

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Matemática
Núcleo de Computação Eletrônica

Erica Esteves Cunha

JogaVOX: Ferramenta e Estratégias para Construção de Jogos Educacionais para Deficientes Visuais

Rio de Janeiro
2007

Erica Esteves Cunha

JOGAVOX: FERRAMENTA E ESTRATÉGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE JOGOS
EDUCACIONAIS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Informática,
Instituto de Matemática, Núcleo de Computação
Eletrônica, Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientador:

Josefino Cabral Melo Lima

Rio de Janeiro

2007

C972 Cunha, Erica Esteves

JogaVOX: Ferramenta e Estratégias para Construção de Jogos Educacionais para Deficientes Visuais / Erica Esteves Cunha. Rio de Janeiro, 2007.

xiii, 159 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2007.

Orientador: Josefino Cabral Melo Lima

1. Ferramenta para criação de jogos educacionais – Teses. 2. Software – Teses. 3. Informática na Educação – Teses. I. Josefino Cabral Melo Lima. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título.

CDD

Erica Esteves Cunha

JOGAVOX: FERRAMENTA E ESTRATÉGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE JOGOS
EDUCACIONAIS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Rio de Janeiro, 26 de fevereiro de 2007.

Prof. Josefino Cabral Melo Lima, Ph.D., UFRJ/DCC – Orientador

Prof. Felipe Maia Galvão França, Ph.D., UFRJ/COPPE

Prof. Marcos da Fonseca Elia, Ph.D., UFRJ/NCE

À minha família, com todo o meu amor e carinho, pela formação e incentivo.

Agradecimentos

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desta pesquisa.

Agradeço imensamente ao Prof. M.Sc. José Antonio dos Santos Borges, grande mestre, amigo e incentivador ao sucesso desta conquista.

Ao Prof. Ph.D. Fábio Ferrentini Sampaio, pela oportunidade e confiança depositada.

À Profª. Ph.D. Adriana Benevides Soares, pela oportunidade, e ao Prof. Ph.D. Josefino Cabral Melo Lima, pela orientação.

Ao Prof. Ph.D. Felipe Maia Galvão França, que gentilmente aceitou participar da banca de avaliação desta dissertação.

Ao Prof. Ph.D. Carlo Emmanuel Tolla de Oliveira, pelos ensinamentos oferecidos de forma tão singular e motivadora, extravasando as disciplinas no contexto da Orientação a Objetos.

Ao Prof. Ph.D. Marcos da Fonseca Elia e à Profª. Ph.D. Lígia Alves Barros, pelas orientações de metodologia científica.

Ao Prof. Ph.D. Gabriel Pereira da Silva, pelo apoio à continuidade desta pesquisa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Informática do Núcleo de Computação Eletrônica/Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela minha formação.

À Profª. Berta R. M. Paixão e à Profª. M.Sc. Elizabeth Canejo, pela ampla experiência, criatividade e empenho na educação de deficientes visuais.

Aos técnicos do Centro de Apoio Educacional ao Cego da UFRJ, pelo auxílio no desenvolvimento com a tecnologia DOSVOX (especialmente ao Neno Henrique da Cunha Albernaz).

À minha diretora (Diretoria de Gestão Estratégica) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Profª. M.Sc. Carmen Perrotta, pelas inúmeras contribuições e flexibilidades para a conclusão deste curso.

Aos meus alunos, sempre fonte de inspiração e motivação a novas investigações e formação continuada.

Aos amigos, pela ajuda e incentivo para a conclusão deste trabalho. Em especial, aos amigos Ana Lucia de Malta Correia, Profª. Anita Lopes, Cyntia Fernanda Gomes dos Santos, Dr. Gabriel Moraes Moysés, Giselle de Almeida dos Santos, Hermanse Chaves, Profª. M.Sc. Leila Cristina Vasconcelos de Andrade, Leila Maria Bento, Marcelo Aguirre Wanderley, M.Sc. Patrick Henrique da Silva Brito, Rafael Cunha de Miranda, Profª D.Sc. Vera Lúcia Prudência dos Santos Caminha e Prof. William Domingues de Freitas.

Ao Leonardo Cunha de Miranda, por seu apoio incondicional, por sua dedicação e seu companheirismo.

Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara.

Livro dos Conselhos

Epígrafe usada por José Saramago, na obra *Ensaio sobre a Cegueira*.

Resumo

CUNHA, E. E. **JogaVOX: Ferramenta e Estratégias para Construção de Jogos Educacionais para Deficientes Visuais**. Rio de Janeiro – RJ. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2007.

Esta dissertação é oriunda de um trabalho de investigação sobre a problemática da utilização de jogos eletrônicos na educação de deficientes visuais. A educação mediada por jogos computacionais figura como uma opção viável para tornar mais prazeroso o processo de ensino-aprendizagem para deficientes visuais. Este trabalho fornece uma descrição objetiva dos processos de projeto e de desenvolvimento de ferramentas que visam à criação, simulação e execução de jogos utilizando a tecnologia DOSVOX. O intuito principal é o de prover uma nova alternativa para a construção e utilização de jogos educacionais voltados a deficientes visuais. Os jogos que podem ser criados por essas ferramentas são essencialmente textuais, com *feedback* em síntese de voz, incluindo efeitos sonoros e gráficos estáticos. Este trabalho descreve, também, as estruturas de desenvolvimento que fazem uso de teoria dos grafos, técnicas multimídia e Interação Homem-Máquina.

Palavras-chaves: educação especial, jogos computacionais, deficiência visual, DOSVOX.

Abstract

CUNHA, E.E. **JogaVOX: Ferramenta e Estratégias para Construção de Jogos Educacionais para Deficientes Visuais**. Rio de Janeiro – RJ. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2007.

This work aims at investigating on the utilization of electronic games in education for the visually disabled. The education mediated by computational games is a viable option to make the teaching-learning process for the visually disabled more agreeable. This work provides an objective description on the process of defining and developing the tool which aims at the creation, simulation and execution of games utilizing DOSVOX technology. The main goal is to provide a new alternative for the construction and utilization of educational games for the visually disabled. The games which can be created by these tools are mainly textual, with a feedback in voice synthesis, including sound effects and static graphics. This work also describes developing structures which make an intensive use of graph theory, multimedia techniques and specialised Human-Machine Interaction.

Keywords: special education, computational games, visually disabled, DOSVOX.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Apresentação e classificação de alguns jogos do DOSVOX para deficientes visuais ..	47
Tabela 2 – Propriedades dos pontos de visita	58
Tabela 3 – Propriedades dos objetos associados.....	59
Tabela 4 – Propriedades dos caminhos	60
Tabela 5 – Propriedades dos desafios do tipo Sim/Não	61
Tabela 6 – Propriedades dos desafios do tipo Pergunta/Resposta	61
Tabela 7 – Propriedades dos desafios do tipo Múltipla Escolha	61
Tabela 8 – Propriedades dos desafios do tipo Possuir Objeto	62
Tabela 9 – Algumas interjeições comumente encontradas nos testes de comunicabilidade.....	126

Lista de Figuras

Figura 1 – Tabela de Snellen – a tabela maior (lado esquerdo), para alfabetizados, e as tabelas reduzidas, para não-alfabetizados.....	32
Figura 2 – Visão geral dos módulos do sistema JogaVOX.....	57
Figura 3 – JogaVOX – Módulo: Criar Jogo. (1) Área de trabalho; (2) Propriedades dos objetos; e (3) Área de histórico das ações	65
Figura 4 – Configurações de projeto do novo jogo.....	66
Figura 5 – Remoção de ponto de visita	68
Figura 6 – Propriedades do ponto de visita	69
Figura 7 – Janela dos objetos associados sem nenhum objeto criado. (1) Área para lista de objetos associados; (2) Área para exibição das propriedades do objeto associado selecionado.....	70
Figura 8 – Janela dos objetos associados após selecionada a opção “Novo”	70
Figura 9 – Janela dos objetos associados após a seleção de um objeto associado	71
Figura 10 – Propriedades do caminho.....	72
Figura 11 – Janela dos desafios do caminho sem nenhum desafio criado. (1) Área dos tipos de desafios disponíveis; (2) Área dos desafios inseridos; (3) Área de propriedade do desafio selecionado.....	73
Figura 12 – Janela dos desafios do caminho após a inserção de um desafio	73
Figura 13 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Sim/Não	74
Figura 14 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Pergunta/Resposta	74
Figura 15 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Múltipla Escolha.....	75
Figura 16 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Possuir Objeto.....	75
Figura 17 – Configuração de voz para síntese de voz	76
Figura 18 – Janela para habilitar ou desabilitar a síntese de voz e a exibição do histórico	77
Figura 19 – JogaVOX – Módulo: Simular Jogo. (1) Área de trabalho; (2) Área de histórico das ações; (3) Área de navegação/exploração; (4) Mochila do jogador; e (5) Área para exibição das imagens associadas.	78
Figura 20 – JogaVOX – versão DOSVOX – Módulo: Executar Jogo.....	79
Figura 21 – Interação inicial com o Módulo: Executar Jogo.....	80
Figura 22 – Escolhendo jogo no Módulo: Executar Jogo.	81
Figura 23 – Exibição das propriedades básicas do jogo no Módulo: Executar Jogo.....	81
Figura 24 – Início do jogo no Módulo: Executar Jogo.	82

Figura 25 – Menu apresentado no ponto de visita na execução do Jogo.	83
Figura 26 – A mochila do jogador dentro do Módulo: Executar Jogo.	83
Figura 27 – Exemplo de mensagem de finalização do jogo no Módulo: Executar Jogo.	84
Figura 28 – Diagrama de pacotes da ferramenta JogaVOX nas versões Windows e DOSVOX.	87
Figura 29 – Diagrama de classes do pacote core.	88
Figura 30 – Diagrama de classes do pacote historico.	89
Figura 31 – Diagrama de classes do pacote desafio.	90
Figura 32 – Diagrama de classes do pacote jogavoxgrafico.	90
Figura 33 – Diagrama de classes do pacote jogavoxtextual.	91
Figura 34 – Modelo conceitual.	92
Figura 35 – Diagrama de casos de uso da ferramenta JogaVOX versão Windows.	95
Figura 36 – Diagrama de casos de uso da ferramenta JogaVOX versão DOSVOX.	96
Figura 37 – Diagrama de seqüência do caso de uso: inserir ponto de visita.	97
Figura 38 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover ponto de visita.	98
Figura 39 – Diagrama de seqüência do caso de uso: movimentar ponto de visita.	98
Figura 40 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do ponto de visita.	99
Figura 41 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao ponto de visita.	100
Figura 42 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao ponto de visita.	101
Figura 43 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar som ao ponto de visita.	102
Figura 44 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover som associado ao ponto de visita.	103
Figura 45 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar objeto ao ponto de visita.	104
Figura 46 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover objeto associado ao ponto de visita.	104
Figura 47 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do objeto associado ao ponto de visita.	105
Figura 48 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao objeto do ponto de visita.	106
Figura 49 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao objeto do ponto de visita.	107
Figura 50 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar som ao objeto do ponto de visita.	108
Figura 51 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover som associado ao objeto do ponto de visita.	109
Figura 52 – Diagrama de seqüência do caso de uso: inserir caminho.	110
Figura 53 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover caminho.	111

Figura 54 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do caminho	111
Figura 55 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao caminho.....	112
Figura 56 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao caminho	113
Figura 57 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar desafio ao caminho	114
Figura 58 – Tipo de dados utilizado nos diagramas de seqüência dos casos de uso: associar desafio ao caminho e alterar propriedades do desafio associado ao caminho.....	114
Figura 59 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover desafio associado ao caminho	115
Figura 60 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do desafio associado ao caminho.....	115
Figura 61 – Diagrama de seqüência do caso de uso: criar novo jogo	116
Figura 62 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do jogo.....	117
Figura 63 – Tipo de dados utilizado nos diagramas de seqüência dos casos de uso: alterar propriedades do jogo.....	117
Figura 64 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao jogo	118
Figura 65 – Diagrama de atividades do caso de uso: Simular jogo.....	119

Lista de Abreviaturas

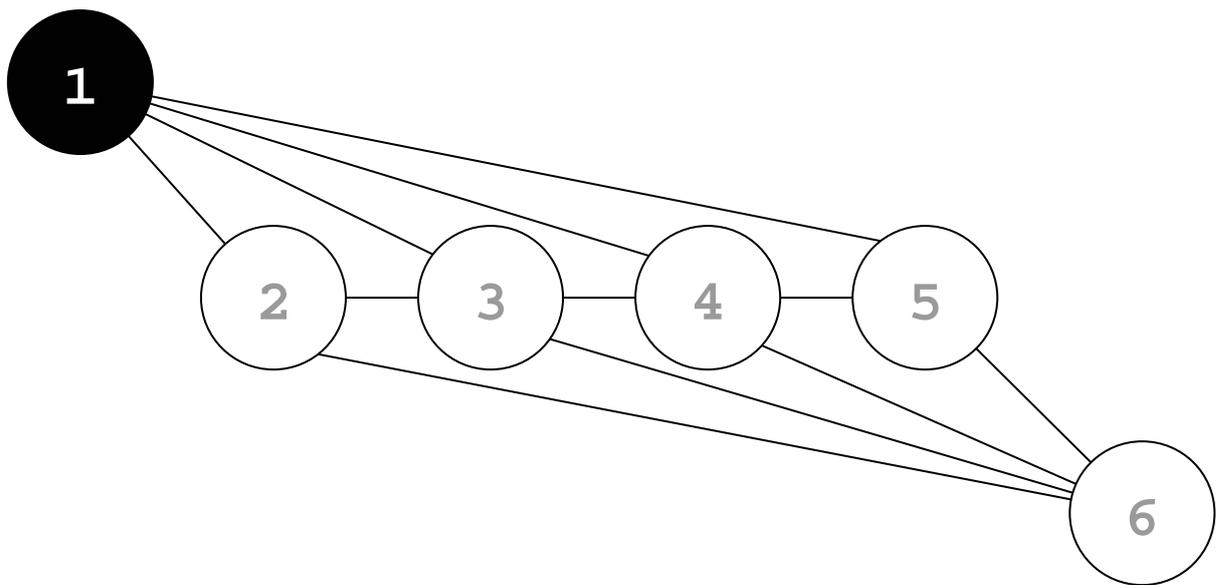
3D – Tridimensional
AI – Artificial Intelligence
API – Application Program Interface
BITMAP – Bits Map
BMP – Microsoft's Bitmap Image Format
CAEC – Centro de Apoio Educacional ao Cego
CENESP – Centro Nacional de Educação Especial
CSBC – Congresso da Sociedade Brasileira de Computação
DNA – Deoxyribonucleic Acid
FTP – File Transfer Protocol
GINAPE – Grupo de INformática APlicada à Educação
IA – Inteligência Artificial
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHC – Interação Humano Computador
JAI – Jornada de Atualização em Informática
JPEG – Joint Photographic Experts Group
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NCE – Núcleo de Computação Eletrônica
NEE – Necessidades Educacionais Especiais
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organizações das Nações Unidas
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PROINESP – Programa de Informática na Educação Especial
RPG – Role-Playing Game
SBIE – Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
TELNET – Telecommunications Network
TI – Tecnologia da Informação
TIC – Tecnologia da Informação e da Comunicação
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UML – Unified Modeling Language
WAVE – WAVE audio format

Sumário

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Introdução	19
1.2	Origem do trabalho: os jogos do DOSVOX	21
1.3	Objetivo da pesquisa	24
1.4	Relevância do estudo e contribuições esperadas	25
1.5	Metodologia	25
1.6	Estrutura da dissertação	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	O deficiente visual	29
2.1.1	Definição e classificação da deficiência visual	30
2.1.2	Recursos adaptativos	32
2.2	A educação do deficiente visual	37
2.2.1	Formação do professor e instrumentos/recursos para a educação especial	39
2.3	Os jogos e o deficiente visual	41
2.3.1	Categorias dos jogos	43
2.3.2	Jogos didáticos do sistema DOSVOX	46
2.3.3	Classificação de alguns jogos do DOSVOX	47
2.4	A teoria dos grafos aplicada aos jogos	48
2.4.1	Estruturas dos grafos	49
2.4.1.1	Vértices, nós ou pontos	49
2.4.1.2	Arestas e arcos	50
2.4.2	Classificação empregada no sistema JogaVOX	50
2.4.3	Soluções empregadas para alguns problemas da teoria dos grafos	51
2.5	Inteligência Artificial (IA)	52
3	JOGAVOX – DESCRIÇÃO FUNCIONAL	54
3.1	Motivações e justificativas	55
3.2	Definição e arquitetura do sistema JogaVOX	56
3.3	Principais estruturas	58
3.3.1	Os pontos de visita (vértices)	58
3.3.1.1	Os objetos associados	59
3.3.2	Os caminhos (arestas)	59
3.3.2.1	Os desafios	60
3.3.3	O jogador	62
3.3.3.1	A mochila	62
3.3.4	Arquivo de projeto do jogo	63
3.3.5	Arquivo de histórico da execução do jogo	64
3.4	JogaVOX versão Windows	64
3.4.1	Módulo: Criar Jogo	65
3.4.1.1	Novo jogo e propriedades do projeto do jogo	66
3.4.1.2	Abrir jogo	67
3.4.1.3	Salvar jogo	67
3.4.1.4	Fechar jogo e sair	67
3.4.1.5	Inserir e remover ponto de visita	68
3.4.1.6	Alterar as propriedades do ponto de visita	69

