos participantes sem deficiência

Conhecimento em Informática	Treinamento	Classificação
Básica	Não	Principiante
Intermediária	Não	Principiante
Avançada	Não	Principiante
Avançada	Sim	Intermediário

A etapa seguinte consistiu no levantamento dos usuários de teste, que resultou na convocação de 100 usuários, a saber: (i) 40 cegos; (ii) 20 baixa visão; e (ii) 40 sem deficiência visual, de modo que, neste experimento, considerou-se a proporção de 2:1:2 do universo amostral.

Na Figura 9, apresentam-se os grupos de participantes da amostra, discriminados pelas categorias consideradas na pesquisa. Observa-se que o número de indivíduos do grupo de baixa visão foi inferior aos demais. Isto ocorreu devido à menor frequência de utilização do DOSVOX entre os indivíduos deste grupo.

Figura 9 - Categorização dos participantes



Na subseção seguinte, descreve-se a etapa de treinamento dos participantes.

V Treinamento dos Participantes

O DOSVOX foi projetado para atender às necessidades de usuários com deficiência visual. Por conseguinte, este produto quase não é utilizado pela população de indivíduos sem deficiência visual. Contudo, nesta pesquisa, decidiu-se inserir um grupo de controle composto de indivíduos sem deficiência visual, em virtude da definição de acessibilidade englobar indivíduos com a mais vasta gama de capacidades (vide seção 2.6).

A fim de manter a abordagem definida para os grupos de participantes cegos e baixa visão, permitindo também a categorização do grupo de controle entre *principiantes* e *intermediários*, ministrou-se um treinamento sobre o produto para 50% (20) da amostra de participantes sem deficiência visual (vide APÊNDICE L), com o objetivo de tornar o produto familiar a estes indivíduos.

VI Condução do Ensaio e Coleta de Dados

Apesar dos ensaios terem sido realizados em vários ambientes diferentes, conforme descrito na seção 4.4.1, todas as condições de teste foram as mesmas em todos os ensaios (i.e., *hardware*, *software* e o protocolo de verbalização informal das ações).

A etapa de testes compreendeu cinco subetapas:

A introdução do participante no ambiente de teste teve como principais objetivos: (i) esclarecer o propósito e a importância do experimento; (ii) explicar ao usuário que o teste de acessibilidade se enquadra no contexto desta pesquisa; (iii) abordar as questões éticas envolvidas na pesquisa e (iv) explicar todas as etapas do teste. Em seguida, o usuário era conduzido à leitura e à assinatura do TCLE. Além disso, o avaliador também pedia que o usuário fizesse uma leitura do roteiro de tarefas (APÊNDICE H), a fim de antecipar alguma dúvida no

entendimento das tarefas de teste.

A familiarização dos participantes com o produto avaliado consistiu em fornecer um treinamento sobre o DOSVOX, no início das sessões de testes, para 50% dos participantes sem deficiência visual. Os indivíduos que receberam o treinamento foram selecionados, aleatoriamente, entre aqueles que afirmaram, no questionário pré-teste, que possuíam nível de conhecimento avançado em Informática.

A execução do roteiro de tarefas de teste compreendeu a realização das tarefas de teste pelos participantes. Enquanto o usuário realizava as tarefas do roteiro, toda a interação era gravada, a partir de uma câmera gravando o rosto do usuário. Adicionalmente, utilizaram-se aplicações de *software* para a captura remota da tela do computador²⁸ (VNC) e edição de vídeo²⁹.

Além da infraestrutura dos testes de acessibilidade, o avaliador também fez uso de um cronômetro para auxiliá-lo na mensuração dos indicadores importantes da sessão.

A administração do questionário para a sondagem da satisfação do usuário (APÊNDICE F) foi realizada logo após a realização das tarefas e teve como principal objetivo coletar dados sobre a satisfação do usuário no que diz respeito ao uso do DOSVOX.

Por fim, realizou-se uma entrevista não estruturada, destinada a coletar dados sobre a impressão do usuário no tocante ao produto, possíveis sugestões de melhorias e pontos positivos e negativos do produto.

VII Tabulação e Análise dos Dados Coletados

Esta etapa compreendeu as subetapas: triagem preliminar; triangulação;

²⁸ **Auto Screen Capture**. Disponível em: <http://autoscreen.sourceforge.net>. Acesso em: 16 jan. 2014.

²⁹ **Windows Movie Maker**. Disponível em: <http://windows.microsoft.com/en-US/windows7/products/features/movie-maker>. Acesso em: 16 jan. 2014.

tabulação; e síntese dos dados coletados na etapa anterior.

A triagem preliminar dos dados coletados consistiu na análise preliminar dos dados coletados, a fim de detectar falhas não identificadas detectadas durante as sessões de teste. Foi realizada a análise dos indicadores quantitativos e qualitativos coletados, dos comentários verbais e das falhas detectados durante os três enfoques da abordagem.

A triangulação dos dados coletados compreendeu a confrontação dos dados coletados, a fim de detectar falhas não evidenciadas durante a triagem.

Por fim, foi realizada a tabulação e síntese dos dados coletados, seguida da organização das falhas identificadas.

VIII Apresentação dos Resultados

A etapa de apresentação dos resultados foi decomposta em: (i) definição do modo de divulgação dos resultados; (ii) priorização dos dados apresentados; e (iii) elaboração do diagnóstico final sobre o produto avaliado, contendo a apresentação e discussão dos resultados do estudo.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo, descreveu-se a aplicação da abordagem proposta ao estudo de caso, com o intuito de validá-la. No tocante ao enfoque da inspeção de conformidade, foram discutidos aspectos referentes ao padrão selecionado para a realização da inspeção e à modelagem da incerteza. No que se refere ao enfoque de mensuração de desempenho, mencionou-se o universo amostral, os indicadores objetivos e subjetivos a serem considerados e as tarefas de teste. Por fim, mencionaram-se os questionários, o cálculo do índice de satisfação do usuário e a entrevista não estruturada da sondagem da satisfação do usuário.

No próximo capítulo, apresentam-se e discutem-se os resultados da inspeção de conformidade e da condução dos testes de acessibilidade envolvendo o DOSVOX versão 4.4.

Capítulo 5

Apresentação e Discussão dos Resultados

5.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos a partir da realização do estudo de caso proposto no capítulo anterior.

Na seção 5.2, apresentam-se os resultados da *mensuração de desempenho do usuário*. Na seção 5.3, apresentam-se os resultados da *sondagem da satisfação subjetiva*. Na seção 5.4, apresentam-se os resultados do processo de *inspeção de conformidade do produto*.

Finalmente, nas considerações finais deste capítulo, apresenta-se uma confrontação entre as falhas detectadas a partir dos três enfoques da abordagem proposta.

5.2 Resultados da Mensuração de Desempenho do Usuário

Nesta seção, apresentam-se os resultados relativos à etapa de *mensuração de desempenho dos usuários* envolvendo o uso do DOSVOX.

Conforme explicitado no capítulo anterior, os dados apresentados nesta etapa foram obtidos a partir de testes de campo realizados junto a um universo amostral de 100 usuários, assim categorizados: (i) 40 cegos; (ii) 20 baixa visão; e (iii) 40 sem deficiência visual.

A amostra de usuários com deficiência visual compôs-se de estudantes e profissionais da *Fundação de Apoio ao Deficiente (FUNAD)* e dos *Institutos dos Cegos Adalgisa Cunha e de Campina Grande*. Por sua vez, a amostra de usuários sem deficiência visual compôs-se, em sua maioria, por estudantes do curso de graduação em *Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)*.

5.2.1 Considerações sobre os Testes de Acessibilidade

Conforme descrito no Capítulo 4, o enfoque de mensuração de desempenho do usuário envolveu o protocolo de verbalização de ações do usuário durante a realização das tarefas. Contudo, embora o avaliador tenha incentivado os participantes a verbalizar suas ações, com exceção de sete (7) participantes sem deficiência visual, a verbalização espontânea foi praticamente inexistente.

Além disso, a fim de obter resultados realistas, solicitou-se ao participante que tentasse se comportar como se estivesse sozinho em seu ambiente de trabalho. Entretanto, a maioria dos usuários principiantes, sobretudo aqueles com deficiência visual, solicitaram a ajuda do avaliador durante a realização das tarefas.

A falta de habilidade com o teclado foi um dos fatores que mais influenciou na requisição de ajuda por parte dos participantes com deficiência visual. Frequentemente, quando estes não sabiam a localização de determinada tecla, pediam ao avaliador que indicasse a sua localização ou confirmasse se a tecla que eles haviam encontrado era a tecla específica. Nestes casos, o avaliador conteve-se a auxiliar o mínimo possível, ajudando-os apenas quando a localização da(s) tecla(s) não era uma atividade crítica para a realização da tarefa. Nestes casos específicos, é importante salientar que, além do papel de observador, o avaliador atuou também como mediador.

No tocante à utilização do *mouse*, embora o teste de acessibilidade não envolvesse o seu uso devido a uma limitação do sistema, já que este dispositivo não é passível de ser utilizado por indivíduos com deficiência visual, apenas dois (2) usuários sem deficiência demonstraram sentir falta do *mouse* durante a interação.

5.2.2 Análise dos Indicadores Quantitativos

A fim de facilitar a organização dos dados, devido ao grande volume coletado, optou-se por utilizar símbolos e siglas para os indicadores

quantitativos considerados, conforme sumariado no Quadro 13.

Quadro 13 - Siglas e símbolos dos indicadores quantitativos

Indicador	Símbolo
Tempo de conclusão da tarefa (TCT)	
Número de ações incorretas (NAI)	
Número de opções incorretas (NOI)	
Número de erros repetidos (NER)	
Número de consultas à ajuda (NCA)	

Os dados coletados durante as sessões de teste foram organizados em cinco (5) tabelas, de acordo com o tipo de deficiência de cada usuário (U). Além disso, os indicadores foram agrupados de acordo com as tarefas (T). Na Tabela 1, apresentam-se os resultados dos indicadores quantitativos referentes aos participantes com baixa visão. Por sua vez, nas Tabelas 2 e 3, apresentam-se os dados referentes aos participantes cegos. Por último, nas Tabelas 4 e 5, apresentam-se os dados referentes aos participantes sem deficiência visual. Ressalta-se que, a fim de facilitar a visualização dos dados, nos grupos compostos por 40 usuários (i.e., cegos e sem deficiência visual), optou-se por apresentar as informações em duas tabelas diferentes.

As células preenchidas com **NF** (i.e., **N**ão **F**inalizou) indicam que o usuário não conseguiu concluir a tarefa.

Tabela 1 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários *baixa visão* (principiantes e intermediários)

		Baixa Visão																				IQ	
		Principiantes										Intermediários											
U	T	81	82	83	84	85	95	96	97	98	99	100	93	94	86	87	88	89	90	91	92		
00		32	NF	NF	115	63	14	NF	NF	NF	12	9	9	9	30	27	40	20	14	35	16	TCT	
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		NF	NF	NF	NF	311	NF	420	NF	NF	329	190	135	171	115	78	113	124	175	170	104	TCT	
		19	0	0	10	3	7	3	3	7	7	4	3	1	6	1	2	2	7	0	2	NAI	
		0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI	
		5	0	0	0	0	1	1	2	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		NF	965	NF	NF	NF	632	1020	730	NF	832	463	535	477	440	199	303	340	639	347	480	TCT	
		0	0	0	1	0	1	3	0	4	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	NAI	
		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI	
		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
03		988	761	NF	803	856	381	581	687	364	901	244	325	477	254	186	372	387	468	344	258	TCT	
		1	1	2	2	0	1	2	1	1	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	NAI
		3	0	0	0	3	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		7	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
04		1010	870	NF	890	NF	NF	NF	NF	NF	544	1177	887	342	NF	349	353	919	723	669	NF	TCT	
		4	4	1	1	1	1	1	0	0	1	3	0	2	1	0	0	1	0	2	4	NAI	
		1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	NER	
		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA

Nota: O indicador *tempo de conclusão da tarefa* é dado em segundos (s).

Tabela 2 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários *cegos* (principiantes)

		Cegos														IQ	
		Principiantes															
U	T	41	42	53	44	45	46	47	48	49	50	73	68	67	66	43	
		00		56	63	NF	NF	78	NF	92	36	95	30	7	48	NF	35
	0		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		364	314	NF	NF	500	NF	351	277	293	401	136	NF	NF	284	274	TCT
		12	6	9	3	19	5	2	11	12	13	2	12	11	2	9	NAI
		0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		6	0	2	1	3	1	0	1	0	2	0	0	2	0	6	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		1402	NF	NF	NF	1390	NF	1058	NF	NF	1323	387	1348	NF	900	641	TCT
		3	3	2	3	0	3	0	2	2	2	1	2	1	0	1	NAI
		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	NCA
03		728	843	NF	NF	723	NF	NF	1235	1213	869	326	873	1123	757	1007	TCT
		0	2	0	1	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	3	NAI
		0	0	4	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	NOI
		0	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
04		1286	1009	NF	NF	NF	NF	NF	NF	1619	458	NF	NF	NF	1254	493	TCT
		3	3	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	3	1	0	NAI
		0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	2	0	0	0	6	0	0	3	0	0	0	0	6	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	NCA

Nota: O indicador de *tempo de conclusão da tarefa* é dado em segundos (s)

Tabela 3 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários *cegos* (intermediários) (1/2)

U T		Cegos Intermediários												IQ	
		51	52	63	54	55	56	57	58	59	60	61	62		72
00		33	8	20	18	60	20	53	40	72	48	40	14	13	TCT
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		140	121	210	125	78	210	163	223	73	340	650	348	NF	TCT
		3	3	4	8	0	2	7	21	1	5	8	8	1	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	NOI
		1	0	0	3	0	0	0	4	0	0	2	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		370	213	773	141	240	354	326	316	186	865	963	321	NF	TCT
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
03		403	221	526	245	174	336	327	315	217	431	401	260	1253	TCT
		1	0	2	0	3	0	0	1	0	0	0	0	2	NAI
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
04		NF	430	1003	247	355	658	NF	NF	356	965	NF	344	NF	TCT
		2	0	1	0	0	1	2	2	0	1	3	0	2	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	NOI
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA

Nota: O indicador de tempo de conclusão da tarefa é dado em segundos (s).

Tabela 3 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários cegos (intermediários) (2/2)

		Cegos Intermediários												
U	T	80	77	65	69	70	74	75	76	78	79	64	71	IQ
		00		9	24	9	10	9	19	6	16	71	33	
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		414	117	111	174	124	99	110	127	77	394	NF	157	TCT
		0	3	1	8	0	0	5	5	0	4	19	5	NAI
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		414	407	195	385	327	306	234	550	291	471	720	383	TCT
		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	NAI
		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
03		357	434	222	243	457	381	393	451	621	589	474	624	TCT
		0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	NAI
		3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
04		NF	1430	332	761	647	362	474	NF	356	508	1048	1652	TCT
		2	1	0	1	0	1	0	2	0	0	3	4	NAI
		1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA

Nota: O indicador de tempo de conclusão da tarefa é dado em segundos (s).

Tabela 4 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários sem deficiência visual (princípios)

		Sem Deficiência Visual																					
		Principiantes																					
U	T	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	IQ	
00		14	27	40	17	25	15	42	27	172	19	43	24	30	45	37	42	31	60	30	25	TCT	
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		108	91	113	NF	104	180	120	247	NF	147	142	267	122	160	156	161	125	74	117	100	TCT	
		0	0	1	0	1	0	0	3	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		315	312	281	247	243	348	272	420	1320	346	283	352	NF	508	281	269	353	304	473	324	TCT	
		0	1	2	2	1	4	0	0	8	0	1	1	2	0	0	0	3	3	5	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	NOI
		0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
03		NF	646	333	297	453	819	422	715	1020	465	408	400	613	375	443	292	298	319	379	384	TCT	
		0	2	0	0	0	1	1	2	3	0	1	0	0	0	1	0	1	2	4	2	0	NAI
		1	3	0	0	1	2	3	2	7	0	1	1	4	0	0	1	0	1	3	1	0	NOI
		1	1	0	0	1	5	1	0	10	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	NER
		0	1	0	1	0	1	0	5	12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	NCA
04		NF	874	918	372	NF	816	1204	NF	NF	657	1891	1424	1888	856	NF	673	NF	874	979	663	TCT	
		5	5	3	1	4	1	4	10	3	2	2	2	2	3	3	4	1	3	8	2	0	NAI
		0	1	0	1	2	2	0	3	3	0	2	4	1	2	1	3	0	2	7	0	0	NOI
		1	1	1	0	1	0	1	11	6	0	3	6	0	0	1	0	0	3	5	2	0	NER
		1	1	0	0	0	0	1	14	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	NCA

Nota: O indicador de tempo de conclusão da tarefa é dado em segundos (s).

Tabela 5 - Indicadores quantitativos (IQ) referentes aos usuários *sem deficiência visual* (intermediários)

		Sem deficiência Visual																				IQ
		Intermediários																				
U	T	21	22	23	24	25	26	27	31	33	34	36	28	32	35	38	29	39	40	30	37	
		00		15	20	30	20	30	19	35	53	18	24	19	25	18	44	17	38	20	25	17
	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
01		90	139	101	120	81	104	87	NF	116	116	122	119	120	103	97	106	74	185	181	102	TCT
		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NAI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
02		297	520	249	287	307	245	435	372	340	281	372	306	222	392	347	277	NF	660	457	NF	TCT
		0	0	1	2	2	0	2	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	3	1	1	NAI
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NOI
		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NCA
03		282	413	324	404	645	280	375	NF	405	301	533	288	516	540	640	271	480	1080	494	587	TCT
		0	0	0	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	NAI
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	NOI
		0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	NER
		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	NCA
04		687	867	720	1757	643	614	NF	573	882	782	602	434	1020	1053	687	567	675	NF	915	NF	TCT
		2	0	2	3	1	0	2	0	2	1	0	0	2	0	2	1	2	2	1	1	NAI
		0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	NOI
		0	0	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	NER
		1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	NCA

Nota: O indicador de *tempo de conclusão da tarefa* é dado em segundos (s).

Na Tabela 6, sumarizaram-se para cada tarefa, as percentagens de usuários que obtiveram sucesso na conclusão das tarefas.

Tabela 6 - Percentagens de usuários que concluíram as tarefas

Tarefa	Grupo	% de usuários
00	Cegos	90,0
	Baixa visão	85,0
	Sem deficiência visual	100,0
01	Cegos	82,5
	Baixa visão	65,0
	Sem deficiência visual	92,5
02	Cegos	80,0
	Baixa visão	85,0
	Sem deficiência visual	92,5
03	Cegos	90,0
	Baixa visão	95,0
	Sem deficiência visual	95,0
04	Cegos	60,0
	Baixa visão	60,0
	Sem deficiência visual	77,5

Observando-se a Tabela 6, verifica-se que para os indivíduos sem deficiência visual foi obtida a maior percentagem de conclusão em todas as tarefas, seguido dos participantes com baixa visão e, por último, dos cegos.

Além disso, observa-se que, na tarefa T03 (envio e recebimento de *e-mails* com o Cartavox), foram obtidas, em média, as maiores percentagens de conclusão da tarefa pelos grupos de participantes. Por outro lado, na tarefa T04 (navegação na *Web* com o Webvox), foram obtidas, em média, as menores percentagens de conclusão das tarefas.

A fim de descrever e sumarizar os dados coletados, realizou-se o processamento estatístico univariado dos indicadores quantitativos, a partir das seguintes estatísticas descritivas (vide Tabela 7): (i) Mínimo

(i.e., menor valor observado); (ii) Máximo (i.e., maior valor observado); (iii) Média (i.e., média dos valores observados); (iv) Desvio padrão (i.e., dispersão dos dados em relação à média); e (v) Coeficiente de variação³⁰ (i.e., comparação em percentagem do desvio padrão em relação à média).

Observa-se que a maioria dos indicadores possui o desvio padrão superior à média. Isto indica que os dados relativos a estes indicadores possuem grande variabilidade (i.e., os dados coletados para os indicadores quantitativos são muito variados, não estando muito próximos à média).

No que se refere aos valores de máximos e mínimos do indicador TCT, comparando-os com os tempos pré-estabelecidos, a partir do teste-piloto – 30s para a tarefa T00, 180s para a tarefa T01, 420s para a tarefa T02, 540s para a tarefa T03 e 600s para a tarefa T04, observa-se que pelo menos um participante ultrapassou os tempos pré-estabelecidos para a conclusão das tarefas (vide estatística Máximo) nas tarefas T01, T02, T03 e T04.

Os valores muito baixos relativos ao TCT na tarefa T00, dizem respeito à utilização do atalho de inicialização do DOSVOX (i.e., *Ctrl + Alt + D*). Esta prática foi comum para a maioria dos usuários com deficiência visual.

No indicador NCA, observa-se que, em geral, o grupo que menos consultou à ajuda do DOSVOX foi o de usuários com baixa visão. Em relação ao grupo de participantes sem deficiência visual, notou-se que, de todas as tarefas, foi na tarefa T04 que este grupo consultou mais a ajuda.

Para a maioria dos indicadores referentes, principalmente, às tarefas T02, T03 e T04, as células foram preenchidas com valores diferentes de 0,0 (zero). Isto evidencia a presença de falhas de acessibilidade, reforçando as observações anotadas durante a observação direta dos usuários nas sessões de teste.

³⁰ O coeficiente de variação permite a comparação de amostras com unidades diferentes.

Tabela 7 - Síntese estatística dos indicadores quantitativos

TAREFA	ESTATÍSTICA	Baixa Visão					Cegos					Sem deficiência visual				
		TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
00	Mínimo	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	115	1,0	0,0	0,0	0,0	95,0	1,0	0,0	0,0	0,0	172,0	1,0	0,0	0,0	0,0
	Média	29,7	0,1	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	Desv. Padrão	27,9	0,2	0,0	0,0	0,0	25,4	0,2	0,0	0,0	0,0	25,3	0,2	0,0	0,0	0,0
	C. de variação	94,1	447,2	0,0	0,0	0,0	0,7	6,3	0,0	0,0	0,0	78,6	441,4	0,0	0,0	0,0
01	Mínimo	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	420,0	19,0	2,0	5,0	0,0	650,0	21,0	5,0	12,0	0,0	267,0	3,0	1,0	2,0	2,0
	Média	187,3	4,4	0,1	0,7	0,0	235,7	6,2	0,2	1,2	0,0	126,9	0,3	0,1	0,1	0,1
	Desv. Padrão	102,7	4,5	0,4	1,3	0,0	139,2	5,5	0,8	2,4	0,0	42,5	0,6	0,3	0,3	0,3
	C. de variação	54,8	102,9	447,2	180,1	0,0	59,1	88,0	464,5	193,4	0,0	33,5	202,5	355,7	466,5	466,5
02	Mínimo	199,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,0	0,0	0,0	0,0	0,0	222,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	1020	4,0	1,0	3,0	0,0	1402	3,0	1,0	1,0	1,0	1320,0	8,0	1,0	2,0	4,0
	Média	560,1	0,6	0,1	0,2	0,0	568,8	0,9	0,1	0,1	0,0	368,0	1,3	0,1	0,2	0,2
	Des. Padrão	241,7	1,1	0,3	0,7	0,0	387,7	1,0	0,3	0,3	0,2	185,1	1,6	0,3	0,4	0,7
	C. de variação	43,1	182,6	307,8	447,2	0,0	68,2	119,1	267,9	355,7	632,5	50,3	129,3	355,7	284,4	441,4
03	Mínimo	186,0	0,0	0,0	0,0	0,0	174,0	0,0	0,0	0,0	0,0	271,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	988,0	2,0	3,0	2,0	7,0	1253	4,0	4,0	2,0	4,0	1080,0	4,0	7,0	10,0	12,0
	Média	507,2	0,8	0,5	0,2	0,5	557,0	0,7	0,4	0,2	0,1	472,1	0,7	0,9	0,7	0,7
	Desv. Padrão	250,3	0,8	1,0	0,5	1,6	315,0	1,2	1,0	0,5	0,6	192,9	1,1	1,4	1,8	2,0
	C. de variação	49,3	96,0	200	326,2	349,3	56,6	165,2	238,9	314,0	632,5	40,9	153,0	160,7	259,2	281,1
04	Mínimo	342,0	0,0	0,0	0,0	0,0	247,0	0,0	0,0	0,0	0,0	372,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Máximo	1177,0	4,0	1,0	1,0	1,0	1652,0	4,0	3,0	6,0	2,0	1891,0	10,0	7,0	11,0	14,0
	Média	727,8	1,4	0,2	0,2	0,1	752,0	1,1	0,4	0,5	0,1	889,3	2,3	1,0	1,3	1,0
	Desv. padrão	279,6	1,4	0,4	0,4	0,3	440,1	1,2	0,8	1,4	0,3	383,7	2,1	1,5	2,3	2,7
	C. de variação	38,4	102,7	205,2	244,2	307,8	58,5	106,6	229,2	297,7	632,5	43,2	64,5	118,7	182,7	272,3

Nota: O indicador de tempo de conclusão da tarefa é dado em segundos (s).

5.2.3 Análise Estatística dos Indicadores Quantitativos

A fim de verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos diferentes grupos e categorias de participantes considerados, empregaram-se testes estatísticos.

I Comparação entre Principiantes versus Intermediários

Inicialmente, realizou-se a seleção dos indicadores quantitativos que poderiam ser utilizados nos testes estatísticos (vide Quadros 14 e 15). O critério de seleção foi baseado nos dados apresentados nas Tabelas 1 a 5. Para a comparação dos desempenhos dos participantes *principiantes* e *intermediários*, foram selecionados os indicadores em que pelo menos uma das séries de dados relativas a *principiantes* e *intermediários* não era nula³¹.

Quadro 14 - Indicadores selecionados (as duas séries não são nulas)

Grupo Tarefa	Baixa visão			Cegos				Sem deficiência visual				
	00	TCT			TCT				TCT		NAI	
01	TCT	NAI	NER	TCT	NAI	NOI	NER	TCT		NAI		
02	TCT	NAI		TCT	NAI	NOI		TCT	NAI	NOI	NER	NCA
03	TCT	NAI		TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
04	TCT	NAI		TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER	NCA

Nas comparações em que as duas séries de dados são não nulas, o teste estatístico deve ser realizado considerando as duas amostras. Contudo, nas comparações em que uma das séries é nula (vide Quadro

³¹ Séries de dados nulas não possuem desvio padrão.

15), realiza-se um teste estatístico de apenas uma amostra.

Quadro 15 - Indicadores selecionados (uma das séries é nula)

Grupo Tarefa	Baixa visão			Cegos		Sem deficiência visual		
	00	NAI			NAI		-	
01	NOI			-		NOI	NER	NCA
02	NOI	NER		NER	NCA	-		
03	NOI	NER	NCA	NCA		-		
04	NOI	NER	NCA	NCA		-		

Em seguida, administrou-se o *Teste de Shapiro-Wilk* (RAZALI e WAH, 2011), a fim de verificar se os dados provinham de uma distribuição normal (vide APÊNDICES M, N e O). Com exceção das séries de dados relativas ao indicador TCT (principiantes e intermediários) do grupo de participantes com baixa visão, todas as outras amostras foram consideradas normais (i.e., a hipótese nula de que os dados provêm de uma distribuição normal não foi rejeitada).

A fim de comparar os dados dos indicadores quantitativos dos testes dos participantes principiantes e intermediários, administrou-se o *Teste T de Student* (BOSLAUGH e WALTERS, 2012) para as amostras que provinham de uma distribuição normal (i.e., não se rejeitou H_0 no teste de *Shapiro-Wilk*), e o *Teste de Mann Whitney U* (BOSLAUGH e WALTERS, 2012), se pelo menos uma das amostras não proveio de uma distribuição normal (i.e., rejeitou-se H_0 para pelo menos uma das amostras no teste de *Shapiro-Wilk*). Os resultados dos testes para a comparação dos desempenhos dos participantes principiantes e intermediários de cada grupo está disponível nos APÊNDICES P, Q, R e S.

No tocante às amostras em que uma das séries de dados foi nula, realizou-se o teste de um grupo só, com a hipótese nula de que a média

(ou mediana, no caso de amostras não normais) era igual a zero.

No Quadro 16, sumariam-se os resultados dos testes estatísticos destinados à investigação da existência de diferenças significativas entre os resultados dos indicadores dos participantes *pricipiantes* e *intermediários* de cada grupo.

Quadro 16 - Comparação dos indicadores quantitativos (pricipiantes e intermediários)

Grupo	Baixa visão					Cegos					Sem deficiência visual				
	TCT	NAI	NER	NOI	NCA	TCT	NAI	NER	NOI	NCA	TCT	NAI	NER	NOI	NCA
00	SD	SD	SD	SD	SD	CD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
01	SD	SD	SD	SD	SD	CD	CD	SD	SD	SD	SD	CD	SD	SD	SD
02	SD	SD	SD	SD	SD	CD	CD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
03	SD	CD	SD	SD	SD	CD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	CD	CD	SD
04	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	CD	CD	CD	SD

LEGENDA: **SD** = sem diferenças
CD = com diferenças

Observando-se os resultados apresentados no Quadro 16, constata-se que, em geral, não houve diferenças significativas entre as categorias de usuários principiantes e intermediários de cada grupo. Contudo, foram verificadas diferenças em 13 comparações.

O grupo de participantes cegos apresentou 6 diferenças, em que 4 delas estavam relacionadas ao TCT. Acredita-se que a falta de habilidade com o teclado dos participantes cegos principiantes pode ter contribuído para a diferença verificada nos tempos de conclusão das tarefas.

II Comparação entre Cegos, Baixa Visão e Sem Deficiência Visual

Na subseção anterior, descreveu-se os resultados da análise estatística para verificar a existência de diferenças significativas entre as categorias de participantes principiantes e intermediários). Nesta subseção,

descreve-se os resultados da análise estatística para verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos de participantes cegos, baixa visão e sem deficiência visual).

Inicialmente, realizou-se a seleção dos indicadores quantitativos que poderiam ser utilizados nos testes estatísticos, conforme o Quadro 17. Os indicadores selecionados foram aqueles para os quais as três séries de dados não eram nulas.

Quadro 17 - Indicadores selecionados para o teste entre grupos (cegos, baixa visão e sem deficiência visual)

Tarefa	Indicadores selecionados				
00	TCT			NAI	
01	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
02	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
03	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
04	TCT	NAI	NOI	NER	NCA

Em seguida, realizou-se o *Teste de Shapiro-Wilk* para verificar se as amostras provinham de uma distribuição normal (vide APÊNDICE T). Em todos os testes rejeitou-se H_0 (i.e., não há evidência estatística sobre a normalidade dos dados). Por conseguinte, utilizou-se o *Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis*³² (BOSLAUGH e WALTERS, 2012), utilizado para comparar três ou mais amostras não normais. Os resultados das comparações estão disponíveis nos APÊNDICES U e V.

Para realizar a comparação dos dados a partir do *Teste de Kruskal-Wallis*, assim como no *Teste de Mann Whitney U*, não se considera o parâmetro da média para chegar a conclusões sobre os dados analisados. Nestes testes, comparam-se as medianas populacionais, a fim de verificar

³² O *Teste de Kruskal-Wallis* é uma extensão do *Teste de Mann Whitney U* para mais de duas amostras.

se elas são iguais para as amostras consideradas (BOSLAUGH e WALTERS, 2012).

Os resultados do *Teste de Kruskal-Wallis* encontram-se sumariados no Quadro 18.

Quadro 18 - Resultados do Teste de *Kruskal-Wallis* para a comparação dos grupos (cegos, baixa visão e sem deficiência visual)

Grupo IQ Tarefa	Baixa visão x Cegos					Baixa visão x Sem deficiência visual					Sem deficiência visual x Cegos				
	TCT	NAI	NER	NOI	NCA	TCT	NAI	NER	NOI	NCA	TCT	NAI	NER	NOI	NCA
00	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
01	SD	SD	SD	SD	SD	SD	CD	SD	SD	SD	CD	CD	CD	SD	SD
02	SD	SD	SD	SD	SD	CD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
03	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	CD
04	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	CD	CD	SD	SD	CD	CD	CD	CD

LEGENDA: **SD** = sem diferenças
CD = com diferenças

Observando o Quadro 18, nota-se que, em geral, não houve diferenças significativas entre os pares de grupos. Contudo, observa-se algumas diferenças, principalmente entre o grupo de participantes cegos e sem deficiência visual (8 comparações). Essas diferenças podem ter ocorrido devido à diferença entre o nível de experiência dos grupos em questão. Enquanto toda a amostra de usuários cegos já tinha utilizado o DOSVOX previamente à realização desta pesquisa, apenas 7,5% dos participantes videntes já havia tido contato com o DOSVOX.

5.2.4 Falhas Detectadas a partir da Mensuração de Desempenho do Usuário

Durante a interação dos usuários com o produto-alvo, foi possível identificar algumas falhas. No APÊNDICE AC, apresentam-se os problemas observados de caráter geral (DOSVOX) e específicos às aplicações (i.e., Teste de teclado, Gerenciador de Arquivos, Edivox, Cartavox e Webvox).

5.3 Resultados da Sondagem da Satisfação do Usuário

Nesta seção, apresentam-se os resultados da sondagem da satisfação do usuário, que se subdividiu em: (i) delineamento do perfil dos participantes; (ii) análise da satisfação dos participantes; e (iii) sumarização do dados coletados na entrevista informal.

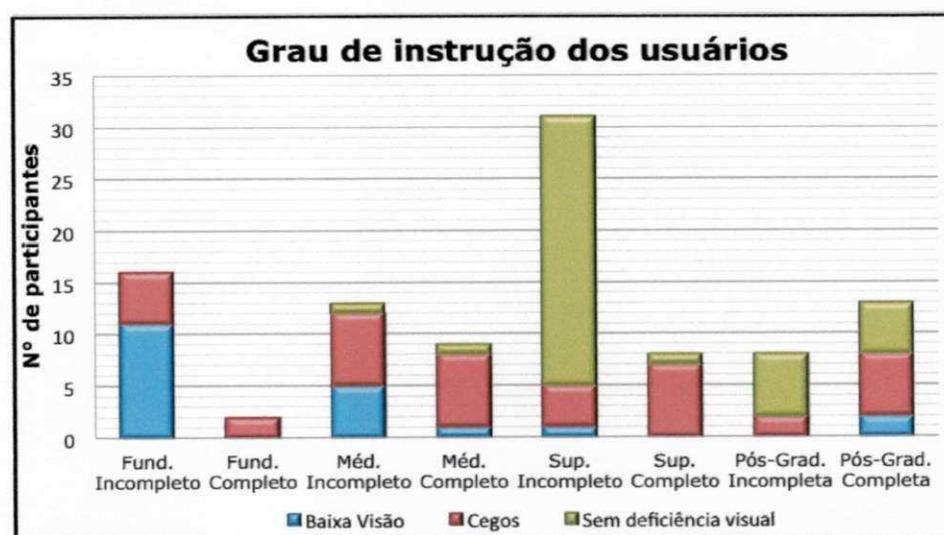
5.3.1 Resultados do Delineamento do Perfil dos Participantes

O delineamento do perfil dos participantes foi realizado a partir da administração do questionário pré-teste USER (*User Sketcher*), disponibilizado pela ferramenta Webquest (vide APÊNDICE E).