3.4.1.7	Inserir e alterar as propriedades dos objetos associados.....	69
3.4.1.8	Inserir e remover caminho	71
3.4.1.9	Alterar as propriedades do caminho	71
3.4.1.10	Inserir e alterar as propriedades dos desafios	72
3.4.2	Síntese de voz e histórico	76
3.4.3	Módulo: Simular Jogo	77
3.5	JogaVOX para DOSVOX.....	78
3.5.1	Módulo: Executar Jogo.....	79
4	JOGAVOX – ESPECIFICAÇÃO COMPUTACIONAL.....	85
4.1	Motivações e justificativas	86
4.2	Metodologia da especificação computacional	86
4.3	Diagrama de pacotes	87
4.4	Diagramas de classes.....	87
4.4.1	Pacote core.....	88
4.4.2	Pacote historico.....	89
4.4.3	Pacote desafio.....	89
4.4.4	Pacote jogavoxgrafico	90
4.4.5	Pacote jogavoxtextual.....	90
4.4.6	Modelo conceitual.....	91
4.5	Diagramas de casos de uso.....	93
4.6	Descrição dos casos de uso	96
4.6.1	Caso de uso: inserir ponto de visita	96
4.6.2	Caso de uso: remover ponto de visita.....	97
4.6.3	Caso de uso: movimentar ponto de visita	98
4.6.4	Caso de uso: alterar propriedades do ponto de visita.....	99
4.6.5	Caso de uso: associar imagem ao ponto de visita	99
4.6.6	Caso de uso: remover imagem associada ao ponto de visita.....	100
4.6.7	Caso de uso: associar som ao ponto de visita.....	101
4.6.8	Caso de uso: remover som associado ao ponto de visita.....	102
4.6.9	Caso de uso: associar objeto ao ponto de visita	103
4.6.10	Caso de uso: remover objeto associado ao ponto de visita	104
4.6.11	Caso de uso: alterar propriedades do objeto associado ao ponto de visita	105
4.6.12	Caso de uso: associar imagem ao objeto do ponto de visita	106
4.6.13	Caso de uso: remover imagem associada ao objeto do ponto de visita.....	106
4.6.14	Caso de uso: associar som ao objeto do ponto de visita.....	107
4.6.15	Caso de uso: remover som associado ao objeto do ponto de visita.....	108
4.6.16	Caso de uso: inserir caminho	109
4.6.17	Caso de uso: remover caminho.....	110
4.6.18	Caso de uso: alterar propriedades do caminho.....	111
4.6.19	Caso de uso: associar imagem ao caminho	112
4.6.20	Caso de uso: remover imagem associada ao caminho.....	112
4.6.21	Caso de uso: associar desafio ao caminho.....	113
4.6.22	Caso de uso: remover desafio associado ao caminho.....	114
4.6.23	Caso de uso: alterar propriedades do desafio associado ao caminho.....	115
4.6.24	Caso de uso: criar novo jogo.....	116
4.6.25	Caso de uso: alterar propriedades do jogo	116
4.6.26	Caso de uso: associar imagem ao jogo.....	117
4.6.27	Caso de uso: simular jogo	118
5	AValiação da Ferramenta e Testes de Comunicabilidade	120
5.1	Metodologia	121

5.2	Estratégias gerais para testes de desenvolvimento e de uso	122
5.2.1	Testes na fase de desenvolvimento	123
5.2.2	Testes de validação das hipóteses da pesquisa.....	125
5.3	Da necessidade de um roteiro para elaboração de um jogo	127
5.4	Testes de comunicabilidade realizados	129
5.4.1	Instalação e apresentação do software aos professores	129
5.4.2	Teste de comunicabilidade #1	130
5.4.3	Teste de comunicabilidade #2	133
5.5	Avaliação dos resultados	134
6	CONCLUSÃO	137
6.1	Considerações finais	138
6.2	Objetivos alcançados e produtos gerados na pesquisa	140
6.3	Principais desafios, metodologia e soluções	142
6.4	Perspectivas e trabalhos futuros	144
6.5	Contribuições ao aprimoramento da educação dos deficientes visuais no Brasil	147
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
	APÊNDICES	155
	APÊNDICE A	156
	APÊNDICE B	158



Introdução

Neste capítulo apresenta-se a pesquisa desenvolvida sobre o emprego de jogos eletrônicos na educação de deficientes visuais. Nela situam-se o interesse pela utilização desses jogos e a dificuldade encontrada por professores na busca de material que atenda às suas expectativas, com recursos adequados e de fácil adaptação às necessidades do aluno, incluindo conteúdos que possam ser levados para sala de aula, sem abandonar o caráter lúdico, motivador e estimulante.

A motivação e a metodologia aplicadas para a realização da pesquisa, bem como sua relevância e as contribuições esperadas estão detalhadas no capítulo. Ao final dele, são apontadas a estrutura da dissertação e a síntese do que será explorado em cada capítulo.

1.1 Introdução

Uma análise das narrativas históricas permite perceber que, nos milênios que precederam, a sociedade assumiu que todos os deficientes visuais¹ lhe eram incapazes ou inconvenientes, sendo natural condená-los ao isolamento, à mendicância ou mesmo à morte (BORGES, 2004). Poucas iniciativas sociais foram criadas visando incluir dignamente deficientes à sociedade e raras foram as pessoas cegas desde sua infância ou juventude que conseguiram uma posição ou um papel social de destaque.

Somente a iniciativa pioneira da educação especial francesa do século XVIII, em que surgiu o Instituto Nacional dos Jovens Cegos – em Paris – e personagens conceituados na área de educação de cegos, como Valentin Haüy, Charles Barbier, culminando com Louis Braille –, conseguiu dar início a novas perspectivas educacionais e sociais a pessoas cegas, que vieram a influenciar o mundo todo. A educação de cegos no mundo inteiro, a partir dessa época, passou a ser baseada em técnicas de escrita tátil, cujo maior desenvolvedor foi Braille, o que veio dar aos cegos uma capacidade prática de ler e escrever, mesmo que essa técnica fosse socialmente excludente – um cego escreve para outro cego ler e só lê material transcrito.

A década de setenta do século passado, marcada por profundas modificações socio-político-tecnológicas em todas as áreas, pode ser considerada também um marco nessa área. Diversos eventos, em especial o término da guerra do Vietnã, que resultou em muitos deficientes, fizeram com que a sociedade começasse a gerar ações visando promover a paridade, ou pelo menos a integração desses indivíduos com aqueles que não possuem tais limitações. Pinheiro (2004) reporta que, a essa época, o acesso dos cegos à cultura só era possível através do método Braille, do gravador de fitas cassete, da máquina de escrever e da leitura voluntária. No fim dessa década, porém, a disponibilidade de diversos mecanismos e artefatos tecnológicos, conseqüência

¹ Será usado o termo deficiente visual como regulamentado no texto do Decreto n°. 5.296, de 02 de dezembro de 2004, que trata da promoção de acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou mobilidade reduzida.

dos avanços da tecnologia nas diversas áreas do conhecimento humano, principalmente nas de informática e eletrônica, tornou o ambiente computacional mais acessível e amigável, provocando e tornando possível a integração ativa/participante dos deficientes à sociedade (PORTO, 2001).

Nesse contexto, a partir de meados de 1980, nos países de primeiro mundo, e do início da década de 90, no Brasil, a área da educação especial apropriou-se de alguns desses artefatos, em especial os sintetizadores de voz, os leitores de tela, os ampliadores de tela ou imagens, as impressoras Braille e as linhas Braille², pois eles tornavam possível que um deficiente visual pudesse escrever e “ser lido” de forma convencional, e ler com facilidade o que os outros escreviam, sem mediação de outras pessoas. Julgava-se também que seria possível tornar a aprendizagem mais motivadora e trabalhar com a construção do conhecimento de forma mais próxima às vivências habituais das técnicas de ensino utilizadas para os não deficientes.

Entretanto, a disponibilidade desse ferramental não era suficiente para estimular e promover a motivação desses alunos, necessitando de complementos mais atraentes para as ferramentas educacionais computacionais, em particular jogos com *feedback* sonoro, por trazerem elementos atrativos que estimulam outras competências e outros sentidos além do visual e tátil. Para Araújo (2005), a importância de utilizar jogos na educação de deficientes visuais se dá por ser uma forma facilitada de atingir ao indivíduo em sua totalidade, considerando a possibilidade intrínseca de expressar suas emoções, vivenciar conflitos e situações complexas mantendo o equilíbrio afetivo e cognitivo com os benefícios de uma ação pedagógica respaldada na brincadeira.

Com o surgimento do DOSVOX (2004) no Brasil, a partir de 1993, foram iniciadas diversas práticas de ensino para deficientes visuais mediadas por jogos computacionais, especialmente no ensino fundamental, visto que esse sistema possui síntese de voz em português, várias ferramentas/utilitários e, ainda, o fato de ser distribuído gratuitamente no *site* do projeto.

² Linhas Braille – periférico de computador capaz de exibir uma linha de texto num painel dinâmico em que são levantados ou abaixados pequenos pinos para formar letras em Braille.

Segundo Borges et al. (2006), alguns experimentos educacionais, como os realizados pelo Projeto Dedinho, demonstraram que a disponibilidade de jogos impulsiona a criatividade do professor na sala de aula. O método usado nesses experimentos foi sempre o uso intensivo de jogos do DOSVOX, com estímulo aos alunos a descobrirem como os programas funcionam e não nas relações didáticas subjacentes. Ainda segundo esses autores, com o uso dos jogos ocorre um incremento na liberdade, tanto para o docente como para o discente, para explorar e descobrir seu próprio ritmo. Góes (2005) reforça essa opinião, reportando que, em experimentos realizados em alfabetização de crianças com deficiência visual, com uso dos jogos do DOSVOX, na Sociedade de Assistência aos Cegos de Fortaleza e no Instituto Benjamin Constant, houve aumento no interesse da escrita, ligeira diminuição do tempo de alfabetização, aumento da compreensão do resultado da junção de letras e desejo absoluto dos estudantes de voltarem para brincar em outro momento.

1.2 Origem do trabalho: os jogos do DOSVOX

Desde sua criação, em 1993, o sistema DOSVOX já possuía diversos jogos. Segundo depoimento pessoal do Prof. Antonio Borges na área reservada da história do sistema no *site* do Projeto DOSVOX (2004), já àquela época, alunos do Curso de Informática eram incentivados a produzir jogos para aumentar o interesse de deficientes visuais a conhecer e a usar o referido sistema. Essa estratégia nunca foi abandonada, sendo lançado pelo menos um jogo novo a cada ano.

No sistema DOSVOX existem atualmente 24 (vinte e quatro) jogos distribuídos em diferentes estilos e categorias: didáticos, RPG, esotéricos, quebra-cabeças, etc. Os jogos usam interfaces homem-máquina definidas para atender às peculiaridades e limitações dos deficientes visuais, e a sua implementação faz uso intensivo de vários estímulos sonoros e de muito poucos estímulos gráficos. Alguns desses jogos não têm como objetivo único o entretenimento de seus

jogadores, sendo projetados para serem utilizados como ferramentas no processo de ensino-aprendizagem. Em particular, os jogos Letrix, Questvox, Contavox e Forcavox são claramente direcionados para o ensino, tendo sido projetados com apoio de professores especializados em educação de crianças com deficiência visual.

As facilidades de interação usando síntese de voz e, em particular, a oferta de ferramentas adequadas para leitura e escrita introduzidas pelo DOSVOX, aliadas à facilidade de aquisição e uso, atraíram um grande número de educadores de deficientes visuais, que vieram a adotar esse sistema com seus alunos, fazendo uso de jogos computacionais em diversas atividades educativas como, por exemplo, o ensino da Língua e o desenvolvimento de lateralidade e percepção do corpo. Ampliou-se, assim, o número de discentes e de diferentes deficiências visuais atendidas por esses jogos. Porém, dadas as dificuldades de produção de novos jogos, a escassez de programas externos ao sistema DOSVOX direcionados para deficientes visuais e a inexistência de ferramentas que facilitassem a sua produção pelos educadores (a maioria, com pouco ou nenhum conhecimento de programação), os professores podiam apenas contar com os jogos nativos do DOSVOX ou os jogos adaptados para sua utilização, o que limitava a sua aplicação nos diferentes níveis de ensino.

Esses impedimentos puderam ser observados nas entrevistas realizadas com as professoras Berta Paixão³ e Elizabeth Canejo⁴, nos relatos dos encontros anuais dos usuários do sistema DOSVOX – Encontro Brasileiro de Usuários DOSVOX –, e em listas de discussão dos usuários desse Sistema. Segundo essas professoras, seria fundamental não apenas que existissem mais jogos, mas especialmente que o professor pudesse ele mesmo criar jogos (provavelmente muito mais simples do que aqueles produzidos por programadores profissionais) em que o conteúdo didático pudesse ser expresso de forma lúdica e motivadora.

³ A profª. Berta Paixão é especialista em educação especial.

⁴ A profª. Elizabeth Canejo é mestre em educação especial.

Por outro lado, nota-se que existe um entendimento claro das vantagens e dos valores agregados pelos jogos ao processo educacional, independentemente da condição de deficiência. Isso foi amplamente corroborado não apenas nesses relatos, mas também em participações da autora desta dissertação em eventos técnico-científicos sobre jogos, incluindo: a Jornada de Atualização “Informática em Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação”, do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2005); o Workshop de Jogos Digitais na Educação; o Mini-Curso “Promovendo a Ludicidade Através de Jogos Livres”, do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2005).

Portanto, este trabalho apresenta-se como resultado de pesquisa e do levantamento realizado juntamente ao público-alvo – docentes na área de educação especial e discentes deficientes visuais que fazem uso do Sistema DOSVOX. Ele conjuga as áreas de interesse da autora com as áreas de trabalho de seus orientadores, desenvolvendo a busca de novas soluções ao processo ensino-aprendizagem de deficientes visuais com a utilização de jogos criados por professores-educadores.

Há de se ressaltar aqui a extrema importância da contribuição do Prof. José Antonio dos Santos Borges. Consoante as regras de orientação inerentes ao Programa de Pós-Graduação do IM/NCE, o Prof. Antonio Borges não pôde assumir formalmente sua participação como subsidiador e orientador do problema abordado nesta dissertação. No entanto, junto com Prof. Cabral Lima, registra-se, neste texto, a imensa gratidão ao Prof. Antonio Borges, por sua competência, disponibilidade e co-orientação durante todo o processo de pesquisa.

1.3 Objetivo da pesquisa

Esta pesquisa visa proporcionar alternativas para a criação de jogos computacionais por educadores que não estejam familiarizados com as tecnologias da informação (TI). Tem-se como meta principal desenvolver ferramentas que possibilitem a professores o desenvolvimento e a aplicação de jogos para alunos com deficiência visual. A idéia é que um professor possa projetar um jogo, implementá-lo, aplicá-lo em sala de aula, e, eventualmente, distribuí-lo para seus parceiros da área de educação.

Os desafios envolvidos se situam em duas áreas principais:

- Como apoiar uma pessoa com pouca experiência em computação (e em criação de jogos) durante o processo de desenvolvimento de um jogo, permitindo a esse indivíduo expressar com liberdade suas idéias (em especial as informações de ordem educacional) e produzir como resultado final algo agradável de ser utilizado?
- Como organizar os processos interativos para dar a maior liberdade possível a esse professor/educador, sem introduzir elementos complexos de comunicação homem-máquina?

Para alcançar esses objetivos foram definidos os seguintes passos:

1. Estudo de teorias nas áreas de: educação de crianças com deficiência visual; criação de jogos; grafos para alicerçar a criação da ferramenta;
2. Análise de jogos disponíveis para crianças portadoras de necessidades especiais;
3. Levantamento dos recursos necessários para interação com o público-alvo;
4. Definição da(s) classes(s) dos jogos a serem desenvolvidos;
5. Análise, projeto e implementação de uma ferramenta de criação de jogos;

6. Análise, projeto e implementação de uma ferramenta para execução/simulação desses jogos;
7. Aplicação das ferramentas ao público-alvo;
8. Análise dos resultados obtidos com a aplicação.