No APÊNDICE W, sumariaram-se os dados referentes às 14 questões respondidas pelos participantes nos testes de acessibilidade.

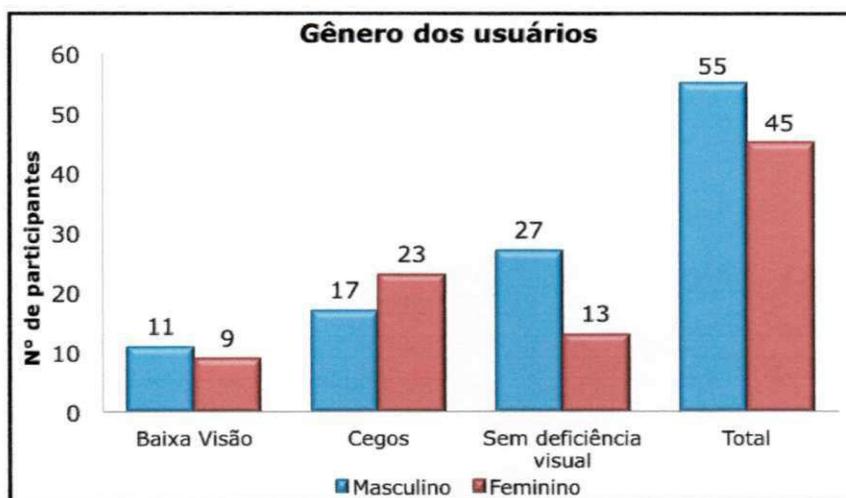
De acordo com a Figura 10, a maioria dos participantes sem deficiência visual possui ensino superior incompleto. Dentre os participantes com baixa visão, 11 indivíduos possuem ensino fundamental incompleto.

Figura 10 - Síntese gráfica da distribuição numérica do grau de instrução dos participantes



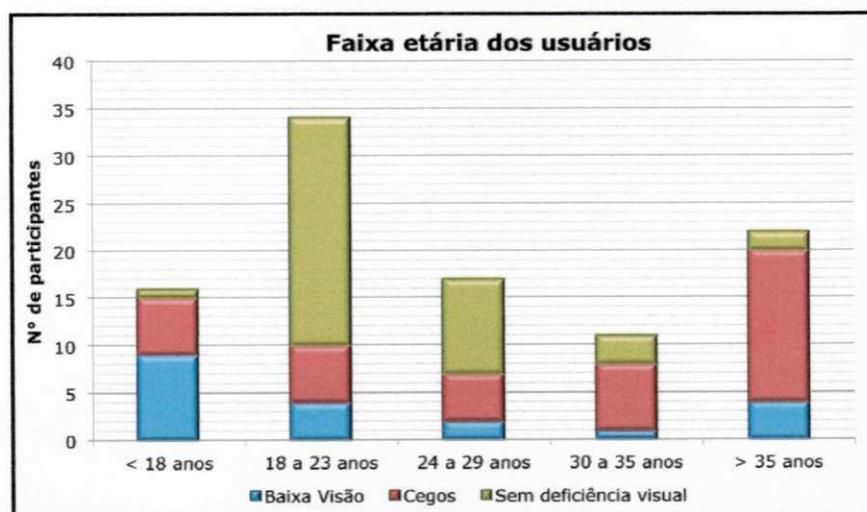
No que se refere ao gênero dos participantes, observa-se, na Figura 11, que 55% da amostra compôs-se de indivíduos do sexo masculino.

Figura 11 - Síntese gráfica da distribuição numérica do gênero dos participantes



Conforme a Figura 12, o universo amostral compôs-se, predominantemente, por usuários com faixa etária de 18 a 23 anos. Entretanto, a maioria dos participantes com baixa visão possui menos de 18 anos. Por outro lado, a maioria dos participantes cegos possuem idade acima de 35 anos.

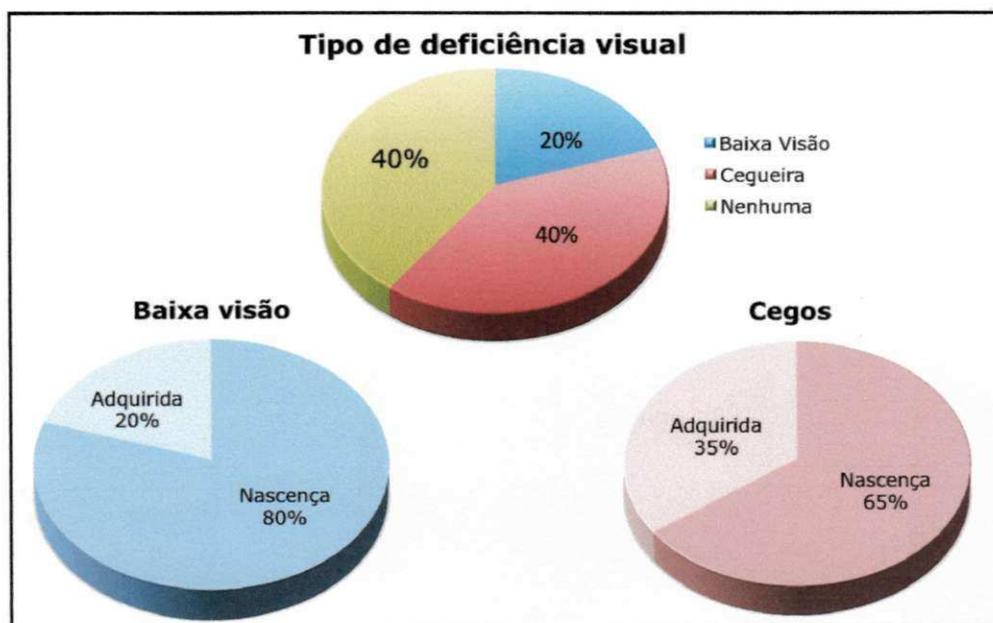
Figura 12 - Síntese gráfica da distribuição numérica da faixa etária dos participantes



De acordo com a Figura 13, a amostra compôs-se por 40 participantes cegos, 20 com baixa visão e 40 sem deficiência visual. Do total de participantes com baixa visão, 80% nasceu com a deficiência e

20% a adquiriu no decorrer da vida. Por sua vez, dentre os participantes cegos, a deficiência é de nascença para 65% dos participantes e adquirida para 35%.

Figura 13 - Síntese gráfica da distribuição numérica do tipo de deficiência dos participantes



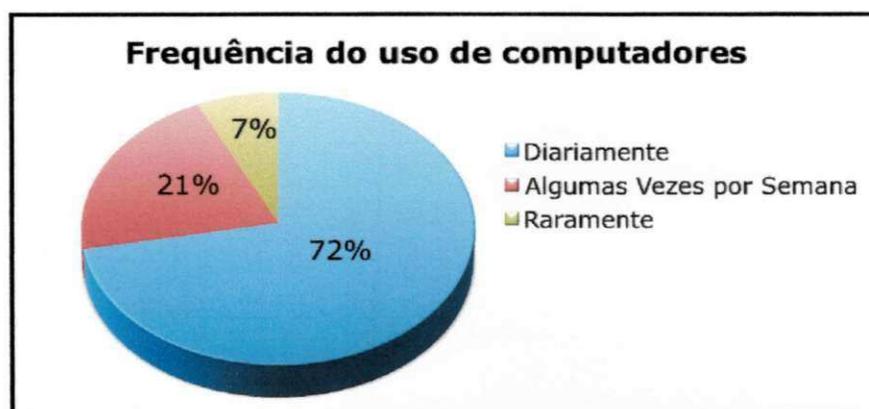
De acordo com a Figura 14, 83% dos participantes usa o computador há mais de um ano. Somente 12 participantes com deficiência visual responderam que o tempo de experiência com sistemas computacionais é de no máximo um ano.

Figura 14 - Síntese gráfica da distribuição numérica do tempo de experiência dos participantes com computadores



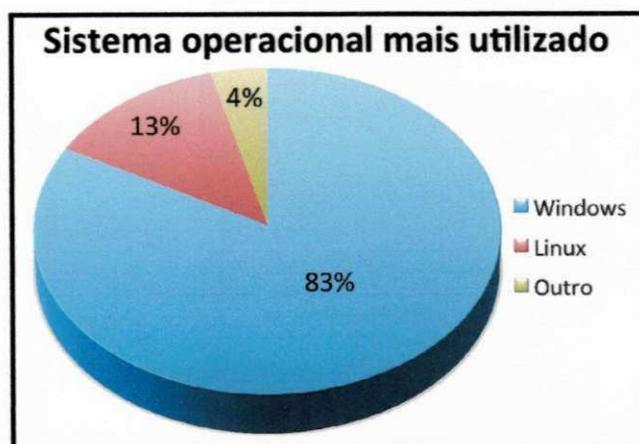
Na Figura 15, apresenta-se a frequência de uso de computadores para os três grupos de participantes. A grande maioria dos participantes (72%) usa o computador diariamente.

Figura 15 - Síntese gráfica da distribuição numérica da frequência do uso de computadores pelos participantes



De acordo com a Figura 16, o Windows é o sistema operacional preferido dos participantes.

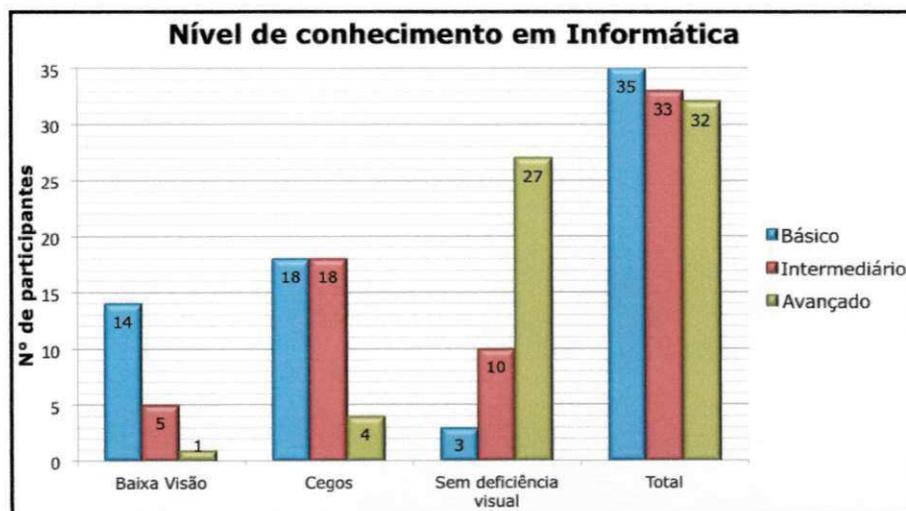
Figura 16 - Síntese gráfica da distribuição numérica do sistema operacional mais utilizado pelos participantes



Na Figura 17, exibem-se os níveis de conhecimento em Informática de todos os usuários e de cada grupo específico. No cômputo geral, os participantes estão distribuídos quase que igualmente entre os três níveis de conhecimento em Informática. Entretanto, observa-se que 70% dos participantes com baixa visão (70%) têm conhecimento básico e 67,5%

dos participantes sem deficiência visual têm conhecimento avançado.

Figura 17 - Síntese gráfica da distribuição numérica do nível de conhecimento dos participantes em Informática



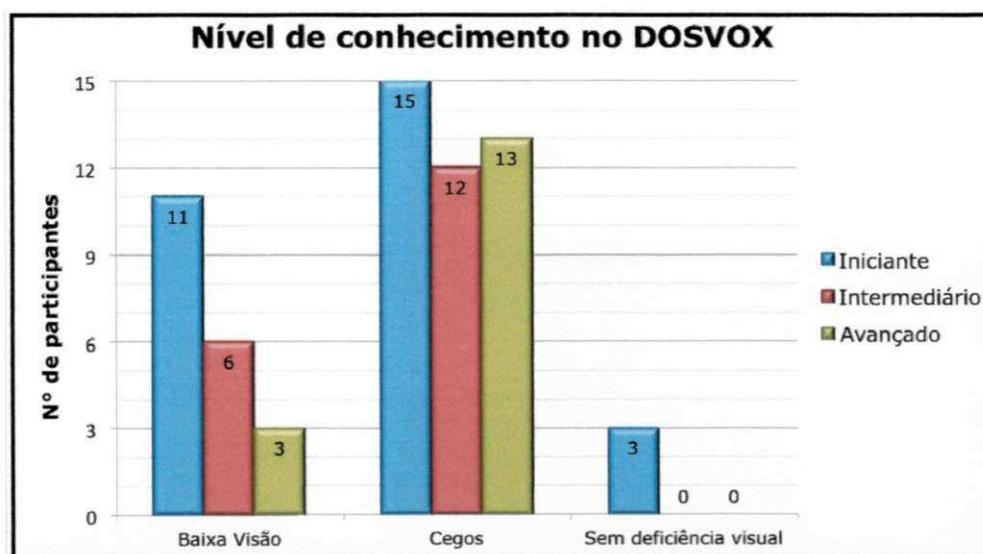
Por sua vez, na Figura 18, apresentam-se os níveis de experiência dos participantes no uso do DOSVOX. Todos os participantes com deficiência visual já haviam utilizado o DOSVOX previamente à realização desta pesquisa. No entanto, apenas 3 participantes sem deficiência visual já haviam utilizado o produto. Adicionalmente, destaca-se que 49 participantes com deficiência visual utilizam o produto há mais de um ano.

Figura 18 - Síntese gráfica da distribuição numérica da experiência dos participantes com o DOSVOX



De acordo com a Figura 19, a maioria dos participantes afirmou considerar-se iniciante (i.e., possui conhecimento básico) no DOSVOX.

Figura 19 - Síntese gráfica da distribuição numérica do nível de conhecimento dos participantes no DOSVOX



Conforme a Figura 20, além do DOSVOX, 48% dos participantes já havia utilizado outros programas com VUI, e.g., JAWS, *Virtual Vision* e NVDA.

Figura 20 - Síntese gráfica da distribuição numérica da experiência dos participantes com outras aplicações



Por fim, de acordo com a Figura 21, 87,5% dos participantes já havia utilizado o JAWS.

Figura 21 - Síntese gráfica da distribuição numérica das outras aplicações com VUI utilizadas pelos participantes



Assim, de acordo com os dados apresentados nesta pesquisa, foi possível delinear três tipos principais de participantes:

- *Cego*: predominantemente do sexo feminino, com faixa etária acima de 35 anos, deficiência visual de nascença, usa computadores diariamente e há mais de um ano, possui nível de conhecimento básico em Informática, tem preferência pelo sistema operacional *Windows*, considera-se iniciante em DOSVOX e possui experiência com outros produtos que possuem VUI, especialmente *JAWS*.

- *Baixa visão*: predominantemente do sexo masculino, com idade inferior a 18 anos, ensino fundamental incompleto, deficiência visual de nascença, usa computadores diariamente e há mais de um ano, tem preferência pelo sistema operacional *Windows*, possui nível de conhecimento básico em Informática, considera-se iniciante em DOSVOX e já utilizou outros programas que possuem VUI.

- *Sem deficiência visual*: predominantemente do sexo masculino, com idade entre 18 e 23 anos, grau de instrução superior incompleto, usa computadores diariamente e há mais de um ano, tem preferência pelo sistema operacional *Windows*, possui nível de conhecimento avançado em Informática e não possui experiência prévia com o DOSVOX.

5.3.2 Resultado da Análise da Satisfação dos Usuários

Imediatamente após a realização de cada teste de acessibilidade,

administrou-se o questionário pós-teste USE (conforme APÊNDICE F), a fim de coletar informações a respeito da satisfação dos usuários relativas à interação com o DOSVOX.

Conforme modelo do Webquest (OLIVEIRA, 2005), cada pergunta do questionário possuía uma escala Likert de 5 (cinco) pontos (âncoras semânticas). Assim, para responder cada pergunta, o participante podia escolher uma resposta entre 2 (duas) opções positivas, 1 (uma) neutra ou 2 (duas) negativas.

No primeiro grupo de itens, referentes a *Uso e Navegação*, utilizou-se uma escala de Likert de 5 pontos com semântica diferencial contendo as seguintes âncoras semânticas: (i) Muito Fácil; (ii) Fácil; (iii) Nem Fácil e Nem Difícil; (iv) Difícil; e (v) Muito Difícil. Por sua vez, no segundo grupo de itens, referentes a *Você e o Produto*, utilizou-se também uma escala de Likert de 5 pontos com semântica diferencial contendo as seguintes âncoras semânticas: (i) Concordo totalmente; (ii) Concordo; (iii) Nem Concordo e Nem Discordo; (iv) Discordo; e (v) Discordo Totalmente.

No Quadro 19, sumariaram-se os escores da satisfação subjetiva das categorias de participantes, de acordo com os grupos considerados nesta pesquisa.

Quadro 19 - Índice de satisfação subjetiva dos participantes

Grupo	Categoria	Principiante	Intermediário
Cegos		0,30	0,46
		Pouco satisfeito	Bastante satisfeito
Baixa visão		0,16	0,34
		Pouco satisfeito	Bastante satisfeito
Sem deficiência visual		0,02	0,26
		Pouco satisfeito	Pouco satisfeito

No geral, pode-se afirmar que os usuários demonstraram, em média, pouca satisfação ao usar o DOSVOX. Contudo, os participantes

com nível de conhecimento intermediário em DOSVOX, foram aqueles que demonstraram maiores índices de satisfação subjetiva com o produto.

No que se refere à comparação entre os participantes sem deficiência visual e aqueles com deficiência visual, pode-se afirmar que os participantes sem deficiência demonstraram estar menos satisfeitos. Os participantes cegos, pelo contrário, demonstraram estar bastante satisfeitos com o DOSVOX, sobretudo aqueles categorizados como intermediários.

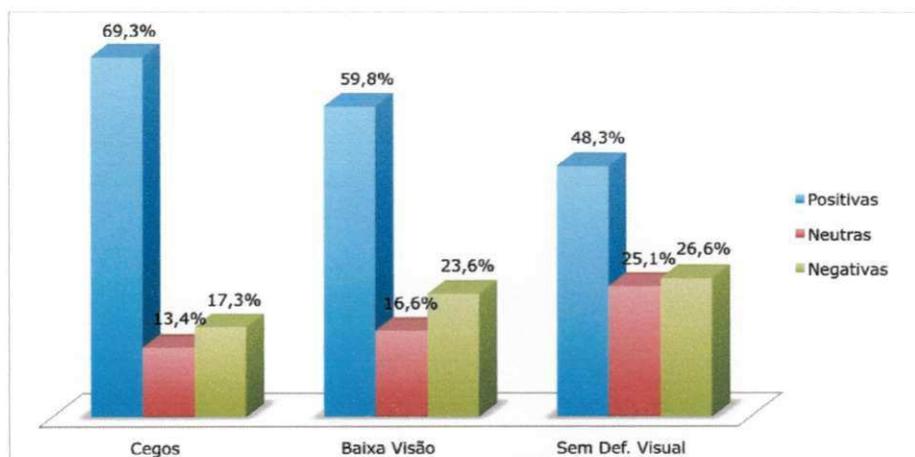
No APÊNDICE X, foram sumariados as respostas em número e percentual para cada grupo de participantes. Todas as perguntas apresentaram um total de reações positivas (Muito Fácil, Fácil, Concordo Totalmente e Concordo) superior às negativas (Muito Difícil, Difícil, Discordo Totalmente e Discordo).

O número de participantes que apresentaram reações positivas excedeu 50% da população em quase todas as questões. Apenas 2 (duas) questões ("Recuperação de situações de erro" e "Acho que o produto atende plenamente às minhas necessidades") apresentaram um percentual de reações positivas menor que 50% (mesmo assim maior que o percentual negativo).

No que se refere às reações neutras (Nem Fácil e Nem Difícil e Nem Concordo e Nem Discordo), em 11 dos itens do questionário, que corresponde a 50% do questionário pós-teste, pelo menos mais de 20 participantes optaram por uma resposta neutra (i.e., um percentual superior a 20% da amostra).

Na Figura 22, apresenta-se um gráfico comparando as respostas positivas, neutras e negativas, de acordo com o grupo. Observa-se que o número de reações positivas foi superior no grupo de participantes cegos. Por outro lado, o grupo mais expressivo com relação às respostas negativas e neutras foi o grupo de participantes sem deficiência visual (i.e., videntes).

Figura 22 - Gráfico comparativo entre as respostas positivas, neutras e negativas dos três grupos de participantes



Os resultados obtidos apontam os participantes cegos como os mais satisfeitos, seguidos do grupo com baixa visão e, por último, os sem deficiência visual. A baixa satisfação dos participantes sem deficiência visual pode ter sido influenciada pela quinta tarefa (i.e., uso do Webvox – navegador do DOSVOX). Os comentários verbais e as expressões faciais da maioria dos participantes sem deficiência visual durante a realização desta tarefa, corroboram a insatisfação obtida por meio da administração do questionário USE.

Após a administração do questionário pós-teste, realizou-se uma entrevista informal com o participante (APÊNDICE K), a fim de coletar (i) informações qualitativas que pudessem corroborar os indicadores de satisfação subjetiva; e (ii) possíveis sugestões de melhoria para o DOSVOX, sob o ponto de vista do usuário.

Em geral, os participantes sem deficiência visual admiraram a iniciativa do DOSVOX e consideraram o produto fácil, de grande utilidade para os usuários com deficiência visual, mas bastante restrito, se comparado aos sistemas computacionais convencionais. No que se refere à interação vocal multimodal, não foram identificadas grandes dificuldades no uso da voz. A única dificuldade mencionada nas entrevistas, foi o impedimento de usar o *mouse* durante a interação (o modo de entrada de

dados é apenas via teclado).

Por sua vez, os participantes com deficiência visual consideraram o sistema muito útil, principalmente para indivíduos que estão começando a utilizar o computador. Como pontos positivos citaram: (i) gratuidade de uso; (ii) facilidade de interagir e aprender; e (iii) qualidade da interação vocal superior aos demais leitores de tela. Como pontos negativos: (i) o desenvolvimento do sistema não está acompanhando as novas tecnologias (convencionais); (ii) o forte acoplamento das aplicações do DOSVOX, cuja interação com outros sistemas não é possível (a não ser aqueles desenvolvidos para a plataforma DOSVOX); (iii) a falta de imagens na interface (ponto negativo citado por um usuário com baixa visão); e (iv) a restrição do navegador Webvox à leitura de páginas desenvolvidas com a linguagem de programação *JavaScript*³³ e ao *Youtube*³⁴.

Dentre as funcionalidades oferecidas pelo DOSVOX, os participantes informaram considerar (i) a manipulação de arquivos (criação, leitura e edição) e de pastas de arquivos, (ii) o correio eletrônico, (iii) a conversão de texto para *mp3*, (iv) o teste de teclado e (v) a navegação na *Web*, como as funcionalidades mais importantes.

No que se refere às funcionalidades consideradas difíceis de utilizar, a funcionalidade de navegação na *Web* foi alvo de críticas por grande parte dos participantes, sendo a tarefa que envolveu a interação com o Webvox considerada a mais difícil.

Os participantes foram questionados sobre possíveis sugestões de melhorias relacionadas ao uso do DOSVOX. As sugestões dos indivíduos sem deficiência visual resumiram-se ao escopo das funcionalidades envolvidas no roteiro de tarefas. Entretanto, as sugestões informadas pelo grupo com deficiência visual extrapolaram o escopo desta pesquisa, devido a sua maior experiência com o uso do sistema.

³³ Linguagem de programação muito popular na Web, baseada em *scripts*. Disponível em: <http://www.ecmascript.org/>.

³⁴ Site que disponibiliza o armazenamento e visualização de vídeos de conteúdos variados. Disponível em: <http://www.youtube.com.br>.

No que se refere ao escopo, algumas sugestões informadas pelos participantes foram de caráter geral (que se aplicam a todas as aplicações do DOSVOX) e outras específicas a aplicações do produto avaliado..

No Quadro 20, sumariaram-se as sugestões de melhoria informadas pelos participantes durante a entrevista informal, realizada como última etapa dos testes de acessibilidade. As sugestões encontram-se listadas de acordo com a abrangência do seu escopo.

Quadro 20 - Melhorias sugeridas durante a entrevista informal

Escopo	Sugestão
Cartavox	O campo de senha do Cartavox poderia ser preenchido com asteriscos na TUI e retornar algum <i>feedback</i> sonoro, à medida que o usuário tecla.
	Os termos são inadequados e não estão unificados. Alguns foram "aportuguesados" (e.g., o DOSVOX chama <i>e-mail</i> de <i>carta</i>), mas outros mantidos em inglês (e.g., <i>SPAM</i> , <i>homepages</i> e <i>notification</i>).
	Poderia ser reduzido o número de passos para enviar e receber um <i>e-mail</i> .
	A interface do Cartavox poderia ser mais moderna, no que diz respeito ao envio dos <i>e-mails</i> . O correio eletrônico foi desenvolvido para atender aos protocolos da época (POP3 e SMTP). Atualmente, já é possível digitar o <i>e-mail</i> e transmiti-lo em seguida. Não é preciso transmiti-los em lote (i.e., todos os <i>e-mails</i> de uma vez).
Monitvox	É importante que se dê continuidade ao desenvolvimento/projeto do Monitvox.
Edivox	No ato da criação de um arquivo no Edivox, poderia ser informado ao usuário o nome do arquivo que está sendo carregado/criado " <i>Documento.txt</i> foi criado".
	O Edivox poderia salvar o texto em formato <i>DOC</i> .
Geral	As opções dos menus poderiam ser listadas, considerando as funcionalidades mais utilizadas, para evitar que o usuário demore a encontrar a opção desejada. Ou ainda, o DOSVOX poderia disponibilizar um menu com as opções mais utilizadas.
	Padronização das mensagens de erro e de sucesso.
	Atalhos poderiam ser mais intuitivos.
Webvox	O navegador traz muita poluição de informação, i.e., muita informação que não é do interesse do usuário.

Na seção a seguir, apresentam-se os resultados da inspeção de conformidade do produto às partes 14, 17 e 171 do padrão internacional ISO 9241.

5.4 Resultados da Inspeção de Conformidade do Produto

Conforme explicado na seção 4.3, para a etapa de inspeção de conformidade do DOSVOX a um padrão consensual da área foram selecionadas as partes 14 (ISO 9241, 1997), 17 (ISO 9241, 1998b) e 171 (ISO 9241, 2008) do padrão internacional ISO 9241. Os resultados do processo de inspeção de conformidade encontram-se nos APÊNDICES Y, Z e AA.

No que se refere aos APÊNDICES Y e Z, referentes às listas de inspeção das partes 14 e 17, destaca-se que os métodos utilizados para a inspeção de cada recomendação são explicitados nas listas de inspeção, a saber: (i) Análise da documentação do sistema (A); (ii) Evidência documentada (E); (iii) Observação (O); (iv) Avaliação analítica (AA); (v) Avaliação empírica (AE); e (v) Método diferente (MD).

Para a inspeção de conformidade, consideraram-se as seguintes aplicações: (i) Teste de teclado; (ii) Edivox; (iii) Gerenciador de arquivos; (iv) Cartavox; e (v) Webvox, com o propósito de avaliar a interface a partir do modo de interação vocal e textual.

Nos Quadros 21 e 22, sintetizam-se, respectivamente, as recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 *não adotadas e adotadas parcialmente* pelo DOSVOX. Estas recomendações caracterizam falhas de *acessibilidade*, sob o ponto de vista de inspeção de conformidade.

Nos Quadros 23 e 24, descrevem-se, respectivamente, as recomendações³⁵ das partes 14 e 17 do padrão ISO 9241 *não adotadas* pelo DOSVOX. Estas recomendações caracterizam falhas de *usabilidade* do ponto de vista de inspeção de conformidade.

³⁵ As recomendações contidas nas listas de inspeção das partes 14 e 17 do padrão internacional ISO 9241 podem ser acompanhadas dos conectivos **e**, **ou** ou **e/ou**. Os conectivos **e** e **ou** são exibidos quando há relação condicional no critério de aplicabilidade das recomendações de uma seção (ISO 9241, 1997). Por sua vez, quando as recomendações de uma seção não são mutuamente exclusivas, utiliza-se **e/ou**.

Quadro 21 - Recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 julgadas não adotadas pelo DOSVOX (1/2)

#	Recomendação
01	8.1.6 Fornecer nomes e descrições pequenos
02	8.2.3 Permitir a individualização da aparência e do comportamento da interface
03	8.2.4 Permitir individualização do cursor e do ponteiro
04	8.2.5 Fornecer perfis de preferência do usuário
05	8.3.5 Informar ao usuário sobre a ativação do recurso de acessibilidade
06	8.4.2 Otimizar o número de etapas para determinada tarefa
07	8.4.7 Suportar operações de "Copiar" em textos não editáveis
08	8.4.12 Facilitar a navegação para a localização dos erros
09	8.5.10 Permitir apresentação apropriada de tabelas
10	8.5.11 Aceitar a instalação de emuladores de teclado e/ou dispositivo de ponteiro
11	9.1.1 Prover entradas do teclado a partir de todos os mecanismos de entrada possíveis
12	9.1.4 Prover serviços de reconhecimento de voz
13	9.2.2 Prover alta visibilidade do foco do teclado e do cursor de texto
14	9.3.4 Prover ajuste de atraso antes de aceitar as teclas
15	9.3.5 Prover ajuste da aceitação de teclas digitadas duas vezes
16	9.3.8 Permitir ao usuário desligar a repetição de teclas (i.e., impedir a entrada de teclas repetidas)
17	9.4.2 Prover controle direto da posição do ponteiro a partir de dispositivos externos
18	9.4.4 Permitir a reatribuição de funções dos botões do dispositivo de apontamento
19	9.4.6 Habilitar a funcionalidade de segurar do dispositivo de apontamento
20	9.4.9 Permitir ajustar os parâmetros de múltiplos cliques
21	9.4.10 Permitir ajustar a velocidade do ponteiro

Quadro 21 - Recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 julgadas não adotadas pelo DOSVOX (2/2)

#	Recomendação
22	9.4.14 Prover alternativas para operações simultâneas do ponteiro
23	10.3.2 Permitir aos usuários configurar o tamanho mínimo da fonte do texto
24	10.3.3 Ajustar a escala e o layout dos elementos da interface de acordo com as mudanças do tamanho da fonte de texto
25	10.4.3 Prover individualização dos esquemas de cores
26	10.4.4 Permitir aos usuários individualizar os códigos de cores
27	10.5.4 Habilitar janelas "sempre no topo"
28	10.5.5 Permitir ao usuário controlar múltiplas janelas "sempre no topo"
29	10.5.8 Permitir o redimensionamento da janela
30	10.5.10 Habilitar janelas para terem o foco
31	11.1.4 Escrever as instruções e a "Ajuda" sem necessariamente referencias dispositivos

Quadro 22 - Recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 julgadas adotadas parcialmente pelo DOSVOX

#	Recomendação
01	8.2.2 Permitir o ajuste dos atributos comuns da interface com o usuário
02	8.3.2 Proteger contra inadvertidas ativações ou desativações dos recursos de acessibilidade
03	8.4.3 Prover operações de "Desfazer" e/ou "Confirmar"
04	8.4.11 Prover notificações entendíveis ao usuário
05	8.5.2 Permitir comunicação entre <i>sistema</i> e tecnologia assistiva
06	8.5.4 Tornar as informações dos elementos da interface disponíveis para a tecnologia assistiva
07	8.5.7 Tornar notificações de evento disponíveis para tecnologias assistivas
08	9.1.5 Prover ferramentas para verificação ortográfica em todo o sistema
09	10.2.2 Prover um modo usável de visualização das informações por usuários com baixa acuidade de visão
10	10.3.1 Não transmitir informações visuais apenas por atributos de texto visuais
11	10.5.9 Suportar minimizar, maximizar, restaurar e fechar janelas
12	10.6.4 Permitir ajustar a saída do áudio
13	10.8.1 Permitir usuário parar, iniciar e pausar
14	11.1.1 Prover documentação e "ajuda" entendível

Quadro 23 - Recomendações da parte 14 julgadas não adotadas pelo DOSVOX

#	Recomendação
01	5.3.1 Consistência As opções devem ser consistentemente posicionadas, na mesma ordem, no grupo de opções(Ver também
02	5.3.2 Importância As opções importantes deverão ser listadas em primeiro lugar, e/ou
03	7.1.6 Atraso na resposta Se a resposta sofrer um atraso de mais de 3 segundos, deve-se fornecer uma indicação de que o computador está processando a solicitação, e
04	7.4.1 Opções em colunas b) Se o menu for dotado de seleção cíclica (<i>wrap around</i>), a tecla com seta para baixo move o cursor da última opção para a primeira opção da estrutura vertical de opções do menu, enquanto a tecla com seta para cima move o cursor da primeira opção para a última opção da estrutura
05	7.4.3 Grupos de opções Uma tecla diferente das teclas com setas deverá ser usada para mover o cursor entre grupos de opções e
06	8.1.7 Títulos a) Primeiro menu – título descritivo curto ou evidenciação do propósito deverá ser evidente por sua posição ou associação e/ou
07	8.1.7 Títulos b) Menu de nível inferior – em série ou
08	8.3.1 Nomes e títulos não ambíguos Nomes de opções e títulos de grupos de opções deverão ser semanticamente distintos e
09	8.3.2 Palavras-chaves: a) Início com palavras-chaves (a menos que seja antinaturais para o idioma) e
10	8.3.2 Palavras-chaves: b) Palavras-chaves sugestivas deverão ser usadas, enquanto palavras-chaves inócuas evitadas e
11	8.3.3 Terminologia das opções Familiar aos usuários e

Quadro 24 - Recomendações da parte 17 julgadas não adotadas pelo DOSVOX

#	Recomendação
01	5.1.1 Títulos Formulários, caixas de diálogo, telas de entrada intituladas para indicar claramente a finalidade
02	5.3.7 Sugestões Sugestões para formato de entrada de dados (e.g. mm/dd/yy) mostrados dentro de uma campo de entrada ou em rótulos de campos e o uso de abreviações claras para o usuário
03	6.5.1 Validação de campo simples Se a capacidade do sistema permite, os campos de entrada devem ser checados antes da aceitação
04	7.1 Ecoar Caracteres digitados são ecoados para o usuário assim como foram digitados
05	7.3 Erros nos Campos Se o campo contém erros e é apropriado para a tarefa, o feedback do erro deve ser mostrado assim que o usuário complete o campo
06	8.4.1 Campos parcialmente preenchidos Um tabular manual para mover de um campo para outro

No que se refere à modelagem da incerteza, conforme descrito no Capítulo 3, para cada decisão referente aos critérios de aplicabilidade e adoção de cada recomendação, o avaliador atribuiu um grau de certeza entre 0 e 100%.