1.4 Relevância do estudo e contribuições esperadas

A importância deste estudo baseia-se primordialmente na efetiva concepção e implementação de novos instrumentos para deficientes visuais e seus professores, condizentes com necessidades e anseios concretos. Esses instrumentos devem possibilitar a elaboração e a utilização de jogos – concebidos de forma coerente com seu propósito, potencializado pelas características pedagógicas e criadoras/inventivas dos professores-educadores envolvidos.

A criação e a aplicação desse ferramental podem trazer benefícios aos alunos no que tange ao desenvolvimento de sua lógica própria, assimilação da realidade através de representações simbólicas das ações e da ludicidade que cerca o ato de jogar/divertir. Esses benefícios poderão motivar, também, a ampliação da criação de jogos pelos educadores e desenvolvedores, contribuindo para o seu aumento quantitativo, diversificação e uso educacional.

1.5 Metodologia

A investigação científica baseou-se na revisão bibliográfica de trabalhos produzidos por pesquisadores reconhecidos pelas contribuições na área de educação – em particular, na de educação especial – e de vários estudos sobre deficientes visuais, assim como no trabalho realizado por educadores e pedagogos com seus discentes de diversos níveis de deficiência visual. Foram feitas observações sistemáticas em laboratórios – salas de recursos da Rede de Ensino Municipal da Cidade do Rio de Janeiro –, além de entrevistas abertas com os professores dessas

salas de recursos, para levantamento dos requisitos dos aplicativos a serem criados para o público-alvo deste trabalho.

Em uma fase seguinte, a implementação do sistema JogaVOX utilizou as técnicas de prototipagem, tendo como avaliadores três especialistas, com domínios diferentes. Por fim, na fase de validação desse sistema, foram empregados os testes de comunicabilidade com dois professores que favoreceram uma avaliação da interação humano-computador das interfaces dessa ferramenta disponibilizada aos professores, bem como a percepção das melhorias a serem realizadas, das lacunas ainda não preenchidas, permitindo, assim, a identificação de possíveis trabalhos para a continuidade dessa pesquisa.

1.6 Estrutura da dissertação

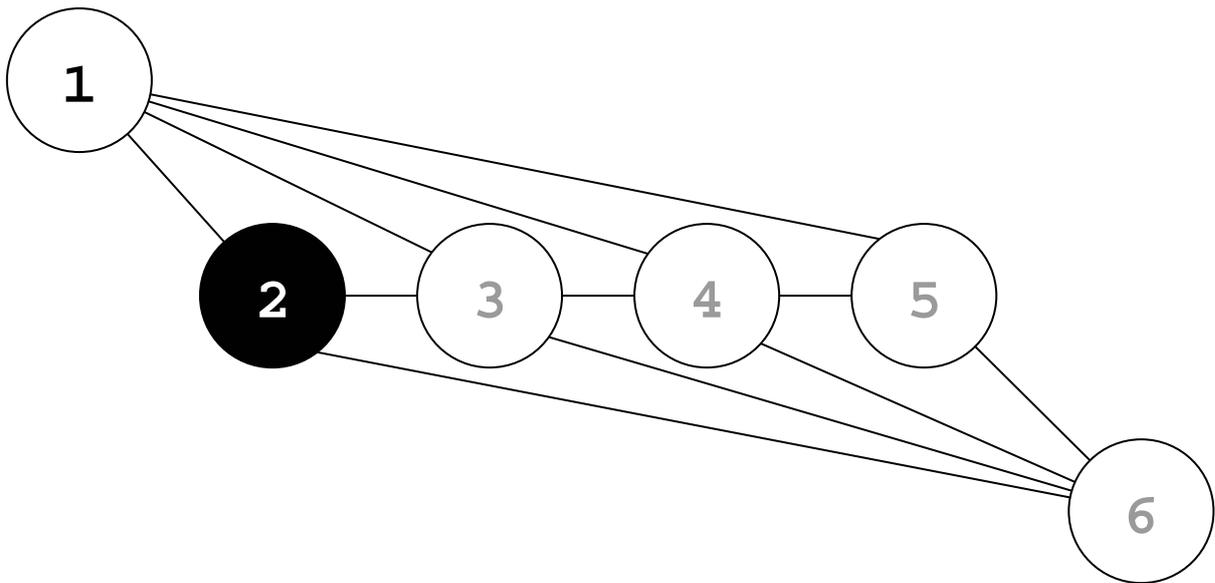
Esta dissertação foi estruturada em seis capítulos. O primeiro deles, a Introdução, é responsável por apresentar uma visão ampla sobre a origem do problema, e os propósitos, o escopo e a metodologia empregada na pesquisa e no desenvolvimento realizados. O segundo capítulo, Referencial Teórico, exhibe os conceitos e temas mais relevantes ao desenvolvimento da pesquisa: os deficientes visuais, artefatos usados por esses deficientes, aspectos relevantes e diferenciados de sua educação – em particular, com o uso de jogos –, a formação dos professores especializados em educação de deficientes visuais, além de tópicos sobre teoria dos grafos e de inteligência artificial.

O capítulo três, JogaVOX – Descrição Funcional, tem como compromisso a descrição operacional dos produtos resultantes da dissertação: o Sistema JogaVOX e seus módulos componentes. Buscou-se documentar as motivações e justificativas que impulsionaram a sua concepção e o texto de referência ao emprego dessas ferramentas na educação de deficientes visuais pelo professor.

No quarto capítulo, JogaVOX – Especificação Computacional, apresenta-se a documentação segundo algumas técnicas usuais de Engenharia de Software. São mostrados os diagramas de casos de uso, seqüência, atividades, classes e outros documentos julgados pertinentes. Esse capítulo foi desenvolvido como referência para a implementação atual e para possíveis progressos ou traduções/migrações de tecnologia para outros contextos.

No capítulo cinco, Avaliação da Ferramenta e Testes de Comunicabilidade, são descritos alguns relatos dos testes de comunicabilidade realizados com a aplicação das ferramentas de criação e de exibição. Para avaliação dos resultados obtidos em direção ao alcance dos objetivos traçados no início da pesquisa, foi usada a metodologia de testes de comunicabilidade, que a literatura pontua como muito efetiva para testes de interfaces na área de semiótica organizacional e que é baseada em forte interação do desenvolvedor com o utilizador, com registro e análise de determinados tipos de frases (interjeições).

A análise desses resultados além de sugestões para trabalhos futuros e considerações finais são expostas no último capítulo, o de Conclusão.



Referencial Teórico

Este capítulo aborda teorias, conceitos e visões que foram utilizados para concepção e desenvolvimento dos módulos componentes do sistema JogaVOX, bem como informações inerentes ao público-alvo deste trabalho. No material analisado, foram percebidas posições comuns entre diferentes pesquisadores, mas também algumas divergências, documentadas neste texto.

A interação entre professores e alunos com deficiência vem sendo discutida amplamente há mais de um século, e os estudos visam apontar as diferenças em relação a técnicas e estilos de comunicação usados no ensino convencional. Essa discussão torna-se mais ampla quando se busca definir os instrumentos a serem utilizados, sejam eletrônicos ou não, quando e qual o limite da inclusão de tecnologia no processo.

2.1 O deficiente visual

No Brasil, segundo os dados do Censo Demográfico do IBGE de 2000, 16.644.842 pessoas se declaram portadora de alguma deficiência visual (IBGE, 2005a). Dessas, 159.824 são incapazes de enxergar (IBGE, 2005b). Registre-se que, para o IBGE, baseando-se em recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização das Nações Unidas (ONU), é considerada deficiência a dificuldade que perdura mesmo com o uso de correção (exemplo: óculos, aparelhos para surdez e próteses). Dessa forma, míopes que usam óculos e enxergam normalmente não são portadores de deficiência. E, embora seja sabido que a deficiência visual pode estar associada a outras deficiências – como motora, mental e auditiva –, essas não serão contempladas diretamente neste trabalho.

São diferentes as peculiaridades relativas à deficiência visual, bem como as explicações dadas ao longo das gerações para o nascimento de indivíduos cegos ou para aqueles que perdem em parte ou totalmente a visão. Antigamente, estas baseavam-se nas religiões e na mitologia; hoje, são fundamentadas na ciência. Estudos de oftalmologistas e pesquisadores da área afirmam que inúmeras são as causas de perda da capacidade visual e que essas, geralmente, relacionam-se a fatores biológicos, sociais e ambientais, por vezes passíveis de serem evitados ou minimizados (ARMOND, TEMPORINI & ALVES, 2005).

Sabe-se, presentemente, que 70% dos nervos sensoriais de todo o corpo partem dos olhos (ARAÚJO, 2005). Outras privações podem ser associadas a perda/ausência da visão, tais como: orientação inicial, ocasionando diminuição do tato, olfato, memória, capacidade motora; dificuldades na comunicação escrita e na corporal; falta de autonomia e habilidades básicas no andar, comer, despir/vestir-se, localizar objetos e outras ações. É, portanto, importante para o pleno desenvolvimento pessoal o relacionamento do indivíduo com o meio ambiente circundante (MS, 1994).

Para minimizar essas perdas e otimizar o desenvolvimento do processo das aquisições básicas nas diversas áreas do comportamento, da motricidade, da linguagem, da competência social e da cognição, a intervenção precoce é tida como eficiente para diferentes pesquisadores, como Nunes Sobrinho e Naujorks (2001), Farias (1995) e Fonseca (1995a). Para Vayer (1984), “a chave para o desenvolvimento será a compensação – o uso de um instrumento alternativo”, ou seja, o indivíduo buscará outros meios ou caminhos para o atingir o mesmo nível de desenvolvimento daquele considerado normal.

A compensação na amplitude de sua existência é característica de todo ser humano, o que permite a execução de qualquer tarefa respeitando suas limitações. Dessa forma, cegueira não é tradução de incapacidade, e não deve ser tratada com superprotecionismo, isolamento, segregação. E sabe que, quanto mais prematuro for acompanhado desse processo de adaptação e desenvolvimento de “novas” competências/habilidades, mais satisfatórios serão os resultados obtidos.

2.1.1 Definição e classificação da deficiência visual

Segundo Thylefors et al. (1995), é considerado portador de cegueira o indivíduo com acuidade visual igual ou menor de 3/60 (0,05), com a melhor correção óptica no olho de melhor visão, até ausência de percepção de luz, ou correspondente perda de campo visual no olho de melhor visão com melhor correção possível. A definição de baixa visão (ou visão subnormal) corresponde à acuidade visual igual ou menor do que 6/18 (0,3), ou seja, 20/60, e igual ou maior do que 3/60 (0,05), ou seja, 20/400, no olho de melhor visão com a melhor correção possível.

Segundo Gregg Vanderheiden e Katherine Vanderheiden (2006), a visão subnormal também é dada como resultado de diagnóstico, quando ocorre um dos seguintes fenômenos:

distorção de cores ou daltonismo⁵, comprometimento do campo visual (visão em túnel e/ou falta de visão periférica), visão distorcida (manchas na frente da visão), escurecimento da visão, visão embaçada ou névoa, visão apenas de objetos extremamente próximos, ou perda de visão à distância, sensibilidade anormal à luminosidade e/ou claridade, e cegueira noturna. A visão de túnel (restrição do campo visual) também é considerada cegueira, independentemente da acuidade visual apresentada pelo sujeito, porque qualquer visão nessa amplitude impede a apreensão do ambiente como um todo, uma das características fundamentais da percepção visual.

Pode-se citar, também, para ampliar o conhecimento, a classificação dada no artigo 30, incisos III e IV, da Portaria Interministerial nº 186, de 10 de março de 1978:

cego é o cidadão que apresenta perda total da visão, ou baixa visão residual em tal grau que necessite do método Braille como meio de escrita e leitura, bem como outros recursos como: materiais em relevo, objetos concretos, texturas diferentes, etc. Já o portador de visão subnormal, é aquele que, embora com distúrbios de visão, possui resíduo visual em tal grau que lhe permite ler textos impressos a tinta, desde que se empreguem recursos didáticos (contrastes, letras ampliadas, etc.) e/ou equipamentos especiais para a sua educação (lentes e outros recursos óticos).

Nas observações feitas pelos professores na convivência diária com seus alunos, continua sendo possível atentar para a ocorrência de alterações na aparência e no comportamento provocadas por desvios da saúde ocular, como: apertar ou esfregar os olhos com frequência, piscar em excesso, franzir a testa para olhar à distância, queixar-se de tonturas, náuseas, dor de cabeça ou sensibilidade excessiva à luz, ficar dispersivo, indisciplinado ou com aversão à leitura, etc. Um dos métodos que pode ser usado também pelos professores para avaliar a acuidade visual e a percepção de cores é o teste de Snellen, criado pelo oftalmologista holandês Hermann Snellen, realizado por meio da Tabela de Snellen, nas versões para pessoas não-alfabetizadas e alfabetizadas (Figura 1).

⁵ Daltonismo é um problema hereditário caracterizado por uma anomalia na visão das cores, em especial uma confusão entre o vermelho e o verde. (Houaiss, 2001).

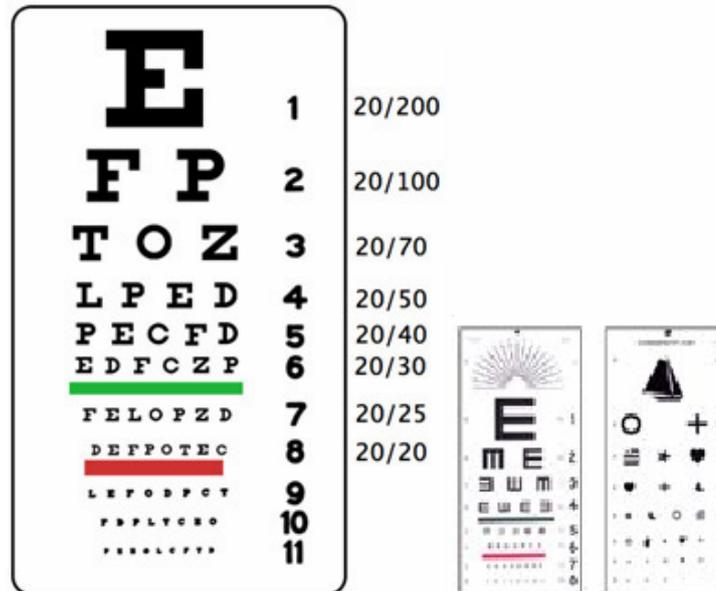


Figura 1 – Tabela de Snellen – a tabela maior (lado esquerdo), para alfabetizados, e as tabelas reduzidas, para não-alfabetizados

Cada fileira dessa Tabela (Figura 1) é designada por um número, correspondente à distância na qual um olho normal é capaz de ler todas as letras da fileira. A primeira medida feita, por convenção, é a de 20 pés (6 metros) e a distância da acuidade é o padrão para comparação, sendo sempre testado cada olho separadamente. O resultado do exame é apresentado na anotação, por exemplo, 20/60, em que o número 20 representa a distância (em pés) do paciente ao quadro, e o número 60, a fileira correspondente ao tamanho da letra que o paciente pode ler. As dificuldades percebidas devem orientar encaminhamento à avaliação de profissional capacitado.

2.1.2 Recursos adaptativos

A necessidade de alguma adaptação das atividades cotidianas para que o deficiente visual esteja integrado efetivamente, além de que possa ser social-economicamente produtivo, independente, participativo, fizeram com que esforços fossem feitos para adaptação de recursos utilizados pelos videntes. Com o passar dos anos, recursos específicos para esse público conquistaram o mercado, podendo ser observada a ampliação do desenvolvimento dos mesmos.

Os avanços atribuídos às tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e a indiscutível informatização da sociedade vêm impulsionando a busca por soluções e padrões que possam proporcionar conformidade e uma mínima garantia de acessibilidade aos deficientes visuais. Alguns desses recursos, informatizados ou não, usados habitualmente por esses deficientes são apresentados abaixo:

- a) Braille – Sistema de escrita e leitura utilizado pelos deficientes visuais, em que as letras são codificadas por seis pontos (cada célula ou “cela Braille”, originalmente, se compõe de dois pontos horizontais e três pontos verticais numerados de cima para baixo: na coluna da esquerda estão os pontos 1-2-3, e na coluna da direita, os pontos 4-5-6). Esse Sistema, inventado em 1825 por Louis Braille, teve como base o invento de Charles Barbier (oficial do exército francês) denominado sonografia, “escrita noturna” ou código militar, que tinha como objetivo possibilitar a comunicação noturna entre oficiais nas campanhas de guerra e utilizava doze sinais, compreendendo linhas e pontos salientes, representando sílabas na língua francesa. Hoje, após dois séculos de sua criação, existem várias formas: Braille literário americano; Braille britânico; Braille para computador; Braille de grau 1; Braille literário (grau 2); Braille musical; Braille em código Nemeth.
- b) Sorobã – É um instrumento que teve como origem o ábaco romano (instrumento utilizado desde antes de Cristo), composto de um quadro retangular com contas presas a 21 ou 27 hastes divididas em duas partes, no sentido longitudinal, por uma régua, na qual há seis pontos em relevo, separando-as em sete classes, cada uma com três ordens. Em cada haste, há cinco contas. Na parte superior e mais estreita, há uma que, quando se junta à régua, possui valor cinco; na parte inferior, a mais larga da haste, há quatro contas, que, quando colocadas juntas à régua,

apresentam o valor da ordem correspondente, ou seja, se estiverem no eixo ou ordem das unidades simples, cada conta representa o valor um. Utilizados por deficientes visuais, tais ábacos foram adaptados com a colocação de tecido emborrachado sob as contas, para que estas não se movimentem com rapidez, e pontos em relevo na régua intermediária, separando as classes numéricas. Servindo como instrumento auxiliar nas operações matemáticas, é amplamente inserido no cotidiano dos povos orientais – nas escolas, casas comerciais e nas atividades dos engenheiros.

- c) Reglete e punção – A reglete são duas placas de metal ou plástico com orifícios na parte superior e reentrâncias na parte inferior, fixadas por dobradiças – permitindo a introdução do papel. O punção é um tipo de caneta que permite perfurar os pontos através da reglete em uma folha de papel. Para sua utilização, o indivíduo prende o papel na reglete e, com o punção, faz, da direita para a esquerda, todos os pontos invertidos, ou seja, na coluna da esquerda os pontos 4-5-6, e na coluna da direita, os pontos 1-2-3, pois a leitura é feita normalmente da esquerda para a direita.
- d) Máquinas de datilografia para escrita em Braille – A primeira delas foi inventada por Frank H. Hall, em 1892, nos Estados Unidos da América, e permitiu facilidades à escrita em Braille. Essa máquina é composta de 7 teclas e cada tecla correspondente a um ponto e ao espaço. Seu funcionamento dá-se da seguinte forma: o papel é inserido e enrolado em rolo comum, deslizando normalmente quando pressionado o botão de mudança da linha; uma ou mais teclas acionadas simultaneamente produzem a combinação dos pontos em relevo, correspondendo ao símbolo desejado. A leitura pode ser feita sem a retirada do papel da máquina de datilografia Braille, pois a escrita é produzida da esquerda para a direita.

- e) Lente de aumento – Conhecida igualmente como lupa, é um instrumento óptico composto (normalmente) de uma lente biconvexa – portanto, convergente, que refrata a luz em direção aos eixos –, fornecendo uma imagem virtual, direita e maior que o objeto real, ou seja, ampliando imagens, textos, objetos ou áreas de uma superfície, podendo ter uma lanterna agregada.
- f) Impressora braille – é um equipamento que, depois de conectado a um computador, tem por objetivo a produção de documentos eletrônicos em Braille. No que concerne ao seu funcionamento e à forma de utilização, nada de relevante distingue esse tipo de impressora das impressoras genéricas, sejam elas matriciais, jato de tinta ou laser.
- g) Ampliadores de tela – São sistemas que ampliam parte do conteúdo da imagem da tela do computador na mesma tela. Existem dois tipos desses sistemas: 1) aqueles em que toda a tela do computador age como uma lente de aumento, fazendo com que a visão de conjunto da tela desapareça, pois a tela contém apenas um pedaço desta; e 2) aqueles em que uma janela (uma porção retangular da tela) é usada como lente que ocupa uma parte da tela; esse espaço utilizado pode atrapalhar as operações com elementos que estejam sobrepostos a essa parte. Alguns dos principais ampliadores de tela encontram-se relacionados, de acordo com o sistema operacional base: (i) Windows – Lente de Aumento (atualmente, nativo na plataforma Windows), LentePro (DOSVOX), Lunar 95, ZoomText Windows, Magic Deluxe, Visability, “Big-W”; (ii) OS/2, DOS e Windows – IBM Screen Magnifier/2; (iii) Macintosh – In Large 2.0.
- h) Sintetizadores de voz – São sistemas (*hardware* ou *software*) capazes de produzir artificialmente a voz humana; dessa forma, textos podem ser transcritos para áudio, simulando a voz humana. A qualidade de um sintetizador de voz pode ser medida por sua similaridade com a voz humana e por sua capacidade de ser

entendida. Como exemplos podem ser citados: DeltaTalk (MicroPower), ViaVoice (IBM), Sintetizadores gratuitos da Lernout & Houspi, ScanSoft RealSpeak Solo (ScanSoft).

- i) Leitores de tela – São *softwares* que lêem o texto que está na tela do microcomputador, e a saída dessa informação é feita através de um sintetizador de voz ou um display braille. São exemplos de leitores de tela para as plataformas: Windows – Virtual Vision, JAWS; Linux: – Emacspeak.
- j) Linha Braille – É um dispositivo composto por uma fila de células Braille eletrônicas que podem reproduzir o texto presente no monitor, sendo uma alternativa ao sintetizador de voz, ou um complemento a ele. O número de células Braille varia normalmente entre 20, 40 e 60 células.
- k) Sistema DOSVOX – É um sistema com síntese de fala na Língua Portuguesa e na Língua Espanhola, em que a simplicidade de configuração e utilização o tornaram amplamente utilizado pelos deficientes visuais no Brasil e em alguns países da América Latina, além de impulsionar nacionalmente o desenvolvimento para esse público. Sua interface é de simples configuração e a convivência com outros programas de acesso (como Virtual Vision, Jaws, Window Bridge, Window-Eyes, ampliadores de tela, etc.) foi requisito de sistema. Hoje, o DOSVOX é composto de mais de 80 programas, entre eles: editor, leitor e impressor/formatador de textos; impressor/formatador para braille; diversos programas de uso geral para o cego, como jogos de caráter didático e lúdico; ampliador de telas para pessoas com visão reduzida; programas para ajuda à educação de crianças com deficiência visual; programas sonoros para acesso à Internet, como Correio Eletrônico, Acesso a Homepages, Telnet e FTP; leitor simplificado de telas para Windows (DOSVOX, 2004).

2.2 A educação do deficiente visual

A educação de portadores de necessidades especiais teve seus primeiros movimentos por volta de 1500, na Europa, por iniciativas isoladas de educadores interessados em tornarem-se preceptores de alguma criança deficiente. As primeiras instituições especializadas começaram a surgir por volta de 1700: em 1760, o Instituto Nacional de Surdos-Mudos; em 1784, o Instituto do Jovem Cego. Essas instituições tinham objetivos assistencialistas, ensinando trabalhos manuais e formas de comunicação para surdos. Esse perfil foi sendo alterado com o tempo, mediante iniciativas de pais desses deficientes, veteranos de guerra e pessoas sensibilizadas com a causa.

No Brasil, data de 12 de setembro de 1854, pelo Decreto Imperial nº 1.428, a criação do primeiro instituto para cegos (Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant) e de 26 de setembro de 1857, o para surdos (Imperial Instituto de Surdos Mudos, hoje, Instituto Nacional de Educação de Surdos). Esses Institutos ofereciam abrigo e proteção em sistema de internato. A “educação” oferecida tinha como origem o modelo médico ou clínico, ou seja, em clínicas, hospitais e consultórios particulares prescreviam-se medicações, tratamentos e orientações que atendiam às necessidades físicas dessas pessoas, mesmo que os impedimentos fossem educacionais, assim acontecendo até meados da década de 70, embora, em 1957, a educação do deficiente tivesse sido assumida em nível nacional, pelo governo federal, e, em 1961, já vigorasse a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Em algumas instituições, todavia, equipes médicas faziam experimentos, com objetivo de explorar outras formas de tratamento: separavam esses indivíduos em grupos para realizar atividades pedagógicas (FERNANDES, 2005). Com essas atividades, foi possível associar o aspecto clínico (condições sensoriais, motoras e cognitivas) à necessidade de terapias individuais, bem como de escolarização diferenciada; contudo, não havia planejamento ou intenção de continuidade do ensino. Todo esse movimento ainda tinha como referência a busca por “recuperação” ou “compensação” das competências/habilidades dos deficientes, para torná-los

“seres humanos padrão”, e cada profissional, dentro de sua área, era responsável por promover tal feito. Especificamente, as pessoas com qualquer comprometimento da função cognitiva eram encaminhadas aos pedagogos.

Em 1973, foi fundado o Centro Nacional de Educação Especial (CENESP), que oficializou a Educação Especial em termos do estabelecimento de políticas públicas, bem como a implantação de subsistemas de Educação Especial nas diversas redes públicas de ensino, através da criação de escolas e classes especiais, projetos de formação de recursos humanos especializados, inclusive no exterior. Esse Centro, na década de 80, define a integração como um dos princípios básicos da Educação Especial. Alunos com necessidades educacionais especiais (NEE) eram submetidos a avaliações, com intuito de diagnosticar e encaminhá-los a escolas especializadas ou classes especiais.

A educação especial é caracterizada por oferecer procedimentos e recursos didático-pedagógicos “especiais” (adaptados) aos indivíduos com alguma necessidade educacional especial. Hoje, ela é praticada de forma que o aluno esteja matriculado em classes regulares de ensino e atendido complementarmente na Sala de Recursos, prática de Educação Inclusiva como estabelecido pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, artigo 208 (BRASIL, 2005). Nessas salas, diversos recursos e técnicas são disponibilizados e alguns intermediados pelo computador, que exerce fascínio na criança, especialmente por figurar como mais uma diversão (PAIXÃO & BORGES, 2003). Essa atitude inclusiva se aplica, inclusive, aos portadores de necessidades especiais no campo da visão.

2.2.1 Formação do professor e instrumentos/recursos para a educação especial

Com a organização, em 1996, da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em decorrência da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, impulsionaram-se mudanças na educação especial, permitindo a inclusão escolar para alunos com necessidades educacionais especiais e a ampliação de oportunidades trazidas, por exemplo, pela legalização da educação infantil, incluindo a criança deficiente nessa etapa escolar. Esse processo também lançou novos desafios ao corpo docente: atendimento a grupos sociais diversificados, inclusão de crianças e adolescentes com deficiência(s) nas classes regulares, utilização e/ou adequação de recursos (principalmente os informatizados) na educação dos portadores de deficiência, tudo isso associado a uma formação/informação condizente com a nova perspectiva de atendimento educacional. Esses desafios, quando não transpostos, fazem com que um melhor desempenho não seja favorecido aos discentes.

A formação reflexiva do professor tem sido uma das preocupações vigentes. Disponibilizar ou utilizar artefatos/recursos operacionais na educação de deficientes deve fazer parte da formação desses profissionais. É preciso que, coletivamente, esses profissionais estejam envolvidos, assumindo a responsabilidade e o compromisso de atender esses alunos, buscando alternativas ao ensino convencional/formal, para que a aprendizagem seja estimulante e prazerosa.

Na formação profissionais capacitados, a primeira iniciativa com esse intuito foi a inclusão de disciplinas que abordavam a educação especial. Tais disciplinas passaram a fazer parte do currículo de cursos (superiores e de pós-graduação), não só da área da saúde, como também de educação e ciências sociais. Uma particularidade é que, até então, nos cursos de graduação em pedagogia, o futuro profissional tinha que escolher entre atuar no ensino regular ou na educação especial.

Depois, com a proposta inclusiva e a evolução das tecnologias influenciando o processo, o Ministério da Educação, através da Secretaria de Educação a Distância, lançou programas e apoiou iniciativas como o ProInfo, a TV Escola e o PROFORMAÇÃO, visando à difusão de novas teorias psicopedagógicas, modificações nos currículos e incentivo a movimentos de profissionais, pais e alunos. Tudo isso vem proporcionando a melhoria da formação dos professores, com o propósito de conhecer esse universo e transformar o meio (ALMEIDA, 1999). Baseados nessa “nova” abordagem, educadores trouxeram do cotidiano dos educandos recursos como revistas em quadrinhos, brinquedos/brincadeiras, aparelhos eletrônicos, que têm uma boa aceitação quando usados de forma criativa nas aplicações didáticas, aspecto fundamental ao emprego desses recursos no processo ensino-aprendizagem.

Nessa proposta, os jogos, especialmente os educacionais e os formacionais, figuram como ferramenta alternativa nos processos de construção do conhecimento e de inclusão, pois normalmente possuem características como escolhas, diversidade e congenialidade, segundo Cruz, Demasi e Lima (2003), e podem ser aplicados a um determinado escopo, embora sejam involuntariamente transdisciplinar. A transdisciplinaridade constitui fato preponderante e essencial neste trabalho, visando contribuir para que habilidades adquiridas espontaneamente em um “mundo virtual” sejam aplicáveis na vida real, instrumentando os usuários e transpondo barreiras da educação tradicional, prática incentivada pelos Parâmetros de Currículos Nacionais (PCN) como resgate do brincar no cotidiano.

Destaque-se que, em 2003, o Ministério da Educação, através de sua Secretaria de Educação Especial, tendo visto as facilidades das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) e a perspectiva de oferecer novas formas de interação, driblando os limites impostos pelos livros, cadernos e sala de aula, criou o Programa de Informática na Educação Especial – PROINESP (SEESP, 2006). O objetivo do programa é contemplar escolas da Rede Pública de Ensino e privada sem fins lucrativos com laboratórios de informática estruturados a partir de seis

computadores, uma impressora, um *scanner*, uma *webcam* e todos os móveis para o espaço, neles aportando a capacitação de professores.

O esforço pela capacitação e atualização de docentes nas TIC, com vistas a auxiliar o discente a caminhar por esse “mundo novo”, vai ao encontro das perspectivas e dos grandes desafios da computação do Brasil nos próximos dez anos (SBC, 2006), entendendo que não basta disponibilizar os artefatos tecnológicos mais atuais, é essencial familiarizar docentes e discentes em seu uso, tornando-os participativos e decisórios. No caso da educação de deficientes visuais, pode-se afirmar que essas ações alicerçam educadores a auferir proveito do computador e, principalmente, dos jogos eletrônicos em suas atividades de educação.

2.3 Os jogos e o deficiente visual

“O ato de brincar é intrínseco ao ser humano” (HUIZINGA, 1996). É a forma inconsciente utilizada para experimentar e desenvolver diferentes competências, habilidades, sentimentos e limites (BONDIOLI, 1998). Sendo a infância um período de aprendizagem e desenvolvimento de forma intensa e especial, quando as limitações quase não existem, prepara-se, pois, o indivíduo para a fase adulta. Segundo Fonseca (1995b), as atividades lúdicas, tão presentes nesse período da vida dos homens, são mecanismos com os melhores resultados para o desenvolvimento de habilidades, percepções, sentimentos e, também, para o diagnóstico de dificuldades motoras, intelectuais e afetivas.

Para Vygotsky (FREITAS, apud VYGOTSKY, 2004) “o sujeito não se constitui de dentro para fora, nem é um reflexo passivo do meio, mas é o resultado da relação”. E nas atividades lúdicas, o brinquedo constitui objeto que permite o contato físico, o toque, a exploração de emoções e sentimentos. Para uma criança cega, tornam-se veículo de percepção do outro, de si mesma e do mundo à sua volta, o que resulta em aperfeiçoamento de seus esquemas

sensório-motores, criação de suas estruturas cognitivas, contato com suas limitações e conflitos emocionais (ARAÚJO, 2005).

Para Brougère (1998), o jogo faculta o descobrimento de informações sobre o meio, contribuindo para uma visão de mundo, e várias formas de aprendizagem. Através dos jogos, são exercitados aspectos físicos e mentais do indivíduo, podendo ser utilizados, portanto, para aprender, de forma prazerosa e interativa, a matemática, a leitura, a escrita, trocar pontos de vista, explorar o mundo, conhecer melhor “o outro”. Por mais que haja desgaste físico, algumas frustrações, o prazer sentido ao jogar torna-se imensurável dentro das experiências vividas pelo indivíduo.

Segundo Mariotti (2004), “o jogo é uma atividade mediante a qual a criança constrói a realidade. Construir a realidade é sair de seu mundo interno ou subjetivo para começar a descobrir e configurar a realidade objetiva exterior”. Não sendo real, mas podendo ser um retrato verossímil da vida, um jogo produz situações que exigem adaptação e readaptação provocadas por seus elementos, como o conjunto de regras, a competição, o tempo e o ambiente físico em que ele corre. Essas características, quando exploradas, auxiliam na preparação de indivíduos para vida, visto a possibilidade de representar situações reais, exercitar/desenvolver habilidades, estimular o convívio social e avaliar o jogador por suas expressões, comportamento, impressões, resultados.