Ao final de cada inspeção, o avaliador sumarizou os resultados dos níveis de certeza de cada inspeção, a partir do cálculo do GCM.

É importante salientar que a lista de inspeção da parte 171 possui uma particularidade em relação às partes 14 e 17. Na parte 171, existem recomendações aplicáveis a qualquer contexto. Na lista de inspeção, estas recomendações já são preenchidas por *default com S* (i.e., Sim). Consequentemente, não houve incerteza associada à aplicabilidade destas recomendações e, portanto, atribui-se, $P(A) = 100\%$.

Os resultados da inclusão da modelagem da incerteza na inspeção de conformidade podem ser vistos nos APÊNDICES Y, Z e AA.

Na Tabela 8, apresentam-se as taxas de adoção do DOSVOX referentes às recomendações das partes 14 (*Diálogos via menus*), 17 (*Diálogos via preenchimento de formulários*) e 171 (*Guia de acessibilidade de software*). Adicionalmente, apresentam-se os níveis de crença médios do avaliador referentes à cada taxa de adoção.

Tabela 8 – TA e GCM do DOSVOX

Parte do Padrão ISO 9241	#P	#D	TA (%)	GCM (%)
14	68	57	83,82%	99,03%
17	39	33	84,61%	98,05%
171	109	64 (D_t)	58,72% (TA_t)	98,01%
		14 (D_p)	12,84% (TA_p)	

É importante destacar que assim como as taxas de adoção da parte 171 do padrão ISO 9241, o GCM também poderia ter sido expresso nas formas individuais (parcial e total).

De acordo com a Tabela 8, a inspeção do DOSVOX às partes 14 (Diálogos de menu), 17 (Diálogos via preenchimento de formulários) e apresentaram taxas superiores à parte 171. A inspeção da conformidade do DOSVOX à parte 17 da interação via preenchimento de formulários resultou em uma taxa de adoção de 84,61%. Por sua vez, a inspeção à parte 14 resultou em um TA de 83,82%.

No tocante à inspeção à parte 171, a TA_t obtida foi de 58,72%. No que se refere a esta taxa, acredita-se que dois fatores podem ter influenciado neste resultado, a saber:

- O contexto de uso do DOSVOX incluiu apenas usuários com deficiência visual. Consequentemente, aquelas recomendações aplicáveis a qualquer contexto (já preenchidas por *default* com **S**), que consideram grupos de usuários com outros tipos de capacidades, não foram adotadas pelo DOSVOX (e.g, recomendação 9.4.2 do APÊNDICE AA, referente à possibilidade de utilização de dispositivos de apontamento);
- 12,84% das recomendações aplicáveis foram julgadas parcialmente adotadas pelo DOSVOX. Conforme já mencionado na seção 3.4.1, na lista de inspeção da parte 171 permite que o avaliador diferencie a adoção entre parcialmente e totalmente adotada pelo produto, diferentemente das *listas de inspeção* das Partes 14 e 17.

Além da TA, no que se refere ao nível de crença médio (GCM) relativo a cada inspeção, conforme definido na Eq. 7, na seção 3.4.1, os valores próximos de 100% desta medida indicam que existem baixos graus de incerteza do avaliador associados ao processo de inspeção de conformidade do DOSVOX às partes 14, 17 e 171. Este fato é importante, pois quanto maior o grau de crença médio associado à inspeção, menor o risco do avaliador ter errado nos julgamentos das recomendações do padrão considerado.

No APÊNDICE AB, são sumariadas as falhas detectadas durante o processo de inspeção de conformidade do produto às partes 14, 17 e 171, seguidas da análise do avaliador sobre as recomendações não adotadas

pelo DOSVOX. Para cada parte inspecionada do padrão ISO 9241, as falhas encontram-se divididas conforme o escopo: (i) geral (i.e., relativas ao sistema como um todo) e (ii) específicas às aplicações consideradas neste estudo.

Algumas falhas encontram-se descritas em mais de uma parte do padrão. A redundância foi proposital, a fim de facilitar a identificação das falhas detectadas em mais de um enfoque de avaliação.

5.5 Considerações Finais

Neste capítulo, apresentaram-se os resultados obtidos a partir da execução da abordagem metodológica proposta nesta pesquisa. Para o enfoque de inspeção de conformidade, apresentaram-se e discutiram-se as taxas de adoção relativas a cada parte do padrão ISO utilizado, as falhas detectadas na avaliação e o GCM do avaliador associado à inspeção.

Em relação à utilização de Redes Bayesianas para modelar a incerteza associada aos julgamentos subjetivos do avaliador, observou-se as seguintes vantagens na incorporação desta técnica ao procedimento convencional: (i) expressão gráfica clara e intuitiva da relação causal entre os critérios de aplicabilidade e adoção da recomendação, (ii) possibilidade de modelagem do conhecimento do avaliador sobre o domínio considerado e (iii) auxílio na análise crítica das taxas de adoção obtidas nas inspeções.

Na mensuração de desempenho do usuário, apresentaram-se e discutiram-se os valores obtidos para os indicadores objetivos referentes às três categorias consideradas de usuários (cegos, baixa visão e sem deficiência visual), a partir dos testes de acessibilidade envolvendo o produto-alvo do estudo de caso. Por último, foram apresentados os resultados dos questionários e o índice de satisfação subjetiva de cada grupo de usuários.

No APÊNDICE AD, apresenta-se e se discute um quadro comparativo das falhas identificadas durante a avaliação. É importante

salientar que não era esperado nesta pesquisa a detecção das mesmas falhas em cada enfoque da avaliação. Pelo contrário, esperava-se justamente comprovar a complementaridade dos enfoques no processo de identificação das falhas.

O método de inspeção de conformidade do produto a padrões permitiu a identificação de falhas estruturais de usabilidade e, principalmente, de acessibilidade. Embora o foco desta pesquisa tenha recaído sobre usuários com deficiência visual, a inspeção de conformidade à parte 171 do Padrão ISO 9241 permitiu a detecção de falhas de acessibilidade que podem impactar os usuários com outros tipos de deficiência (e.g., física).

Por fim, a inspeção de conformidade corroborou as falhas e as evidências detectadas durante a mensuração de desempenho dos usuários e a sondagem da satisfação subjetiva dos usuários em relação ao produto.

É importante destacar que o objetivo principal desta pesquisa não foi a diferenciação entre usabilidade e acessibilidade. Conforme se descreveu no Capítulo 2, acessibilidade e usabilidade são conceitos relacionados, não sendo possível tratar a acessibilidade de um produto sem levar em conta sua usabilidade.

No próximo capítulo, apresentam-se as discussões finais desta pesquisa.

Capítulo 6

Considerações Finais

6.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo, apresentam-se as considerações finais sobre a abordagem destinada à avaliação de acessibilidade de interfaces vocais para aplicações *desktop*, proposta nesta pesquisa.

Na seção 6.2, apresenta-se a visão contextual da pesquisa, de acordo com os objetivos delineados e as hipóteses formuladas no Capítulo 1.

Na seção 6.3, apresentam-se as conclusões formuladas a partir dos resultados apresentados e discutidos no capítulo anterior.

Por fim, na seção 6.4, listam-se sugestões para pesquisas futuras.

6.2 Visão Contextual da Pesquisa

Conforme discutido no Capítulo 2, a comunidade científica têm se interessado pela realização de avaliações de VUI, devido às possibilidades de uso proporcionadas por esta modalidade da interação, sobretudo, àqueles usuários com deficiência visual.

De acordo com a literatura pesquisada, verificou-se que a maioria das avaliações envolvendo produtos dotados de VUI fundamenta-se tão somente em um único enfoque de avaliação. Assim, a fim de propor uma abordagem para avaliar a acessibilidade de interfaces vocais baseada nos pontos de vista – (i) *da comunidade de acessibilidade*, expresso com base em revisões de projeto, a fim de determinar se o projeto da interface está em conformidade com um padrão; (ii) *do especialista*, expresso sob a forma de análise dos resultados dos desempenhos dos usuários em

sessões de teste de acessibilidade; e (iii) *do usuário*, expresso a partir das visões dos usuários sobre o produto, reunidas a partir de uma abordagem de avaliação, propôs-se uma abordagem baseada em três enfoques: (i) *inspeção de conformidade do produto a padrões*, (ii) *mensuração de desempenho do usuário*; e (iii) *sondagem da satisfação do usuário*.

Além disso, com o objetivo de evidenciar a incerteza inerente ao enfoque de inspeção de conformidade, propôs-se um modelo baseado em Redes Bayesianas. No modelo proposto, o avaliador é convidado a informar um grau de incerteza para cada decisão a respeito dos critérios de aplicabilidade e adoção de cada recomendação das listas de inspeção.

Assim, mediante a realização de um estudo de caso, investigaram-se as seguintes hipóteses:

- H1.0: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área;
- H2.0: A acessibilidade será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto;
- H3.0: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for a satisfação subjetiva dos usuários em relação ao produto;
- H4.0: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto;
- H5.0: O desempenho associado ao produto será tanto melhor quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área; e
- H6.0: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área.

6.3 Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se afirmar que avaliações de acessibilidade baseadas em apenas um enfoque de avaliação não geram resultados mais específicos do que aquelas baseadas em vários enfoques.

Isso pôde ser comprovado a partir do quadro comparativo que exibiu a confrontação de falhas detectadas em cada enfoque de avaliação (vide APÊNDICE AD). Considerando o enfoque em que a falha foi identificada, três conjuntos de falhas podem ser definidos: (i) falhas detectadas por apenas um enfoque; (ii) falhas detectadas por dois enfoques; e (iii) falhas detectadas pelos três enfoques. Isto corrobora as afirmações de Queiroz (2001) e Petrie e Bevan (2009) sobre as avaliações envolvendo enfoques diferentes possibilitarem a detecção de falhas de naturezas diferentes.

A confrontação dos resultados obtidos nesta pesquisa possibilitou concluir-se que:

Argumento 01: O processo de inspeção de conformidade do produto ao padrão ISO 9241 possibilitou detectar falhas de acessibilidade e usabilidade a partir da não adoção de recomendações aplicáveis ao produto-alvo do estudo de caso (DOSVOX versão 4.4). No que se refere à parte 171 (Guia de acessibilidade de produtos de *software*), quanto mais recomendações forem adotadas pelo produto, maior o grau de adequação ao padrão, menos falhas de acessibilidade e, conseqüentemente, mais acessível será o produto.

Conclusão 01: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área (**H1.0 aceita**).

Argumento 02: A definição de indicadores objetivos na etapa de mensuração de desempenho permitiu analisar o desempenho dos usuários a partir da coleta e análise relativos a estes indicadores (*tempo de conclusão da tarefa, número de opções incorretas, número de ações incorretas, número de erros repetidos e número de consultas à ajuda*). Um produto que proporcione aos usuários a obtenção de melhor desempenho, implicará a minimização das reações do usuário a estes indicadores. Logo, quanto melhor o desempenho, menor serão os valores obtidos para os indicadores quantitativos e mais acessível será o produto.

Conclusão 02: A acessibilidade será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto (**H2.0 aceita**).

Argumento 03: De acordo com o cálculo do índice de satisfação subjetiva do usuário, percebeu-se que os usuários com deficiência visual, sobretudo, os cegos, foram os mais satisfeitos com o uso do produto. Tendo em vista que o foco da acessibilidade recai, principalmente, sobre os indivíduos com deficiência e que estes indivíduos foram os mais satisfeitos com o DOSVOX, apesar das falhas detectadas, quando mais acessível for o sistema, maior será a satisfação subjetiva do usuário.

Conclusão 03: A acessibilidade será tanto maior quanto maior for a satisfação subjetiva dos usuários em relação ao produto (**H3.0 aceita**).

Argumento 04: De acordo com a análise dos indicadores objetivos dos grupos de usuários (com e sem deficiência visual), não foram registradas diferenças estatísticas significativas entre os grupos de usuários considerados. Contudo, ao analisar os índices de satisfação subjetiva, verificou-se que os usuários com deficiência estão mais satisfeitos com o DOSVOX do que os usuários sem deficiência. No entanto, o desempenho dos usuários com deficiência não foi melhor do que o desempenho dos usuários sem deficiência. Ou seja, maior índice de satisfação subjetiva não implicará obrigatoriamente melhor desempenho.

Conclusão 04: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto melhor for o desempenho associado ao uso do produto (**H4.0 rejeitada**).

Argumento 05: O número de recomendações da para 171 do padrão internacional ISO 9241 (ISO 9241, 2008) não adotadas pelo DOSVOX foi diretamente proporcional ao número de falhas de acessibilidade do produto. Como se pode observar no Quadro de confrontação (vide APÊNDICE AD), muitas falhas foram detectadas simultaneamente na inspeção de conformidade e na mensuração de desempenho, o que significa que a maior adequação do produto a padrões consensuais da área proporcionará a melhoria do desempenho do usuário

na realização de tarefas com o auxílio do produto.

Conclusão 05: O desempenho associado ao produto será tanto melhor quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área (**H5.0 aceita**).

Argumento 06: Os resultados obtidos a partir dos índices de satisfação subjetiva demonstraram que os usuários com baixa visão e sem deficiência visual estão menos satisfeitos com o DOSVOX do que os usuários cegos. Na inspeção de conformidade, verificou-se a existência de barreiras de usabilidade e acessibilidade que prejudicam o uso do produto por todos os usuários. Assim, se resolvidas as barreiras que impactam a uso do produto, o índice de satisfação aumentará.

Conclusão 06: A satisfação subjetiva do usuário será tanto maior quanto maior for o grau de adequação do produto a padrões consensuais da área (**H6.0 aceita**).

Além da investigação das hipóteses definidas, investigou-se também a existência de diferenças entre o desempenho das categorias consideradas, i.e., *principiantes* e *intermediários*. A análise estatística indicou a inexistência de diferenças significativas entre os desempenhos das categorias consideradas (vide Quadro 16).

Adicionalmente, os resultados da análise estatística também indicaram a inexistência de diferenças significativas entre os desempenhos dos grupos considerados, i.e., *cegos*, *baixa visão* e *sem deficiência visual* (vide Quadro 18).

Os resultados obtidos a partir da realização desta pesquisa demonstraram que o DOSVOX é um sistema acessível para usuários com deficiência visual (cegos e baixa visão), embora tenha apresentado falhas de acessibilidade e usabilidade que comprometem o desempenho do usuário e afetam a aceitação do produto.

Portanto, conclui-se que a abordagem multidimensional para a avaliação de acessibilidade proposta nesta pesquisa mostrou-se eficaz, eficiente e satisfatória na detecção de falhas de acessibilidade em

interfaces vocais para aplicações *desktop*.

6.4 Contribuições da Pesquisa

Como principal contribuição desta pesquisa pode-se destacar a proposição de uma abordagem para a avaliação de VUI de aplicações *desktop*, baseada nos enfoques de *inspeção de conformidade do produto a padrões*, *mensuração de desempenho* e *sondagem de satisfação do usuário*.

Adicionalmente, outras contribuições desta pesquisa podem ser listadas:

- Proposição de modelo baseado em Redes Bayesianas para evidenciar a incerteza inerente aos julgamentos do avaliador no processo de inspeção de conformidade;
- Revisão do estado-da-arte de avaliações de acessibilidade de interfaces vocais;
- Realização de estudo de caso com o sistema computacional DOSVOX, muito utilizado pela comunidade de indivíduos com deficiência visual no Brasil.

6.5 Publicação Resultante desta Pesquisa

Parte dos resultados da presente pesquisa foi publicada em um evento internacional, o HCII (*HCI Internacional*). A publicação está relacionada à incorporação da modelagem da incerteza proposta nesta pesquisa ao procedimento de inspeção de conformidade de produtos à parte 171 do padrão ISO 9241.

Os detalhes do artigo publicado podem ser vistos no ANEXO G.

6.6 Sugestões para Pesquisas Futuras

Os testes de acessibilidade envolveram usuários com e sem deficiência visual. Conseqüentemente, as falhas detectadas durante as sessões de teste impactam, principalmente, os grupos de usuários supracitados. A fim de investigar falhas de acessibilidade que impactem os usuários com outros tipos de deficiência, torna-se importante a inserção de indivíduos

com outros tipos de deficiência na pesquisa.

Além disso, a fim de diminuir o custo da realização da inspeção de conformidade do produto às partes do padrão ISO 9241, sugere-se o desenvolvimento de um sistema que auxilie o avaliador no processo de inspeção de conformidade do produto às partes do padrão ISO 9241, que considere a modelagem da incerteza de cada inspeção.

Em relação à modelagem da incerteza proposta nesta pesquisa, observou-se que o grau de certeza médio pode ser considerado como um parâmetro de diferenciação entre diagnósticos de inspeções de conformidade. Assim, sugere-se a realização de uma pesquisa comparativa entre diagnósticos de inspeções de conformidade do produto a um padrão, considerando avaliadores com perfis diferentes, a fim de verificar o impacto da modelagem da incerteza na comparação dos resultados das inspeções.

Referências Bibliográficas

- ADEBESIN, T.F. **Usability and Accessibility Evaluation of the Digital Doorway**. 2011. 241f. Dissertation (Master of Science)-School of Computing, University of South Africa, Pretoria, 2011.
- ADEBESIN, T. F.; KOTZÉ, P.; GELDERBLUM, H. The complementary role of two evaluation methods in the usability and accessibility evaluation of a non-standard system. In: PROCEEDINGS OF THE 2010 ANNUAL RESEARCH CONFERENCE OF THE SOUTH AFRICAN INSTITUTE OF THE COMPUTER SCIENTISTS AND INFORMATION TECHNOLOGISTS (SAICSIT '10). 2010, New York. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2010. p. 1-11.
- AFONSO, C. **Reflexões sobre a Surdez: A Problemática Específica da Surdez. A Educação de Surdos**. Vila Nova de Gaia: Edições Gailivro. 2008. 184p.
- AAIDD - American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. Definition of Intellectual Disability. Disponível em: <http://www.aidd.org/>. Acesso em: 31 jan. 2014.
- APAE de São Paulo. Sobre a deficiência intelectual - O que é. Disponível em: <http://www.apaesp.org.br/SobreADeficienciaIntelectual/Paginas/O-que-e.aspx>. Acesso em: 31 jan. 2014.
- ABTECA - Associação Brasileira de Tecnologia Assistiva. **O que é Tecnologia Assistiva?**. Disponível em: <http://www.abteca.org.br/tecnologia-assistiva.html>. Acesso em: 13 fev. 2014.
- BARBOSA, A. E. V. **Abordagem híbrida para a avaliação de interfaces multimodais**. 346f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.
- BATTAGLINI, M. P. **Recognition of words, nomination of pictures and printed words in prelingual implanted deafs**. 183f. Dissertation (Master Degree in Developmental Psychology and Learning), UNESP, College of Sciences, Bauru, 2010.
- BORGES, J. A dos S. **Do Braille ao DOSVOX: diferenças na vida dos cegos**. 316f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- BOSLAUGH, S., WALTERS, P. A. **Statistics in a Nutshell: A Desktop Quick Reference**. 2. ed. California: O'Reilly Media, 2012, 594p.
- BRAJNIK, G. **Beyond Conformance: The Role of Accessibility Evaluation Methods**. In: PROCEEDINGS OF THE 2008 INTERNATIONAL WORKSHOPS ON THE WEB INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING (WISE '08). 2008, Auckland. **Proceedings...** Auckland: Springer-Verlag, 2008. p. 63-80.
- BRASIL. Decreto Nº 6.949, 25 de agosto de 2009. Publicado no Diário Oficial da União em 26 de agosto de 2009.
- CHI, E. H. The false dichotomy between accessibility and usability. In: 10th INTERNATIONAL CROSS-DISCIPLINARY CONFERENCE ON WEB ACCESSIBILITY,

Article No. 19, 2013, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: ACM Press, 2013.

COHEN, M.; GIANGOLA, J.; BALOGH, J. **Voice User Interface Design**. 1. ed. Boston: Addison-Wesley, 2004. 368p.

DAVIS, F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease Of Use, and User Acceptance of Information Technology. **MIS Quarterly**, v. 13, issue 3, p. 983-1003, sep. 1989.

DASILVA. **Sistema avaliador da acessibilidade para websites**. Disponível em: <http://www.dasilva.org.br/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:13:00.

DOSVOX. **Projeto DOSVOX**. 2002. Disponível em: <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:15:00.

DYBKJAER, L.; BERNSEN, N. O. Usability Evaluation in Spoken Language Dialogue Systems. In: WORKSHOP ON EVALUATION FOR LANGUAGE AND DIALOGUE SYSTEMS, Volume 9, 2001, Stroudsburg. **Proceedings...** Stroudsburg: ACM Press, 2001. p. 11-22.

E-MAG. **Modelo de Acessibilidade do Governo Eletrônico 3.0**. 2011. Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-MAG>. Acesso em: 12 jan. 2014.

FERREIRA, D. S. **Abordagem Híbrida para Avaliação da usabilidade de Dispositivos Móveis**. 227 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Pós-graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

HANSON, V. L. Computing Technologies for Deaf and Hard of Hearing Users. In: Sears, A., Jacko, J.A. (eds.). **The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications**. New York, 2008, 2. ed., p. 885-892.

HARPER, J.; YESILADA, Y. **Web Accessibility - A Foundation for Research**. Manchester: Springer, 1987. 364 p.

HENRY, S. L. **Just Ask: Integrating Accessibility Throughout Design**. 2007. Disponível em: <http://www.uiaccess.com/justask>. Acesso em: 15 de nov. 2013, 06:36:00.

HERSH, M.; LEPORINI, B. Accessibility and Usability of Educational Gaming Environments for Disabled Students. In: 12TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LEARNING TECHNOLOGY (ICALT), 2012, Rome, Italy. **Proceedings...** Rome: IEEE Computer Society, 2012. p.752-753.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Ed. Objetiva, 2009. 2048p.

HUNT, A.; WALKER, W. A fine Grained Component Architecture for Speech Application Development. **SUN Research, Project: SMLI TR**. Mountain View, 2000.

HURA, S. L. Voice User Interface. In: **HCI Beyond the GUI**, Burlington: Morgan Kaufmann, 2008, p. 197-226.

IBGE. **Censo Demográfico de 2010**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao Brasil, fornecidos em meio eletrônico. Disponível em:

<http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 nov. 2013, 06:18:34.

IMS. **IMS Global Learning Consortium**. 2002. Disponível em: <http://www.imsglobal.org/accessibility/>. Acesso em: 18 nov. 2013, 06:46:00.

ISO – **International Organization for Standardization. ISO 9241 Ergonomics of human-system interaction** – Part 171: Guidance on software accessibility. International Standard. Suécia, 2008.

ISO – **International Organization for Standardization. ISO 9241 Ergonomics requirements for office work with visual displays terminals (VDTs)** – Parte 11: Guidance on usability. International Standard. Suécia, 1998.

ISO – **International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)** – Part 14: Menu dialogues. Geneva, 1997.

ISO – **International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)** – Part 16: Direct Manipulation dialogues. Geneva, 1999.

ISO – **International Organization for Standardization. ISO 9241 – Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)** – Parte 17: Form filling dialogues. Geneva, 1998b.

KOMATANI, K.; UENO S.; KAWAHARA, T. e OKUNO, H. G. Flexible Guidance Generation using User Model in Spoken Dialogue Systems. In: 41st ANNUAL MEETING ON ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 1, 2003, Stroudsburg, PA. **Proceedings...** Stroudsburg: ACM Press, 2003. p. 256-263.

LAWTON, S. **Evaluating for Accessibility**. 2007. Disponível em: <http://www.uiaccess.com/accessucd/evaluate.html>. Acesso em: 31 jan. de 2014.

LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes. (Archives of Psychology)**, 1932, 55 p.

MACIEL, A. M. A.; FILHO, E. C. de B. C. Voice User Interface Using VoiceXML - Environment, Architecture and Dialogs Initiative. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL PROCESSING AND MULTIMEDIA APPLICATIONS (SIGMAP), 2007, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: INSTICC Press, 2007. p. 380-284.

MENEZES, L. L.; NASCIMENTO, M. R.; FECHINE, J. M.; QUEIROZ, J. E. R. Expert system for supporting conformity inspections of software application interfaces to the ISO 9241. In: 24rd Annual ACM Symposium on Applied Computing, 2009, Honolulu, 2009. **Proceedings...** Honolulu, ACM Press, 2009. p. 110-115.

MIRANDA, A. da S.; ALVES, J. B. da M. **Análise Ergonômica dos Programas Dosvox e Virtual Vision**. I Seminário Acessibilidade, Tecnologia da Informação e Inclusão Digital. São Paulo, 2001. Disponível em: http://www.prodiam.sp.gov.br/multimidia/midia/cd_atiid/conteudo/ATIID2001/Posters/P1/AnaliseErgonomicaProgramaDosvoxVW.pdf. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:14:00.

MORTON, H; GUNSON, N.; MARSHARLL, D.; MCINNES, F; AYRES, A.; MERVYN, J. Usability assessment of text-to-speech synthesis for additional detail in an automated telephone banking system. **Journal Computer Speech and Language**, 25, 2,

London, UK. p. 341-362, 2011.

NIELSEN, J. (2003). **Usability 101: Introduction to Usability**. Disponível em: <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:15:00.

NASCIMENTO, M. M do; RAFFA I. **Inclusão Social: Primeiros Passos**. 2. ed. São Paulo: Rideel, 2011. 160p.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. 1. ed. Cambridge, MA: ACM Press, 1993. 358 p.

OLIVEIRA, R. C. L. de. **WebQuest: Uma Ferramenta Web Configurável para a Sondagem da Satisfação Subjetiva do Usuário**. 224 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Pós-graduação em Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

PATEL, N.; AGARWAL, S.; RAJPUT, N.; NAVATAL A., DAVE, P.; PARIKH, T. S. A Comparative Study of Speech and Dialed Input Voice Interfaces in Rural India. In: 27th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS international conference on Human factors in computing systems, X, 2009, New York. **Proceedings...** New York: ACM Press, New York, 2009, p. 51-54.

PETRIE, H., BEVAN, N. The Evaluation of Accessibility, Usability, and User Experience. In: **The Universal Access Handbook**. Abington, MA: Constantine Stephanidis, 2009. p. 10-20.

PERES, S. C.; BEST, V.; BROCK, D.; SHINN-CUNNINGHAM, B.; FRAUENBERGER, C.; HERMANN, T.; NEUHOFF, J. G.; NICKERSON, V.; STOCKMAN, T. Auditory Interfaces. In: **HCI Beyond the GUI**, Burlington: Morgan Kaufmann, 2008, p. 150-189.

PETRIE, H., KHEIR, O. The Relationship between Accessibility and Usability of Websites. In: CONFERENCE ON HUMAN IN COMPUTING SYSTEMS, 2007, New York. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2007. p. 397-406.

QUEIROZ, A. M. **Acessibilidade Web: Tudo tem sua Primeira Vez**. 2006. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/capitulomaga>. Acessado em: 19 Nov. 2011.

QUEIROZ, J. E. R. **Abordagem híbrida para a avaliação da usabilidade de interfaces com o usuário**. 2001. 410 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

RAMOS, A. L. B. M. **Uma Metodologia para a Avaliação Multidimensional da Acessibilidade de Interfaces como Usuário para Aplicações Web**. 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, 2, 1, Selangor, Malasya. p. 21-33, 2011.

ROCHA, H.; BARANAUSKAS, M. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003. 244 p.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence - A Modern Approach**. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009. 1152 p.

SALVADOR, V. F. M.; NETO, J. O.; KAWAMOTO, A. L. S. **Requirement Engineering**

Contributions to Voice User Interface. In: First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, 1, 2008, Saint-Luce. **Proceedings...** Saint-Luce: IEEE Computer Society, 2008. p. 309-314.

SALVADOR, V. F. M.; NETO, J. O.; KAWAMOTO, A. L. S. An Empirical Approach for the Evaluation of Voice User Interfaces. **User Interfaces.** 1 ed. Viena: Rita Matrai, 2010, p. 153-164.

SANTOS, D. R. dos; BORGES, S. R. Tecnologias de Informação voltadas para pessoas com deficiência visual. **Fafibe online**, Bebedouro, SP, n. 3, p. 1-6, ago. 2007.

SHARP, H.; ROGERS, Y; PREECE, J. **Interaction design: beyond human-computer interaction.** 3. ed. London: Wiley, 2011. 602 p.

SHNEIDERMAN, B. Promoting universal usability with multi-layer interface design. In: CONFERENCE ON UNIVERSAL USABILITY, New York. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2003. p. 1-8.

SILVEIRA, H. da M. **Aperfeiçoamento da ferramenta MATVOX: um aplicativo para pessoas com deficiência visual que proporciona a implementação de algoritmos e cálculos matemáticos em um editor de texto.** Dissertação (Mestrado em Computação). Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SILVEIRA, H. da M.; MARTINI, L. C. Achieved results with MATVOX02 An assistance tool for visually impaired people in the exact science áreas. In: 8th IBERAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY (CISTI), 2013, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: Scopus, 2013. p. 19-22.

SOUSA, E. R. de. **Avaliação de usabilidade do sistema Dosvox na interação de cegos com a Web.** Dissertação de (Mestrado em Design). 161f. Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

SOUSA, E. R. de; FREITAS, S. F. de. Avaliação de usabilidade do sistema Dosvox na interação de cegos com a Web. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, jul. 2010.

TANAKA, E. H.; BIN, S. A.; ROCHA, E. V. da: Comparing accessibility and usability evaluation in HagaQue. In: Latin American conference on Human-computer interaction (CLIHIC '05), Cuernavaca, Mexico. **Proceedings...** New York: ACM Press, 2005. p. 139-147.

THATCHER, J.; WADDELL, C. D.; HENRY, S. L.; SWIERENGA, S.; URBAN, M. D.; BURKS, M.; REGAN, B.; BOHMAN, P. **Constructing accessible web sites.** 1. ed. San Francisco: Glasshaus, 2002. 400 p.

VANDERHEIDEN, G. C. **Application Software Design Guidelines: Increasing the Accessibility of Application Software to People with Disabilities and Older Users.** Disponível em: http://trace.wisc.edu/docs/software_guidelines/software.htm. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:16:00.

WCAG - WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES. **Overview.** 2012. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:16:43.

WAI - Web Accessibility Initiative. **Introduction to web accessibility.** 2006. Disponível em: <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>. Acesso em: 31 jan. 2014,

05:17:30.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **New estimates of visual impairment and blindness: 2010**. Disponível em: <http://www.who.int/blindness/en/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:19:00.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Disabilities**. Disponível em: <http://www.who.int/topics/disabilities/en/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:18:30.

WONGKIA, W., NARUEDOMKUL, K., CERCONE, N. i-Math: Automatic math reader for Thai blind and visually impaired students. **Computers and Mathematics with applications**, v. 64, issue 6, p. 2128-2140, sep. 2012.

W3C - WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Fact Sheet for Web Content Accessibility Guidelines 1.0**. 1999. Disponível em: <http://www.w3.org/1999/05/WCAG-REC-fact>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:21:30.

W3C - WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0**. 2008. Disponível em: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>. Acesso em: 31 jan. 2014, 05:22:13.

APÊNDICE A – Tipos de deficiência

1. Deficiência Auditiva

A deficiência *auditiva* ou *surdez* pode ser definida como a perda total ou parcial da audição (BATTAGLINI, 2010).

Um indivíduo é considerado surdo de acordo com sua habilidade de entender a voz, assim como de sua capacidade média de escutar sons. Geralmente, os diálogos normais atingem um volume entre 40 e 60 decibéis. Um indivíduo surdo só conseguirá escutar determinado som se o volume alcançar pelo menos 90 decibéis. Além disto, a surdez caracteriza-se pela dificuldade de entender os diálogos, mesmo com o uso de aparelhos auditivos e com o volume do diálogo amplificado (VANDERHEIDEN, 1994).

De acordo com Battaglini (2010), a surdez pode ser classificada de acordo com quatro fatores: (i) *grau de perda auditiva*; (ii) *lateralidade*; (iii) *localização*; e (iv) *época do estabelecimento*.

Conforme Afonso (2008), o *grau de perda auditiva* pode ser subdividido em: (i) *leve* (i.e., não impacta o processo de desenvolvimento da fala e da linguagem, não progride e, geralmente, não compele o indivíduo à utilização de aparelhos auditivos); (ii) *moderada* (i.e., pode interferir no processo de desenvolvimento da fala e da linguagem, embora não impeça o indivíduo de falar); (iii) *severa* (i.e., interfere no processo de desenvolvimento da fala e da linguagem, porém o indivíduo é capaz de ouvir e falar, a partir do uso de aparelhos auditivos); e (iv) *profunda* (i.e., se não houver intervenção, dificilmente o indivíduo conseguirá desenvolver a fala e a linguagem).

No que diz respeito à *lateralidade*, Battaglini (2010) classificou a surdez em (i) *unilateral* (i.e., afeta apenas um dos ouvidos) e (ii) *bilateral* (i.e., afeta os dois ouvidos).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2013), a surdez, de acordo com a *localização*, pode ser classificada como: (i) *de condução* (i.e., afeta o ouvido externo ou médio, causando um bloqueio do mecanismo de condução do som para o canal interno); (ii) *de percepção* ou *neurossensorial* (i.e., afeta o nervo auditivo ou a cóclea e é provocada pelo mecanismo de percepção do som desde o ouvido interno (cóclea) até o cérebro); e (iii) *mista* (i.e., ambos os tipos de surdez estão presentes).

Por fim, no que se refere ao *período de estabelecimento*, Battaglini (2010) classificou a surdez como (i) *pré-lingual* (i.e., ocorre antes do desenvolvimento da linguagem) e (ii) *pós-lingual* (i.e., ocorre após o desenvolvimento da linguagem).