Sob esse aspecto, é interessante que o professor lance mão de jogos computacionais, expressão concreta dessa ludicidade, inovação e tecnologia, podendo esses ser um instrumento no “processo de resgate do interesse do aprendiz, na tentativa de melhorar sua vinculação afetiva com as situações de aprendizagem” (BARBOSA, 1999). Sendo necessário o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa, por certo que, em não havendo tal equilíbrio, existirá apenas jogo ou falta de hedonismo (AMATE, OLIVEIRA & FRÈRE, 2004).

E quando o objetivo é promover especificamente a educação de deficientes visuais, faz-se necessário conhecer não-somente o jogo em si, mas o indivíduo, suas habilidades e condição(ões)

limitante(s), para, só então, planejar, elaborar atividades/práticas e monitorar seus progressos ou retrocessos, reduzindo a possibilidade de fracasso, visto que “as experiências que têm conseqüências positivas para o desenvolvimento são uma combinação de atividades planejadas e não planejadas, estruturadas e não-estruturadas, de ensino intencional e incidental” (DUNST et al., 2000).

Para utilização de jogos computacionais na educação de deficientes visuais não se impõe que os mesmos sejam construídos para esse objetivo exclusivamente, permitindo-se a adaptação ou simples mudança de conceitos na aplicação de jogos, por exemplo, classificados de ação ou aventura para o ensino de matemática ou história. Entretanto, será necessário que o professor avalie e estude o jogo, buscando identificar o contexto, a intenção, as funcionalidades, os desafios, as mensagens, com o intuito de verificar suas potencialidades em sala de aula. No próximo item são apresentadas algumas categorias propostas por pesquisadores de diferentes áreas, que podem ser utilizadas e/ou associadas em apoio aos docentes no desenvolvimento ou adaptação dos jogos.

2.3.1 Categorias dos jogos

Segundo Figueiredo e Bittencourt (2005), “não existe um consenso sobre uma taxonomia dos jogos computadorizados”. Entretanto, é possível identificar um conjunto de características comuns que facilita o desenvolvimento dos enredos, dos motores e das interfaces gráficas, não sendo impeditiva a combinação de elementos de diferentes estilos, o que determina uma classificação difusa tendendo a um estilo.

Esses mesmos autores citam as seguintes classes de jogos:

- de estratégia – implica tomada de decisão para obter o resultado esperado;
- simulador – “envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real, permitindo experiências que seriam perigosas, como pilotar um avião, manipular

substâncias químicas, etc.” (FIGUEIREDO & BITTENCOURT, 2005, apud VALENTE);

- de esporte – envolve práticas esportivas;
- passatempo, jogo de distração – promove a recreação, o entretenimento;
- de aventura – compreende situações desafiadoras e emocionantes;
- educacional – seu objetivo é explicitamente o processo ensino-aprendizagem; e o
- RPG (Role-Playing Game) – jogos de improviso, interpretação de papéis, nos quais a “cooperação e a criatividade são os principais elementos”.

Os estilos propostos por Rollings e Morris (2003) seguem uma classificação baseada na concepção dramática, considerando também a combinação destes:

- de ação – valoriza a destreza e rapidez de resposta do jogador, tendo como objetivo mantê-lo sempre atento;
- de aventura – caracterizado por narrativa histórica com alguns mistérios, o objetivo é a exploração de lugares exóticos;
- de estratégia – abarca situações que exigem raciocínio lógico-matemático e/ou planejamento e gerenciamento de recursos;
- de simulação – permite a manipulação e experimentação de modelos a reproduzir alguma situação ou artefato real;
- quebra-cabeça – também implica raciocínio lógico-matemático, principalmente o dedutivo;
- brinquedos – não possui um objetivo predeterminado, permitindo ações livres na interação com os recursos disponibilizados; e
- educacionais – seu objetivo é o ensino de algum conceito e/ou desenvolvimento de alguma habilidade.

Segundo Ferreira (1992), as classes de jogos podem ser definidas de acordo como o tipo de estimulação proporcionada:

- atividade funcional – ligada essencialmente ao prazer de se mover, a criança brinca com o próprio corpo;
- atividade simbólica – vinculada ao aparecimento dos jogos de imitação do meio, das pessoas, etc.;
- atividade socializada – marcada pela interação com outros indivíduos, observando-se regras e códigos.

O autor também afirma ser possível e importante, através de jogos, desenvolver/ampliar a psicomotricidade (educação da integridade do ser através do próprio corpo) e a integração das crianças deficientes nas classes escolares convencionais.

Para Bradley e Caldwell (OLIVEIRA, 2006, apud BRADLEY & CALDWELL) os jogos são definidos como:

- jogo de manipulação – facilita a aprendizagem de habilidades para resolver problemas físicos;
- jogo com água – fomenta a compreensão das relações de espaço, medida e formas tridimensionais entre recipientes;
- jogo de representação – auxilia a compreender as relações sociais e é a transição do egocentrismo ao jogo social;
- jogo físico – melhora a coordenação e expande as habilidades motoras;
- jogo simbólico – em que são testadas situações da vida real;
- jogo abstrato – são jogos perigosos e de risco irracionalmente alto (ex.: bang jump, montanha russa);
- jogo social – intensifica e preserva a cultura;

- jogo de entretenimento – baseado em regras definidas, tem a intenção de promover a diversão;
- jogo acadêmico – ilustra e exemplifica conteúdos acadêmicos;
- jogo competitivo – caracterizado por explorar a competição entre um ou mais jogador(es) e representar uma agressão controlada, estimula atividades sensoriais, reflexivas e requer reações e estratégias cognitivas (os jogos eletrônicos são enquadrados nessa classe);
- jogo terapêutico – programado para tratar problemas psicológicos específicos.

2.3.2 Jogos didáticos do sistema DOSVOX

O sistema DOSVOX possui diferentes classes de jogo. Seu aproveitamento mais recente na perspectiva educacional foi o entretenimento, que auxilia no ambiente de aprendizagem de modo geral. Assim, alguns jogos do sistema não tiveram uma proposta originalmente educacional em sua concepção e, como visto anteriormente, o termo jogos computacionais educacionais/acadêmicos refere-se a um jogo que possui explicitamente uma proposta pedagógica. Hoje, porém, a composição de estilos ou simplesmente a mecânica do jogo associada à criatividade do professor permite que os jogos “não-educacionais” possam ser utilizados na educação e, por isso, serem denominados jogos didáticos.

No sistema DOSVOX, todos os jogos são acionados através da letra “j” ou “J” seguida da letra que representa a opção do jogo desejado, e com a tecla “F1” ou seta para baixo é apresentado o “menu de jogos”.

A maior parte dos jogos do DOSVOX tem uma interface alfanumérica, mas também são povoados de efeitos sonoros, sendo os comandos sempre dados unicamente pelo teclado. Essas opções foram feitas para abranger diferentes tipos de necessidades especiais e favorecer o compartilhamento do jogo entre pessoas que enxergam com as invisuais (DOSVOX, 2004).

2.3.3 Classificação de alguns jogos do DOSVOX

Os jogos destinados aos deficientes visuais recebem nomenclaturas diferentes, o que poderia retratar a falta de consenso na área. São referidos como áudio *games*, *blind games* e jogos acessíveis. Alguns jogos utilizados pelos deficientes visuais disponíveis no sistema DOSVOX foram analisados e classificados (Tabela 1) dentro dos estilos definidos por Rollings e Morris (2003), a fim de melhor ilustrar exemplos de jogos eletrônicos utilizados por alunos e professores em situações de treinamento e/ou educação.

Tabela 1 – Apresentação e classificação de alguns jogos do DOSVOX para deficientes visuais

Nome	Descrição	Classificação
Cata palavras	Transcrição do tradicional cata-palavras de jornal	Brinquedo
Jogo 3 x 3	Transcrição do jogo de arrumação de números de 1 a 8 em tabuleiro 3 x 3	Estratégia
Jogo da Força	Tradução eletrônica do jogo da força	Brinquedo, mas muito usado como educacional
Memovox	Utilitário produzido para auxiliar memorização de seqüências de teclas	Brinquedo
Jogo da Liane (Memória)	Versão eletrônica do jogo tradicional de memória para emparelhar cartas iguais 2 a 2	Estratégia
Jogo da Mistura de Sons	Jogo para estimular a discriminação sonora	Brinquedo
Jogo da Senha	Transcrição do jogo tradicional de tabuleiro	Estratégia
Jogo da Tabuada (Contavox)	Jogo com características lúdicas para ensinar a decorar a tabuada	Educacional
Jogo das Palavrinhas (Letrix)	Auxiliar para iniciação à escrita, sintetiza em voz uma palavra qualquer digitada	Educacional
Jogo de Adivinhar Números	Busca binária computacional em forma de jogo	Estratégia
Jogo do Barão	Jogo de simulação de um sistema dinâmico de gerenciamento de recursos e investimentos ambientado em um feudo medieval	Estratégia
Jogo dos Palitinhos	Transcrição do tradicional jogo de palitinhos, em que dois jogadores tiram palitinhos de 5 linhas até sobrar apenas um palito; o usuário joga contra o computador	Brinquedo com desafio

Caverna Colossal, Fuga de San Quentin, Julius O Pirata	Simuladores de ambiente de RPG em que os objetivos são sair de um labirinto em menor tempo, enfrentando perigos e pegando objetos para pontuação	RPG
Letravox	Jogo para auxiliar uma criança a decorar o nome das letras e sua sonoridade, através de pequenas piadas e musiquinhas	Educacional (Alfabetização)
Questionário Automático	Prova de múltipla escolha, com avaliação de resultados; são fornecidas bases de dados com questões de conhecimentos gerais	Educacional

NOTA: Os jogos do Sistema DOSVOX analisados estão contidos na versão 3.3.

2.4 A teoria dos grafos aplicada aos jogos

Uma estratégia adotada para modelagem dos jogos a serem criados foi a utilização de teoria dos grafos (BOAVENTURA NETTO, 1979), que proporciona soluções de problemas de criação de redes usadas no mapeamento da navegação do jogo. Essa teoria, segundo Diestel (2005), criada originalmente para estudo de problemas específicos de matemática, vem sendo usada desde meados do século XIX em inúmeros campos, como engenharia, questões militares e, em particular, no estudo teórico de jogos. Na computação, já no fim do século XX, a teoria de grafos teve aplicabilidade em quase todas os seus ramos.

A utilização da teoria de grafos, que tem jargões próprios, exigiu um cuidado extremo na concepção das interfaces dos programas, para garantir a simplicidade de navegação pelo usuário não-familiarizado com essas estruturas e similaridade com as definições utilizadas nos programas já existentes. Entretanto, na implementação interna do aplicativo, foram definidas as estruturas básicas presentes nos módulos da ferramenta JogaVOX, de forma coerente com a nomenclatura usual da teoria dos grafos.

2.4.1 Estruturas dos grafos

Cada jogo é composto de um grafo, instanciado no momento de criação de um novo jogo a ser configurado pelo desenvolvedor. Os grafos podem ser entendidos como uma abstração matemática para representação de situações reais através de símbolos gráficos padronizados (diagramas). Sua definição matemática seria: grafo (G) é um par de (V, A) em que V é um conjunto finito e não-vazio, e seus elementos são chamados de vértices, e A é um conjunto finito, tendo seus elementos nomeados de arestas.

Cada aresta a pertencente ao conjunto A será denotada pelo par de vértices (x,y) que a compõe; já os vértices x e y são extremos (ou extremidades) da aresta a .

Quando existe uma aresta unindo dois vértices x e y , estes são ditos adjacentes ou vizinhos; são ditos incidentes na mesma aresta, quando os vértices u e v são extremos de a . Duas arestas pode ser ditas adjacentes, se elas têm ao menos um vértice em comum.

2.4.1.1 Vértices, nós ou pontos

Os vértices, ou “ponto de visita” na interface do sistema JogaVOX, são representados graficamente por uma circunferência, que assume significado diferente a cada contexto do grafo, modelo ou jogo criado (lugares, pessoas, sentimentos, palavras, rede, microcomputador, memória exigida, registro, etc.).

Grau de um vértice – $\text{grau}(x)$ – é o número de arestas que incidem em x , também definido como o número de arestas adjacentes a v . Quando o valor do grau de um vértice é zero, esse vértice é dito isolado; quando o valor é um, o vértice é dito terminal.

2.4.1.2 Arestas e arcos

As arestas, ou arcos e “caminhos”⁶ na interface do sistema JogaVOX, são representadas graficamente por um arco ou reta conectando dois vértices. Sua direção é indicada pela presença de uma seta, e sua ausência indica bidirecionamento ou não-direcionamento. Cada aresta pode ter um custo ou peso associado, indicando o quanto é despendido no trajeto entre dois vértices, o que pode servir para valorar diferentes situações reais, em diferentes unidades de medida (tempo, moeda, alimento, perda, ganho, etc.).

2.4.2 Classificação empregada no sistema JogaVOX

Visando atender os requisitos de sistema sem submeter seus usuários à necessidade de conhecimentos aprofundados sobre a teoria dos grafos (mas, sim, fazer uso dos paradigmas do senso comum sobre essa teoria), foram feitas algumas opções. A primeira delas foi a de que todos os grafos produzidos pelo JogaVOX serão dito simples, pois não será permitido configurar arestas paralelas (duas arestas diferentes para os mesmos vértices), nem laços (arestas com pontas coincidentes).

Os grafos gerados não serão necessariamente regulares (todos os vértices com o mesmo grau), nulos/vazios (somente com presença de vértices) ou completos (quando todos os vértices se relacionam entre si). A possibilidade de utilizar grafos do tipo bipartido/bipartite (quando o conjunto de vértices V do grafo G pode ser particionado em dois subconjuntos $V1$ e $V2$, tal que toda aresta de G une um vértice de $V1$ a outro vértice de $V2$) e do tipo bicolorível/bicolorizado (quando os vértices de um grafo G podem ser coloridos com duas cores, de tal forma que vértices adjacentes tenham cores distintas) também é interessante, por possibilitar a idéia de fases em um mesmo plano.

⁶ A definição dada na literatura é mais ampla: Um caminho é uma seqüência de vértices tal que de cada um dos vértices parte uma aresta para o vértice seguinte.

Os grafos produzidos também serão rotulados, dada a possibilidade de indicar nomes significativos a cada vértice ou aresta. Na ausência de rótulo, seja em aresta ou vértice, o próprio sistema o determinará em numeração crescente em algarismos arábicos. Para os casos de remoção de algum ponto de visita (vértice) ou caminho (aresta) colocados no grafo, o próximo a ser inserido assume o número removido. Não é permitida a contração de arestas dos grafos elaborados, por ela ser complexa computacionalmente. A possibilidade de criar desafios com conceitos matemáticos acontece quando da modelagem de grafos valorados pelo professor.

A criatividade do docente poderá levá-lo à construção de estruturas complexas usando um número elevado, mas finito, de vértices e arestas, interligando-os, criando pontos de fuga, concedendo a possibilidade de refazer o caminho, sofrer desvios a outros vértices após desafios, etc. Esses jogos podem ser estruturados com base em grafos também usados em problemas clássicos de áreas como a matemática, a engenharia, a informática: grafos cíclicos (grafo de grau 2); grafos cúbicos (grafo de grau 3, o primeiro deles conhecido como grafo de Petersen); grafos eulerianos (grafos que contêm ciclo com todas as arestas de G); grafos hamiltonianos (grafos que possuem um ciclo que passa exatamente uma vez em cada um dos vértices de G e retorno ao vértice inicial).

2.4.3 Soluções empregadas para alguns problemas da teoria dos grafos

Empregar a teoria dos grafos no desenvolvimento de jogos computacionais implica a herança de alguns problemas atribuídos a tal teoria. Por isso, neste trabalho, algumas soluções foram implementadas no sentido de eliminá-los ou pelo menos minimizar seus efeitos; contudo, sob o ponto de vista do jogo, algumas dessas situações podem ser analisadas como desafios do próprio jogo.

Um problema apontado estava em como marcar o caminho percorrido pelo jogador e orientá-lo na execução dentro do simulador para a detecção de possíveis erros. A solução

implementada foi marcar visualmente os vértices que foram visitados, de forma diferenciada à do vértice atualmente em visitação ou ainda a serem visitados, informando, na área de histórico e ao final da simulação ou da execução do jogo, o caminho percorrido, para, depois, salvá-lo em arquivo.

Como explorar o grafo de um jogo criado e, ainda, escolher os vértices determinados como possíveis para início ou fim de jogo? A resposta foi incluir nas propriedades do vértice as opções configuráveis pelo desenvolvedor do jogo “início de jogo” e “fim de jogo”, mutuamente exclusivas entre si.

2.5 Inteligência Artificial (IA)

O termo Inteligência Artificial (IA) ou *Artificial Intelligence* (AI)   amplamente utilizado para designar pesquisa sobre computadores simulando o comportamento humano inteligente, como, por exemplo, o reconhecimento de face e de voz, simulação de sensações e sentimentos humanos. Normalmente, os resultados dessas pesquisas são obtidos através de soluções complexas.

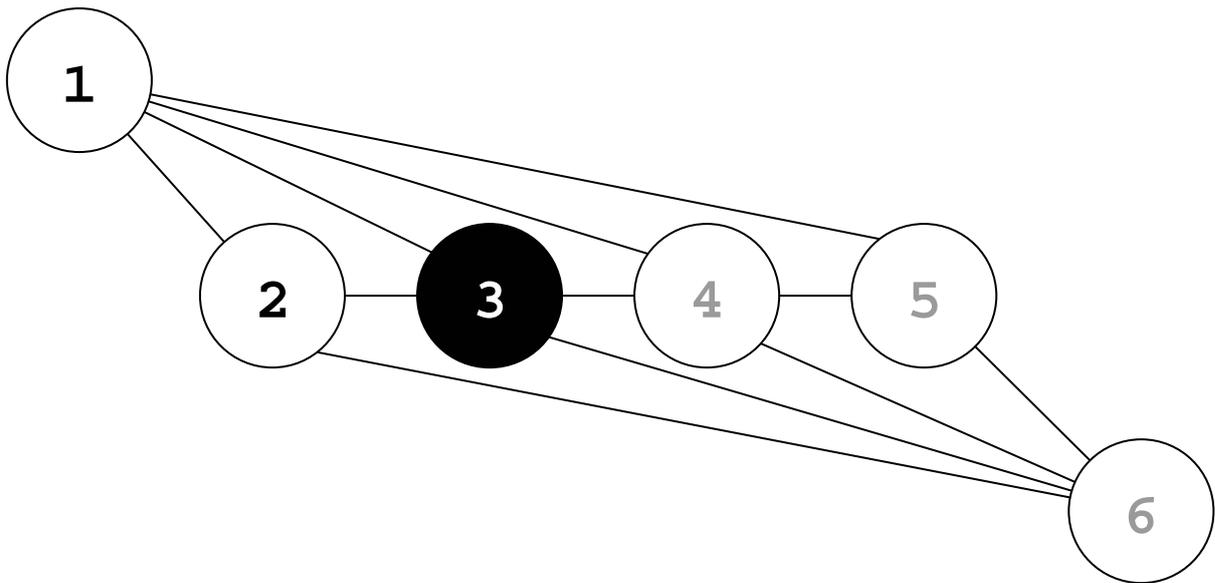
Na  rea de jogos, a utilização de IA tem motivos mais simples, como, por exemplo: localizar um objeto, tomar decisões perante situações identificadas ou não, simular jogadores. Segundo Funge (2004), os desenvolvedores de jogos eletrônicos passaram a utilizar o termo Game AI (IA para jogos eletrônicos), para deixar claro que os conceitos e motivos para a utilização de IA são diferentes entre essas duas áreas.

Para Tozour (2002) e Schwab (2004), os objetivos de utilização de IA no desenvolvimento de jogos são os de permitir decisões coerentes com o contexto do jogo pelo próprio jogo e de acrescentar/aumentar a potência das características imprescindíveis a todo jogo: diversão e desafio. Antes, tendo sido chamada de “programa o de jogabilidade” e tendo nos

jogos de estratégia seus primeiros passos (experiências), as três principais tecnologias da IA a serem aplicadas em jogos eletrônicos (DALMAU, 2003) são:

1. máquina de estados finitos – é uma máquina abstrata que define os estados em que um personagem ou objeto pode assumir e quando o fará;
2. sistemas baseados em regras – nesses sistemas, as regras são implementadas na forma condição → ação, e essas são especificadas de forma que as condições ativam as regras que determinam quais ações deverão ser executadas; e
3. algoritmos de busca – são algoritmos utilizados quando é necessário sair de um ponto em direção a outro. O algoritmo A* é o mais implementado, embora haja soluções que utilizam os algoritmos de Dijkstra, *waypoints* e algoritmos genéticos.

Na implementação da ferramenta para criação dos projetos de jogos para deficientes visuais pelos professores, foram incluídos mecanismos básicos para a inserção de IA dos tipos definidos como sistema baseado em regras (algumas regras ancoradas na teoria dos grafos, e outras a serem criadas pelo projetista do jogo) e algoritmos de busca (tendo sido o “mundo virtual” dividido em nós, com custo a ser atribuído também pelo projetista).



JogaVOX – Descrição Funcional

Este capítulo apresenta a descrição funcional de cada componente do sistema JogaVOX que auxilia o processo de desenvolvimento de jogos educacionais para deficientes visuais. A implementação iniciou-se pelo módulo “Criar Jogo”, sendo, posteriormente, verificada a necessidade de um ambiente que permitisse a simulação com alguns recursos visuais, oferecendo facilidades de depuração na identificação de ajustes necessários (módulo “Simular Jogo”).

A integração com o sistema DOSVOX, suas rotinas, interfaces e paradigmas foi um dos requisitos, dado que ampliaria a usabilidade da ferramenta. Este argumento apoiou o desenvolvimento do módulo “Executar Jogo” (versão DOSVOX), módulo responsável pela execução dos jogos produzidos na versão Windows.

Assim, expõem-se neste capítulo, de forma detalhada e ilustrada, as motivações e justificativas que impulsionaram a idealização e implementação de cada componente da ferramenta JogaVOX (versões: Windows e DOSVOX).

3.1 Motivações e justificativas

É possível verificar que o desenvolvimento nacional de aplicativos destinados aos deficientes visuais, em particular, os jogos, é pouco explorado. Essa constatação e o fato de não ser um campo de interesse geral dos profissionais da computação refutam a existência de demanda significativa por tais produtos. No mercado tradicional (em que os indivíduos com deficiência não são atendidos), ao contrário, há uma variedade expressiva de ferramentas para criação de jogos de aventura, ação, etc.

Essas ferramentas convencionais estão disponíveis sob diferentes modalidades de uso, custos e tecnologias, e exploram recursos e interfaces com ênfase no apelo visual, tendo como requisitos de uso o conhecimento mínimo nas áreas de computação e de comunicação visual. A adaptação desses aplicativos aos requisitos de uso por deficientes visuais é relativamente complexa devido à necessidade de maior emprego de recursos sonoros e síntese de voz e, também, interface para entrada de dados que não façam uso do *mouse*, em lugar da tradicional exploração de imagens/computação gráfica, interfaces icônicas e periféricos.

O baixo interesse de desenvolvedores pode ser justificado, ainda, quando visto sob o prisma da necessidade de conhecimento multidisciplinar nas áreas da educação e da computação, inerente ao processo de criação para atendimento das peculiaridades pertinentes aos jogos utilizados por deficientes visuais. Além disso, existe a dificuldade de se conseguir recursos financeiros para desenvolvimento, fora da esfera acadêmica.

A ferramenta JogaVOX tem como objetivo instrumentar e simplificar a materialização de jogos computacionais para esse público. Os professores poderão elaborar e planejar criativamente o desenvolvimento de jogos a serem utilizados para estimular a inventividade de crianças e adolescentes. É importante fazê-los participar fortemente no processo de construção do conhecimento, mas que essa participação ocorra de forma lúdica e divertida, ora

cooperativamente (com ajuda de professores e outros discentes), ora competitivamente (consoante conceitos de ganhar/perder), em ambientes virtuais.

Com essa ferramenta, é possível também que professores e alunos possam explorar conceitos e ampliar conteúdos discutidos em sala de aula, através da navegação/caminhada entre os pontos de visita (vértices). O caminho (aresta) percorrido pode instigar a compreensão dada a um determinado tópico em desafios impostos, de forma diversificada e interativa, de acordo com as configurações implantadas pelo desenvolvedor dos jogos. A oportunidade de o aluno construir o conhecimento se apresenta ainda nos desvios feitos nos casos de insucesso aos desafios impostos, bem como pela estimulação dos sentidos, de forma ampla e planejada, nas associações de sons e imagens estáticas, para aqueles com visão subnormal.

3.2 Definição e arquitetura do sistema JogaVOX

O *software* JogaVOX, como ferramenta computacional que torna viável aos professores que trabalham com deficientes visuais desenvolver jogos, requer desses desenvolvedores o interesse por lançar mão de tal recurso didático, para o que se buscou valorizar formas de interação mais intuitivas e mnemônicas, próprias de experiências anteriores, não-necessariamente computacionais.

A ferramenta possibilita que os professores criem jogos para alunos deficientes visuais, considerados os diferentes tipos e graus de comprometimento da visão. Isso se opera pelas facilidades das duas versões do sistema: uma específica, para docentes (Windows com os módulos Criar Jogo e Simular Jogo); outra, para discentes (DOSVOX com o módulo Executar Jogo). A Figura 2 apresenta uma visão geral do Sistema e de seus módulos dentro de cada versão (Windows e DOSVOX).

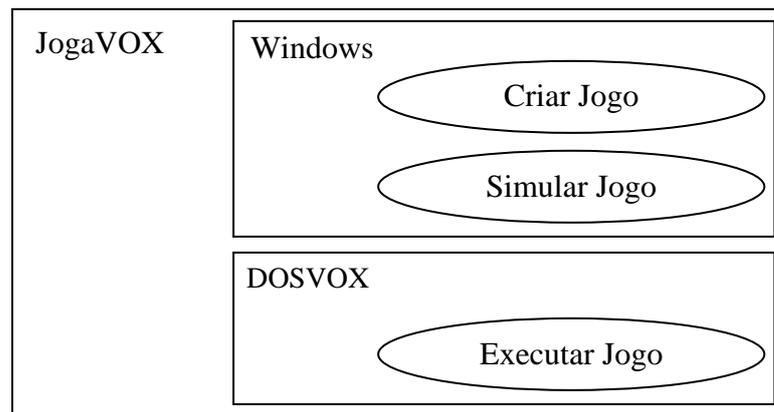


Figura 2 – Visão geral dos módulos do sistema JogaVOX

O jogo é engendrado pela definição de pontos de visita (vértices) e caminhos (arestas) a serem percorridos. Em cada ponto de visita, o usuário pode explorar seu conteúdo, obtendo informações, recolhendo ou deixando alguns objetos. Já os caminhos podem possuir desafios e estes serão conhecidos pelo usuário ao tentar navegar para o ponto de visita a que o caminho leva.

A ferramenta desenvolvida não é um *software* que por si só define o nível de complexidade dos jogos criados, mas é mediadora, quando possibilita ao desenvolvedor do jogo (professor) ampliar ou reduzir dificuldades e até configurar o que, em termos de jogo, é definido como fases. Na versão atual da ferramenta, foram definidos quatro tipos diferentes de desafios (com características básicas descritas no item 3.3.2.1), que podem permitir ao professor configurar e realizar avaliações formativas.

Os jogos desenvolvidos nessa ferramenta utilizam a teoria de grafos. Este modelo foi adotado, pois possibilita simplicidade na representação e facilidades de analogias e de assimilação pelos professores, sem necessariamente possuírem conhecimento prévio dessas estruturas para utilizar os conceitos intrínsecos à teoria.

3.3 Principais estruturas

3.3.1 Os pontos de visita (vértices)

Após revisão bibliográfica do tema e levantamento realizado no estudo de campo, definiram-se as características que cada ponto de visita deveria possuir. Esses pontos de visita são representados pelos vértices inseridos no grafo do jogo em sua fase de criação, tendo sido esses modelados de forma a contemplar suas propriedades, sem prejuízo de navegabilidade dentro do jogo.

Na Tabela 2 são apresentadas as propriedades dos pontos de visita que podem ser configuradas pelos usuários do sistema.

Tabela 2 – Propriedades dos pontos de visita

Propriedade	Descrição
Nome	Nome do ponto de visita
Descrição	Descrição textual do ponto de visita
Imagem Associada	Imagem que pode ser associada ao ponto de visita representando graficamente as idéias do autor. As imagens podem estar nos formatos Microsoft Bitmap (.bmp) e JPEG (.jpg e .jpeg)
Som Associado	Som que pode ser associado ao ponto de visita dando significado ao ponto de visita através de locução, efeitos sonoros ou música. O som pode ser do formato WAVE áudio format (.wave e .wav)
Início de Jogo	Quando o ponto de visita é definido como um ponto de início de jogo, o mesmo poderá ser utilizado para iniciar a sua execução
Fim de Jogo	A partir da marcação desse atributo, o ponto de visita poderá ser configurado para finalizar o jogo
Mensagem de Fim de Jogo	Mensagem que será exibida se o jogo terminar no ponto que tem essa propriedade sinalizada
Objeto de Fim de Jogo	Pode ser um dos critérios para finalizar o jogo neste Ponto (vértice), se o desenvolvedor tiver informado o objeto, já criado no jogo, que será condição de Objeto de Fim de Jogo
Objetos Associados	Objetos que estão associados ao Ponto de Visita, sendo exibidos em sua exploração

3.3.1.1 Os objetos associados

Segundo Boratti (2001), um objeto pode ser definido como “[...] sendo a abstração de uma entidade do mundo real, que apresenta sua própria existência, identificação, características de composição e tem alguma utilidade, [...]”. Dessa forma, os objetos associados podem ser definidos como uma representação virtual dos objetos necessários para uma exploração, navegação, devendo ser associados aos pontos de visita na criação do jogo. Esses objetos podem auxiliar o professor na representação gráfica, de volume (massa) e sonora de objetos do mundo real, levando em conta as propriedades expostas na Tabela 3.

Tabela 3 – Propriedades dos objetos associados

Propriedade	Descrição
Nome	Nome do objeto associado
Peso	Peso atribuído ao objeto associado a um ponto de visita. A unidade de medida de massa é o grama (g)
Imagem Associada	Permite a inclusão de imagem dando representação gráfica ao objeto em si nos formatos Microsoft Bitmap (.bmp) e JPEG (.jpg e .jpeg)
Som Associado	Representação sonora do objeto em si, através de locuções, efeitos sonoros, ou música no formato WAVE audio format (.wav)

3.3.2 Os caminhos (arestas)

Cada caminho ilustra o momento de passagem de um ponto de visita para outro, podendo ser atribuída a energia gasta no percurso, uma alusão ao custo da aresta. Os desafios são criados e sorteados aleatoriamente, quando houver mais de um, apresentados como tarefas a serem cumpridas pelos usuários, sendo mais um momento de apoio ao desenvolvimento de competências. As estruturas disponíveis para configuração de cada caminho são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4 – Propriedades dos caminhos

Propriedade	Descrição
Nome	Nome do caminho
Energia Associada	Energia (custo) despendida para percorrer o trajeto
Imagem Associada	Representação gráfica do caminho, podendo ser usadas imagens nos formatos Microsoft Bitmap (.bmp) e JPEG (.jpg e .jpeg)
Desafios	Desafios associados ao serem criados no caminho a que pertencem, sendo oferecidos ao jogador quando escolhido o caminho em questão durante a execução/simulação do jogo

3.3.2.1 Os desafios

Segundo Azevedo (2005), é importante que todo jogo, em seu princípio mais primitivo, desafie o jogador (seu usuário) durante sua execução, estimulando-o a “permanecer no jogo” e a enfrentar todos os obstáculos apresentados até o final de todas as fases planejadas pelo desenvolvedor (professor). Nesse processo, o professor pode inserir elementos que provoquem o usuário a construir conhecimento e a desenvolver habilidades específicas. Para Andrade et al. (2003), os jogos computadorizados inteligentes, com objetivos psicopedagógicos bem definidos, podem ser usados com o propósito de desenvolver habilidades cognitivas, tais como criatividade e visão espacial.

Foram pensadas diferentes formas de desafios que poderiam ser inseridos como proposta do professor ao aluno, sem que tivessem caráter formal de jogo didático, sem, com isso, abdicar da intenção educativa. Os desafios implementados com essa intenção são de quatro tipos: 1) Sim/Não – pergunta com resposta positiva ou negativa; 2) Pergunta/Resposta – pergunta com resposta textual (comparação direta); 3) Múltipla escolha – pergunta com apresentação de opções de resposta à escolha do jogador; e 4) Possuir objeto – o jogador deverá ter recolhido o objeto durante o caminho percorrido até a apresentação desse desafio (por exemplo, se o caminho é a representação de um portal, um desafio pode ser possuir a chave ou a mensagem que o abrirá).