No Brasil, cerca de 9,7 milhões de indivíduos (5,1%) possuem deficiência auditiva, dos quais 2,1 milhões possuem deficiência auditiva severa (i.e., com grande dificuldade ou incapazes de ouvir) (IBGE, 2010).

No que se refere às tecnologias da informação voltadas para os usuários com deficiência auditiva, a maioria delas lhes favorece o uso do computador, visto que, comumente, a transmissão das informações ocorre via canais visuais. Entretanto, o uso de dispositivos multimídia, com predominância dos sistemas interativos fundamentados em áudio, tem causado muitas falhas de acessibilidade para esse grupo de usuários (HANSON, 2008; ADEBESIN, 2011).

Com o intuito de aumentar a acessibilidade de produtos de *software* destinados a indivíduos com deficiência auditiva, tem sido sugerido na literatura da área (VANDERHEIDEN, 1994; IMS, 2002; ADEBESIN, 2011):

- Suporte à opção de *ShowSounds* (i.e., teclas que permitem aos usuários atribuírem uma legenda textual a cada evento visual);
- Provimento de legendas textuais legíveis como alternativas para diálogos e eventos sonoros;
- Garantia de que as legendas sejam sincronizadas com a saída do áudio; e

- Garantia de que todas as informações visuais sejam perceptíveis pelos usuários, ainda que não estejam escrutinando diretamente a tela.

2. Deficiência Física

A deficiência *física* ou *motora* pode ser caracterizada como o comprometimento do aparelho locomotor, o qual engloba os sistemas osteoarticular (i.e., ossos, cartilagens, músculos, ligamentos e tendões), muscular e nervoso (NASCIMENTO e RAFFA, 2011).

Segundo Adebessin (2011), há quatro tipos de deficiência física que podem impactar na interação do usuário com o computador, a saber: (i) desvios estruturais (i.e., má formação ou perda de partes do corpo); (ii) problemas de mobilidade (i.e., habilidade de movimentar ossos ou articulações comprometida); (iii) problemas de força muscular (i.e., incapacidade de gerar a força para contrair os músculos); e (iv) problemas de movimento (i.e., incapacidade de controlar os movimentos de maneira voluntária ou involuntariamente).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 13,3 milhões de indivíduos (7,0%) possuem deficiência motora no Brasil. A deficiência motora severa, i.e., grande dificuldade ou incapacidade de locomoção, atinge cerca de 4,4 milhões de indivíduos, dos quais 734,4 mil (0,4%) não conseguem caminhar ou subir escadas de modo algum (IBGE, 2010).

Diante do exposto, percebe-se a deficiência física abrange uma grande variedade de limitações. Contudo, este tipo de deficiência não afeta, em si, a capacidade de entendimento daquilo que o usuário visualiza na tela do computador (VANDERHEIDEN, 1994). Assim, a interação do usuário com deficiência motora com o computador poderá ser prejudicada somente em função da gravidade da limitação física.

Portanto, para incrementar a acessibilidade de produtos de *software* para indivíduos deficiência física, sugeriu-se na literatura da área (VANDERHEIDEN, 1994; IMS, 2002; ADEBESIN, 2011; ISO 9241, 2008):

- Evitar tempos de resposta muito curtos (inferiores a 5 segundos) ou permitir que o próprio usuário realize a configuração;
- Permitir acesso pelo teclado às barras de ferramentas, menus e caixas de diálogo, visto que nem todos os usuários com deficiência física são capazes de utilizar o *mouse*;
- Possibilitar a interação a partir de outros mecanismos além do teclado e do *mouse* (e.g., interação controlada pelos movimentos da cabeça, interação controlada pelos movimentos dos olhos e interação controlada pela voz); e
- Disponibilizar um teclado virtual para os usuários que podem utilizar os dispositivos de ponteiro (e.g., *mouse*), mas que têm dificuldade em digitar no teclado convencional do computador.

3. Deficiência Cognitiva

Deficiência *cognitiva*, *mental* ou *intelectual* é o termo utilizado para descrever uma ampla gama de deficiências, as quais se manifestam sob a forma de dificuldades mentais, de armazenamento/processamento de informações e de aprendizagem (VANDERHEIDEN, 1994).

A deficiência intelectual quase sempre é resultado de alguma alteração no desempenho cerebral, provocada por fatores genéticos, distúrbios na gestação (e.g., Síndrome de Down), problemas no parto (e.g., prematuridade e baixo peso) ou na vida após o nascimento (e.g., desnutrição e infecções) (APAE, 2013).

No Brasil, cerca de 2,6 milhões de indivíduos se enquadram nesta categoria de deficiência (IBGE, 2010).

Dentre todos os tipos de deficiência, a cognitiva é aquela que menos tem recebido a atenção dos pesquisadores da área de IHC (ADEBESIN, 2011). Isto pode ser explicado a partir da análise de alguns fatores, dentre os quais destacam-se:

- A deficiência cognitiva é de difícil diagnóstico, sendo muito mais difícil de ser detectada do que as demais categorias de deficiência (física/

visual/ auditiva);

- A abrangência da deficiência mental requer dos pesquisadores de IHC um grau de aprofundamento do entendimento do assunto que estes não possuem; e

- Não existe uma definição universal para o que se categoriza como deficiência cognitiva.

Mesmo assim, encontram-se na literatura (VANDERHEIDEN, 1994; ADEBESIN, 2011) algumas sugestões de estratégias para aumentar a acessibilidade dos sistemas computacionais para o amplo grupo de usuários que se enquadram nesta categoria:

- Disponibilizar todas as mensagens e alertas na tela do computador, até que o usuário as leia, entenda e finalize sua apresentação na tela;

- Simplificar a linguagem do sistema o máximo possível, a fim de aumentar o nível de entendimento do usuário;

- Empregar *layouts* simples e consistentes; e

- Disponibilizar interfaces multimodais.

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para maiores

Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa supracitado. O documento a seguir contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa da qual você está participando. Sua colaboração neste estudo nos será de muita importância, mas se você desistir de participar durante a realização dos testes, isto não lhe causará nenhum prejuízo.

Eu, _____, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) dos testes de acessibilidade referentes ao estudo “*Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário considerando a Modelagem da Incerteza*”, cujo objetivo é propor uma abordagem metodológica para avaliar a acessibilidade de produtos de *software* que possuem interface vocal com o usuário (*Voice User Interface – VUI*) e validar a abordagem a partir de um estudo de caso envolvendo o uso do sistema computacional DOSVOX. O pesquisador responsável é *José Eustáquio Rangel de Queiroz*, professor adjunto do Departamento de Sistemas e Computação, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Declaro que estou ciente de todas as informações necessárias, bem como de todos os eventuais esclarecimentos quanto aos questionamentos por mim apresentados.

Estou ciente de que:

- I) Os testes de acessibilidade se fazem necessários para que se possa validar a abordagem metodológica para a avaliação de interfaces vocais, proposta na pesquisa de mestrado da aluna *Maria Isabel Farias Carneiro*. A validação se dará a partir de um estudo de caso envolvendo o uso da ferramenta computacional DOSVOX, a fim de identificar falhas de acessibilidade em seu processo de desenvolvimento e propor melhorias que possam atender às necessidades do usuário com deficiência visual (cegueira e baixa visão). O estudo visa a comparar e analisar informações de acessibilidade do produto a partir de três classes de usuários, a saber: (i) *cegos*, (ii) *com baixa visão* e (iii) *sem deficiência visual*;
- II) O teste de acessibilidade terá duração de 60 (sessenta) minutos e consistirá na realização de 5 (cinco) tarefas representativas do uso do DOSVOX, a saber: (i) Inicialização do DOSVOX, (ii) Teste do Teclado, (iii) Criação, Leitura e Edição de Arquivos no EDIVOX, (iv) Uso do Correio Eletrônico com o CARTAVOX e (v) Navegação na Internet com o Navegador WEBVOX;
- III) Durante a realização das tarefas, a tela do computador, o áudio e o vídeo da sessão serão gravados para posterior análise de minhas ações. Além disto, durante o processo

de avaliação, o pesquisador também fará anotações escritas que julgar relevantes, sobre comentários verbais ou alguma questão referente ao desempenho do usuário;

- IV) Após a realização das tarefas, responderei um questionário para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário, cujo objetivo é expressar minha opinião sobre o processo interativo humano-computador. Ao final do processo de avaliação, também serei entrevistado sobre minha impressão sobre alguns aspectos referentes ao produto avaliado (e.g., sugestões de melhoria, opinião sobre o uso da voz como meio de interação e opinião sobre a qualidade da voz empregada na interface avaliada);
- V) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem a necessidade de qualquer explicação;
- VI) Caso eu deseje obter alguma informação a respeito da pesquisa, posso entrar em contato com os pesquisadores pelo telefone (83) 9603-0009. Poderei ainda entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade (CEP/HUAC), localizado na Rua Dr. Carlos Chagas, s/n, São José, Campina Grande – PB ou pelo telefone (83) 2101-5545;
- VII) Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;
- VIII) Observações Complementares:

Caso me sinta prejudicado(a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao CEP/HUAC, do Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro, ao Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande, _____ de _____ de 2013.

Usuário: _____

Testemunha: _____

Responsáveis pelo Projeto: _____

José Eustáquio Rangel de Queiroz
Joseana Macêdo Fachine R. de Araújo
(Orientadores)

Telefone para contato: _____

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para menores

Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário considerando a Modelagem da Incerteza

Seu filho(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa supracitado. O documento a seguir contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa da qual seu filho está participando. Então, leia atentamente e, caso tenha dúvidas, as esclareceremos. Se você concordar, o documento será assinado e, só então, daremos início à pesquisa. A colaboração de seu filho(a) neste estudo será de muita importância para nós, mas se ele(a) desistir de participar durante a realização dos testes, isso não lhe causará nenhum prejuízo, nem a seu(sua) filho(a).

Eu, _____, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) dos testes de acessibilidade referentes ao estudo “*Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário considerando a Modelagem da Incerteza*”, cujo objetivo é propor uma abordagem metodológica para avaliar a acessibilidade de produtos de *software* que possuem interface vocal com o usuário (*Voice User Interface – VUI*) e validar a abordagem a partir de um estudo de caso envolvendo o uso do sistema computacional DOSVOX. O pesquisador responsável é *José Eustáquio Rangel de Queiroz*, professor adjunto do Departamento de Sistemas e Computação, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Declaro que estou ciente de todas as informações necessárias, bem como de todos os eventuais esclarecimentos quanto aos questionamentos por mim apresentados.

Estou ciente de que:

- I) Os testes de acessibilidade se fazem necessários para que se possa validar a abordagem metodológica para a avaliação de interfaces vocais, proposta no pesquisa de mestrado da aluna *Maria Isabel Farias Carneiro*. A validação se dará a partir de um estudo de caso envolvendo o uso da ferramenta computacional DOSVOX, a fim de identificar falhas de acessibilidade em seu processo de desenvolvimento e propor melhorias que possam atender às necessidades do usuário com deficiência visual (cegueira e baixa visão). O estudo visa a comparar e analisar informações de acessibilidade do produto a partir de três classes de usuários, a saber: (i) *cegos*, (ii) com *baixa visão* e (iii) com *visão normal*;
- II) O teste de acessibilidade terá duração de 60 (sessenta) minutos e consistirá na realização de 5 (cinco) tarefas representativas do uso do DOSVOX, a saber: (i) Inicialização do DOSVOX, (ii) Teste do Teclado, (iii) Criação, Leitura e Edição de Arquivos no EDIVOX, (iv) Uso do Correio Eletrônico com o CARTAVOX e (v) Navegação na Internet com o Navegador WEBVOX;
- III) Durante a realização das tarefas, a tela do computador, o áudio e o vídeo da sessão

serão gravados para posterior análise de minhas ações. Além disto, durante o processo de avaliação, o pesquisador também fará anotações escritas que julgar relevantes, sobre comentários verbais ou alguma questão referente ao desempenho do usuário;

- IV) Após a realização das tarefas, responderei um questionário para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário, cujo objetivo é expressar minha opinião sobre o processo interativo humano-computador. Ao final do processo de avaliação, também serei entrevistado sobre minha impressão sobre alguns aspectos referentes ao produto avaliado (e.g., sugestões de melhoria, opinião sobre o uso da voz como meio de interação e opinião sobre a qualidade da voz empregada na interface avaliada);
- V) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem a necessidade de qualquer explicação;
- VI) Caso eu deseje obter alguma informação a respeito da pesquisa, posso entrar em contato com os pesquisadores pelo telefone (83) 9603-0009. Poderei ainda entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade (CEP/HUAC), localizado na Rua Dr. Carlos Chagas, s/n, São José, Campina Grande – PB ou pelo telefone (83) 2101-5545;
- VII) Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

VIII) Observações Complementares:

Caso me sinta prejudicado(a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao CEP/HUAC, do Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Hospital Universitário Alcides Carneiro, ao Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

Campina Grande, _____ de _____ de 2013.

Usuário: _____

Testemunha: _____

Responsáveis pelo Projeto: _____

José Eustáquio Rangel de Queiroz
Joseana Macêdo Fechine R. de Araújo
(Orientadores)

Telefone para contato: _____

APÊNDICE D – Ficha cadastral do participante

Dados Pessoais	
Nome:	
Profissão:	
RG/CPF:	
Endereço para Contato	
<input type="checkbox"/> Residencial	<input type="checkbox"/> Profissional
Logradouro:	
Bairro:	Nº:
Cidade:	
Telefone:	Celular:
E-mail:	
Forma Preferencial para Contato	
<input type="checkbox"/> Telefone ou Celular	<input type="checkbox"/> <i>E-mail</i>
Observações:	

APÊNDICE E – Questionário pré-teste para delineamento de perfil do usuário com o DOSVOX

1. O seu grau de instrução é:

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Ensino Fundamental Incompleto | <input type="radio"/> Superior Incompleto |
| <input type="radio"/> Ensino Fundamental Completo | <input type="radio"/> Superior Completo |
| <input type="radio"/> Ensino Médio Incompleto | <input type="radio"/> Pós-Graduação Incompleta |
| <input type="radio"/> Ensino Médio Completo | <input type="radio"/> Pós-Graduação Completa |

2. Você é do sexo:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Feminino | <input type="radio"/> Masculino |
|--------------------------------|---------------------------------|

3. Você pertence a faixa etária de:

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Menos de 18 anos | <input type="radio"/> 30-35 anos |
| <input type="radio"/> 18-23 anos | <input type="radio"/> Acima de 35 anos |
| <input type="radio"/> 24-29 anos | |

4. Qual o seu tipo de deficiência visual? Caso a resposta seja NÃO POSSUI NENHUMA, desconsidere a questão 5.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Baixa Visão | <input type="radio"/> Não possui nenhuma |
| <input type="radio"/> Cegueira | |

5. A deficiência visual é:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> De nascença | <input type="radio"/> Adquirida |
|-----------------------------------|---------------------------------|

6. Há quanto tempo você utiliza computadores?

- | | |
|---|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> Menos de 3 meses | <input type="radio"/> Mais de 1 ano |
| <input type="radio"/> Entre 3 meses e 1 ano | |

7. Com que frequência você utiliza computadores?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Diariamente | <input type="radio"/> Raramente |
| <input type="radio"/> Algumas vezes por semana | |

8. Qual é o sistema operacional que você utiliza com mais frequência?

- Windows Outro
 Linux

9. Qual o seu nível de conhecimento em Informática?

- Básico Avançado
 Intermediário

10. Você já utilizou o DOSVOX? Caso a resposta seja NÃO, desconsidere as questões 11 e 12.

- Sim Não

11. Há quanto tempo você utiliza o DOSVOX?

- Menos de 3 meses Mais de 1 ano
 Entre 3 meses e 1 ano

12. Como você classifica sua experiência com o DOSVOX?

- Iniciante Avançado
 Intermediário

13. Você tem experiência com outros programas destinados a pessoas com deficiência visual, que possuam interface vocal? Se a resposta for NÃO, desconsidere a questão 14.

- Sim Não

14. Qual o outro programa destinado a pessoas com deficiência visual que você tem acesso?

- Jaws Outro
 Virtual Vision
 NVDA

APÊNDICE F – Questionário pós-teste para a sondagem da satisfação subjetiva do usuário com o DOSVOX

Uso e Navegação

1. Uso do DOSVOX na realização de tarefas de interesse.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

2. Comunicação com o DOSVOX (terminologia, linguagem, realimentação da informação e das ações em geral).

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

3. Localização dos itens de menu associados à realização das tarefas.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

4. Compreensão das instruções e advertências do DOSVOX.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

5. Compreensão dos termos e solicitações apresentadas durante a realização das tarefas.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

6. Recuperação de situações de erro.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

7. Compreensão das mensagens de erro apresentadas.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

8. Navegação através das diferentes opções do menu e opções de diálogo.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

9. Compreensão da estruturação dos menus e das listas de informações disponibilizadas pelo DOSVOX.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

10. Uso das opções de navegação.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

11. Memorização das sequencias de ações associadas a cada tarefa.

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Importância (0-10):

12. Processo de entrada (teclado) e saída (síntese de voz) de dados durante o uso do produto.

Importância (0-10):

Muito Fácil Fácil Nem Fácil e Nem Difícil Difícil Muito Difícil

Você e o Produto

13. O DOSVOX disponibiliza informações necessárias para a realização da tarefa.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

14. Acho as mensagens faladas pelos DOSVOX bastante claras e compreensíveis.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

15. Acho as letras escolhidas para ativar as ações dos menus do DOSVOX muito fáceis de aprender e deduzir.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

16. Consigo realizar as tarefas de forma independente e direta.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

17. Ao usar o produto, quase não precisei consultar os mecanismos de ajuda.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

18. Não perco muito tempo tentando aprender a utilizar o DOSVOX.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

19. Achei que as informações de ajuda do DOSVOX são suficientemente eficazes para tirar minhas dúvidas.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

20. Acho que o produto atende plenamente às minhas necessidades.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

21. De um modo geral, sinto-me satisfeito ao usar o DOSVOX.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

22. Recomendaria sem hesitação o uso do produto aos meus colegas.

Concordo Totalmente Concordo Nem Concordo e Nem Discordo Discordo Discordo Totalmente

Importância (0-10):

APÊNDICE G – Roteiro de tarefas (versão do avaliador)

Roteiro: O Natal está chegando e você precisa convidar alguns amigos para a ceia da Noite de Natal, que acontecerá em sua casa. Você soube que Maria Isabel, sua amiga de infância, está na cidade. Então, você deverá realizar algumas tarefas para convidá-la para participar da celebração. Tais tarefas deverão ser executadas no sistema computacional DOSVOX.

Tempo Total Estimado: 30 min.

Tarefa 00 (Pré-Tarefa)

Tarefa: Inicialização do DOSVOX.

Tempo Estimado: 30 seg.

Roteiro: Antes de começar a realizar as tarefas, você deve inicializar o sistema DOSVOX.

Instruções:

1. Vá ao *Menu Iniciar*;
2. Selecione o ícone referente ao DOSVOX;
3. Aguarde a inicialização do DOSVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Objetivo Geral:

- Investigação da facilidade de inicialização do DOSVOX.

Objetivos Específicos:

- Observação da facilidade de execução da tarefa;
- Mensuração do tempo de conclusão da tarefa;

- Mensuração do número de ações incorretas;
- Mensuração do número de consultas à ajuda;
- Mensuração do número de erros repetidos.

Indicadores:

- Facilidade de execução da tarefa (observação direta);
- Tempo de conclusão da tarefa (mensuração de desempenho);
- Número de ações incorretas (mensuração de desempenho);
- Número de consultas à ajuda (mensuração de desempenho);
- Número de erros repetidos (mensuração do desempenho).

Tarefa 01

Tarefa: Localização de teclas no Teste de teclado.

Tempo Estimado: 03 min.

Roteiro: Antes de iniciar a criação do convite, você deve aprender onde estão localizadas as teclas que serão necessárias para a realização das tarefas seguintes, utilizando a opção *Testar o Teclado*, localizada no Menu Principal do DOSVOX.

Instruções:

1. Use as setas para visualizar as opções do *Menu Principal* do DOSVOX;
2. Selecione a opção *Testar o Teclado* no *Menu Principal*;
3. Teste o seu teclado para saber a localização das teclas (em negrito) que serão necessárias para a realização do teste:
 - a. Tecele ç @ " -;
 - b. Tecele os acentos ^ ~ ´ `;
 - c. Tecele as teclas especiais <Shift> <CapsLk> <Tabs> <Ctrl> <Fn> <Alt>;
 - d. Tecele os sinais de pontuação . , ; : ! ?;
 - e. Tecele os números **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**.
4. Encerre o teste.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Objetivo Geral:

- Investigação do conhecimento do usuário a respeito da localização das teclas do teclado do computador, sobretudo aquelas que serão necessárias ao teste.

Objetivos Específicos:

- Observação da facilidade da tarefa;
- Observação da facilidade de encontrar as teclas requisitadas;
- Observação da facilidade de navegação entre os menus;
- Mensuração do tempo de conclusão da tarefa;
- Mensuração do número de ações incorretas;
- Mensuração do número de consultas à ajuda;
- Mensuração do número de erros repetidos;
- Mensuração do número de opções incorretas.

Indicadores:

- Facilidade de execução da tarefa (observação direta);
- Facilidade de encontrar as teclas do teclado (observação direta);
- Facilidade de navegação via menus (observação direta);
- Número de ações incorretas (mensuração de desempenho);
- Número de consultas à ajuda (mensuração de desempenho);
- Número de erros repetidos (mensuração do desempenho).

Tarefa 02

Tarefa: Criação, leitura e edição de arquivo de texto utilizando o EDIVOX.

Tempo Estimado: 07 min.

Roteiro: Nesta tarefa, você criará um arquivo de texto convidando Maria Isabel para cear a noite de Natal em sua casa, utilizando o Editor de Textos EDIVOX.

Instruções:

1. Escolha a opção *Editar texto* no *Menu Principal* do DOSVOX;
2. Informe um nome para o arquivo novo "*convite para Maria Isabel.txt*";
3. Digite o seguinte texto "*Olá, Maria Isabel. Soube que você está na cidade. Gostaria de participar da ceia de Natal em minha casa? Aguardo notícias. Abraços!*";
4. Informe que deseja sair do EDIVOX;
5. Salve o arquivo;
6. De volta ao *Menu Principal* do DOSVOX, selecione a opção *Arquivos*;
7. Localize e selecione o arquivo criado por você "*convite para Maria Isabel.txt*";
8. Leia o texto do arquivo até o fim;
9. Adicione a frase "*Como você está?*" após a primeira frase "*Olá, Maria Isabel.*";
10. Leia novamente o texto até o fim;
11. Informe que deseja sair do EDIVOX;
12. Salve o arquivo;

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Objetivo Geral:

- Investigação do programa EDIVOX, do modo de entrada de dados via texto (teclado) e do modo de saída (via voz).

Objetivos Específicos:

- Observação da facilidade da tarefa;
- Observação da facilidade de entrada de dados via teclado;
- Observação da facilidade de saída de dados via síntese de voz;
- Mensuração do tempo de conclusão da tarefa;
- Mensuração do número de ações incorretas;
- Mensuração do número de consultas à ajuda;
- Mensuração do número de erros repetidos;
- Mensuração do número de opções incorretas.

Indicadores:

- Facilidade de execução da tarefa (observação direta);
- Facilidade de entrada de dados textuais (observação direta);
- Facilidade de saída de dados textuais (observação direta);
- Número de ações incorretas (mensuração de desempenho);
- Número de consultas à ajuda (mensuração de desempenho);
- Número de erros repetidos (mensuração do desempenho).

Tarefa 03

Tarefa: Uso do correio eletrônico CARTAVOX.

Tempo Estimado: 09 min.

Roteiro: Agora você precisa enviar um *e-mail* para Maria Isabel com o convite em anexo. Após enviar o *e-mail*, você deve voltar para a sua caixa de entrada e verificar se Maria Isabel já respondeu o seu *e-mail* confirmando presença no jantar de Natal.

Instruções:

1. Selecione a opção *Acesso a rede e internet* no *Menu Principal* do DOSVOX;
2. Selecione a opção *Correio eletrônico*;
3. Selecione a opção *Enviar carta*;

4. Informe o endereço eletrônico do destinatário:
mariaifc19@gmail.com;
5. Informe o assunto da carta: *Convite de Natal*;
6. Informe o nome do arquivo a ser enviado: *convite para Maria Isabel.txt*;
7. Informe que você não quer editar antes de enviar;
8. Selecione a opção *Fechar a carta*;
9. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção para *Transmitir cartas escritas*;
10. Aguarde a conexão ser realizada;
11. Informe a sua senha: *evui2012*;
12. Aguarde a confirmação do fim do envio do *e-mail*;
13. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção *Receber cartas do correio*;
14. Aguarde o estabelecimento da conexão;
15. Informe sua senha novamente: *evui2012*;
16. Aguarde o programa trazer a correspondência;
17. Informe que não quer selecionar as cartas interativamente;
18. Aguarde o programa confirmar que pegou a carta;
19. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção *"Folhear as cartas já recebidas"*;
20. Folhei as cartas e encontre o *e-mail* enviado por Maria Isabel, cujo endereço para correspondência é *mariaifc19@gmail.com*, cujo o assunto é *"Convite de Natal"*;
21. Selecione o *e-mail* de Maria Isabel;
22. Leia todo o texto do *e-mail* até o fim;
23. Saia do CARTAVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;

- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Objetivo Geral:

- Investigação do programa CARTAVOX, da estruturação dos menus, dos termos utilizados para as funcionalidades, do modo de entrada de dados (teclado) e do modo de saída de dados (síntese vocal).

Objetivos Específicos:

- Observação da facilidade da tarefa no CARTAVOX (observação direta);
- Observação da facilidade de entrada de dados via teclado (observação direta);
- Observação da facilidade de saída de dados via síntese de voz (observação direta);
- Mensuração do tempo de conclusão da tarefa (mensuração de desempenho do usuário);
- Mensuração do número de ações incorretas (mensuração de desempenho do usuário);
- Mensuração do número de consultas à ajuda (mensuração de desempenho do usuário);
- Mensuração do número de erros repetidos (mensuração de desempenho do usuário);
- Mensuração do número de opções incorretas (mensuração de desempenho do usuário).

Indicadores:

- Facilidade da tarefa no CARTAVOX;
- Facilidade de entrada de dados via teclado;
- Facilidade de saída de dados via síntese de voz;
- Tempo de conclusão da tarefa;
- Número de ações incorretas;

- Número de consultas à ajuda;
- Número de erros repetidos;
- Número de opções incorretas.

Tarefa 04

Tarefa: Navegação em uma página da internet utilizando o WEBVOX, navegador do DOSVOX.

Tempo Estimado: 10 min.

Roteiro: Agora que você sabe que Maria Isabel virá cear com você, é necessário que você compre um presente de Natal para ela. Por isso, vá ao site Buscapé e busque pelo preço do CD: "*Roberto Carlos - Em Jerusalém*", utilizando o WEBVOX.

Instruções:

1. Selecione a opção *Acesso à rede e a internet*;
2. Selecione a opção *Acesso a homepages*;
3. Aguarde a inicialização do WEBVOX (Note que a página inicial é o *Google*);
4. Não insira nada no campo de digitação do *Google*;
5. Aguarde que o WEBVOX leia os textos;
6. Selecione a opção *Trazer página da Rede*;
7. Informe o endereço: <http://www.buscape.com.br>;
8. Aguarde o programa trazer a página;
9. Escute toda a descrição da página;
10. No campo de Busca, digite o nome do produto a ser procurado: "*CD Roberto Carlos – Em Jerusalém*";
11. Aguarde que o programa traga a página buscada;
12. Leia todas as informações da página trazida;
13. Siga a busca com a opção de ordenar os produtos por popularidade;
14. Aguarde que o programa traga a página buscada;

15. Leia todas as informações da página trazida;
16. Prossiga a leitura da página sem alterar os critérios de busca pelo produto;
17. Escute o *site* e o preço da primeira opção que você encontrar;
18. Saia do WEBVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Objetivo Geral:

- Inspeccionar o WEBVOX.

Objetivos Específicos:

- Observação da facilidade da tarefa no WEBVOX;
- Mensuração do tempo de conclusão da tarefa;
- Mensuração do número de ações incorretas;
- Mensuração do número de consultas à ajuda;
- Mensuração do número de erros repetidos;
- Mensuração do número de opções incorretas.

Indicadores:

- Facilidade da tarefa no WEBVOX (observação direta);
- Tempo de conclusão da tarefa (mensuração de desempenho do usuário);
- Número de ações incorretas (mensuração de desempenho do usuário);
- Número de consultas à ajuda (mensuração de desempenho do usuário);
- Número de erros repetidos (mensuração de desempenho do usuário);

- Número de opções incorretas (mensuração de desempenho do usuário).

APÊNDICE H – Roteiro de tarefas (versão do usuário)

Roteiro: O Natal está chegando e você precisa convidar alguns amigos para a ceia da Noite de Natal, que acontecerá em sua casa. Você soube que Maria Isabel, sua amiga de infância, está na cidade. Então, você deverá realizar algumas tarefas para convidá-la para participar da celebração. Tais tarefas deverão ser executadas no sistema computacional DOSVOX.

Tarefa 00 (Pré-Tarefa)

Tarefa: Inicialização do DOSVOX.

Roteiro: Antes de começar a realizar as tarefas, você deve inicializar o sistema DOSVOX.

Instruções:

1. Vá ao *Menu Iniciar*;
2. Selecione o ícone referente ao DOSVOX;
3. Aguarde a inicialização do DOSVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Tarefa 01

Tarefa: Localização de teclas no Teste de teclado.

Roteiro: Antes de iniciar a criação do convite, você deve aprender onde estão localizadas as teclas que serão necessárias para a

realização das tarefas seguintes, utilizando a opção *Testar o Teclado*, localizada no Menu Principal do DOSVOX.

Instruções:

1. Use as setas para visualizar as opções do *Menu Principal* do DOSVOX;
2. Selecione a opção *Testar o Teclado* no *Menu Principal*;
3. Teste o seu teclado para saber a localização das teclas (em negrito) que serão necessárias para a realização do teste:
 - a. Tecele ç @ " -;
 - b. Tecele os acentos ^ ~ ´ `;
 - c. Tecele as teclas especiais <Shift> <CapsLk> <Tab> <Ctrl> <Fn> <Alt>;
 - d. Tecele os sinais de pontuação . , ; : ! ?;
 - e. Tecele os números **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**.
4. Encerre o teste.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Tarefa 02

Tarefa: Criação, leitura e edição de arquivo de texto utilizando o EDIVOX.

Roteiro: Nesta tarefa, você criará um arquivo de texto convidando Maria Isabel para ceiar a noite de Natal em sua casa, utilizando o Editor de Textos EDIVOX.

Instruções:

1. Escolha a opção *Editar texto* no *Menu Principal* do DOSVOX;

2. Informe um nome para o arquivo novo "*convite para Maria Isabel.txt*";
3. Digite o seguinte texto "*Olá, Maria Isabel. Soube que você está na cidade. Gostaria de participar da ceia de Natal em minha casa? Aguardo notícias. Abraços!*";
4. Informe que deseja sair do EDIVOX;
5. Salve o arquivo;
6. De volta ao *Menu Principal* do DOSVOX, selecione a opção *Arquivos*;
7. Localize e selecione o arquivo criado por você "*convite para Maria Isabel.txt*";
8. Leia o texto do arquivo até o fim;
9. Adicione a frase "*Como você está?*" após a primeira frase "*Olá, Maria Isabel.*";
10. Leia novamente o texto até o fim;
11. Informe que deseja sair do EDIVOX;
12. Salve o arquivo;

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Tarefa 03

Tarefa: Uso do correio eletrônico CARTAVOX.

Roteiro: Agora você precisa enviar um *e-mail* para Maria Isabel com o convite em anexo. Após enviar o *e-mail*, você deve voltar para a sua caixa de entrada e verificar se Maria Isabel já respondeu o seu *e-mail* confirmando presença no jantar de Natal.

Instruções:

1. Selecione a opção *Acesso a rede e internet* no *Menu Principal* do DOSVOX;
2. Selecione a opção *Correio eletrônico*;
3. Selecione a opção *Enviar carta*;
4. Informe o endereço eletrônico do destinatário: *mariaifc19@gmail.com*;
5. Informe o assunto da carta: *Convite de Natal*;
6. Informe o nome do arquivo a ser enviado: *convite para Maria Isabel.txt*;
7. Informe que você não quer editar antes de enviar;
8. Selecione a opção *Fechar a carta*;
9. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção para *Transmitir cartas escritas*;
10. Aguarde a conexão ser realizada;
11. Informe a sua senha: *evui2012*;
12. Aguarde a confirmação do fim do envio do *e-mail*;
13. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção *Receber cartas do correio*;
14. Aguarde o estabelecimento da conexão;
15. Informe sua senha novamente: *evui2012*;
16. Aguarde o programa trazer a correspondência;
17. Informe que não quer selecionar as cartas interativamente;
18. Aguarde o programa confirmar que pegou a carta;
19. De volta ao menu do CARTAVOX, selecione a opção *"Folhear as cartas já recebidas"*;
20. Folhei as cartas e encontre o *e-mail* enviado por Maria Isabel, cujo endereço para correspondência é *mariaifc19@gmail.com*, cujo o assunto é *"Convite de Natal"*;
21. Selecione o *e-mail* de Maria Isabel;
22. Leia todo o texto do *e-mail* até o fim;

23. Saia do CARTAVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

Tarefa 04

Tarefa: Navegação em uma página da internet utilizando o WEBVOX, navegador do DOSVOX.

Roteiro: Agora que você sabe que Maria Isabel virá cear com você, é necessário que você compre um presente de Natal para ela. Por isso, vá ao site Buscapé e busque pelo preço do CD: "*Roberto Carlos - Em Jerusalém*", utilizando o WEBVOX.

Instruções:

1. Selecione a opção *Acesso à rede e a internet*;
2. Selecione a opção *Acesso a homepages*;
3. Aguarde a inicialização do WEBVOX (Note que a página inicial é o *Google*);
4. Não insira nada no campo de digitação do *Google*;
5. Aguarde que o WEBVOX leia os textos;
6. Selecione a opção *Trazer página da Rede*;
7. Informe o endereço: <http://www.buscape.com.br>;
8. Aguarde o programa trazer a página;
9. Escute toda a descrição da página;
10. No campo de Busca, digite o nome do produto a ser procurado: "*CD Roberto Carlos – Em Jerusalém*";
11. Aguarde que o programa traga a página buscada;
12. Leia todas as informações da página trazida;

13. Siga a busca com a opção de ordenar os produtos por popularidade;
14. Aguarde que o programa traga a página buscada;
15. Leia todas as informações da página trazida;
16. Prossiga a leitura da página sem alterar os critérios de busca pelo produto;
17. Escute o *site* e o preço da primeira opção que você encontrar;
18. Saia do WEBVOX.

Observações:

- Sinta-se à vontade para solicitar ajuda sempre que achar necessário;
- Caso encontre alguma dificuldade, que não comprometa a realização da tarefa, não se preocupe e siga em frente.

APÊNDICE I – Ficha de registro de eventos

Produto: <i>DOSVOX</i>		Usuário:
Data da Sessão:		Categoria do Usuário: () Iniciante () Intermediário
Início:	Fim:	Deficiência do Usuário: () Cego () Baixa visão () Sem Deficiência
Tempo para Questionário de Sondagem da Satisfação Subjetiva:		Tempo para Entrevista Informal:
Indicadores Quantitativos – Legenda		
 Tempo de Leitura  Tempo de Execução  Nº de Consultas à Ajuda		 Nº de Ações Incorretas  Nº de Opções Incorretas  Nº de Erros Repetidos

Registro de Eventos de Teste								
TAREFA: _____								
EVENTO				COMENTÁRIOS				
								
								
								
								
								

APÊNDICE J – Sumário da sessão

Indicadores	Indicadores Quantitativos				
Tarefa	00	01	02	03	04
					
					
					
					
					
Comentários					

APÊNDICE K – Guia para entrevista informal sobre a interação dos usuários com o DOSVOX

Sobre o produto:

1. Achou a ajuda disponibilizada pelo sistema suficiente?
2. O que você achou da interação do DOSVOX?
 - Uso da voz (clareza, velocidade, consistência, pronúncia)
 - O que você achou dos termos utilizados para as funcionalidades?
 - Modos diferentes de sons (um som específico para a tecla de espaço, por exemplo)
3. Você tem alguma sugestão de melhoria? (Por exemplo: alguma funcionalidade que não tem e você acha que é necessária)
4. O que diferencia o DOSVOX dos demais programas de computador para pessoas com deficiência visual? Você acha o DOSVOX superior, inferior ou no mesmo nível de qualidade de dessas outras ferramentas?
5. Qual(is) é(são) a(s) função(ões) do DOSVOX que você considera mais importante(s)?
6. Em resumo, o que você achou do sistema DOSVOX?

Sobre a sessão de teste:

1. Você gostou do ambiente de testes? (Se sentiu confortável?)
2. O que achou das tarefas de teste?

APÊNDICE L – Material para o treinamento sobre o DOSVOX

SUMÁRIO

- Introdução
- Menu Principal
- Primeiros Passos

INTRODUÇÃO

- O DOSVOX foi desenvolvido no Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- Conta com mais de 30.000 usuários no Brasil e em outros países da América Latina.



INTRODUÇÃO

- DOSVOX - Sistema para microcomputadores da linha PC que se comunica com o usuário através de síntese de voz
 - Entrada de dados: via teclado
 - Saída de dados: via voz (vocal) e via texto (textual) – as informações são sonorizadas e exibidas ao mesmo tempo.

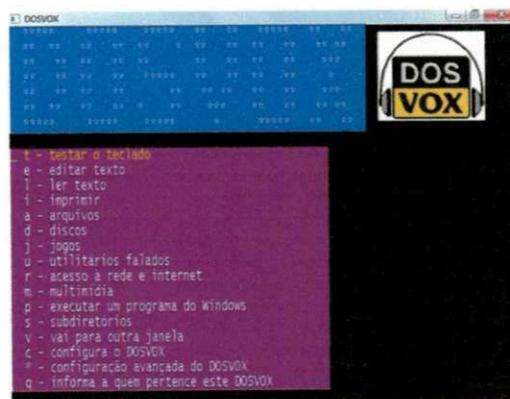
INTRODUÇÃO

- Comunicação com o usuário a partir de síntese de voz em Português (podendo ser configurada em outros idiomas) e trechos de voz gravada
- Interface Simples
- Diálogo Amigável

INTRODUÇÃO

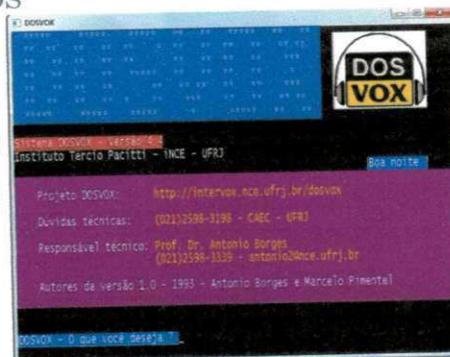
- Possui mais de 80 programas acoplados, incluindo:
 - Sistema de síntese de fala;
 - Editor/Leitor de textos;
 - Jogos;
 - Correio eletrônico;
 - Navegador;
 - Ampliadores de tela, etc.

MENU PRINCIPAL



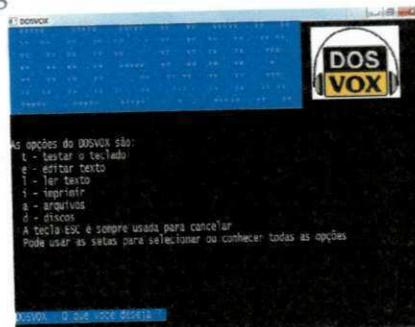
PRIMEIROS PASSOS

"Ctrl + Alt + d"
é o atalho para
inicializar o DOSVOX



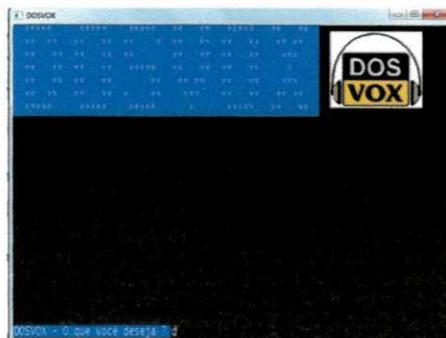
PRIMEIROS PASSOS

**Pressione F1 para
obter AJUDA para
saber as opções do
DOSVOX!**

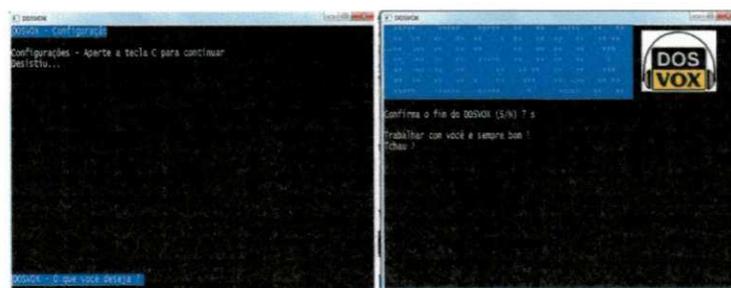


PRIMEIROS PASSOS

As opções dos menus referentes aos programas do DOSVOX são acessadas a partir de **letras**.



PRIMEIROS PASSOS



O comando **ESC** serve para **cancelar** uma ação, **voltar** ao menu anterior e **sair** de um programa.

APÊNDICE M – Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Baixa visão

Resultados ($\alpha = 0,05$)	T00		T01				T02			
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER
Estatística W do grupo 1	0,8183	0,3449	0,9667	0,8507	0,3449	0,7439	0,9679	0,7137	0,4857	0,3449
p-valor	0,0853	2E-08	0,8206	0,0436	2E-08	0,00173	0,8787	0,0007	1E-06	2E-08
Decisão (grupo 1)	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Estatística W do grupo 2	0,9326	-	0,9169	0,8564	-	0,38984	0,9824	0,5358	-	-
p-valor	0,5069	-	0,3673	0,0875	-	3E-07	0,9755	2E-05	-	-
Decisão (grupo 2)	Não	-	Não	Não	-	Sim	Não	Sim	-	-
Teste adequado	T	U	T	U	U	U	T	U	U	U

Resultados ($\alpha = 0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
Estatística W do grupo 1	0,9326	0,7928	0,74808	0,5038	0,4595	0,954	0,7790	0,6245	-	0,4857
p-valor	0,47435	0,0076	0,00197	2E-06	5E-07	0,7654	0,0048	5,1E-05	-	1E-06
Decisão (grupo 1)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	-	Sim
Estatística W do grupo 2	0,9427	0,5358	-	-	-	0,8378	0,8202	-	0,6173	-
p-valor	0,63757	1,7E-05	-	-	-	0,0947	0,0347	-	0,0001	-
Decisão grupo 2	Não	Sim	-	-	-	Não	Sim	-	Sim	-
Teste adequado	T	U	U	U	U	T	U	U	U	U

Legenda:

Não Não Rejeita H0 (i.e., a amostra provém de uma população normal)

Sim Rejeita H0 (i.e., a amostra não provém de uma população normal)

APÊNDICE N – Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Cegos

Resultados ($\alpha = 0,05$)	T00		T01				T02				
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
Estat.W do grupo 1	0,9567	0,2841	0,9478	0,9160	0,2841	0,7667	0,8644	0,8703	0,4128	0,4994	0,2841
p-valor	0,7302	9,8E-08	0,6421	0,1673	9,8E-08	0,0014	0,1328	0,0341	7,5E-07	3,5E-06	9,8E-08
Decisão (grupo 1)	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Estat. W do grupo 2	0,8476	-	0,7807	0,7791	0,3079	0,4544	0,8505	0,6476	0,3842	-	-
p-valor	0,0016	-	0,0002	0,0001	7,52E-10	1,4E-08	0,0022	1,5E-06	3,2E-09	-	-
Decisão (grupo 2)	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-
Teste adequado	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

Resultados ($\alpha = 0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
Estat. W do grupo 1	0,9334	0,6542	0,5989	0,5136	0,2841	0,9105	0,7886	0,4128	0,5843	0,2841
p-valor	0,4465	8E-05	2,5E-05	4,5E-06	9,8E-08	0,4396	0,0026	7,5E-07	1,8E-05	9,8E-08
Decisão (grupo 1)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Estat. W do grupo 2	0,7664	0,6736	0,4199	0,2033	-	0,8415	0,8475	0,5232	0,3079	-
p-valor	6,6E-05	3,3E-06	6,6E-09	1,2E-10	-	0,0062	0,0016	6,4E-08	7,5E-10	-
Decisão (grupo 2)	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	-
Teste adequado	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

Legenda:

Não Não Rejeita H0 (i.e., a amostra provém de uma população normal)

Sim Rejeita H0 (i.e., a amostra não provém de uma população normal)

APÊNDICE O – Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Sem def. visual

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00		T01					T02				
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W do grupo 1	0,5564	0,2359	0,8720	0,6533	0,4329	0,3536	0,3536	0,5002	0,7879	0,3512	0,4330	0,3512
p-valor	1E-06	2,7E-09	1,9E-02	1,1E-05	8,3E-08	1,9E-08	1,9E-08	5,0E-07	5,7E-04	1,8E-08	8,3E-08	1,8E-08
Decisão (grupo 1)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
W do grupo 2	0,8616	0,2358	0,8629	0,3512	-	-	-	0,8840	0,8363	0,2359	0,3536	0,2359
p-valor	0,0084	2,7E-09	0,011	1,8E-08	-	-	-	0,0304	0,0032	2,7E-09	1,9E-08	2,7E-09
Decisão (grupo 2)	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teste adequado	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W do grupo 1	0,8232	0,8160	0,7999	0,5554	0,4442	0,8713	0,8269	0,8406	0,7422	0,5372
p-valor	0,0025	0,0015	0,0009	1E-06	1,0E-07	0,0438	0,0022	0,0037	0,0001	7,03E-07
Decisão (grupo 1)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
W do grupo 2	0,8304	0,5301	0,5219	0,3298	0,6320	0,7912	0,8444	0,4467	0,4827	0,5145
p-valor	0,0033	6E-07	5E-07	1E-08	6,4E-06	0,0015	0,0043	1E-07	2,2E-07	4,3E-07
Decisão (grupo 2)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Teste adequado	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

Legenda:

- Não** Não Rejeita H0 (i.e., a amostra provém de uma população normal)
- Sim** Rejeita H0 (i.e., a amostra não provém de uma população normal)

**APÊNDICE P – Resultados do Teste T – Comparação entre principiantes e intermediários
– Baixa visão (dados normais)**

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00	T01	T02	T03	T04
	TCT	TCT	TCT	TCT	TCT
T	1,070871399	3,718698531	4,047478367	3,639888903	2,055071082
Graus de Liberdade	5,497723296	3,349888826	13,00000000	11,84774293	9,288638638
P-valor	0,328970826	0,0279960	0,001382909	0,00345719	0,06907254
Média no grupo 1	40,83333333	312,500000	773,6666667	656,6000000	898,2000000
Média no grupo 2	22,22222222	131,6666667	417,7777778	341,2222222	606,0000000
Desvio padrão amostral do grupo 1	41,55678845	94,58153449	209,3711219	253,8806369	232,6740209
Desvio padrão amostral do grupo 2	11,311253	33,97793402	133,5334956	97,75578983	256,3662744
Limite Inferior	-24,87454658	34,83126874	165,9308135	126,3253515	-27,9273556
Limite Superior	62,0967688	326,8353979	545,8469643	504,430204	612,3273557
Decisão	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Legenda:

Não	Não Rejeita H0 (i.e., as médias das amostras independentes são iguais)
Sim	Rejeita H0 (i.e., as médias das amostras independentes são diferentes)

APÊNDICE Q – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários – Baixa Visão (dados não normais)

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00	T01			T02		
	NAI	NAI	NOI	NER	NAI	NOI	NER
W	1	28	1	29	36	3	1
P-valor	1	0,106715882	1	0,073398657	0,241566168	0,3458	1
Limite Inferior	-	-5,999997182	-	-1,999940173	-1,000032293	-	-
Limite Superior	-	0,999958162	-	4,83625E-05	4,74377E-06	-	-
Decisão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03				T04			
	NAI	NOI	NER	NCA	NAI	NOI	NER	NCA
W	11	15	3	6	40	10	6	3
P-valor	0,00398	0,0567595	0,3711	0,1736	0,472723	0,07186	0,1489	0,3458
Limite Inferior	-1,9999	1	-	-	-1,0000573	-	-	-
Limite Superior	-0,99993	2,500019	-	-	0,999936	-	-	-
Decisão	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Legenda:	
Não	Não Rejeita H0 (i.e., as medianas das amostras independentes são iguais)
Sim	Rejeita H0 (i.e., as medianas das amostras independentes são diferentes)

APÊNDICE R – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários – Cegos (dados não normais)

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00		T01				T02				
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W	204	1	184	277,5	186	247	179	305,5	190	6	1
P-valor	0,0233	1	0,00728	0,012	0,95122	0,05762	6E-05	0,00039	0,9223	0,1489	1
Limite Inferior	2,9999	-	60,999	1,00003	-7,1E-05	-4,22E-05	350	0,99996	-4,0E-05	-	-
Limite Superior	43	-	210,999	7,9999	6,18E-05	1,9999	1007	2,00003	1,52E-05	-	-
Decisão	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W	248	194,5	211,5	217	1	81	181	175	226,5	1
P-valor	4E-05	0,83071	0,34689	0,119451	1	0,07722	0,85994	0,61197	0,08335	1
Limite Inferior	347	-7,45E-05	-3,05E-05	-4,03E-05	-	-33	-0,99	-2,9E-05	-1,9E-05	-
Limite Superior	648	3,596E-06	8,654E-06	1,143E-05	-	898	0,9999764	2,484E-05	2,947E-06	-
Decisão	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Legenda:

- Não** Não Rejeita H0 (i.e., as medianas das amostras independentes são iguais)
- Sim** Rejeita H0 (i.e., as medianas das amostras independentes são diferentes)

**APÊNDICE S – Resultados do Teste U – Comparação entre principiantes e intermediários
– Sem deficiência visual (dados não normais)**

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00		T01					T02				
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W	260,0	200,0	235,5	261,0	3,0	3,0	3,0	178,0	228,0	210,0	208,5	209,0
P-valor	0,1069	1	0,0517	0,0298	0,3458	0,3711	0,3711	0,8434	0,4355	0,5734	0,7061	0,6146
Limite Inferior	-1,000	-0,00002	-5,5E-06	-3,6E-06	-	-	-	-47,0001	-0,00005	-0,00004	-0,00004	-7,2E-05
Limite Superior	13,00	0,00002	43,00	1,00	-	-	-	59,9999	1,00008	6,63E-06	0,00003	1,76E-06
Decisão	Não	Não	Não	Sim	Não							

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W	187,5	262,5	309,5	269,5	213,5	158	338	320,5	291,5	234
P-valor	0,8495	0,0567	0,0011	0,0174	0,6691	0,1264	0,00014	0,0003	0,0065	0,2486
Limite Inferior	-106,99996	-0,0000758	0,00005	4,4E-06	-0,0000127	-26,00005	0,99999	0,00005	0,000054	-0,00004
Limite Superior	105,99996	1,00002685	1,00006	0,99998	5,65E-06	351,000	2,99999	2,00008	1,99997	0,000017
Decisão	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Legenda:

- Não** Não Rejeita H0 (i.e., não há diferenças significativas entre os grupos considerados)
- Sim** Rejeita H0 (i.e., há diferenças significativas entre os grupos considerados)

APÊNDICE T – Resultados do teste de normalidade Shapiro-Wilk – Cegos, baixa visão e sem deficiência visual

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00		T01					T02				
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W do grupo 1	0,72345	0,23587	0,84008	0,80284	0,23587	0,62426	-	0,94841	0,60903	0,35122	0,23587	-
p-valor	0,0004	2,7E-09	0,0212	0,0009	2,7E-09	5,3E-06	-	0,49972	3,7E-06	1,8E-08	3E-09	-
Decisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Não	Sim	Sim	Sim	-
W do grupo 2	0,88797	0,14703	0,90070	0,89479	0,22635	0,58639	-	0,83362	0,78033	0,38940	0,29250	0,14703
p-valor	0,00163	6,6E-14	0,0056	0,0014	3,0E-13	2,0E-09	-	0,00019	2,7E-06	1,0E-11	1E-12	6,6E-14
Decisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
W do grupo 3	0,53067	0,22944	0,84542	0,53230	0,29248	0,22603	0,22603	0,56941	0,74688	0,29248	0,39935	0,24260
p-valor	4-10	3,2E-13	0,00012	4,2E-10	1,2E-12	3,04E-13	3E-13	3,1E-09	6,3E-07	1,2E-12	1,3E-11	4,2E-13
Decisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Legenda:

- Não** Não Rejeita H0 (i.e., a amostra provém de uma população normal)
- Sim** Rejeita H0 (i.e., a amostra não provém de uma população normal)

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
W do grupo 1	0,90221	0,79990	0,56402	0,35364	0,32247	0,91962	0,80742	0,49539	0,43299	0,35122
p-valor	0,0534	0,0009	1,3E-06	1,9E-08	1,1E-08	0,2828	0,0011	2,89E-07	8,3E-08	1,8E-08
Decisão	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
W do grupo 2	0,88586	0,66084	0,48758	0,34484	0,14703	0,87409	0,83238	0,48484	0,38417	0,14703
p-valor	0,0014	2,3E-08	1,2E-10	3,7E-12	6,6E-14	0,0064	3,4E-05	1,1E-10	9,2E-12	6,6E-14
Decisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
W do grupo 3	0,84219	0,69600	0,66718	0,44178	0,37655	0,82792	0,81618	0,68893	0,60797	0,42300
p-valor	8,6E-05	8,4E-08	2,9E-08	3,7E-11	7,7E-12	0,0002	1,5E-05	6,4E-08	4,0E-09	2,34E-11
Decisão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Legenda:

Não	Não Rejeita H0 (i.e., a amostra provém de uma população normal)
Sim	Rejeita H0 (i.e., a amostra não provém de uma população normal)

APÊNDICE U – Resultados do Teste de Kruskal-Wallis (Baixa Visão *versus* Cegos *versus* Sem Deficiência Visual)

Resultados ($\alpha=0,05$)	T00		T01				T02			
	TCT	NAI	TCT	NAI	NOI	NER	TCT	NAI	NOI	NER
Kruskal-Wallis Qui Quadrado	1,5285	0,3867	15,1461	49,537	0,1243	13,501	10,272	3,8371	0,55	1,0189
Graus de Liberdade	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P-valor	0,4657	0,8242	0,0005	1E-08	0,9398	0,0012	0,0059	0,1468	0,7596	0,6008
Decisão	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não

Resultados ($\alpha=0,05$)	T03					T04				
	TCT	NAI	NOI	NER	NCA	TCT	NAI	NOI	NER	NCA
Kruskal-Wallis Qui Quadrado	0,3869	1,612	5,5623	5,0591	12,0952	2,6717	10,342	7,63930	10,693	10,7863
Graus de Liberdade	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P-valor	0,8241	0,4466	0,06197	0,0797	0,00236	0,2629	0,00568	0,02194	0,0047	0,00455
Decisão	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

Legenda:	
Não	Não Rejeita H0 (i.e., não há diferenças significativas para os grupos considerados)
Sim	Rejeita H0 (i.e., há diferenças significativas para os grupos considerados)

APÊNDICE V – Resultados do Teste de Kruskal-Wallis, comparação par a par (Baixa Visão versus Cegos versus Sem Deficiência Visual)

Resultados ($\alpha = 0,05$)	T01			T02	T03	T04			
	TCT	NAI	NER	TCT	NCA	NAI	NOI	NER	NCA
Comparação entre o Grupo 1 e o Grupo 2									
Diferença Observada	6,026807	7,3125	2,612	8,411	6,22	1,23	0,8	1,31	5,325
Diferença Crítica	18,89	19,025	19,02	18,27	19,02	19,02	19,02	19,02	15,53
Diferença	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Comparação entre o Grupo 1 e o Grupo 3									
Diferença Observada	15,987526	42,5	14,42	21,86	8,475	15,42	13,45	15,93	6,225
Diferença Crítica	18,604	15,53	19,02	17,87	19,02	19,02	19,02	19,02	19,02
Diferença	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não
Comparação entre o Grupo 2 e o Grupo 3									
Diferença Observada	22,0143	35,1875	17,07	13,44	14,7	19,66	12,65	14,62	0,9
Diferença Crítica	13,81	19,02	15,53	14,09	15,53	15,53	15,53	15,53	19,02
Diferença	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Legenda:

Não	Não Rejeita H0 (i.e., não há diferenças significativas entre pares de grupos considerados)
Sim	Rejeita H0 (i.e., há diferenças significativas entre os pares de grupos considerados)

APÊNDICE W – Resultados do questionário pré-teste USER

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
1. O seu grau de instrução é:	Ensino Fundamental Incompleto	11	5	0	16	16,0%
	Ensino Fundamental Completo	0	2	0	2	2,0%
	Ensino Médio Incompleto	5	7	1	13	13,0%
	Ensino Médio Completo	1	7	1	9	9,0%
	Superior Incompleto	1	4	26	31	31,0%
	Superior Completo	0	7	1	8	8,0%
	Pós-Graduação Incompleta	0	2	6	8	8,0%
	Pós-Graduação Completa	2	6	5	13	13,0%
2. Você é do sexo:	Feminino	9	23	13	45	45,0%
	Masculino	11	17	27	55	55,0%
3. Você pertence a faixa etária de:	Menos de 18 anos	9	6	1	16	16,0%
	18 a 23 anos	4	6	24	34	34,0%
	24 a 29 anos	2	5	10	17	17,0%
	30 a 35 anos	1	7	3	11	11,0%
	Acima de 35 anos	4	16	2	22	22,0%
4. Qual o seu tipo de deficiência visual? Caso a resposta seja NÃO POSSUI	Baixa Visão	20	0	0	20	20,0%
	Cegueira	0	40	0	40	40,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
NENHUMA, desconsidere a questão 5.	Não possui nenhuma	0	0	40	40	40,0%
5. A deficiência visual é:	De nascença	16	26	0	42	70,0%
	Adquirida	4	14	0	18	30,0%
6. Há quanto tempo você utiliza computadores?	Menos de 3 meses	4	6	0	10	10,0%
	Entre 3 meses e 1 ano	1	1	0	2	2,0%
	Mais de 1 ano	15	33	40	88	88,0%
7. Com que frequência você utiliza computadores?	Diariamente	11	22	39	72	72,0%
	Algumas Vezes por Semana	6	14	1	21	21,0%
	Raramente	3	4	0	7	7,0%
8. Qual é o sistema operacional que você utiliza com mais frequência?	Windows	19	36	28	83	83,0%
	Linux	1	4	8	13	13,0%
	Outro	0	0	4	4	4,0%
9. Qual o seu nível de conhecimento em Informática?	Básico	14	18	3	35	35,0%
	Intermediário	5	18	10	33	33,0%
	Avançado	1	4	27	32	32,0%
10. Você já utilizou o DOSVOX? Caso a resposta seja NÃO, desconsidera as questões 11 e 12.	Sim	20	40	3	63	63,0%
	Não	0	0	37	37	37,0%
11. Há quanto tempo você utiliza o	Menos de 3 meses	3	6	1	10	15,9%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
DOSVOX?	Entre 3 meses e 1 ano	2	0	0	2	3,2%
	Mais de 1 ano	15	34	2	51	81,0%
12. Como você classifica sua experiência com o DOSVOX?	Iniciante	11	15	3	29	46,0%
	Intermediário	6	12	0	18	28,6%
	Avançado	3	13	0	16	25,4%
13. Você tem experiência com outras aplicações destinadas a indivíduos com deficiência visual (que possuam interface vocal)? Se a resposta for NÃO, desconsidere a questão 14.	Sim	12	33	3	48	48,0%
	Não	8	7	37	52	52,0%
14. Qual a outra aplicação destinada a indivíduos com deficiência visual que você tem acesso?	JAWS	11	30	1	42	87,5%
	Virtual Vision	4	7	0	11	22,9%
	NVDA	10	17	1	28	58,3%
	Outro	2	6	2	10	20,8%

APÊNDICE X – Resultados do questionário pós-teste USE

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
1. Uso do DOSVOX na realização de tarefas de interesse.	Muito fácil	2	4	1	7	7,0%
	Fácil	7	18	14	39	39,0%
	Nem fácil e nem difícil	5	10	10	25	25,0%
	Difícil	5	8	15	28	28,0%
	Muito difícil	1	0	0	1	1,0%
2. Comunicação com o DOSVOX (terminologia, linguagem, realimentação da informação e das ações em geral).	Muito fácil	2	9	3	14	14,0%
	Fácil	10	15	18	43	43,0%
	Nem fácil e nem difícil	5	10	9	24	24,0%
	Difícil	2	5	10	17	17,0%
	Muito difícil	1	1	0	2	2,0%
3. Localização dos itens de menu associados à realização das tarefas.	Muito fácil	4	11	7	22	22,0%
	Fácil	6	16	15	37	37,0%
	Nem fácil e nem difícil	4	5	13	22	22,0%
	Difícil	6	7	5	18	18,0%
	Muito difícil	0	1	0	1	1,0%
4. Compreensão das instruções e advertências do DOSVOX.	Muito fácil	1	6	3	10	10,0%
	Fácil	9	21	14	44	44,0%
	Nem fácil e nem difícil	8	5	8	21	21,0%
	Difícil	2	6	12	20	20,0%
	Muito difícil	0	2	3	5	5,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
5. Compreensão dos termos e solicitações apresentadas durante a realização das tarefas.	Muito fácil	3	7	4	14	14,0%
	Fácil	6	22	14	42	42,0%
	Nem fácil e nem difícil	7	6	7	20	20,0%
	Difícil	4	5	13	22	22,0%
	Muito difícil	0	0	2	2	2,0%
6. Recuperação de situações de erro.	Muito fácil	2	5	1	8	8,0%
	Fácil	9	20	7	36	36,0%
	Nem fácil e nem difícil	2	5	16	23	23,0%
	Difícil	7	10	9	26	26,0%
	Muito difícil	0	0	7	7	7,0%
7. Compreensão das mensagens de erro apresentadas.	Muito fácil	4	6	3	13	13,0%
	Fácil	8	18	15	41	41,0%
	Nem fácil e nem difícil	2	7	13	22	22,0%
	Difícil	6	9	6	21	21,0%
	Muito difícil	0	0	3	3	3,0%
8. Navegação através das diferentes opções do menu e opções de diálogo.	Muito fácil	4	5	8	17	17,0%
	Fácil	6	15	15	36	36,0%
	Nem fácil e nem difícil	4	11	11	26	26,0%
	Difícil	5	8	6	19	19,0%
	Muito difícil	1	1	0	2	2,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
9. Compreensão da estruturação dos menus e das listas de informações disponibilizadas pelo DOSVOX.	Muito fácil	3	8	5	16	16,0%
	Fácil	7	21	10	38	38,0%
	Nem fácil e nem difícil	4	5	15	24	24,0%
	Difícil	5	5	9	19	19,0%
	Muito difícil	1	1	1	3	3,0%
10. Uso das opções de navegação.	Muito fácil	2	9	2	13	13,0%
	Fácil	7	16	22	45	45,0%
	Nem fácil e nem difícil	5	3	12	20	20,0%
	Difícil	5	10	3	18	18,0%
	Muito difícil	1	2	1	4	4,0%
11. Memorização das sequências de ações associadas a cada tarefa.	Muito fácil	3	6	6	15	15,0%
	Fácil	6	14	16	36	36,0%
	Nem fácil e nem difícil	4	11	11	26	26,0%
	Difícil	7	9	5	21	21,0%
	Muito difícil	0	0	2	2	2,0%
12. Processo de entrada (teclado) e saída (síntese de voz) de dados durante o uso de produto.	Muito fácil	1	9	8	18	18,0%
	Fácil	11	24	23	58	58,0%
	Nem fácil e nem difícil	4	3	8	15	15,0%
	Difícil	3	3	1	7	7,0%
	Muito difícil	1	1	0	2	2,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
13. O DOSVOX disponibiliza informações necessárias para a realização da tarefa.	Concordo totalmente	3	9	1	13	13,0%
	Concordo	14	26	16	56	56,0%
	Nem concordo nem discordo	1	1	7	9	9,0%
	Discordo	2	4	14	20	20,0%
	Discordo Totalmente	0	0	2	2	2,0%
14. Acho as mensagens faladas pelo DOSVOX bastante claras, compreensíveis e amigáveis.	Concordo totalmente	9	9	9	27	27,0%
	Concordo	6	20	22	48	48,0%
	Nem concordo nem discordo	2	5	5	12	12,0%
	Discordo	3	5	4	12	12,0%
	Discordo Totalmente	0	1	0	1	1,0%
15. Acho as letras escolhidas para ativar as ações dos menus do DOSVOX muito fáceis de aprender e deduzir.	Concordo totalmente	6	19	12	37	37,0%
	Concordo	10	17	11	38	38,0%
	Nem concordo nem discordo	1	3	9	13	13,0%
	Discordo	2	1	4	7	7,0%
	Discordo Totalmente	1	0	4	5	5,0%
16. Consigo realizar as tarefas de forma independente e direta.	Concordo totalmente	5	11	1	17	17,0%
	Concordo	10	20	16	46	46,0%
	Nem concordo nem discordo	1	3	10	14	14,0%
	Discordo	4	5	11	20	20,0%
	Discordo Totalmente	0	1	2	3	3,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
17. Ao usar o produto, quase não precisei consultar os mecanismos de ajuda.	Concordo totalmente	1	9	7	17	17,0%
	Concordo	9	19	14	42	42,0%
	Nem concordo nem discordo	1	4	4	9	9,0%
	Discordo	9	8	12	29	29,0%
	Discordo Totalmente	0	0	3	3	3,0%
18. Não perco muito tempo tentando aprender a utilizar o DOSVOX.	Concordo totalmente	4	7	6	17	17,0%
	Concordo	11	20	18	49	49,0%
	Nem concordo nem discordo	1	6	6	13	13,0%
	Discordo	4	6	6	16	16,0%
	Discordo Totalmente	0	1	4	5	5,0%
19. Achei que as informações de ajuda do DOSVOX são suficientemente eficazes para tirar minhas dúvidas.	Concordo totalmente	3	11	0	14	14,0%
	Concordo	10	19	12	41	41,0%
	Nem concordo nem discordo	3	6	13	22	22,0%
	Discordo	3	4	13	20	20,0%
	Discordo Totalmente	1	0	2	3	3,0%
20. Acho que o produto atende plenamente às minhas necessidades.	Concordo totalmente	1	10	1	12	12,0%
	Concordo	11	15	6	32	32,0%
	Nem concordo nem discordo	1	4	12	17	17,0%
	Discordo	6	10	19	35	35,0%
	Discordo Totalmente	1	1	2	4	4,0%

Perguntas	Respostas	Grupos			Total	Percentual
		Baixa Visão	Cegos	Sem deficiência visual		
21. De um modo geral, sinto-me satisfeito ao usar o DOSVOX.	Concordo totalmente	5	16	1	22	22,0%
	Concordo	7	16	15	38	38,0%
	Nem concordo nem discordo	5	1	11	17	17,0%
	Discordo	2	6	9	17	17,0%
	Discordo Totalmente	1	1	4	6	6,0%
22. Recomendaria sem hesitação o uso do produto aos meus colegas.	Concordo totalmente	5	19	3	27	27,0%
	Concordo	10	13	20	43	43,0%
	Nem concordo nem discordo	3	4	11	18	18,0%
	Discordo	2	3	4	9	9,0%
	Discordo Totalmente	0	1	2	3	3,0%