Todas as classes de desafios possíveis de serem inseridas nos jogos presentes na Ferramenta apresentam “mensagem para resposta correta” e “mensagem para resposta errada”, a serem sintetizadas como forma de estímulo ao jogador. São também características comuns a

essas classes: o ponto de visita a ser visitado em caso de resposta errada ao desafio (resposta que funciona como estímulo ao desvio da rota desejada pelo jogador), configurado pelo desenvolvedor como alternativa ao erro do usuário; a pontuação e a energia que trabalham o sentido de necessidade de recompensas e servem como parâmetros de comparação entre jogadores, constituindo mais um sentido para a quebra dos próprios recordes. Nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 são mostradas as características particulares a cada tipo de desafio.

Tabela 5 – Propriedades dos desafios do tipo Sim/Não

Propriedade	Descrição
Pergunta	Pergunta a ser feita ao jogador
Resposta correta	Resposta correta à pergunta feita, a ser comparada à resposta do jogador, sendo permitida a escolha dos valores “Sim” e “Não”

Tabela 6 – Propriedades dos desafios do tipo Pergunta/Resposta

Propriedade	Descrição
Pergunta	Pergunta a ser feita ao jogador
Resposta correta	Resposta correta à pergunta feita, a ser comparada à resposta do jogador, sendo permitida a inserção de caracteres alfanuméricos

Tabela 7 – Propriedades dos desafios do tipo Múltipla Escolha

Propriedade	Descrição
Pergunta	Pergunta a ser feita ao jogador
Escolha A	Opção exibida e sintetizada como resposta à pergunta feita, somente quando marcada. Permite a inserção de caracteres alfanuméricos
Escolha B	Opção exibida e sintetizada como resposta à pergunta feita, somente quando marcada. Permite a inserção de caracteres alfanuméricos
Escolha C	Opção exibida e sintetizada como resposta à pergunta feita, somente quando marcada. Permite a inserção de caracteres alfanuméricos
Escolha D	Opção exibida e sintetizada como resposta à pergunta feita, somente quando marcada. Permite a inserção de caracteres alfanuméricos
Escolha E	Opção exibida e sintetizada como resposta à pergunta feita, somente quando marcada. Permite a inserção de caracteres alfanuméricos
Resposta correta	Resposta correta à pergunta feita e comparada à resposta do jogador, sendo permitida a escolha das opções marcadas como respostas possíveis

Tabela 8 – Propriedades dos desafios do tipo Possuir Objeto

Propriedade	Descrição
Objeto	Permite a escolha de algum objeto já inserido em qualquer ponto de visita como obstáculo. A resposta correta a esse desafio é a sua posse (objeto na mochila)

3.3.3 O jogador

O Jogador é um elemento criado de forma a personificar o aluno no contexto do jogo. O aluno inicia o jogo inserindo o seu nome. Dessa forma, passa a ser parte integrante do jogo, um personagem a explorar/navegar pelos caminhos do jogo criado, sendo suas as escolhas/ações durante a jogada. O elemento Jogador permite que as mensagens sejam personalizadas.

Na proposta do professor, esse elemento deverá estimular a imaginação do aluno e oferecer um mínimo de imersão durante o jogo. Como mais uma opção de configuração, o desenvolvedor poderá atribuir ao jogador uma energia a ser gasta no decorrer do jogo, configurando-a como um desafio a mais a ser transposto. Essa energia é aumentada ou diminuída nos desafios configurados pelo professor, de acordo com os acertos e/ou erros cometidos pelo aluno no caminho percorrido.

Ressalta-se que o nome informado pelo aluno, no início do jogo, será utilizado para compor o nome do arquivo de histórico do jogo, com o objetivo de facilitar ao professor a identificação dos históricos para análise e avaliação.

3.3.3.1 A mochila

Era necessário um lugar onde o jogador pudesse levar consigo todos os objetos recolhidos no caminho. Foram pensados diferentes termos que pudessem classificá-lo, chegando-se à conclusão de que “mochila” pertencia ao universo do aluno, sendo o termo de fácil entendimento para sua correspondente função no jogo.

A mochila, além de ser o lugar onde serão colocados os objetos recolhidos, pode ter sua capacidade de inserção de objetos configurada quanto ao peso máximo a ser transportado, permitindo que os alunos busquem inferências quando negada a inclusão de novos objetos. Quando a capacidade da mochila for zero (configuração padrão no sistema, mantida se o desenvolvedor não informar valor para essa propriedade), sua capacidade será ilimitada, não ocorrendo nenhuma restrição à inserção novos objetos. A aplicação dessa propriedade faz com que os alunos trabalhem com unidade de medida de massa e operações matemáticas.

3.3.4 Arquivo de projeto do jogo

Os jogos são criados pelo módulo Criar Jogo, tendo sua simulação através do módulo Simular Jogo, ambos na versão Windows. À execução dos jogos serve o módulo Executar Jogo, na versão DOSVOX. Todos esses módulos salvam, reconhecem ou buscam apenas por arquivos com a extensão “.jg”, representação da palavra jogo, com o objetivo de minimizar erros pela escolha indevida de arquivos impróprios e facilitar essa escolha com a exibição de menos arquivos (um dos requisitos de interface no contexto de usuários deficientes visuais). O detalhamento desses três módulos será apresentado adiante.

O arquivo de projeto do jogo, comportando suas configurações, foi planejado de forma a ser utilizado não apenas no Sistema JogaVOX, mas também a ser legível em editores de texto convencionais ou especiais ao uso de deficientes visuais através de seções e itens de seção. Cada seção representa a estrutura (objeto) e os itens de seção suas propriedades (atributos). As seções são definidas dentro de colchetes ([]) e em letras maiúsculas (caixa alta), como em: [JOGO]. Cada item de seção é representado em letras minúsculas (caixa baixa), por sua identificação seguida pelo sinal de igualdade (=), e suas propriedades discriminadas, caso necessário, separadas por ponto-e-vírgula (;), de acordo com o padrão de configuração de sua seção. Por exemplo, um item da seção [JOGO] é “DataCriacao”, que recebe a data da criação do jogo assumindo a data

configurada no relógio do computador no formato dd/mm/aaaa; logo, sua discriminação poderia ser DataCriacao=01/02/2006. No Apêndice A é demonstrado um modelo completo com a identificação das seções e dos itens de seções de um arquivo de projeto de jogo.

3.3.5 Arquivo de histórico da execução do jogo

O arquivo de histórico da execução do jogo é produzido ao final de cada jogada. Esse arquivo contém as interações do jogador com o jogo e tem objetivo documental. As informações contidas nesse arquivo são estruturadas e de fácil leitura, organizadas de forma cronológica, no formato texto com a extensão “.txt”.

Nesse arquivo ficam armazenadas todas ações do jogador, tais como: pontos de visita navegados, opções apresentadas, desafios impostos ao jogador e suas respostas, resultado final do jogo. Sua produção foi um dos requisitos levantados junto aos docentes que desejavam poder observar e até avaliar os discentes nas opções feitas no decorrer do jogo.

3.4 JogaVOX versão Windows

A versão Windows do sistema JogaVOX utiliza as estruturas básicas definidas nos itens anteriores e permite ao professor a construção de jogos a serem utilizados por deficientes visuais, com recursos apropriados de síntese de voz e inclusão de imagens, efeitos sonoros, locuções, música e total integração ao Sistema DOSVOX, além de possibilitar, na tela do monitor ou outra, a simulação do jogo criado, para avaliar o comportamento de sua execução. As opções disponibilizadas nos menus presentes nessa versão seguem as metáforas amplamente difundidas em outros *softwares* (Microsoft Windows, Microsoft Office, etc.). Essa interface visual adotada visa facilitar a criação dos jogos por usuários não especialistas.

3.4.1 Módulo: Criar Jogo

Neste módulo é feito o projeto do jogo, depois de finalizado o seu roteiro, como sugerido no Capítulo 5, embora que, a qualquer tempo, seja facultado ao desenvolvedor ajustes e adaptações que julgar convenientes. Sua interface gráfica está dividida em três partes (Figura 3): 1) área de trabalho – lugar onde é configurado o grafo do jogo através da inserção dos pontos de visita e caminhos, podendo ser inserida uma imagem de fundo; 2) área de propriedade do objeto – destinada à exibição das propriedades dos pontos de visita e dos caminhos inseridos na área de trabalho; e 3) área do histórico das ações – local onde se apresentam, de forma cronológica, as ações sob a ferramenta do usuário (podendo ser utilizada com leitores de tela).

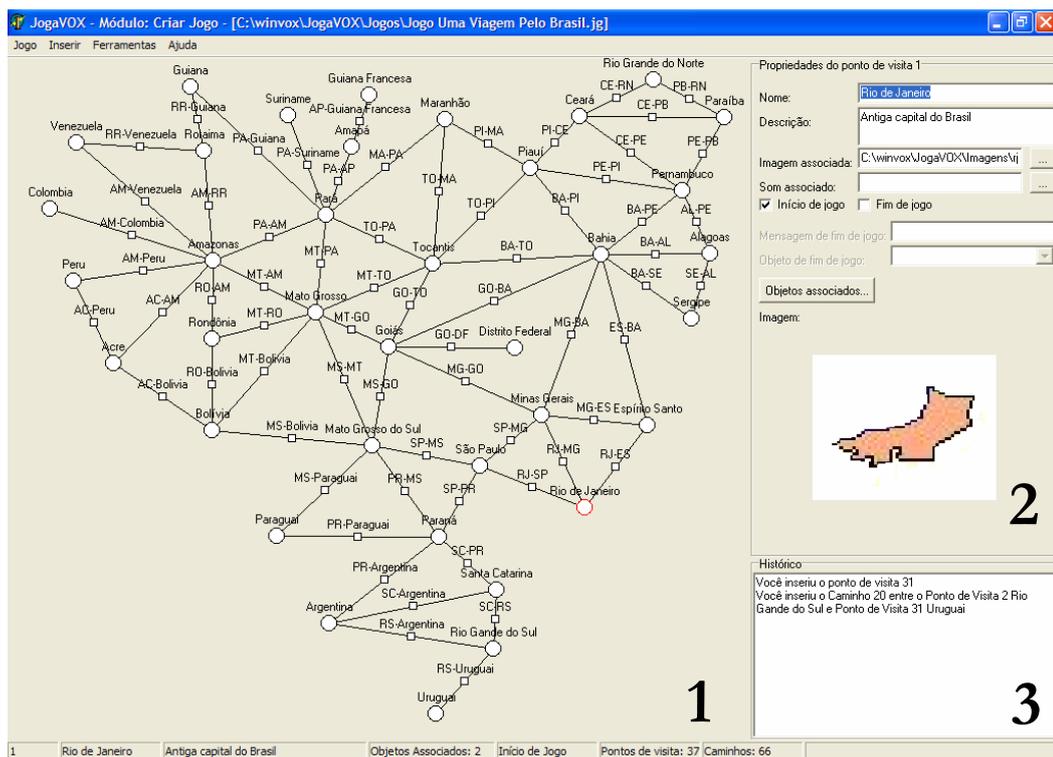


Figura 3 – JogaVOX – Módulo: Criar Jogo. (1) Área de trabalho; (2) Propriedades dos objetos; e (3) Área de histórico das ações

3.4.1.1 Novo jogo e propriedades do projeto do jogo

Criar um novo projeto de jogo é ação realizada através da opção “Novo” do menu “Jogo”, ou da combinação das teclas de atalho <ctrl> + <n>⁷, sendo apresentadas na tela as propriedades a serem configuradas para esse novo projeto (Figura 4). Caso haja necessidade de ajuste às configurações feitas no momento de criação, esse poderá acontecer a posteriori, através da opção “Propriedade do jogo” do item de menu “Jogo”.

A janela 'Novo Jogo' apresenta os seguintes campos de configuração:

- Nome:
- Descrição:
- Faixa etária: (com seta para baixo)
- Desenvolvedor:
- Instituição:
- Imagem de fundo: (com botão de navegação de arquivos)
- Tempo limite (s): (valor 0)
- Mensagem do tempo limite:
- Energia do jogador: (valor 0)
- Capacidade da mochila do jogador (g): (valor 0)

Botões: OK, Cancelar

Figura 4 – Configurações de projeto do novo jogo

As propriedades “Nome”, “Descrição”, “Faixa Etária” (indicada), “Desenvolvedor” e “Instituição” serão exibidas para o jogador quando este desejar carregar um jogo; logo, deverão ilustrar de forma adequada e significativa o jogo em questão. A “Imagem de Fundo” será exibida para o mapeamento do jogo no módulo de criação e no de simulação; já na versão DOSVOX, será exibida a imagem como a de abertura do jogo. A propriedade de “Tempo limite”, quando configurada, determinará o período máximo de execução do jogo a partir de seu carregamento. Ao ser atingido o tempo estipulado como limite, a “Mensagem de tempo limite” será exibida (no

⁷ Foi decidido apresentar as teclas de atalho, pois essas são fundamentais à interação do deficiente visual.

módulo Simular Jogo) e sintetizada (nos módulos Simular Jogo e Executar Jogo), juntamente com o resultado obtido pelo jogador.

Como a figura do Jogador só existe nos módulos de simulação e de execução do jogo (embora o objeto esteja instanciado no módulo de criação), seus atributos (propriedades) como “Energia do jogador”, a ser utilizada durante a execução do jogo, e “Capacidade da mochila do jogador” podem ser configurados já no início do projeto.

3.4.1.2 Abrir jogo

Quando o objetivo for dar continuidade a um projeto iniciado ou realizar ajustes em um projeto criado, deverá ser usada a opção “Abrir” do menu “Jogo” ou a combinação das teclas de atalho <ctrl> + <a>. Em decorrência, será exibida a estrutura de diretórios do sistema operacional Windows, na qual o usuário selecionará o arquivo do projeto desejado.

3.4.1.3 Salvar jogo

Para salvar o projeto criado, o usuário deverá selecionar a opção “Salvar” do menu “Jogo”, ou usar a combinação das teclas de atalho <ctrl> + <s>. Desse modo, será exibida a estrutura de diretório do Sistema Operacional Windows, permitindo ao usuário nomear o projeto do jogo com um nome simples e significativo.

3.4.1.4 Fechar jogo e sair

Quando feita a opção de “Fechar” contida no menu “Jogo”, ou usada a combinação das teclas de atalho <ctrl> + <f4>, o projeto presente na área de trabalho será encerrado; entretanto, não fechará o Sistema. Esta atividade se realiza com a opção “Sair” do mesmo menu, ou através da combinação das teclas de atalho <alt> + <f4>.

3.4.1.5 Inserir e remover ponto de visita

A inserção de pontos de visita no projeto do jogo pode ser feita de três formas: 1) opção “Ponto de Visita” do menu “Inserir”; 2) combinação das teclas de atalho <ctrl> + <p>; e 3) seleção da opção “Ponto de Visita” no menu apresentado ao pressionar o botão direito do mouse. Após a execução de uma das três formas apresentadas, o usuário deverá selecionar o lugar em que, na área de trabalho, deverá ser inserido o novo ponto de visita.

A remoção de um ponto de visita (Figura 5) é feita pela seleção do ponto em questão com o botão direito do mouse, seguida das opções “Remover”, no menu apresentado, e “Sim”, na mensagem exibida para a confirmação da remoção. Caso a opção seja pelo “Não” da mensagem, a operação será cancelada, não se operando a remoção. Salienta-se que serão apagados em conjunto todos os objetos associados ao ponto de visita, quando este for removido.