APÊNDICE Y – Lista de inspeção – Parte 14 do padrão ISO 9241

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i B _i)	
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
5	Estrutura de Menus																			
5.1	Estruturação em níveis e menus																			
5.1.1	Categorias convencionais Opções ordenadas em grupos convencionais ou naturais ou									100%								100%		100%
5.1.2	Categorias lógicas Ordenadas de forma a evitar ambiguidades e ser facilmente aprendidas pela população usuária; níveis minimizados; número de opções maximizadas ou									100%								100%		100%
5.1.3	Categorias arbitrarias Se não for possível o agrupamento lógico, as opções devem ser arranjadas em grupos de 4 a 8 opções por nível, e									100%								100%		100%
5.1.4	Considerações sobre o tempo de busca Se for relevante, deve-se incluir tantas opções e níveis quantos forem possíveis em um único painel de menu. Ver também 8.2.2.									100%								90%		90%
5.2	Agrupamento de opções em um menu																			
5.2.1	Grupos lógicos As opções deverão ser agrupadas por função ou em categorias lógicas, ou									100%								90%		90%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)			
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados								
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD	P	F
5.2.2	Grupos arbitrários Oito ou mais opções deverão ser arranjadas em grupos arbitrários utilizando-se a seguinte equação: $g = n$								100%								100%		100%		
5.3	Sequenciação de opções em grupos																				
5.3.1	Consistência As opções devem ser consistentemente posicionadas, na mesma ordem, no grupo de opções. (Ver também 5.2.1), e								100%									80%		80%	
5.3.2	Importância As opções importantes deverão ser listadas em primeiro lugar, e/ou								100%									100%		100%	
5.3.3	Ordem convencional Se for possível manter a ordem convencional, ou								100%									100%		100%	
5.3.4	Ordem existente Se o esquema existente de ordenação for amplamente utilizado, ou								100%									100%		100%	
5.3.5	Ordem de uso Se a ordem de uso for conhecida, arranjar segundo tal ordem, ou								100%									100%		100%	
5.3.6	Frequência de uso Se os grupos forem pequenos (8 ou menos), ou								100%									100%		100%	
5.3.7	Ordem alfabética Se a frequência não for conhecida ou os grupos forem grandes								100%									100%		100%	
6	Navegação por menus																				

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados					
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD			
6.1	Aspectos da navegação																		
6.1.1	Títulos								100%									100%	
	a) Distinguíveis e descritivos, e								100%									100%	
6.1.1	b) Compostos por termos relacionáveis, e/ou								100%									100%	
									100%									100%	
6.1.2	Esquema de numeração Estrutura óbvia para o usuário, e/ou								100%									100%	
6.1.3	Técnicas gráficas Consistentemente aplicadas e com propósito óbvio para o usuário, e/ou								100%									100%	
6.1.4	Apresentação simultânea As relações hierárquicas entre painéis visualizados simultaneamente deverão ser claras para os usuários, e								100%									100%	
6.1.5	Mapas de menus Deverão representar claramente a estrutura de menus e estarem disponíveis quando requisitados								100%									100%	
6.2	Navegação rápida								100%										
6.2.1	Tempo de acesso Se os menus forem acessados de uma estrutura hierárquica, deverão ser apresentados no mais curto intervalo de tempo possível (recomenda-se um valor em torno de 500 ms) e								100%									100%	
6.2.2	Acesso aos nós Os usuários deverão ser capazes de ir de uma parte (nó) a outra sem terem que retornar ao nó inicial comum, e								100%									100%	
6.2.3	Retorno ao menu inicial								100%									100%	

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
7.1.5	Desseleção e desfazimento de opções Fornecer meios para a desseleção de opções, prioritariamente aos mecanismos de execução ou desfazimento oferecidos, e									100%								100%		100%
7.1.6	Atraso na resposta Se a resposta sofrer um atraso de mais de 3 segundos, deve-se fornecer uma indicação de que o computador está processando a solicitação, e									100%								80%		80%
7.1.7	Seleção múltipla Se for permitida a seleção múltipla, permitir que todas as escolhas e alterações sejam feitas antes da execução.									100%								100%		100%
7.2	Teclado alfanumérico									100%										
7.2.1	Minimização de atalhos e									100%								100%		100%
7.2.2	Localização de linha de comando Em uma posição consistente no painel de menu e ao longo dos diferentes painéis de menu, e									100%								100%		100%
7.2.3	Equivalência de maiúsculas e minúsculas As opções deverão ser selecionadas a partir de entradas digitadas pelo usuário em minúsculas, maiúsculas ou combinações de ambas e									100%								100%		100%
7.2.4	Designadores alfabéticos As opções deverão ser designadas por uma ou mais letras-chaves									100%								100%		100%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados					
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD			
7.4.2	b) Se o menu for dotado de seleção cíclica (<i>wrap around</i>), a tecla com seta para a direita move o cursor da última opção para a primeira opção da estrutura horizontal de opções do menu, enquanto a tecla com seta para a esquerda move o cursor da primeira opção para a última opção da estrutura horizontal de opções do menu e								100%								100%		100%
7.4.3	Grupos de opções Uma tecla diferente das teclas com setas deverá ser usada para mover o cursor entre grupos de opções e								100%								100%		100%
7.4.4	Tempo de resposta do cursor O movimento de resposta do cursor na tela deverá ser tão rápido quanto possível (um valor apropriado é em torno de 200 ms)								100%								100%		100%
7.5	Apontamento								100%										
7.5.1	Área de apontamento a) Telas sensíveis ao toque - Área extensa o suficiente para minimizar "lapsos" (e.g., as mesmas dimensões do rótulo da opção mais meio caractere em torno do rótulo, ou na faixa de 20 mm x 20 mm a 30 mm x 30 mm, qualquer que seja o valor), ou								100%								100%		100%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i /B _i)	
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
7.5.1	b) Área não rotulada - Área extensa o suficiente para assegurar que o dispositivo de apontamento não obscureça o (e.g., pelo menos duas vezes a área ativa do dispositivo de seleção ou a área de visualização do apontador, porém não menor do que 4 mm ²) e									100%								100%		100%
7.5.2	Ativação não intencional Minimizada pelos seguintes meios:									100%								100%		100%
	a) Estabelecimento de uma separação adequada entre áreas selecionáveis, e b) Inclusão de retorno audível ou visual para o usuário (ver 7.1.2) e									100%								100%		100%
7.5.3	Uso equivalente do teclado A seleção e execução de opções via teclado deverá ser permitida, alternativamente ao uso de dispositivos de apontamento.									100%								100%		100%
7.6	Voz									100%								100%		100%
7.6.1	Discriminação fonética As palavras utilizadas para a seleção de opções por voz deverão ser foneticamente distintas e									100%								100%		100%
7.6.2	Consistência As opções deverão ser consistentemente aplicadas ao longo dos componentes das tarefas e									100%								100%		100%
7.6.3	Ruído Ruído ambiental reduzido.									100%								100%		100%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados					
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD			
8	Apresentação de menus																		
8.1	Acesso a opções e discriminação de opções																		
8.1.1	Opções críticas Continuamente apresentadas e								100%									100%	100%
8.1.2	Uso frequente Opções posicionadas em uma região da tela que não oculte os dados da tarefa e/ou								100%									100%	100%
8.1.3	Uso ocasional Menus apresentados conforme solicitação do usuário e								100%									100%	100%
8.1.4	Opções disponíveis Apresentadas sozinhas, a menos que sejam solicitadas informações concernentes a outras opções, ou								100%									100%	100%
8.1.5	Opções não disponíveis complementando opções disponíveis Se puderem se tornar disponíveis em algum outro ponto do diálogo (tais opções deverão ser apresentadas com codificação visual apropriada) e								100%									100%	100%
8.1.6	Seleção default/realçada Em uma das seguintes opções: a) Opção mais frequente - se a probabilidade de seleção for conhecida ou b) Primeira opção - no grupo, se a								100%									100%	100%
									100%									100%	100%

Recomendações	Aplicabilidade									P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
	Resultados		Método usado								Método usado			Resultados						
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD	M		O	E	AA	AE	MD	P				F
	repetição não for importante, ou																			
8.1.6	c) Opção Anterior – a repetição da opção anterior for importante ou									100%									100%	100%
	d) Opção menos destrutiva e									100%									100%	100%
8.1.7	Títulos																			
	a) Primeiro menu – título curto ou evidenciação do propósito deverá ser evidente por sua posição ou associação e/ou									100%									100%	100%
	b) Menu de nível inferior – em série ou: 1) Título como em a) ou									100%									100%	100%
	2) Evidenciação da dependência de uma opção de nível superior e									100%									100%	100%
8.1.8	Menus/ Grupos de opções múltiplos																			
	Menus/Grupos de opções deverão ser visualmente distintos e usados consistentemente, se possuírem título e/ou									100%									100%	100%
8.1.9	Seleção múltipla																			
	Indicações visuais deverão ser fornecidas em uma posição consistente e/ou									100%									100%	100%
8.1.10	Designadores explícitos																			
	Letras maiúsculas e minúsculas não deverão causar confusão (Ver também 7.2.3 e 7.2.4) ou									100%									100%	100%
8.1.11	Designadores implícitos																			
	Letras realçadas e seleção e execução combinadas (ver 7.1.3b).									100%									100%	100%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
8.2	Posicionamento																			
8.2.1	Consistência do layout																			
	a) Menus de comprimento fixo - adotar posicionamento absoluto ou								100%										100%	100%
	b) Menus de comprimento variável - adotar posicionamento relativo e								100%										100%	100%
8.2.2	Títulos																			
	Consistentemente posicionados no topo e centralizados ou alinhados pela esquerda e								100%										100%	100%
8.2.3	Designadores explícitos																			
	Posicionados à esquerda do nome da opção (separados deste por 2 ou 3 caracteres de espaçamento) e								100%										100%	100%
8.2.4	Teclas aceleradoras																			
	Códigos posicionados à direita do nome da opção (e preferencialmente alinhados pela direita) e								100%										100%	100%
8.2.5	Opções em colunas																			
	a) Espaçamento - se disponíveis, as opções deverão ser apresentadas em espaço vertical duplo ou								100%										100%	100%
	b) Espaçamento simples - se as opções forem apresentadas em espaço simples, usar letras minúsculas ou minúsculas com a letra inicial maiúscula e								100%										100%	100%
	c) Grupos de opções - separados por um espaçamento vertical que seja uma vez e meia a duas vezes igual ao espaçamento vertical das opções existentes em cada grupo e								100%										100%	100%

Recomendações	Aplicabilidade									P(A _i)	Adoção							P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)
	Resultados		Método usado								Método usado						Resultados			
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD	M		O	E	AA	AE	MD	P	F			
d) Alinhamento - As opções deverão ser alinhadas pela esquerda (<i>flush left</i>) e										100%								100%		100%
e) Múltiplas colunas de opções - deverão ser separadas por, pelo menos, 3 caracteres de espaçamento e										100%								100%		100%
8.2.5 f) Designadores seqüenciados - designadores numéricos ou alfabéticos deverão ser alinhados seqüencialmente em colunas e										100%								100%		100%
8.2.6 Opções em linhas Se posicionadas horizontalmente, deverão ser suficientemente separadas para permitir discriminação visual e/ou										100%								100%		100%
8.2.7 Cor O mesmo código de cores deverá ser adotado para as opções de um grupo particular de opções (limitando-se a 4 cores) e/ou										100%								100%		100%
8.2.8 Letras Se forem usados estilos e tamanhos de letras, considerar:										100%								100%		100%
a) Legibilidade - estilos e tamanhos de letras deverão ser legíveis e distinguíveis e										100%								100%		100%
b) Quantidade - combinações únicas de estilos e tamanhos de letras em um menu não deverão exceder três (não contando maiúsculas/minúsculas) e/ou										100%								100%		100%
8.2.9 Bordas e linhas:										100%								100%		100%
a) As bordas e linhas deverão ser										100%								100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade									P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)			
	Resultados		Método usado								Método usado			Resultados								
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD	M		O	E	AA	AE	MD	P				F		
	mantidas simples e																					
8.2.9	b) As bordas e linhas deverão ser suficientemente separadas das opções de modo a não interferirem com a legibilidade									100%									100%		100%	
8.3	Estrutura e sintaxe de opções textuais																					
8.3.1	Nomes e títulos não ambíguos Nomes de opções e títulos de grupos de opções deverão ser semanticamente distintos e									100%										100%		100%
8.3.2	Palavras-chaves: a) Início com palavras-chaves (a menos que seja anti-naturais para o idioma) e									100%									100%		100%	
	b) Palavras-chaves sugestivas deverão ser usadas, enquanto palavras-chaves inócuas evitadas e									100%									100%		100%	
8.3.3	Terminologia das opções Familiar aos usuários e									100%										85%		85%
8.3.4	Fraseado das opções Conciso e consistente e									100%										100%		100%
8.3.5	Opções de ações Expressas através de verbos e/ou									100%										100%		100%
8.3.6	Opções de objetos Expressas através de substantivos (nomes) e/ou									100%										100%		100%
8.3.7	Opções de ações e objetos Representadas por sintaxe verbo-									100%										100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)		
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados							
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P	F
nominal e																				
8.3.8 Transição para linguagem de comandos Uso de maiúsculas e sintaxe dos nomes das opções devem ser consistentes com a linguagem de comandos e									100%									100%		100%
8.3.9 Condução a outra opção Se uma opção conduz a outro menu ao invés de conduzir à execução, fornecer indicações apropriadas ou									100%									100%		100%
8.3.10 Condução a outro diálogo Se a opção conduz a outro diálogo, fornecer indicações consistentes.									100%									100%		100%
8.4 Estrutura e sintaxe de opções gráficas									100%											
8.4.1 Rótulos de ícones Caso seja possível ambigüidade de ícones e									100%									100%		100%
8.4.2 Agrupamento Ícones de objetos e de ações posicionados em diferentes grupos de um menu e									100%									100%		100%
8.4.3 Discriminação visual Ícones devem ser selecionados para representar opções visualmente distintas e seu significado deverá ser facilmente reconhecido.									100%									100%		100%
8.5 Estrutura e sintaxe de opções audíveis									100%											
8.5.1 Número de opções									100%									100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)			
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados								
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P	F	
	O menor possível (3 ou 4) e																				
8.5.2	Sintaxe A sintaxe de opções/designadores preferida e								100%									100%		100%	
8.5.3	Discriminação acústica Opções do menu de voz compreendidas de itens distintos em termos auditivos e traduzidos por palavras únicas suficientemente espaçadas (no tempo), a fim de permitir a discriminação pelo usuário, e								100%										100%		100%
8.5.4	Capacidade de repetição Deverá ser oferecida.								100%										100%		100%

APÊNDICE Z – Lista de inspeção - Parte 17 do padrão ISO 9241

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)	
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
5	Estrutura do Formulário																			
5.1	Geral																			
5.1.1	Títulos Formulários, caixas de diálogo, telas de entrada intituladas para indicar claramente a finalidade.									100%										100%
5.1.2	Codificação Visual Codificação visual distinta usada para descrever entradas do usuário, valores <i>default</i> , e dados de entrada previamente.									100%										100%
5.1.3	Densidade Apresentada no Formulário Densidade total menor que 40% (baseado no percentual do total disponível no formulário preenchido)									100%										100%
5.1.4	Instruções Instruções fornecidas na tela (ou facilmente acessado através de uma facilidade de "ajuda") para completar, salvar e transmitir o formulário.									100%										100%
5.1.5	Geral da Estrutura Se o formulário é complexo, uma vista geral ou apresentação visual da estrutura deve ser fornecida.									90%										90%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados					
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD			
5.2	Papel de Origem do Documento																		
5.2.1	Papel de Origem do Documento Se usado, a tela de diálogo, do preenchimento do formulário deve ser consistente com o layout da origem do papel do documento.								100%									100%	100%
5.2.2	Nenhum Documento de Origem Campos de entrada agrupados por função, importância, etc, ou otimize a sequência de entrada do ponto de vista do usuário.								100%									100%	100%
5.2.3	Campos Requeridos e Campos Opcionais Os campos requeridos são posicionados primeiro a menos que tal posicionamento seja inapropriado para a tarefa.								100%									100%	100%
5.2.4	Alinhamento de campo alfanumérico Se apropriado para o índice da linguagem, os campos de entrada devem ser alinhados verticalmente em colunas e justificados a esquerda.								100%									100%	100%
5.2.5	Alinhamento de campo numérico Se os tamanhos dos campos são diferentes, justifique a direita. Se são decimais, alinhe no ponto decimal.								100%									100%	100%
5.2.6	Valores dos campos permitidos Informação provida concerne com valores dos campos permitidos								100%									100%	100%

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados					
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD			
5.2.7	<p>Tamanho de rótulos diferentes</p> <p>Se campos de textos ou alfanuméricos são alinhados verticalmente em colunas e se os tamanhos das letras dos campos diferem significativamente e a tarefa envolve entrada de dados sequenciais, os textos devem ser justificados a direita e os campos à esquerda.</p>								100%								100%		100%
5.2.8	<p>Tamanho de rótulos semelhantes</p> <p>Se campos de textos ou alfanuméricos são alinhados verticalmente em colunas e se os tamanhos das letras dos campos não diferem significativamente, ambos os textos e os campos devem ser justificados a esquerda.</p>								100%								100%		100%
5.2.9	<p>Instancias múltiplas de um campo</p> <p>Se o rótulo (texto) é usado por múltiplas instancias de um campo, o rótulo é localizado acima da coluna ou à esquerda da linha.</p>								100%								100%		100%
5.2.10	<p>Páginas múltiplas</p> <p>a) Cada página identificada consistentemente no mesmo local do formulário</p> <p>b) Se o formulário é colunar, rótulos em colunas inseridos novamente.</p>								100%								100%		100%
5.3	Campos e Rótulos																		

Recomendações		Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)		
		Resultados		Método usado							Método usado			Resultados							
		S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P	F
5.3.1	Campos de tamanho fixo Se os campos de entrada são de tamanho fixo, os tamanhos são explicitamente mostrados.									100%								100%		100%	
5.3.2	Campos obrigatórios versus opcionais Usuários são facilmente capazes de distinguir entre campos obrigatórios e opcionais									100%								100%		100%	
5.3.3	Campos modificáveis versus não modificáveis Usuários são facilmente capazes de distinguir entre campos modificáveis e não modificáveis.									100%								100%		100%	
5.3.4	Rótulos de campo descritivos Rótulos de campos devem, claramente e de uma forma não ambígua, descrever os dados a serem entrados.									100%								100%		100%	
5.3.5	Rótulos distintos Palavras e/ou códigos distintos e consistentes usados para rótulos de campos.									100%								100%		100%	
5.3.6	Símbolos ou unidades Símbolos ou unidades apresentadas como um rótulo adicional.									100%								100%		100%	
5.3.7	Sugestões Sugestões para formato de entrada de dados (e.g. mm/dd/yy) mostrados dentro de uma campo de entrada ou em rótulos de campos e o uso de abreviações claras para o usuário.									100%								100%		100%	

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i B _i)	
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD
5.3.8	Letra inicial maiúscula para rótulos de campos Rótulos dos campos começam com letra maiúscula, seguida por letras minúsculas até o final do texto.								100%								100%		100%
6	Considerações de Entrada																		
6.1	Geral																		
6.1.1	Movimento do cursor A ação requisitada para mover o cursor de um campo de entrada para o próximo deve ser minimizada.								100%								100%		100%
6.1.2	Campo de entrada de texto incompleto Se a entrada não preenche o campo todo, é permitido que o usuário mova diretamente para o próximo campo.								100%								100%		100%
6.1.3	Valores default a) Campo contém valores default onde quer que possível e apropriado para a tarefa, e								100%								100%		100%
	b) Campos default de texto editáveis.								100%								100%		100%
6.1.4	Alternando entre dispositivos de entrada Se apropriado para a tarefa, deve ser minimizado o trabalho de alternar entre dispositivos de entrada.								100%								100%		
6.1.5	Dispositivos de apontamento Se um dispositivo de apontamento pode ser usado para entrada num formulário, ele deveria ser usado também para navegação.								100%								100%		100%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD
6.2	Entrada de Texto Alfanumérico																		
6.2.1	Justificativa das entradas O sistema justifica a entrada, não o usuário.								100%									100%	100%
6.2.2	Condução Zero Se condução a zeros é necessária para entrada numérica, o sistema deve provê-las.								100%									100%	100%
6.2.3	Linhas múltiplas Se o campo contém múltiplas linhas de texto (i.e. sentenças ou parágrafos): a) tamanho da área de entrada - o tamanho da área de entrada claramente indicada, e b) auto envolver - capacidade de se auto envolver, e c) editar e navegar - convenções normais.								100%									100%	100%
6.2.4	Campos mutuamente exclusivos Sugestão visual indica só um dos campos ser usados por vez.								100%									100%	100%
6.2.5	Regras de interdependência O uso de regras complexas de interdependência, do tipo <i>if/then</i> , entre campos de entrada deve ser evitado.								100%									100%	100%
6.2.6	Área do Campo de Entrada de Texto Campos de texto grandes suficientes para acomodar a maioria das entradas sem rolagem.								100%									90%	90%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)		
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados							
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD	P
6.3	Entradas de Escolha																			
6.3.1	Opções de entrada limitadas Mecanismo provê capacitar o usuário visualizar e selecionar as opções disponíveis.								100%										100%	100%
6.3.2	Sugestões visuais discriminativas Sugestões visuais discriminadas usadas para discriminar entre diferentes tipos lógicos de escolhas de entrada na aplicação.								100%										100%	100%
6.3.3	Menus a) Sugestões visuais - uma sugestão visual que um menu é associado com o campo é provido a menos que a lista de opções é continuamente visível. b) Valor do campo - O campo do formulário contém a mais recente seleção do menu como valor corrente.								100%										100%	100%
6.3.4	Listas a) Sugestões visuais - Uma sugestão visual fornecida para discriminar opções selecionadas de não selecionadas b) Listas longas - Um mecanismo provê permitir que usuários rapidamente naveguem através da lista.								100%										100%	100%
									100%										100%	100%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)		
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados							
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD	P
6.3.5	Botões Os botões devem ser usados se os usuários selecionam um pequeno número de opções (2 a 5) e as opções são ativadas imediatamente depois da seleção								100%									100%		100%
6.3.6	Botões de Escolha a) Conjunto de escolhas - Escolha exclusiva de botões aparecem em conjunto de 2 ou mais escolhas b) Escolha default - Se há um default para o campo, a escolha default deve estar visivelmente selecionada								100%									100%		100%
6.3.7	Conjuntos de Estado Binário a) Apresentação do grupo - Botões de estado binário devem ser apresentados num grupo.								100%									100%		100%
	b) Indicação do estado - Quando o formulário é apresentado, botões de estado binário fornecem uma indicação visual de seu estado corrente.								100%									100%		100%
6.3.8	Botões deslizantes a) Escolha inicial - A escolha inicialmente mostrada deve ser a mais apropriada escolha default.								100%									100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
b) Modificar valores - Usuários permitidos modificar valores a fim de navegar rapidamente entre escolhas.									100%								100%		100%
6.4 Controle																			
6.4.1 Correções antes do processamento Deve ser permitido ao usuário iniciar a preencher novamente, cancelar entradas, ou mudar alguma entrada antes do formulário ser processado.									100%								100%		100%
6.4.2 Identificação e localização de erros a) Se a validação indicar que o campo foi preenchido com erros, o cursor é colocado no primeiro campo do erro e ao usuário é permitido facilmente mover através dos campos com erro.									100%								100%		100%
	b) Se existem dependências entre campos, e se é apropriado para a tarefa, erros potenciais são indicados pelo sistema.								100%									100%	
6.4.3 Re-entrada de dados Se o campo contém erros, o usuário é requisitado a corrigir somente a parte errada da entrada.									100%								100%		100%
6.4.4 Áreas não disponíveis									100%								100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)		
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados							
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P	F
Áreas da tela não disponíveis para entrada do usuário, não acessível pelo usuário e visualmente codificado de acordo.																				
6.4.5 Transmissão fácil Transmissão dos campos de entrada realizada pelo significado de uma simples ação explícita.									80%									95%		76%
6.4.6 Controle do usuário A menos que seja óbvio para o usuário, o formulário deve indicar como realizar as seguintes ações: sinalize a conclusão do formulário e apresente um formulário vazio para a entrada de dados novos; sinalize a conclusão do formulário e apresente a versão previamente terminada do formulário ou uma versão default do formulário; permita a saída do formulário sem mudar nenhum dado no sistema (opção cancelar).									90%									100%		90%
6.4.7 Salvamento Temporário Se apropriado para a tarefa e as restrições do sistema permitam, uma função para salvar temporariamente deveria ser provida.									100%									100%		100%
6.5 Validação de Campos																				
6.5.1 Validação de campo simples									100%									100%		100%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i , B _i)		
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados							
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P	F
Se a capacidade do sistema permite, os campos de entrada devem ser checados antes da aceitação.																				
6.5.2 Validação de múltiplos campos Se houver dependência entre campos no formulário, ou entre campos com outra incidência no mesmo formulário, uma validação adicional deve ser checada.									100%										100%	100%
7 Feedback (Retorno ao Usuário)																				
7.1 Ecoar Caracteres digitados são ecoados para o usuário assim como foram digitados.									100%										90%	90%
7.2 Posição do Cursor e do Apontador a) A posição do cursor é claramente indicada visualmente, e b) Se o dispositivo de apontar está disponível, a posição do apontador deve estar claramente visível.									100%										100%	100%
7.3 Erros nos Campos Se o campo contém erros e é apropriado para a tarefa, o feedback do erro deve ser mostrado assim que o usuário complete o campo									100%										100%	100%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados						
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD
7.4	Reconhecimento de Transmissão O sistema provê um reconhecimento de que a entrada do formulário foi aceita pelo sistema.								90%								90%		81%
7.5	Mudanças na base de dados Se o preenchimento do formulário faz mudanças na base de dados, um feedback que o banco de dados tem sido atualizado é fornecido ao usuário.								100%								100%		100%
8	Navegação																		
8.1	Posição Inicial do Cursor O cursor é posicionado automaticamente no primeiro campo do formulário que deve ser completado pelo usuário.								100%								100%		100%
8.2	Movimento entre os Campos a) O usuário é provido com capacidade para mover o cursor para trás e para frente entre os campos do formulário dentro de um grupo, e se apropriado, mover para campos adjacentes em outros grupos b) Se um acesso rápido para especificar um campo requerido, um método de acesso é provido.								90%								100%		90%
8.3	Retorno ao Campo Inicial								90%								75%		68%

Recomendações	Aplicabilidade								P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)	
	Resultados		Método usado							Método usado			Resultados						
	S	N	A	E	O	AA	AE	MD		M	O	E	AA	AE	MD				P
Se é apropriado para a tarefa, uma chave ou um comando é provido para permitir que o usuário retorne para o campo inicial no formulário.																			
8.4 Tabulação																			
8.4.1 Campos parcialmente preenchidos Um tabular manual para mover de um campo para outro.									100%									85%	85%
8.4.2 Campos completamente preenchidos Auto-skip tabular de um campo para outro provido.									100%									100%	100%
8.4.3 Misturando abordagens As duas abordagens acima não devem ser misturadas num dado preenchimento do formulário se o desempenho for prejudicado.									100%									100%	100%
8.4.4 Campos mutuamente exclusivos Se campos mutuamente exclusivos são presentes no formulário, saltar as opções restantes que não foram escolhidas.									100%									100%	100%
8.4.5 Seções do formulário									100%									100%	100%

Recomendações		Aplicabilidade							P(A _i)	Adoção						P(B _i A _i)	Comentários (incluindo fontes)	P(A _i ,B _i)			
		Resultados		Método usado						Método usado			Resultados								
		S	N	A	E	O	AA	AE		MD	M	O	E	AA	AE				MD	P	F
8.6.1	Acesso direto ao formulário O usuário é capaz de endereçar formulários tanto pelo nome do formulário ou pela seleção de um menu.								100%								100%		100%		
8.6.2	Movimento entre os formulários Se o formulário pode ser acessado independentemente e se é apropriado para a tarefa, o usuário é capaz de mover de um formulário para outro para frente e para trás numa seqüência pré-definida.								90%								100%		90%		
8.6.3	Movimento no nível hierárquico Se o conjunto de formulários é hierárquico, o usuário deve ser capaz de mover para o próximo nível mais alto e para o nível mais baixo na hierarquia.								100%								100%		100%		
8.6.4	Retornando ao formulário inicial Se o conjunto de formulários é hierárquico, o usuário deve ser capaz de voltar ao formulário inicial de qualquer um formulário na hierarquia.								100%								100%		100%		
8.6.5	Formulários num ambiente de janela								100%								100%		100%		

APÊNDICE AA – Lista de inspeção - Parte 171 do padrão ISO 9241

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
8	Guias e requisitos gerais									
8.1	Nomes e descrições para elementos da interface com o usuário									
8.1.1	Fornecer um nome para cada elemento da interface com o usuário	S		100%				100%		100%
8.1.2	Fornecer nomes significativos	S		100%				100%		100%
8.1.3	Prover nomes únicos dentro de um contexto	S		100%				100%		100%
8.1.4	Fazer os nomes disponíveis para a tecnologia assistida	S		100%				100%		100%
8.1.5	Exibir nomes	N	Interface vocal e textual	100%				100%		100%
8.1.6	Fornecer nomes e descrições pequenos	S		100%				100%		100%
8.1.7	Fornecer a opção de exibição da descrição textual para ícones	N	Não há ícones	100%				100%		100%
8.1.8	Posição correta dos rótulos dos elementos da interface sobre a tela	S		100%				100%		100%
8.2	Configurações da preferência do usuário									
8.2.1	Permitir a individualização das configurações de preferência do usuário	S		100%				100%	Permite configurar a VUI (e.g., volume, vozes SAPI)	100%
8.2.2	Permitir o ajuste dos atributos comuns da interface com o usuário	S		100%				100%	Não permite aumentar o tamanho da fonte	100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
8.2.3	Permitir a individualização da aparência e do comportamento da interface	S		100%				100%		100%
8.2.4	Permitir individualização do cursor e do ponteiro	S		100%				100%		100%
8.2.5	Fornecer perfis de preferência do usuário	S		100%				100%		100%
8.2.6	Fornecer capacidade para usar configurações de preferência em todos os locais	N	O modo de configuração do DOSVOX não requer esse tipo de configuração	90%				100%		90%
8.2.7	Permitir usuários controlar o tempo de resposta	N	Não é aplicável ao contexto de uso do DOSVOX (deficiência visual)	100%				100%		100%
8.3	Considerações especiais para ajustes de acessibilidade									
8.3.1	Tornar controles para recursos de acessibilidade detectáveis e operáveis	S		100%				100%		100%
8.3.2	Proteger contra inadvertidas ativações ou desativações dos recursos de acessibilidade	S		100%				100%		100%
8.3.3	Evitar interferência com recursos de acessibilidade	S		100%				100%		100%
8.3.4	Informar ao usuário o status "Ligado/desligado" do recurso de acessibilidade	S		100%				100%		100%
8.3.5	Informar ao usuário sobre a ativação do recurso de acessibilidade	S		100%				100%		100%
8.3.6	Permitir exibição persistente	N	Não é aplicável ao contexto de uso do DOSVOX (deficiência visual)	90%				100%		90%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
8.4	Controles gerais e guias operacionais									
8.4.1	Permitir a troca de alternativas de entrada/saída	S		100%				100%		100%
8.4.2	Otimizar o número de etapas para determinada tarefa	S		100%				100%		100%
8.4.3	Prover operações de "Desfazer" e/ou "Confirmar"	S		100%				100%		100%
8.4.4	Prover alternativas quando as tecnologias assistivas não forem operáveis	N	Ao ser inicializado, a VUI já está ativada	100%				100%		100%
8.4.5	Permitir a extração de mídia controlada por <i>software</i>	N		100%				100%		100%
8.4.6	Suportar operações de "Copiar" e "Colar"	S		100%				100%		100%
8.4.7	Suportar operações de "Copiar" em texto não editáveis	S		100%				100%		100%
8.4.8	Permitir seleção de elementos como uma alternativa para digitar	S		100%				100%		100%
8.4.9	Persistir mensagens com informações de aviso e erro	S		100%				100%		100%
8.4.10	Apresentar notificações ao usuário usando técnicas consistentes de apresentação	S		100%				100%		100%
8.4.11	Prover notificações entendíveis ao usuário	S		100%				100%		100%
8.4.12	Facilitar a navegação para a localização dos erros	S		100%				100%		100%
8.5	Compatibilidade com tecnologias assistivas									
8.5.1	Geral	S		70%				100%		70%
8.5.2	Permitir comunicação entre <i>software</i> e tecnologia assistiva	S		100%				80%		80%
8.5.3	Usar serviços padrões de acessibilidade	S		100%				100%		100%
8.5.4	Tornar as informações dos elementos da interface disponíveis para a tecnologia assistiva	S		100%				100%		100%
8.5.5	Permitir que a tecnologia assistiva mude o foco e a seleção do teclado	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
8.5.6	Prover as descrições dos elementos da interface com o usuário	S		100%				100%		100%
8.5.7	Tornar notificações de evento disponíveis para tecnologias assistivas	S		100%				100%		100%
8.5.8	Permitir à tecnologia assistiva acesso aos recursos	N	O DOSVOX possui um sintetizador vocal. Sendo, portanto, dispensável o uso de tecnologias assistivas para o seu uso (considerando o universo de usuários com deficiência visual)	80%				100%		80%
8.5.9	Usar entrada/saída padrões dos sistema	S		100%				100%		100%
8.5.10	Permitir apresentação apropriada de tabelas	S		100%				100%		100%
8.5.11	Aceitar a instalação de emuladores de teclado e/ou dispositivo de ponteiro	S		100%				100%		100%
8.5.12	Permitir tecnologias assistivas para monitorar operações de saída	S		100%				100%		100%
8.5.13	Suportar combinações de tecnologias assistivas	S		100%				100%		100%
8.6	Tecnologias fechadas									
8.6.1	Leitura de conteúdo em sistemas fechados	S		100%				100%		100%
8.6.2	Anunciar mudanças em sistemas fechados	S		100%				85%		85%
8.6.3	Operável por meio de controles tatilmente discerníveis	S		100%				100%		100%
8.6.4	Passar pelas funções do sistema	S		100%				90%		90%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
9	Entradas									
9.1	Opções de entradas alternativas									
9.1.1	Prover entradas do teclado a partir de todos os mecanismos de entrada possíveis	S		100%				90%		90%
9.1.2	Prover controle paralelo das funções de ponteiro a partir do teclado	S		100%				100%	Como interface é VUI e TUI, as operações de ponteiro são supridas a partir do cursor de texto	100%
9.1.3	Prover controle de funções do teclado a partir do ponteiro	N	O DOSVOX oferece cursor textual	100%				100%		100%
9.1.4	Prover serviços de reconhecimento de voz	S		100%				100%		100%
9.1.5	Prover ferramentas para verificação ortográfica em todo o sistema	S		100%				100%		100%
9.2	Foco do teclado									
9.2.1	Prover foco do teclado e do cursor do texto	S		100%				100%		100%
9.2.2	Prover alta visibilidade do foco do teclado e do cursor de texto	S		100%				100%		100%
9.2.3	Restaurar p estado quando recuperar o foco do teclado	S		100%				100%		100%
9.3	Entrada pelo teclado									
9.3.1	Geral									
9.3.2	Permitir plena utilização por meio do teclado	S		100%				100%		100%
9.3.3	Permitir entrada sequencial de múltiplas teclas	S		100%				100%		100%
9.3.4	Prover ajuste de atraso antes da aceitação de teclas	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
9.3.5	Prover ajuste da aceitação de teclas digitadas duas vezes	S		100%				100%		100%
9.3.6	Prover ajuste de taxa de repetição de teclas	N	Aplicável àqueles com tempo de reação lento.	100%				100%		100%
9.3.7	Prove o ajuste do começo da repetição das teclas	N	Aplicável àqueles com tempo de reação lento.	100%				100%		100%
9.3.8	Permitir ao usuário desligar a repetição de teclas (i.e., impedir a entrada de teclas repetidas)	S		100%				100%		100%
9.3.9	Prover ajuste de repetição do status das teclas para alternar estados (i.e., <i>Toggle-keys</i>)	S		100%				100%		100%
9.3.10	Prover teclas para aceleração	S		100%				100%		100%
9.3.11	Prover designadores implícitos ou explícitos	S		100%				100%		100%
9.3.12	Reservar atribuições de teclas de atalho de acessibilidade	S		100%				100%		100%
9.3.13	Permitir remapeamento de funções do teclado	N	Esta configuração é dispensável para o contexto de uso considerado	100%				100%		100%
9.3.14	Separar navegação e ativação do teclado	S		100%				100%		100%
9.3.15	Seguir as convenções da plataforma do teclado	S		100%				80%	Plataforma DOSVOX	80%
9.3.16	Facilitar a navegação entre listas e menus	S		100%				100%		100%
9.3.17	Facilitar a navegação de controles por meio de agrupamento	S		100%				100%		100%
9.3.18	Arranjar a ordem de navegação dos controles de maneira apropriada para a tarefa	S		100%				100%		100%
9.3.19	Permitir aos usuários personalizarem as teclas de atalho	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
9.4	Dispositivos de apontamento									
9.4.1	Geral	N	Interface é visual e textual	100%				100%		100%
9.4.2	Prover controle direto da posição do ponteiro a partir de dispositivos externos	S		100%				100%		100%
9.4.3	Prover alvos facilmente selecionáveis pelo dispositivo de apontamento	N	Seleciona apenas linhas	100%				100%		100%
9.4.4	Permitir a reatribuição de funções dos botões do dispositivo de apontamento	S		100%				100%		100%
9.4.5	Prover métodos alternativos para operações de apontamento complexas	N	O produto não possui interação via ponteiro	100%				100%		100%
9.4.6	Habilitar a funcionalidade de segurar do dispositivo de apontamento	S		100%				100%		100%
9.4.7	Permitir ajustar o atraso para a aceitação do atraso do pressionamento do botão do dispositivo de apontamento	N	O produto não possui interação via ponteiro	100%				100%		100%
9.4.8	Permitir ajustar o mínimo da distância do arraste	N	O produto não possui interação via ponteiro	100%				100%		100%
9.4.9	Permitir ajustar os parâmetros de múltiplos cliques	S		100%				100%		100%
9.4.10	Permitir ajustar a velocidade do ponteiro	S		100%				100%		100%
9.4.11	permitir ajustar a aceleração do ponteiro	N	O produto não possui interação via ponteiro	100%				100%		100%
9.4.12	Permitir ajustar a direção do movimento do ponteiro	N	O produto não possui interação via ponteiro	100%				100%		100%
9.4.13	Prover um meio de encontrar o ponteiro	N		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
9.4.14	Prover alternativas para operações simultâneas do ponteiro	S		100%				100%		100%
10	Saídas									
10.1	Guias gerais de saída									
10.1.1	Evitar flashes de luz que podem induzir convulsões	S		100%				100%		100%
10.1.2	Permitir ao usuário controlar a sensibilidade do tempo de apresentação de informações	S		100%				100%		100%
10.1.3	Prover alternativas acessíveis de áudio e vídeo relevantes para a tarefa	N	DOSVOX possui TUI, mas não transmite vídeos	100%				100%		100%
10.2	Saída visual (displays)									
10.2.1	Permitir aos usuários ajustar atributos gráficos	N	A interface não é gráfica	100%				100%		100%
10.2.2	Prover um modo usável de visualização das informações por usuários com baixa acuidade de visão	S		100%				100%		100%
10.2.3	Usar caracteres de texto como texto, não como elementos desenhados	S		100%				100%		100%
10.2.4	Prover acesso para informações exibidas fora da tela pelo teclado	N	As informações transmitidas pelo DOSVOX não ultrapassam a janela	100%				100%		100%
10.3	Texto/fontes									
10.3.1	Não transmitir informações visuais apenas por atributos de texto visuais	S		100%				100%		100%
10.3.2	Permitir aos usuários configurar o tamanho mínimo da fonte do texto	S		100%				100%		100%
10.3.3	Ajustar a escala e o layout dos elementos da interface de acordo com as mudanças do tamanho da	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
	fonte de texto									
10.4	Cor									
10.4.1	Não transmitir informações por meio somente de uma cor	S		100%				100%		100%
10.4.2	Prover esquema de cores voltado para pessoas com deficiências	S		100%				100%		100%
10.4.3	Prover individualização dos esquemas de cores	S		100%				100%		100%
10.4.4	Permitir aos usuários individualizar os códigos de cores	S		100%				100%		100%
10.4.5	Prover contraste entre primeiro e segundo planos	S		100%				100%		100%
10.5	Aparência e comportamento da janela									
10.5.1	Prover títulos únicos e significativos para as janelas	S		100%				100%		100%
10.5.2	Prover títulos únicos em todo o sistema para as janelas	S		100%				100%		100%
10.5.3	Habilitar navegação sem ponteiros entre as janelas	S		100%				100%		100%
10.5.4	Habilitar janelas "sempre no topo"	S		100%				100%		100%
10.5.5	Permitir ao usuário controlar múltiplas janelas "sempre no topo"	S		100%				100%		100%
10.5.6	Permitir que o usuário escolha o efeito do ponteiro e o foco do teclado sobre a ordem de empilhamento das janelas	N	No DOSVOX não há ponteiro, apenas o cursor do texto. O foco do texto é definido pela posição em que o cursor se encontra.	90%				100%		90%
10.5.7	Permitir o posicionamento das janelas	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
10.5.8	Permitir o redimensionamento da janela	S		100%				100%		100%
10.5.9	Suportar minimizar, maximizar, restaurar e fechar janelas	S		100%				100%	A janela não pode ser maximizada	100%
10.5.10	Habilitar janelas de terem o foco	S		100%				100%		100%
10.6	Saída do áudio									
10.6.1	Usar padrão de tonalidade ao invés do valor da tonalidade para transmitir a informação	S		100%				100%		100%
10.6.2	Permitir o controle do volume do áudio	S		100%				100%		100%
10.6.3	Usar uma variação de frequência específica para áudios não vocais	N	O escopo do DOSVOX foi voltado para usuários com deficiência visual	80%				100%		80%
10.6.4	Permitir ajustar a saída do áudio	S		100%				100%		100%
10.6.5	Controlar o segundo plano e outras sequências de sons	N	A informação sonora é transmitida por um canal	80%				100%		80%
10.6.6	Usar componentes de frequências específicas para avisos e alertas sonoros	S		100%				100%		100%
10.6.7	Permitir usuários escolher alternativa visual para saída sonora	S		100%				100%		100%
10.6.8	Sincronizar áudios a eventos visuais equivalentes	S		100%				100%		100%
10.6.9	Prover serviços de saída vocal	S		100%				100%		100%
10.7	Textos equivalentes ao áudio (legendas)									
10.7.1	Exibir qualquer legenda fornecida	S		100%				100%		100%
10.7.2	Permitir o controle das legendas em todo o sistema	N	Contemplado pela TUI	100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
10.7.3	Suportar a configuração das legendas	S		100%				100%	Contemplado pela TUI	100%
10.7.4	Posicionar legendas para não confundir o conteúdo	N	Contemplado pela TUI	100%				100%		100%
10.8	Mídia									
10.8.1	Permitir usuários parar, iniciar e pausar	S		100%				100%		100%
10.8.2	Permitir usuários repetir, rebobinar, pausar, passar ou voltar	S		100%				100%		100%
10.8.3	Permitir ao usuário controlar apresentação de mídias de vários canais	N	Por padrão, existem a TUI e VUI. O usuário pode priorizar a partir de qual meio receberá a informação	100%				100%		100%
10.8.4	Atualizar alternativas equivalentes para mídia quando a mídia muda	N	Idem à anterior	100%				100%		100%
10.9	Saída tátil									
10.9.1	Não transmitir informação apenas por saída tátil	N	Não faz parte do escopo do DOSVOX	85%				100%		85%
10.9.2	Usar padrões familiares de tatilidade	N	Idem à anterior	85%				100%		85%
10.9.3	Permitir o ajuste da saída tátil	N	Idem à anterior	85%				100%		85%
11	Documentação online, "Ajuda" e serviços de suporte									
11.1	Documentação e "Ajuda"									
11.1.1	Prover documentação e "ajuda" entendível	S		100%				100%		100%
11.1.2	Prover documentação em formato acessível para o usuário	S		100%				100%		100%
11.1.3	Prover alternativas textuais em documentação eletrônica	S		100%				100%		100%

Cláusulas/subcláusulas desta parte da ISO 9241		Aplicabilidade (A)			Conformidade (B)					P(A _i ,B _i)
		Sim/Não	Razão da não aplicabilidade	P(A _i)	Sim	Parcialmente	Não	P(B _i A _i)	Comentários	
11.1.4	Escrever as instruções e a "Ajuda" sem desnecessariamente referenciar dispositivos	S		70%				100%	Análise da documentação disponível no site oficial do DOSVOX	70%
11.1.5	Prover documentação e "Ajuda" para características de acessibilidade	S		100%				100%		100%
11.2	Serviços de suporte									
11.2.1	Prover acessibilidade dos serviços de suporte	S		100%				85%		85%
11.2.2	Prover material de treinamento acessível	S		100%				100%		100%
<p>Nota: O método utilizado para a verificação da aplicabilidade e da adoção do DOSVOX às recomendações da parte 171 do padrão ISO 9241 foi, na maioria dos casos, a Observação³⁶. Quando um método diferente foi necessário, este foi mencionado na coluna de <i>Comentários</i>.</p>										

³⁶ O método da observação consiste de examinar o produto-alvo, a fim de verificar a presença de determinada propriedade (ISO 9241, 1997).

APÊNDICE AB – Falhas da inspeção de conformidade do produto a padrões

Parte	Escopo	# da Falha	Comentário
14	Geral	01	Se a resposta sofrer um atraso de 3 segundos, deve-se fornecer uma indicação de que o computador está processando. Quando o DOSVOX fica carregando, o usuário não é avisado via VUI sobre o carregamento (por exemplo, enviando <i>e-mails</i>). O usuário pode pensar que não obteve sucesso na ação realizada ou que realizou alguma ação errada.
		02	A seleção de menus não é circular. Ou seja, ao chegar na última opção do menu, caso o usuário continue teclando para baixo, o DOSVOX não leva a seleção do cursor para a primeira opção. Apenas emite um bip (que pode não ser entendido pelo usuário). Um comportamento similar é apresentado quando o usuário localiza o cursor textual na primeira opção do menu e tecla (utilizando a seta) para cima.
		03	Não há outro modo alternativo de navegar entre as opções dos menus, além das letras e das setas.
		04	A terminologia das opções deve ser familiar aos usuários. No DOSVOX, para representar <i>e-mail</i> , utiliza-se o termo carta. Com o fácil acesso à <i>Web</i> , o termo “e-mail” já é familiar para os usuários. Contrariamente, utiliza-se o termo <i>SPAM</i> , muito menos familiar ao usuário.
		05	Nem todas as opções do menu iniciam com a palavra chave (e.g., Acesso à rede e Internet, Acesso à <i>home pages</i> , acesso sonoro ao IRC).
		06	Ao final de cada menu, não há as opções de fechar, sair ou voltar para a tela anterior.
		07	As opções devem ser posicionadas consistentemente, na mesma ordem, em todos os grupos de opções. A opção de configuração dos aplicativos apresentou variações quanto à sua localização: no Webvox e Cartavox, esta opção está localizada no meio do menu; (ii) no menu principal, foi posicionada como a penúltima opção.
		08	Os títulos dos menus devem ser curtos ou evidenciar o seu propósito. A descrição dos menus (“Qual sua opção?”) não evidencia o propósito do menu ou que ação o usuário deve realizar. O rótulo poderia sugerir que o usuário digitasse a letra referente à aplicação ou utilizasse a seta para visualizar as opções disponíveis.
	Webvox	09	As opções mais importantes devem ser listadas primeiro. Assim, o Webvox, acessado a partir da opção “Acesso a home pages” no menu “Acesso à rede e Internet”, não está listado entre as primeiras opções do menu principal. Outras opções, julgadas menos importantes para os usuários, são listadas antes.
	Cartavox	10	As opções “Enviar carta” e “Transmitir carta”, embora sejam funcionalidades diferentes, confundem o usuário são ambíguas. A primeira, “Enviar carta” descreve a funcionalidade de escrever um <i>e-mail</i> . A segunda é utilizada para enviar/transmitir <i>e-mails</i> .
17	Geral	11	Devem existir sugestões para formato de entrada de dados ou os rótulos dos campos devem possuir as abreviações específicas claras para os usuários. Na opção de configuração do DOSVOX, não há validação das informações digitadas (por exemplo, número da voz Sapi, velocidade Sapi, Tonalidade Sapi).
	Cartavox	12	O sistema não transmite um <i>feedback</i> visual ou sonoro enquanto se digita uma senha. O usuário não sabe se digitou ou não.

Parte	Escopo	# da Falha	Comentário	
		13	Nos campos de senha, o sistema não alerta ao usuário sobre a ativação do <i>Capslock</i> .	
		14	As descrições dos campos não explicitam se o usuário deve selecionar e/ou digitar. Durante a seleção do arquivo para enviar um e-mail (opção "Enviar carta"), a descrição do campo ("Qual o nome do arquivo de texto a mandar?") não explicita que o usuário pode selecionar o arquivo dentre aqueles já salvos. A mensagem indica que o usuário precisa digitar o nome do arquivo completo. Assim, ao digitar o nome completo do arquivo, caso digite errado, o usuário poderá se perder no envio.	
		15	Durante a leitura de cartas recebidas, as partes do e-mail são descritas a partir de um texto técnico e desnecessário ao usuário, que não pode não compreender o que o texto significa.	
		16	Nos menus de configuração do Webvox e Cartavox, devido a não ter validação das informações inseridas pelo usuário, caso digitem-se informações fora do formato esperado pelo DOSVOX, a informação é substituída pela padrão. O problema em utilizar este mecanismo é que a opção <i>padrão</i> pode não ser a desejada pelo usuário.	
		17	No preenchimento dos campos do e-mail (opção "Enviar Carta") do Cartavox, não é possível mover o cursor textual de um campo para outro (aleatoriamente), a não ser na ordem de preenchimento permitida pelo DOSVOX .	
	Edivox	18	A indicação sobre o fim (tamanho) da tela não é clara para o usuário.	
		19	Em perguntas de confirmação, o DOSVOX não explicita que deve ser digitado S para sim e N para não.	
		Teste de Teclado	20	Os caracteres digitados devem ser ecoados para o usuário assim como foram digitados. O acento agudo (´), se digitado sem o acompanhamento de uma vogal, não é vocalizado/sonorizado pela VUI.
	171	Geral	21	O DOSVOX não permite que o usuário ajuste certos atributos dos componentes da interface (e.g., cores, tipo e tamanho da fonte e do cursor de texto). O DOSVOX não permite que o usuário altere a cor do fundo da fonte.
22			O DOSVOX permite a alteração de configurações de perfil (e.g., voz, velocidade). Contudo, não permite ao usuário gerenciar perfis de preferência (e.g., perfil iniciante ou experiente).	
23			Não é possível individualizar a aparência da interface. O escopo de aplicações do DOSVOX é muito abrangente. Caso o usuário opte por interagir com um escopo reduzido, não é possível ocultar determinadas aplicações.	
24			Ao configurar o DOSVOX, antes de salvar as configurações, não há uma pergunta de confirmação.	
25			Não é possível copiar textos não editáveis.	
26			As perguntas de confirmação do DOSVOX requerem do usuário respostas limitadas (e.g., S (para sim) ou N (para não)). Quando o usuário insere algo diferente, o DOSVOX não explicita via VUI quais os dados que o sistema espera. No entanto, a pergunta continua sendo exibida repetidamente até que o usuário digite uma das opções esperadas.	
27			Não há no sistema outros métodos de entrada alternativos, além do teclado físico (e.g., reconhecimento de voz).	
28			No meu principal (DOSVOX - O que você deseja?), os programas não são listados conforme a sua importância (e.g., Teste de teclado, Editor de textos e Acesso à rede e internet (Cartavox e Webvox primeiro)).	
29			O DOSVOX não previne o usuário de digitar a mesma tecla por engano. Ou seja, o sistema não provê ajuste da aceitação de	

Parte	Escopo	# da Falha	Comentário
			teclas digitadas duas ou mais vezes repetidamente (<i>Bouncekeys</i>).
		30	Não é possível maximizar ou redimensionar as janelas.
		31	Não é possível ao usuário configurar o tamanho mínimo para as fontes da TUI. Usuários com baixa visão ter acesso à informação não apenas por meio da VUI.
		32	Não é possível configurar <i>layout</i> e fonte, de maneira que os dois componentes aumentem concomitantemente.
		33	Não há nenhuma indicação sobre a obrigatoriedade dos campos obrigatórios.
		34	Não é possível configurar uma ou múltiplas janela(s) sem foco. A janela que fica sempre em foco é a do principal.
		35	O DOSVOX não permite que os usuários evitem certas janelas de terem o foco.
		36	O usuário não possui a liberdade de configurar os tipos saídas sonoras (não vocais), de acordo com o tipo de mensagem, conforme a sua preferência, e.g., bip de alertas.
		37	O usuário não pode pausar a VUI.
		38	Os elementos da interface do DOSVOX não são acessíveis via leitores de tela. Além disso, O DOSVOX não permite comunicação com outras aplicações, que não tenham sido desenvolvidas especialmente para esta plataforma. Isso faz com que os usuários tenham que optar em interagir com o DOSVOX ou com os leitores de tela.
		39	O DOSVOX não permite a utilização de dispositivos de apontamento (e.g., <i>mouse</i>).
		40	O menu de ajuda (<i>Help</i>) do DOSVOX (acessado a partir de da tecla F1) é muito superficial. A ajuda se resume a informar ao usuário quais as opções disponíveis naquele momento.
		41	No manual de ajuda, disponibilizado pelo site oficial do DOSVOX, os dispositivos de interação frequentemente são citados (e.g., use as setas). Recomenda-se que as instruções sejam passadas ao usuário, sem explicitar os dispositivos utilizados na realização de ações.
		42	O DOSVOX não permite configurar um tempo de atraso antes da aceitação de teclas digitadas duas vezes.
		43	Não há verificação ortográfica em todo o sistema.
	Cartavox	44	Deve ser otimizado o número de etapas de cada tarefa. As tarefas de enviar e transmitir envolvem muitos passos.
		45	As mensagens de erro não são intuitivas. Além disso, ao inserir uma senha incorreta na etapa de "Transmitir cartas escritas", o erro foi exibido em inglês e de com detalhes muito técnicos. Não foi realizado qualquer tratamento na mensagem antes de exibi-la ao usuário.
	Webvox	46	A fim de simplificar a leitura das informações, o sistema deve prover descrições de nomes e rótulos curtos. Alguns rótulos do DOSVOX podem ser simplificados (e.g., "Acesso à rede e Internet", que poderia ser resumido por "Internet").

APÊNDICE AC – Falhas identificadas na mensuração do desempenho do usuário

Escopo	# da Falha	Comentário
Geral	1	Não há indicação vocal sobre como os menus podem ser acessados (i.e., os menus do DOSVOX são implícitos. Os usuários precisam digitar SETA (para baixo) para visualizá-los).
	2	Ao visualizar as opções dos menus a partir das setas, o usuário situou o cursor textual sobre uma determinada opção e digitou o designador (letra de atalho) relativo a esta opção. Ao invés do DOSVOX processar a opção escolhida, o cursor foi para fora do menu. Para selecionar a opção, foi necessário pressionar o designador novamente seguido de ENTER. O esperado era que a letra de atalho tivesse o mesmo comportamento, estando o menu aberto ou não.
	3	Ao sair de programas (e.g. Webvox e Cartavox), acessados a partir do terceiro nível do menu principal (DOSVOX – O que você deseja?), ao invés do usuário ter sido redirecionado para o segundo nível do menu, foi redirecionado para o primeiro nível do menu (principal).
	4	Não há como sair/fechar aplicativos via opções de menus.
	5	Algumas mensagens de confirmação que exigem uma resposta positiva ou negativa (sim ou não), não explicitam ao usuário que deve ser inserido S (para sim) ou N (para não). Aquelas que explicitam, apenas fazem isso via TUI.
	6	As janelas do DOSVOX não podem ser maximizadas ou redimensionadas.
	7	O menu de Ajuda (acessado a partir de F1) não explica os passos para que sejam realizadas as ações, apenas exibe/lê as opções disponíveis naquele momento. Além do mais, pedir ajuda com um menu aberto não funciona.
	8	Na etapa de preenchimento de formulários, não é evidente a necessidade de teclar ENTER para passar ao próximo campo.
	9	A seleção de menus não é circular. Ou seja, ao chegar na última opção do menu, caso o usuário continue utilizando a seta para baixo, o DOSVOX não leva a seleção do cursor para a primeira opção, apenas emite um bip (que pode não ser entendido pelo usuário). Um comportamento similar ocorre quando o usuário está com a seleção do cursor na primeira opção de um menu e tecla a seta para cima.
Edivox	10	A ativação/desativação do CAPSLOCK não é intuitiva para o usuário (a alternância entre letras maiúsculas e minúsculas é exibida pelo usuário a partir de vozes masculinas e femininas, respectivamente).
	11	A tecla BACKSPACE não funcionou para voltar à linha anterior do texto.
	12	Ao editar um determinado arquivo, o usuário não conseguiu salvá-lo em outra pasta (diferente da pasta atual do documento).
	13	O Edivox não possui um mecanismo que impeça o usuário de inserir várias letras repetidas. Alguns usuários cometeram erros na digitação (principalmente os iniciantes), porque seguravam as teclas e a VUI não os acompanhava na mesma velocidade.
	14	A indicação sobre o fim (tamanho) da tela não é clara para o usuário.
	15	O sinal sonoro, emitido sempre que o usuário movimentava o cursor para o final do texto, não é intuitivo.

Escopo	# da Falha	Comentário
Teste de teclado	16	O acento agudo (´), se digitado sem o acompanhamento de uma vogal, não é vocalizado/sonorizado pela VUI.
Gerenciador de arquivos	17	Ao entrar no menu de arquivos, não é informado ao usuário qual é o diretório atual. O sistema apenas informa o número de arquivos do diretório.
	18	A mensagem "Use as setas para selecionar. Depois teclé sua opção." não é intuitiva.
	19	O atalho para procurar arquivos não é intuitivo. O usuário achou que digitando a primeira letra do nome do documento, o cursor já se movimentaria até os arquivos que iniciavam com a referida letra digitada.
Cartavox	20	Os rótulos "Enviar carta" (utilizado para escrever um <i>e-mail</i>) e "Transmitir cartas escritas" (utilizado para enviar os <i>e-mails</i> os escritos) são ambíguos, visto que enviar e transmitir são sinônimos.
	21	Não há feedback sonoro ou visual para o campo de senha da conta do <i>e-mail</i> .
	22	Durante a inserção do destinatário do <i>e-mail</i> ("Correio Eletrônico" > "Enviar carta" > "Qual o endereço eletrônico do destinatário?"), caso o usuário visualize a lista de apelidos (opção Acesso rápido de <i>e-mails</i>) cadastrados, veja que o destinatário não está cadastrado nesta lista e tente voltar (a partir da tecla ESC), o cursor é movido para a próxima pergunta e o <i>e-mail</i> fica sem destinatário.
	23	Na etapa de inserir uma mensagem no corpo do <i>e-mail</i> ("Qual o nome do arquivo de texto a enviar?"), não é intuitivo para o usuário que ele possa escolher (utilizando a SETA para baixo) dentre os arquivos do diretório atual. Não sabendo disso, o usuário pode errar o nome do arquivo já criado e ter que reiniciar a tarefa.
	24	A mensagem de erro ao inserir uma senha errada na etapa de "Transmitir cartas escritas" foi muito técnica e em inglês. O Cartavox não realizou qualquer tipo de tratamento na mensagem antes de exibi-la ao usuário.
	25	Na etapa de ler um <i>e-mail</i> recebido ("Folhear as cartas já recebidas"), ao selecionar um <i>carta</i> para ler, o Cartavox divide a carta em partes. Um <i>e-mail</i> contendo apenas texto (sem anexo) é exibido em duas partes <i>text/plain</i> e <i>text/HTML</i> . Estas descrições não são intuitivas para o usuário. Além disso, as descrições são acompanhadas de números, dando a impressão de que eram atalhos.
Webvox	26	No menu do Webvox, há a opção de "Voltar para a última página lida". Quando o usuário volta para a página anterior, ele esperou que a página fosse lida em seguida, mas não foi. A aplicação apenas voltou para a página anterior. Para o Cartavox ler a página anterior, é necessário "Voltar para a última página lida" e "Ler página";
	27	Ao "Voltar para a última página lida", a VUI não informa a página para a qual o usuário voltou.
	28	Não é intuitivo navegar em <i>sites</i> que possuem <i>combo boxes</i> . O Webvox não deixa claro que apenas uma opção deve ser escolhida.
	29	Os atalhos não são intuitivos (por exemplo, a BARRA DE ESPAÇOS é utilizada para a leitura contínua do <i>site</i>).
	30	Durante o preenchimento de campos de <i>sites</i> , para submeter uma informação, o sistema sugere sempre "aperte S para submeter". Muitas vezes, o usuário não quer submeter, mas como não é apresentada outra alternativa, acha que esta é a sua única opção.
	31	Ao preencher um campo com uma entrada inadequada, ao salvar o arquivo, o Webvox substituiu o dado pela informação <i>default</i> . Não há uma validação antes do usuário salvar e sair do formulário.

APÊNDICE AD – Quadro comparativo de falhas identificadas na avaliação

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
Geral	Não há indicação vocal sobre como os menus podem ser acessados (i.e., os menus do DOSVOX são implícitos. Os usuários precisam digitar SETA (para baixo) para visualizá-los).	X	✓	X
	Ao visualizar as opções dos menus a partir das setas, o usuário situou o cursor textual sobre uma determinada opção e digitou o designador (letra de atalho) relativo a essa opção. Ao invés de processar a opção escolhida, o cursor foi para fora do menu. Para selecionar a opção, foi necessário pressionar o designador novamente seguido de ENTER. O esperado era que a letra de atalho tivesse o mesmo funcionamento, estando o menu aberto ou não.	X	✓	X
	Ao sair de programas (e.g. Webvox e Cartavox), acessados a partir do terceiro nível do menu principal (DOSVOX – O que você deseja?), ao invés do usuário ter sido redirecionado para o segundo nível do menu, foi redirecionado para o primeiro nível menu principal.	X	✓	X
	Não há como fechar, cancelar ou voltar para a tela anterior via opções de menus.	✓	✓	X
	Nenhuma informação deve ser transmitida apenas via atributos textuais. As perguntas de confirmação do DOSVOX (e.g., exigem uma resposta positiva ou negativa - sim ou não), não explicitam que o usuário deve responder teclando S	✓	✓	X

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	(para sim) ou N (para não). Aquelas que explicitam, apenas fazem isso via TUI.			
	Não é possível maximizar ou redimensionar as janelas.	✓	✓	✓
	O menu de Ajuda (acessado a partir de F1) não explica como realizar as ações, apenas exibe/lê as opções disponíveis. Além do mais, pedir ajuda com o menu aberto não funcionou.	✓	✓	✓
	Na etapa de preenchimento de formulários, não ficou evidente para os usuários a necessidade de teclar ENTER para passar ao próximo campo.	✗	✓	✗
	O DOSVOX não permite que o usuário ajuste certos atributos dos componentes da interface (e.g., cores, tipo e tamanho da fonte e do cursor de texto). O DOSVOX não permite que o usuário altere a cor do fundo da fonte.	✓	✗	✗
	Não é possível gerenciar perfis de preferência (e.g., criar perfis de usuários iniciantes ou experientes).	✓	✗	✗
	Ao configurar o DOSVOX, antes de salvar as configurações, não há uma pergunta de confirmação antes de salvar as configurações.	✓	✗	✗
	Não é possível copiar textos não editáveis.	✓	✗	✗

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	Não há no DOSVOX outros métodos de entrada alternativos, além do teclado físico.	✓	✗	✗
	No meu principal, os programas não são listados conforme a sua importância (e.g., os mais importantes, de acordo com universo amostral consultado, são "Teste de teclado", "Editor de textos" e "Acesso à rede e Internet" (Cartavox e Webvox)).	✓	✗	✓
	Não é possível configurar layout e fonte ao mesmo tempo, de maneira que os dois componentes aumentem concomitantemente.	✓	✗	✗
	Não é possível ao usuário configurar o tamanho mínimo para as fontes da TUI.	✓	✗	✗
	O DOSVOX não permite que os usuários evitem certas janelas de terem o foco.	✓	✗	✗
	O usuário não tem liberdade de editar os tipos das saídas sonoras (não vocais), e.g., bip de alertas.	✓	✗	✗
	O usuário não pode pausar a VUI.	✓	✗	✗
	Os elementos da interface do DOSVOX não são acessíveis via leitores de tela. Além disso, O DOSVOX não permite comunicação com outras aplicações, que não tenham sido desenvolvidas especialmente para esta plataforma específica.	✓	✗	✓

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	No manual de ajuda, disponibilizado pelo site oficial do DOSVOX, os dispositivos de interação frequentemente são citados (e.g., use as setas). Recomenda-se que as instruções sejam passadas, sem explicitar os dispositivos.	✓	✗	✗
	O DOSVOX não permite que o usuário configure um atraso antes da aceitação de teclas.	✓	✗	✗
	O DOSVOX não previne o usuário de digitar a mesma tecla por engano. Ou seja, o sistema não provê ajuste da aceitação de teclas repetidas (<i>Bouncekeys</i>).	✓	✓	✗
	Quando o DOSVOX fica carregando, não avisa ao usuário via VUI sobre o carregamento (por exemplo, enviando e-mails). O usuário pode pensar que a ação não teve sucesso ou que fez algo de errado.	✓	✓	✗
	A seleção de menus não é circular. Ou seja, ao chegar na última opção do menu, caso o usuário continue teclando para baixo o DOSVOX não leva a seleção do cursor para a primeira opção. Apenas emite um bip (que pode não ser entendido pelo usuário). O mesmo ocorre quando o usuário chega na primeira opção e tecla para cima.	✓	✓	✗
	Não há outra tecla alternativa p navegar entre os menus além das setas.	✓	✗	✗
	O DOSVOX não permite o uso de dispositivos de apontamento (e.g., <i>mouse</i>);	✓	✓	✓

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	No DOSVOX, alguns termos são traduzidos para o português, mas outras são mantidas em inglês (e.g., utiliza carta ao invés de e-mail, mas utiliza SPAM).	✓	✗	✓
	Nem todas as opções do menu iniciam com a palavra chave (e.g., "Acesso à rede e Internet", "Acesso à <i>homepages</i> ", "Acesso sonoro ao IRC").	✓	✗	✗
	A ativação/desativação do CAPSLOCK não é informada ao usuário em todos os aplicativos do sistema.	✓	✓	✗
	O DOSVOX não valida as informações de todos os campos, caso sejam editados com valores com formato fora do esperado (e.g., campo de e-mail e configurações numéricas).	✓	✗	✗
	As opções devem ser posicionadas consistentemente, na mesma ordem, em todos os grupos de opções. A opção de configuração dos aplicativos apresentou variações quanto à sua localização: no Webvox e Cartavox, esta opção está localizada no meio do menu; no menu principal, foi posicionada como a penúltima opção.	✓	✗	✗
	Os títulos dos menus devem ser curtos ou evidenciar o seu propósito. A descrição dos menus ("Qual sua opção?") não evidencia o propósito do menu ou que ação o usuário deve realizar.	✓	✗	✗
	Deve existir sugestões para formato de entrada de dados ou o rótulo dos campos devem possuir as abreviações específicas claras para os usuários. Na opção de configuração do DOSVOX, não há validação das informações digitadas (por	✓	✗	✗

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	exemplo, número da voz Sapi, velocidade Sapi, Tonalidade Sapi).			
	Não é possível individualizar a aparência da interface. O escopo de aplicações do DOSVOX é muito abrangente. Caso o usuário opte por interagir com um escopo reduzido, não é possível ocultar determinadas aplicações.	✓	✗	✗
	No preenchimento dos campos do e-mail (opção "Enviar Carta") do Cartavox, não é possível mover o cursor textual de um campo para outro (aleatoriamente), a não ser na ordem de preenchimento permitida pelo DOSVOX .	✓	✗	✗
	Não há nenhuma indicação sobre a obrigatoriedade dos campos obrigatórios.	✓	✗	✗
Edivox	A tecla BACKSPACE não funcionou para voltar à linha anterior do texto.	✗	✓	✗
	Ao editar um determinado arquivo, o usuário não conseguiu salvá-lo em outra pasta (diferente da pasta atual do documento).	✗	✓	✗
	Não há possui um mecanismo que impeça o usuário de inserir várias letras repetidas. Alguns usuários cometeram erros na digitação (principalmente os iniciantes), porque seguravam as teclas e a VUI não acompanhava (ou seja, eles digitavam 10 letras repetidas, mas velocidade da VUI não acompanhava a TUI e os usuários não conseguiam identificar quantas letras repetidas havia).	✓	✓	✗

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	O sinal sonoro, emitido para indicar o fim do texto, não foi intuitivo para os usuários.	X	✓	X
	A indicação sobre o fim (tamanho) da tela não é clara para o usuário.	X	✓	X
Teste de teclado	O acento agudo (´), se digitado sem o acompanhamento de uma vogal, não é vocalizado/sonorizado pela VUI.	✓	✓	✓
Gerenciador de Arquivos	Ao entrar no menu de arquivos, não é informado ao usuário em qual o diretório ele está. Ele apenas informa: "Número de arquivos neste diretório: <Nº>".	X	✓	X
	Ao falar para o usuário "Use as setas para selecionar. Depois tecla sua opção.", o usuário ficou perdido. Os designadores para as opções só serão exibidos, caso o usuário tecla F1 (Ajuda).	X	✓	X
	O atalho para procurar arquivos no menu Arquivos não é intuitivo. O usuário pensou que só digitando a primeira letra do nome do documento, o cursor já se movimentaria até os arquivos iniciando com a referida letra.	X	✓	X
Cartavox	Os rótulos "Enviar carta" (utilizado para escrever um e-mail) e "Transmitir cartas escritas" (utilizado para enviar e-mails os escritos) são ambíguos, visto que enviar e transmitir são sinônimos.	✓	✓	✓

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	Não há feedback sonoro para o campos de senha.	✓	✓	✓
	Durante a inserção do destinatário do e-mail ("Correio Eletrônico" > "Enviar carta" > "Qual o endereço eletrônico do destinatário?"), caso o usuário visualizou a lista de apelidos (acesso rápido de e-mails) cadastrados, viu que o destinatário não estava cadastrado e tentou voltar. Contudo, ao teclar ESC, o cursor foi para a próxima pergunta e o e-mail ficou sem destinatário.	✗	✓	✗
	Na etapa de inserir uma mensagem no e-mail ("Qual o nome do arquivo de texto a enviar?"), não é intuitivo para o usuário que ele pode escolher (utilizando a SETA para baixo) dentre os arquivos do diretório configurado. Não sabendo disso, muitos usuários erraram o nome do arquivo já criado e tiveram que reiniciar a tarefa.	✓	✓	✗
	A mensagem de erro ao inserir uma senha errada na etapa de "Transmitir cartas escritas" foi em inglês e técnica. O Cartavox não realizou qualquer tratamento na mensagem antes de exibi-la ao usuário.	✓	✓	✓
	Na etapa de ler um e-mail ler um e-mail recebido ("Folhear as cartas já recebidas"), ao selecionar um e-mail para ler, o cartavox divide a carta em partes. Um e-mail contendo apenas texto (sem anexo) é exibido em duas partes text/plain e text/HTML. Ao chegar nessa etapa, o usuário não entendeu o que eram as partes do e-mail e qual deveria selecionar.	✓	✓	✓

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	Além da descrição não intuitiva das partes de uma carta, as descrições foram acompanhadas de números, no formato dos designadores e deram a entender que eram também atalhos.	X	✓	✓
	As tarefas de enviar e receber um e-mail envolvem muitos passos.	✓	X	✓
Webvox	No menu do Webvox, há a opção de "Voltar para a última página lida". Quando o usuário voltou para a página anterior, ele esperou que a página fosse lida em seguida, mas não leu. Para que o Webvox lesse a página anterior, era necessário "Voltar para a última página lida" e "Ler página".	X	✓	X
	Ao "Voltar para a última página lida", a VUI não informa a página para a qual o usuário voltou.	X	✓	X
	Não é intuitivo navegar em sites que possuem <i>combo boxes</i> . O Webvox não deixa claro para o usuário que apenas uma opção deve ser escolhida.	X	✓	✓
	Os atalhos do aplicativo não são intuitivos (e.g., utiliza a BARRA DE ESPAÇOS para a leitura contínua do site).	X	✓	✓
	Durante o preenchimento de campos de sites, para submeter uma informação, o sistema sugere sempre "aperte S para submeter". Muitas vezes, o usuário não quer submeter, mas dito desta forma, ele pensou que essa era sua única opção (e.g., ele não pensava que poderia continuar a leitura da	X	✓	✓

ESCOPO	DESCRIÇÃO	IC	MD	SS
	página).			
	Em campos que contêm um preenchimento <i>default</i> (geralmente utilizado para dar pistas de preenchimento ao usuário), o Webvox exibe a descrição do campo, espera que o usuário digite uma entrada e só depois exibe o preenchimento default.	X	✓	X
	A fim de simplificar a leitura das informações, o sistema deve prover descrições de nomes e rótulos curtos. Alguns rótulos do DOSVOX podem ser simplificados (e.g., "Acesso à rede e Internet" poderia ser chamado de "Internet").	✓	X	X

LEGENDA:

IC: Inspeção de conformidade do produto a padrões

MD: Mensuração do desempenho do usuário

SS: Sondagem da satisfação subjetiva do usuário

ANEXO A – Declaração de autorização emitido pelo CEP



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFPG
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO ALCIDES CARNEIRO - HUAC

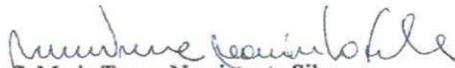


DECLARAÇÃO

Declaro para fins de comprovação, que foi analisado e aprovado neste Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, o projeto de número CAAE: 09096813.8.0000.5182 intitulado: **Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza.**

Estando o pesquisador ciente de cumprir integralmente os itens da Resolução nº. 196/ 96 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que dispõe sobre Ética em Pesquisa que envolve seres humanos, podendo sofrer penalidades caso não cumpra com um dos itens da resolução supra citada.

Após conclusão da pesquisa deve ser encaminhado ao CEP/ HUAC em 30 dias, relatório final de conclusão, antes do envio do trabalho para publicação. Haverá apresentação pública do trabalho no Centro de Estudos do HUAC em data a ser acordada entre o CEP e o pesquisador.


Pro^{fa}. Maria Teresa Nascimento Silva
Coordenadora CEP/HUAC/UFPG

Campina Grande - PB, 11 de Julho de 2013.

Rua.: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, Campina Grande – PB.
Telefone.: (83) 2101 – 5545. E-mail.: cep@huac.ufcg.edu.br

ANEXO B – Declaração do Instituto dos Cegos do Instituto dos Cegos de Campina Grande – PB



DECLARAÇÃO

Eu, Maria do Socorro Queiroz, coordenadora Pedagógica do Instituto dos cegos de Campina Grande, autorizo a realização de testes de acessibilidade, como parte da pesquisa intitulada: "Abordagem Híbrida para a Avaliação de interfaces vocais com o usuário considerando a modelagem da incerteza", os quais serão realizados na Universidade Federal de Campina Grande, no Instituto dos cegos de Campina Grande e no Instituto dos cegos da Paraíba, no período de Outubro a Dezembro de 2012. A referida pesquisa possui abordagem quantitativa e tem como pesquisadores José Eustáquio Rangel de Queiroz e Joseana Macedo Fêchine Régis de Araújo (orientadores) e Maria Isabel Farias Carneiro, mestranda em Ciência da computação – UFCG (orientada).

Campina Grande, 28 de Setembro de 2012.

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO E ASSISTÊNCIA
 AOS CEGOS DO NORDESTE

M. S. Queiroz
 Maria do Socorro Queiroz de Araújo
 Coordenação Pedagógica Geral

Maria do Socorro Queiroz

Coordenadora Pedagógica

Instituto dos Cegos de Campina Grande- PB

ANEXO C – Declaração do Instituto dos Cegos da Paraíba

INSTITUTO DOS CEGOS DA PARAÍBA
Av. Santa Catarina, 396, Bairro dos Estados
Cep.: 58030-070, Tel.: 3244-7264

DECLARAÇÃO

Eu, ANA LÚCIA LEITE SANTOS, Vice-Presidente do Instituto dos Cegos da Paraíba, autorizo a realização de testes de acessibilidade, como parte da pesquisa intitulada: "Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza", os quais serão realizados na Universidade Federal de Campina Grande, no Instituto dos Cegos de Campina Grande e no Instituto dos Cegos da Paraíba, no período de Outubro a Dezembro de 2012. A referida pesquisa possui abordagem quantiquantitativa e tem como pesquisadores José Eustáquio Rangel de Queiroz e Joseana Macedo Fachine Régis de Araújo (orientadores) e Maria Isabel Farias Carneiro, mestranda em Ciência da Computação – UFCG (orientanda).

Campina Grande, 28 de Setembro de 2012.



Ana Lúcia Leite Santos
Vice-Presidente
Instituto dos Cegos da Paraíba

ANEXO D – Declaração da UFCG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
Av. Aprígio Veloso, nº 882. Bodocongó.
Cep: 58429-900, Tel: 2101-1123

DECLARAÇÃO

Eu, José Eustáquio Rangel de Queiroz, orientador da pesquisa intitulada: "Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza", autorizo a realização de testes de acessibilidade, os quais serão realizados na Universidade Federal de Campina Grande, no Instituto dos Cegos de Campina Grande e no Instituto dos Cegos da Paraíba, no período de Outubro a Dezembro de 2012. A referida pesquisa possui abordagem quantitativa e tem como pesquisadores José Eustáquio Rangel de Queiroz e Joseana Macedo Fechine Régis de Araújo (orientadores) e Maria Isabel Farias Carneiro, mestranda em Ciência da Computação – UFCG (orientanda).

Campina Grande, 28 de Setembro de 2012.



José Eustáquio Rangel de Queiroz
Orientador da Pesquisa "Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza"
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

ANEXO E – Declaração da FUNAD

FUNAD – FUNDAÇÃO CENTRO INTEGRADO DE APOIO À PESSOA COM DEFICIÊNCIA

Rua Dr. Orestes Lisboa, s/n – Conjunto Pedro Gondim
João Pessoa, Paraíba, Brasil
Fone: (83) 3214.7879 / 3243.8466 / 3243.8763 Fax: (83) 3224.2495

DECLARAÇÃO

Eu, SIMONE JORDÃO ALMEIDA, Presidente da Fundação Centro de Apoio Integrado ao Portador de Deficiência (FUNAD), autorizo a realização de testes de acessibilidade, como parte da pesquisa intitulada: “Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza”, os quais serão realizados na Universidade Federal de Campina Grande, no Instituto dos Cegos de Campina Grande, no Instituto dos Cegos da Paraíba e na FUNAD, no período de Outubro a Dezembro de 2012. A referida pesquisa possui abordagem quantiquantitativa e tem como pesquisadores José Eustáquio Rangel de Queiroz e Joseana Macedo Fechine Régis de Araújo (orientadores) e Maria Isabel Farias Carneiro, mestranda em Ciência da Computação – UFCG (orientanda).

Campina Grande, 06 de Novembro de 2012.


Rosa Helena de Vasconcelos
Chefe da Divisão de Capacitação
de Recursos Humanos

Simone Jordão Almeida
Presidente - FUNAD

ANEXO F – Termo de compromisso dos pesquisadores

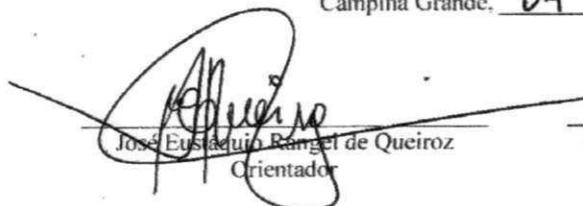
Termo de Compromisso do (s) Pesquisador (es)

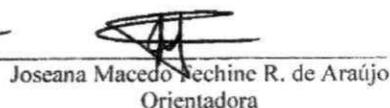
Termo de Compromisso do (s) Pesquisador (es)

Por este termo de responsabilidade, nós, abaixo – assinados, respectivamente, orientadores e orientanda da pesquisa intitulada “Abordagem Híbrida para a Avaliação de Interfaces Vocais com o Usuário Considerando a Modelagem da Incerteza” assumimos cumprir fielmente as diretrizes regulamentadoras emanadas da Resolução nº 196/ 96 do Conselho Nacional de Saúde/ MS e suas Complementares, outorgada pelo Decreto nº 93833, de 24 de Janeiro de 1987, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, ao (s) sujeito (s) da pesquisa e ao Estado.

Reafirmamos, outrossim, nossa responsabilidade indelegável e intransferível, mantendo em arquivo todas as informações inerentes a presente pesquisa, respeitando a confidencialidade e sigilo das fichas correspondentes a cada sujeito incluído na pesquisa, por um período de 5 (cinco) anos após o término desta. Apresentaremos sempre que solicitado pelo CEP/ HUAC (Comitê de Ética em Pesquisas/ Hospital Universitário Alcides Carneiro), ou CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) ou, ainda, as Curadorias envolvidas no presente estudo, relatório sobre o andamento da pesquisa, comunicando ainda ao CEP/ HUAC, qualquer eventual modificação proposta no supracitado projeto.

Campina Grande, 04 de OUTUBRO de 2012.


José Eustáquio Rangel de Queiroz
Orientador


Joseana Macedo Nechine R. de Araújo
Orientadora


Maria Isabel Farias Carneiro
Orientanda

ANEXO G – Artigo publicado no HCII (2013)

Including Uncertainty Treatment on the Accessibility Assessment of DOSVOX System

Maria Isabel Farias Carneiro¹, José Eustáquio Rangel de Queiroz²,
and Joseana Macêdo Fechine²

¹ Departamento de Sistemas e Computação (DSC),
Federal University of Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brazil
isabel@copin.ufcg.edu.br

² Departamento de Sistemas e Computação (DSC),
Federal University of Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brazil
{rangel, joseana}@dsc.ufcg.edu.br

Abstract. The speech interface development *per se* is not a guarantee of quality for the accessibility to visually impaired users either to as much of a website as possible where it can be achieved or to as much of functions a stand-alone product can provide. In this paper, a methodological approach for assessing accessibility problems in voice user interfaces (VUI) is proposed, which includes uncertainty treatment by using Bayesian networks. A case study is discussed, in which the proposed approach has provided encouraging results, and seems to have a potential to be successfully applied to other similar speech stand-alone software applications.

Keywords: Accessibility, Conformance Inspection, Bayesian Networks, Vocal User Interfaces, VUI.

1 Introduction

Accessibility can be defined as the result of a set of actions performed by software researchers and developers with the aim of making software usable for people with the widest range of user categories, including those with physical, sensory, visual and cognitive disabilities [4]. With respect to people with disabilities, the use of computer systems means a big challenge, because most of software applications are developed for people with no disabilities. Thus, aiming to allow disabled people accessing software systems and executing their tasks with a good performance, accessible user interfaces play a vital role.

Among people with disabilities, there are those with visual disabilities (i.e., blindness and low vision). These people access priority software using vocal user interfaces (VUI). VUI allows human to interact with computer by speech/voice [11-12]. However, the speech interface development *per se* is not a guarantee of quality for the accessibility to visually disabled users and computer systems. Therefore, accessibility assessment processes are inserted in the software development lifecycle for purposes of: (i) verifying of facility of access to product functionalities; (ii) analyzing user experience; and (iii) identifying accessibility problems.

One strategy commonly used to evaluate software accessibility is systematically inspecting a user interface for compliance with some set of recommendations [13], [16], with the aim of determining whether the evaluated interface is in conformance with the requirements of that standard. However, many subjective factors are inherent to this assessment strategy (e.g., evaluator experience, degree of product adherence to the standard), which can impact on the inspection results.

In order to evidence the uncertainty related with the conformity inspection process as well as to reflect the subjectivity of the evaluator judgment, the inclusion of a strategy based on uncertainty modeling to aid experts for decision-making and formulating diagnosis processes is proposed. Studies on conformity inspections of VUI, which includes uncertainty treatment to support expert decision-makings, were not found in the reviewed literature. The proposed approach was validated by a case study involving the conformity inspection of the user interface of the DOSVOX system to the Part 171 of ISO standard 9241. Furthermore, it included uncertainty treatment by using Bayesian Networks [10], [14].

2 Theoretical Background and Related Work

2.1 Usability and Accessibility

According to Petrie and Bevan [13], a wide range of definitions to accessibility and usability are found in literature. Usability is related with specific users, aims and contexts of use, defined from a particular set of circumstances (e.g., a system for creating, editing and reading text for people with visual disabilities has usability requirements different from a system with the same functionalities for users with physical disabilities). On the other hand, accessibility does not specify users, aims or context of users, (e.g., an accessible computer system must meet the requirements of all user groups, independent of disability).

Unlike usability, the main aim of accessibility is to provide access of a product for the largest possible number of user groups, including elderly and people with disabilities. Since accessibility and usability are not synonyms, it is important to include both of them as part of the specification and design processes [1], [5].

The part 11 of ISO standard 9241 [7] defines usability as the extent of a product, service or environment that can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use. On the other hand, the part 171 of ISO standard 9241 [8] defines accessibility as the usability of a product, service or environment for people with the widest range of capabilities. In other words, providing accessibility for a product implies on enhancing effectiveness, efficiency and satisfaction for a wider range of individual capabilities and preferences. On this basis, Sousa and Freitas [15] inferred accessibility as the conjugation of effectiveness, efficiency and satisfaction by any people, without a specific context of use.

Providing accessibility means removing barriers which prevent people with disabilities from participating of daily tasks, including services, products and information [16]. At this point, it is important to highlight that the inclusion of accessibility in early stages of system developments can bring benefits not only to users, but also to companies, because it can increase the number of potential users.

2.2 Conformity Inspection

A number of software usability and accessibility assessment methods have arisen the past decades, and many authors have suggested forms to differentiate them [1], [13], [16].

According to [13], assessment methods can be divided into two broad categories: (i) formative or (ii) summative. Formative assessments aim to expose problems of an unfinished interface, in order to improve the interface since the beginning of design process. On the other hand, summative assessments are performing on done interface to draw global diagnosis, based on fixed criteria, at the end of different steps of the interface development.

Usability inspection is a summative study, which is not based-users and includes a set of methods based on investigation of a product by evaluators, with the aim of identifying usability problems and enhance the usability of an interface design by checking it against established standards (e.g., heuristic evaluation, cognitive walk-through and conformity inspection) [6], [10]. Conformity inspection of a product is a type of systematic usability inspection. It is performed by a specialist to inspect whether an interface is in conformance with the recommendations of a standard (e.g., ISO 9241 [9]).

2.3 International Standard ISO 9241

International standard ISO 9241 was designed at the end of the 80s as a standard with 17 parts, originally called as *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals*. Over two decades, it has become globally influential as a reference to standards from many countries (e.g., Brazil, via ABNT¹).

Major advances on hardware and software technologies have been seen since the past two decades. It drove revisions and updates in ISO 9241. Actually, many parts are in update state. The new standard title – *The Ergonomics of Human-system Interaction* – includes the original content and also reflects a wider scope.

Among 17 parts from original structure, only three parts were kept after reviewing and titles altering, with the aim of focusing on topics which apply on other parts: (i) Part 1 (*Introduction*); (ii) Part 2 (*Job design*); and (iii) Part 11 (*Hardware and software usability*). Based on the idea of applicable parts, in a greater or a lesser degree, for all other parts, there is the Part 20 (*Accessibility and human-system interaction*). The others parts are structured in series: (i) 100 Series (*Software ergonomics*); (ii) 200 Series (*Process guidance for human-centered design*); (iii) 300 Series (*Displays and display related hardware*); (iv) 400 Series (*Physical input devices*); (v) 500 Series (*Workplace ergonomics*); (vi) 600 Series (*Environment ergonomics*); (vii) 700 Series (*Control rooms*); and (viii) 900 Series (*Tactile and haptic interactions*).

With the respect to software ergonomics, 100 Series contains five parts: (i) Part 100 (*Introduction to standards related to software ergonomics*), (ii) Part 110 (*Dialogue principles*), (iii) Part 129 (*Guidance on software individualization*), (iv) Part 151 (*Guidance on World Wide Web user interfaces*); and (v) Part 171 (*Guidance on software accessibility*). Part 171 provides a guide on ergonomics and specifications

¹ Brazilian Association of Technical Standard: <http://www.abnt.org.br/>

related to the accessible software project at any context. Besides, this part includes aspects related to the accessible software project for subjects with visual, physical, cognitive or sensorial disabilities [8].

At the end of each ISO 9241 part, there is a checklist containing the recommendations to be inspect. In order to inspect a product according to Part 171, the evaluator needs to verify two aspects of development process for each recommendation. The first one is related to the applicability of recommendation to the interface project considered. For this aspect, there are two available fields - YES (Y) and NO (N).

When the assessment focuses on a product prototype of product, a second aspect called *Adherence* (or *Conformance* at reviewed and new parts of ISO 9241) should be verified. Since a recommendation is applicable to an evaluated prototype or product, if the product or prototype adheres to recommendation, it will be in conformance with that recommendation. For this purpose, two or three cells are available: PASS (P) or, FAILED (F) (unreviewed parts), or YES, PARTIALLY and NO (reviewed and new parts).

Lastly, for each inspected recommendation, the evaluator must comment on the reason of the non-applicability of a recommendation or about his/her judgment on the conformance of the product with a recommendation.

An excerpt of the checklist of Part 171 is given in Fig. 1 [8].

Clause/subclause of this part of ISO 9241	Applicability		Conformance			
	Yes/No	Reason not applicable	Yes	Partially	No	Comments
8	General guidelines and requirements					
8.1	Names and labels for each user-interface elements					
8.1.1	Provide a name for each user interface element	Y				
8.1.2	Provide meaningful names					

Fig. 1. Checklist excerpt for assessing applicability and conformity with Part 171 of ISO 9241

After completing the checklist, the summarization of results from calculus of adherence rate (or conformance rate) is recommended by ISO. With respect to Part 171 [8], ISO classifies adherence rate as (i) total and (ii) partial. The *Total Adherence Rate* (AR_t) is defined as the percent ratio of the number of applicable recommendations totally incorporated by the product (t) and the number of recommendations judged applicable to the context of the project (a). On the other hand, the *Partial Adherence Rate* (AR_p) is defined as the percent ratio of the number of recommendations applicable partially incorporated by the product (p) and the number of recommendations judged applicable to the project context (a) (see Eqs. 1 and 2).

$$AR_t = \frac{t}{a} \times 100\% \tag{1}$$

$$AR_p = \frac{p}{a} \times 100\% \tag{2}$$

Although these ratios are able to show the percent of recommendations totally (1) and partially (2) incorporated to Part 171 of ISO standard 9241, it is encompasses with a

high degree of subjectivity. AR_i and AR_p can vary according to expert responsible for the assessment. Besides, ISO warns that the adherence rate is only an arithmetic indicator, which cannot be used as a reliable measurement without considering the importance of the respective items of context of use [9-10].

The completion of the checklist at the end of an inspection encompasses issues inherent to the evaluator (e.g., experience, knowledge on the product). Therefore, each judgment on the applicability of the recommendation and the adherence product to recommendation are related with a subjectivity degree.

The high subjectivity degree inherent to the conformance inspection, consequence of the large number of evaluator profile, is one of the main drawbacks of this procedure [10]. The inclusion of a modeling to evidence the uncertainty associated for evaluator decision-making is important because it can aid experts to express the uncertainty of their decisions.

2.4 Uncertainty Treatment

In order to overcome the uncertainty inherent to the conformity inspection to ISO standard 9241, Menezes et al. [10] suggested assigning certainty degrees for ISO standard 9241 recommendations.

Assigning certainty degrees (g_c) means to infer a certainty degree for each recommendation (r) of inspection list (LI), especially at ambiguous situations or when the evaluator is not able to infer a secure diagnosis on a recommendation [10].

The certainty degree for each recommendation (g_c) can be modeled from two aspects: (i) Applicability; and (ii) Conformance. In Part 171 of ISO 9241 [8], all recommendations are expressed by a conditional relationship, wherein the occurrence of an event B (consequence, i.e., the product is (or not) in conformance with a recommendation) is conditioned to the occurrence of an event A (cause, i.e., the recommendation is applicable to the product project interface). Therefore, the Bayes Theorem [14] can model this relationship, with the aim to express the occurrence of event B (degree of certainty of conformance - g_{con}) conditioned to the probability of occurrence of event A (degree of certainty of applicability - g_{apl}) (See Fig. 2).

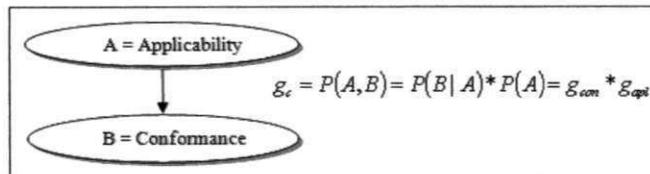


Fig. 2. Bayesian network model of recommendations of Part 171 of ISO standard 9241

The Bayesian Network shows the influence of A on B, i.e., the applicability of each recommendation influences on the product conformance with the standard. The degree of certainty of each recommendation is calculated from probabilities of A and B, i.e., $P(A, B)$. Thus, it is possible to calculate the mean degree of certainty of

evaluation. If the probability of certainty covers the set of all recommendations totally incorporated by the product (E), since they are all applicable, the mean probability of certainty is called Mean Total Certainty (MTC) (see Eq. 3).

$$MTC = \frac{\sum_{i=1}^{|E|} g_c}{|E|}, \quad (3)$$

The approach described here is based on the study developed by [10], which resulted in a development of the specialist system called X-SCI (Expert System for Supporting Conformity Inspections). It was designed to aid evaluators to perform usability conformance inspections of user interfaces according to the Part 16 of ISO standard 9241 [9]. Actually, conformance inspection to the Part 171 of ISO standard 171 is done manually, since it was not found at review literature other computational system to aid software practitioners to perform conformance inspections to the ISO standard.

3 Case Study

Here it will be detailed a case study involving the use of DOSVOX, a computer system developed for helping people with visual disabilities to use the computer.

3.1 DOSVOX

The DOSVOX is a computational system to aid blind and low vision people to perform tasks in the computer as the same way as people without disabilities. DOSVOX system was created at 1993, by the Tercio Pacitti Institute of Applications and Computational Research² (INCE), at the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). At first, it was developed to aid blind students to perform their academic tasks (e.g., writing and reading texts, browsing the web and using email). Today, statistics shows that it is largely used by people with disabilities in Brazil and others countries in Latin America [3].

This computational system is used at personal computers and has a multimodal vocal interface, since there is another mode of interaction between user and computer in addition to voice interaction (i.e., text) [2]. The data input is via keyboard. On the other hand, the data output is textual (*Text User Interface* – TUI) and vocal (*Voice User Interface* – VUI).

Actually, the DOSVOX system is in version 4.4 [3]. Besides having many functionalities for creating, editing and reading files, it has application for a wide range of daily tasks (e.g., keyboard testing, games, e-mail, web browser, sound recorder, text to mp3 converter, screen reader, vocal calculator, telephone book, vocal chat) (See Figs. 3 and 4).

² <http://portal.nce.ufrj.br/>

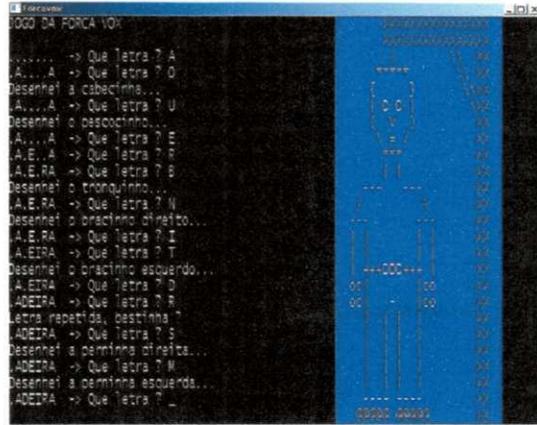


Fig. 3. Forcavox (Hangman) – A DOSVOX game

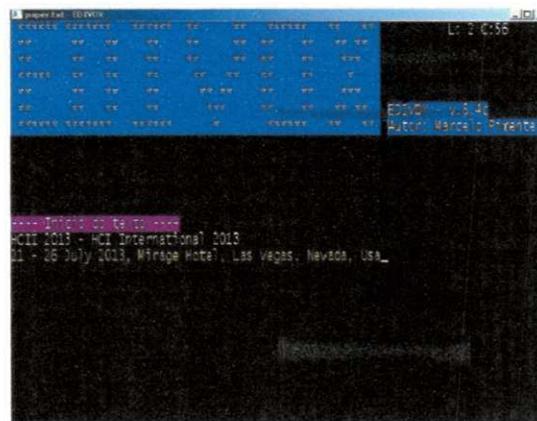


Fig. 4. Edivox – DOSVOX file editor

3.2 Conformity Inspection of DOSVOX to the Part 171 of ISO Standard 9241

As can be seen in Fig. 1, the third column of that checklist is used to indicate whether the requirement or recommendation in each clause/subclause is applicable or no [8]. All those recommendations which does not depends upon the context of use (user, tasks, environment and technology), i.e., that have no conditions attached to them, its cells already marked with “Y” (i.e., Yes). For these recommendations, it was assigned $g_{apl} = 100\%$. On the other hand, there are some recommendations which indicate applicable, unless specified condition is applied. For these recommendations, its cells already marked with “C” and g_{apl} is assigned by the evaluator.

3.3 Evaluation Scope

As it is impractical to evaluate all applications of DOSVOX system, the evaluation scope was defined based on informal interviews with computer teachers of two institutes for people with visual disabilities: (i) Instituto dos Cegos de Campina Grande³ and (ii) Instituto dos Cegos da Paraiba Adalgisa Cunha⁴. Thus, the evaluation scope covered four DOSVOX applications: (i) the Keyboard Test, (ii) the file editor (Edivox), (iii) the e-mail (Cartavox) and (iv) the web browser (Webvox).

4 Results

The conformity inspection of the DOSVOX system to Part 171 of ISO standard 9241 [8] aimed to identify accessibility issues, especially those ones that affect visually disabled users. The inspection resulted in $AR_p = 5.21\%$ ($p = 5$, $a = 96$) e $AR_t = 75.00\%$ ($t = 72$, $a = 96$), of a total of a hundred and forty (140) recommendations.

In Table 1 a summary of the accessibility problems categories identified during the conformity inspection is given. For each category, the number of problems identified by evaluation is also showed. The category consists in the description of the clause/subclause given in the checklist of ISO 9241:171.

A problem can be identified from two situations: (i) a recommendation is applicable to a product, but it is not in conformance with the recommendation; or (ii) the recommendation is applicable, but it is only partially in conformity with the established standard.

Table 1. Problems category identified during the conformity inspection

<i>Problem Category</i>	<i>Number of problems</i>
User preference settings	03
General control and operation guidelines	07
Texts/fonts	01
Colour	02
Window appearance and behavior	05
Text equivalents of audio (captions)	01
Media	02
Tactile output	01
Documentation and Help	01
Support services	01

As can be seen, AR_t expressed a successful rating, since it is equal to 75%. However, there are still 25% of recommendations to be fixed in the next version of the product. Besides, PCTM was calculated as well ($PCTM = 83.69\%$). As asserted by Menezes et al. [10], PCTM provides an important contribution to conformity inspection, since it enhances the reliability of inspection results.

³ Institute for the Blind of Campina Grande.

⁴ Institute for the Blind of Paraiba Adalgisa Cunha.

An inspection with $PCTM < 70\%$ can suggest many factors with respect to the evaluation result, for instance, (i) little evaluator's knowledge related to the product, (ii) little evaluator's experience related to conformity inspection or (iii) the need of performing a new conformity inspection with more than one evaluator.

Finally, for evaluating how reliability is the PCTM, a confidence interval (CI) was calculated. Then, $CI = (78.47, 88.90)$ ($\alpha = 0.05$; $s = 22.49$; $n = 72$). As $PCTM \in CI$, then, PCTM is reliable.

5 Final Considerations and Future Work

The main goal of this paper was to present an approach for modeling uncertainty inherent in the accessibility conformity inspections with the Part 171 of ISO standard 9241.

The approach was validated from a case study involving a computational system, developed to for visual disabled people, the DOSVOX system. Besides the classical rates of conformity inspection, AR_p and AR_e , PCTM was formulated and calculated in order to evidence the uncertainty related with the expert evaluation.

Current efforts are being focused on performing conformity inspections of DOSVOX with others specialists, in order to compare the results of evaluations, especially ARs and the MTC. Furthermore, triangulating the results of the accessibility conformity inspection with others evaluation methods (e.g., user performance measurement and user satisfaction measurement).

References

1. Adebessin, F., Kotzé, P., Gelderblom, H.: The complementary role of two evaluation methods in the usability and accessibility evaluation of a non-standard system. In: Proceeding SAICSIT 2010 Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, Bela Bela, South Africa, pp. 1–11 (2010)
2. Cohen, M., Giangola, J., Balogh, J.: Voice User Interface Design. Addison-Wesley, Boston (2004)
3. Dosvox Project, <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>
4. Harper, J., Yesilada, Y.: Web Accessibility - A Foundation for Research. Springer, Manchester (2008)
5. Hersh, M., Leporini, B.: Accessibility and Usability of Educational Gaming Environments for Disabled Students. In: 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Rome, Italy, pp. 752–753 (2012)
6. Holzinger, A.: Usability Engineering for Software Developers. Communications of the ACM 48, 71–74 (2005)
7. International Organization for Standardization - ISO 9241: Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Guidance on usability. International Standard. Sweden (1998)
8. International Organization for Standardization - ISO 9241 Ergonomics of human-system interaction. Part 171: Guidance on software accessibility. International Standard. Sweden (2008)

9. International Organization for Standardization - ISO 9241: Ergonomics of human-system interaction. Part 16: Direct Manipulation Dialogues. Geneva, Switzerland (1999)
10. Menezes, L.L., Nascimento, M.R., Fechine, J.M., Queiroz, J.E.R.: Expert system for supporting conformity inspections of software application interfaces to the ISO 9241. In: 24rd Annual ACM Symposium on Applied Computing, Honolulu, Hawai, pp. 110–115 (2009)
11. Morton, H., Gunson, N., Marshall, D., Mcinnes, F., Ayres, A., Jack, M.: Usability assessment of text-to-speech synthesis for additional detail in an automated telephone banking system. *J. Computer Speech and Language* 25, 341–362 (2011)
12. Patel, N., Agarwal, S., Rajput, N., Navatal, A., Dave, P., Parikh, T.S.: A Comparative Study of Speech and Dialed Input Voice Interfaces in Rural India. In: 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems, Boston, USA, pp. 51–54 (2009)
13. Petrie, H., Bevan, N.: The Evaluation of Accessibility, Usability, and User Experience. In: Stephanidis, C. (ed.) *The Universal Access Handbook*, pp. 10–20. CRP Press Taylor and Francis Group, Abington (2009)
14. Russel, S., Norvig, P.: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall (2009)
15. de Sousa, E.R., de Freitas, S.F.: Avaliação de usabilidade do sistema Dosvox na interação de cegos com a Web. *Arcos Design* 5, 1–14 (2010) (In Portuguese)
16. Tanaka, E.H., Bin, S.A., da Rocha, E.V.: Comparing accessibility and usability evaluation in HagáQuê. In: *CLIHIC 2005 Proceedings of the 2005 Latin American Conference on Human-Computer Interaction*, Cuernavaca, Mexico, pp. 139–147 (2005)