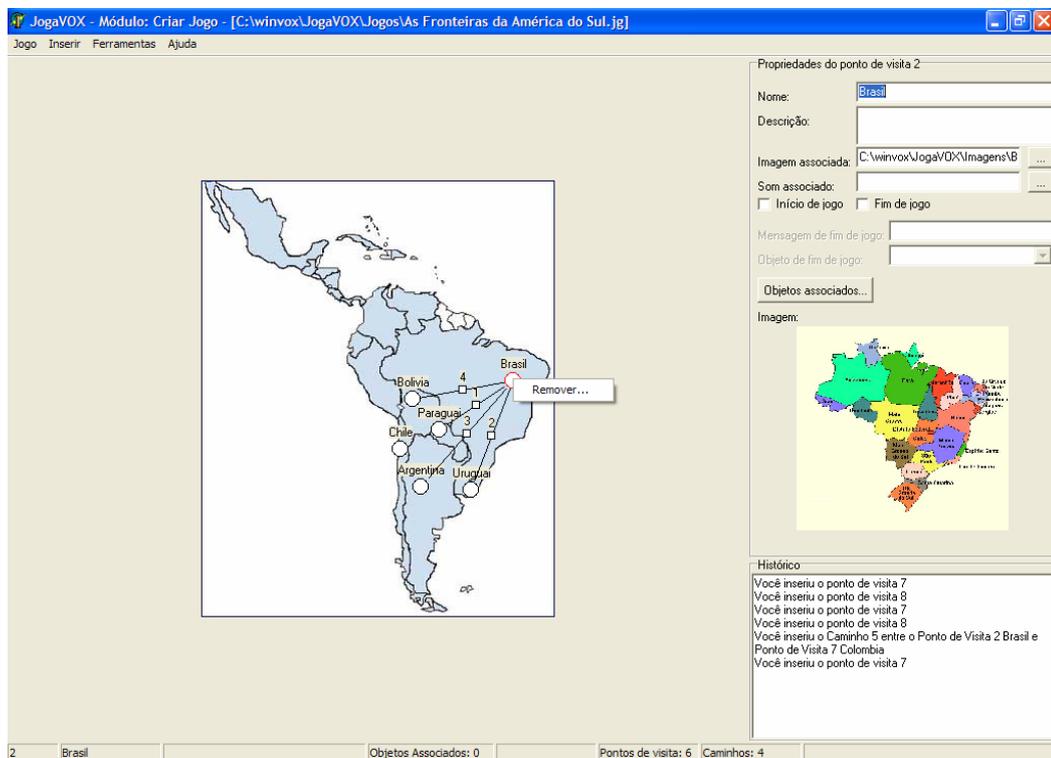


Figura 5 – Remoção de ponto de visita

3.4.1.6 Alterar as propriedades do ponto de visita

As propriedades do ponto de visita (Figura 6) são apresentadas na área destinada à exibição das propriedades dos objetos (Figura 3).

Para realizar as configurações e alterações desejadas, o ponto de visita deverá ser eleito. Logo aparecerão suas propriedades configuráveis na área mencionada, bastando escolher a(s) propriedade(s) a ser(em) modificada(s) e fazê-la(s), tão logo o ponto de visita ou a(s) propriedade(s) perca(m) o foco – deixe(m) de estar selecionado/a(s). Assim, a(s) propriedade(s) será(ão) alterada(s).

A janela 'Propriedades do ponto de visita 1' contém os seguintes elementos:

- Nome: Campo de texto.
- Descrição: Campo de texto.
- Imagem associada: Campo de texto com botão de navegação de arquivos (...).
- Som associado: Campo de texto com botão de navegação de arquivos (...).
- Checkbox 'Início de jogo' e 'Fim de jogo'.
- Mensagem de fim de jogo: Campo de texto.
- Objeto de fim de jogo: Menu suspenso.
- Botão 'Objetos associados...'
- Imagem: Área reservada para a visualização de uma imagem.

Figura 6 – Propriedades do ponto de visita

3.4.1.7 Inserir e alterar as propriedades dos objetos associados

Os objetos associados podem ser visualizados, criados, modificados ou apagados quando pressionado o botão “Objetos associados...” na área de propriedades do objeto. Enquanto não

houver objeto(s) associado(s), permanecem vazias as áreas destinadas a apresentar: (1) a lista de objetos associados; e (2) as propriedades dos objetos associados (Figura 7).

Na janela da Figura 8, quando pressionado o botão “Novo”, são exibidas as propriedades para configuração pelo usuário. Na janela da Figura 9, quando selecionado um objeto já associado, é possível visualizar as suas propriedades, realizar alteração(ões) em sua(s) propriedade(s) e/ou apagar esse objeto.

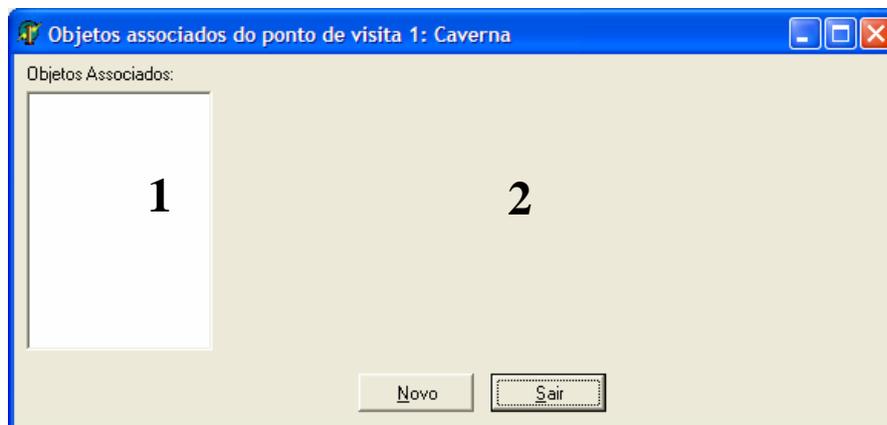


Figura 7 – Janela dos objetos associados sem nenhum objeto criado. (1) Área para lista de objetos associados; (2) Área para exibição das propriedades do objeto associado selecionado

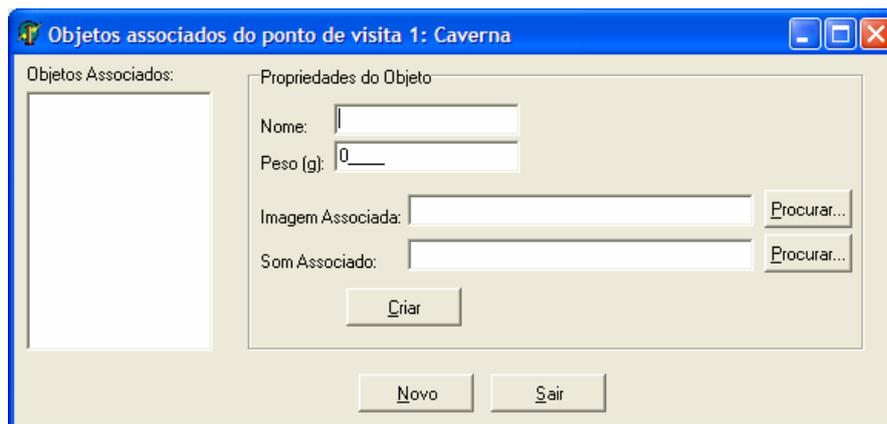


Figura 8 – Janela dos objetos associados após selecionada a opção “Novo”

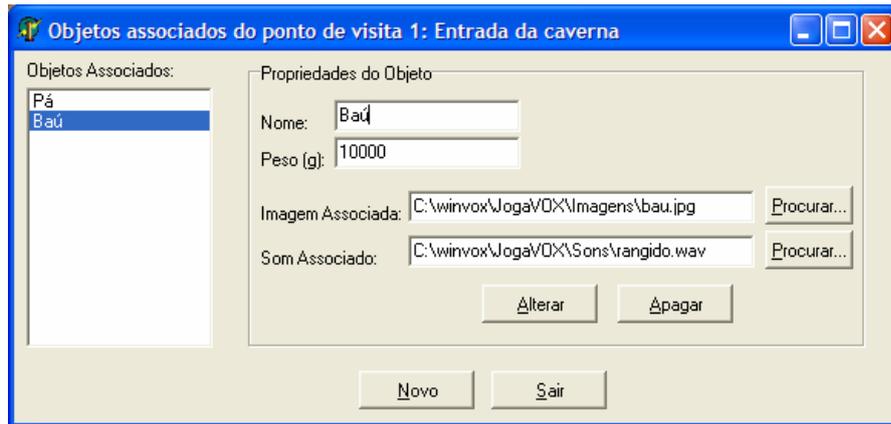


Figura 9 – Janela dos objetos associados após a seleção de um objeto associado

3.4.1.8 Inserir e remover caminho

A inserção do caminho entre dois pontos de visita pode ser feito de três formas: 1) opção “Caminho” do menu “Inserir”; 2) combinação das teclas de atalho <ctrl> + <c>; e 3) seleção da opção “Caminho” no menu apresentado ao pressionar o botão direito do mouse na área de trabalho. Após a execução de uma das três formas apresentadas, o usuário deverá selecionar o primeiro ponto de visita (x) para, em seguida, escolher o segundo ponto de visita (y), que deverão ser diferentes e não ter um outro caminho que já os ligue entre si.

A remoção será feita mediante seleção do caminho a ser removido com o botão direito do mouse, seguida das opções “Remover”, no menu apresentado, e “Sim” da mensagem exibida para a confirmação da remoção. Caso a opção seja pelo “Não” da mensagem, a operação será cancelada, não se operando a remoção. Salienta-se que serão apagados em conjunto todos os desafios configurados no caminho removido.

3.4.1.9 Alterar as propriedades do caminho

A seleção do caminho é necessária para que sejam exibidas as suas propriedades configuráveis na área já mencionada, permitindo também configuração e alteração das mesmas,

bastando escolher a(s) propriedade(s) a ser(em) modificada(s) e fazê-la(s), tão logo o caminho ou a(s) propriedade(s) perca(m) o foco. Assim, a(s) propriedade(s) será(ão) alterada(s).

As propriedades do caminho (Figura 10) são exibidas na área destinada às propriedades dos objetos (Figura 3), à semelhança do que ocorre com as do ponto de visita.

The image shows a dialog box titled "Propriedades do caminho 1". It has a light beige background. At the top, there is a label "Nome:" followed by a text input field. Below that is "Energia associada:" followed by a text input field containing the number "0". Then "Imagem associada:" followed by a text input field and a small button with three dots "...". Below these fields is a button labeled "Desafios...". At the bottom, there is a label "Imagem:" followed by a large empty rectangular area.

Figura 10 – Propriedades do caminho

3.4.1.10 Inserir e alterar as propriedades dos desafios

Os desafios pertencentes a um caminho podem ser visualizados, criados, modificados ou apagados, quando pressionado o botão “Desafios...” na área de propriedades dos objetos do caminho selecionado. Enquanto não houver desafios configurados, permanecem vazias as áreas destinadas a apresentar: (1) tipos de desafios disponíveis; (2) desafios associados ao caminho; e (3) propriedades do desafio selecionado (Figura 11)

Na janela da Figura 12, apresenta-se a inserção de um novo desafio ao caminho. Na janela da Figura 13, apresentam-se as propriedades de um desafio selecionado do tipo Sim/Não. Na Figura 14, é demonstrado um exemplo de quando está selecionado um desafio inserido do tipo

Pergunta/Resposta. Na Figura 15, quando o tipo do desafio já inserido e selecionado é Múltipla Escolha. Na Figura 16, quando o desafio selecionado é do tipo Possuir objeto.

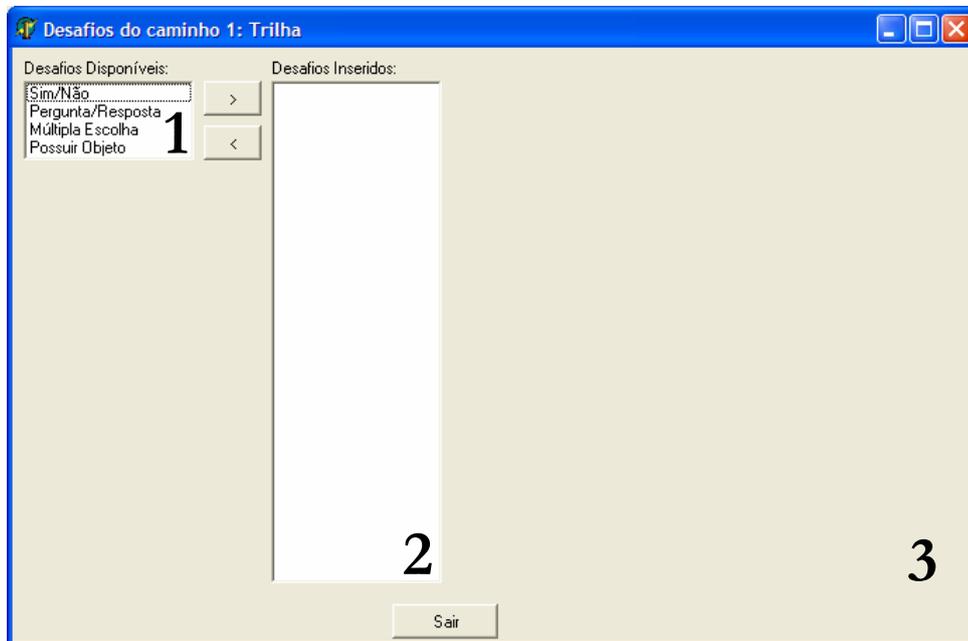


Figura 11 – Janela dos desafios do caminho sem nenhum desafio criado. (1) Área dos tipos de desafios disponíveis; (2) Área dos desafios inseridos; (3) Área de propriedade do desafio selecionado

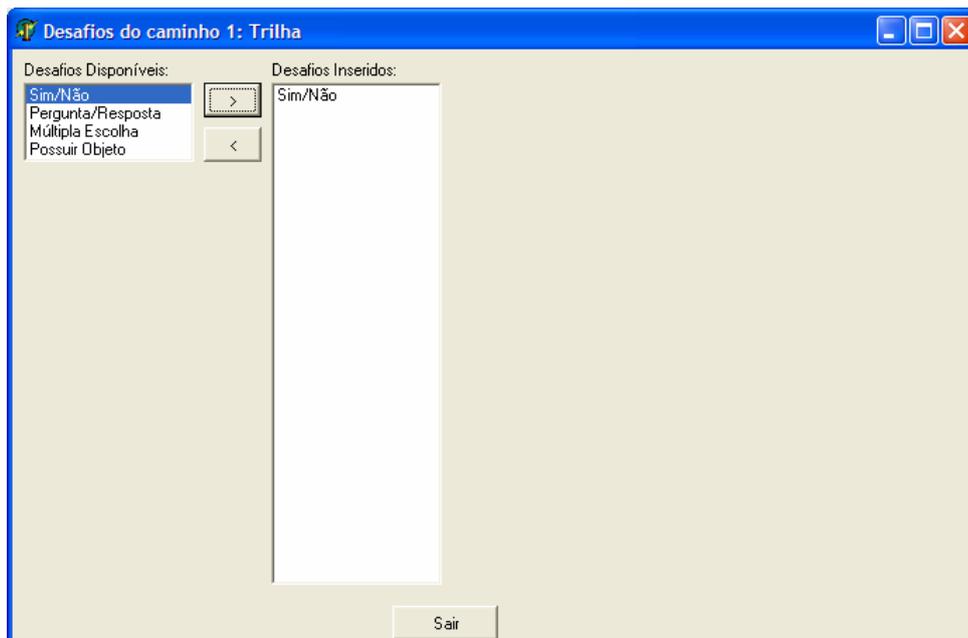


Figura 12 – Janela dos desafios do caminho após a inserção de um desafio

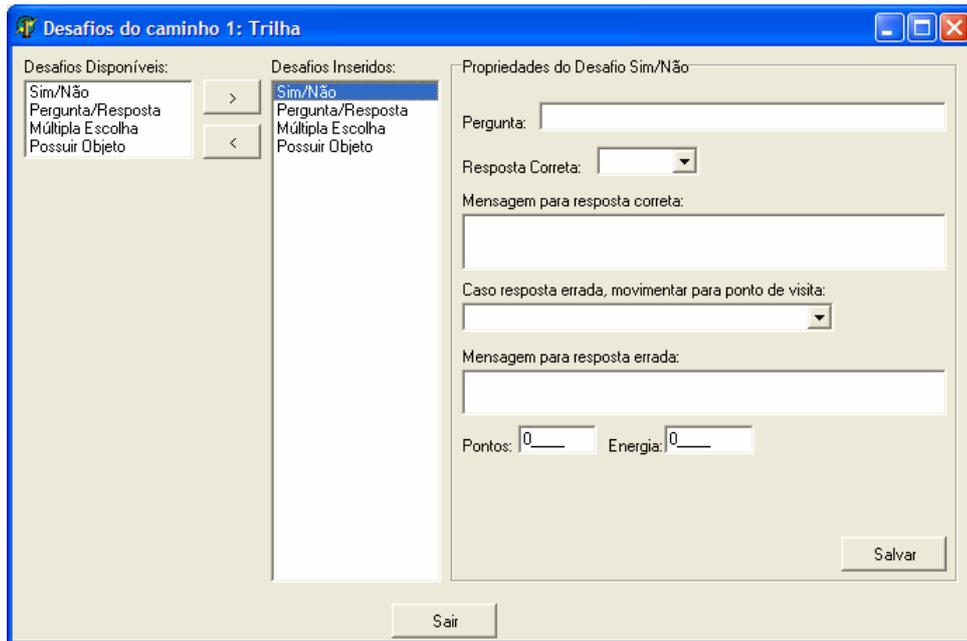


Figura 13 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Sim/Não

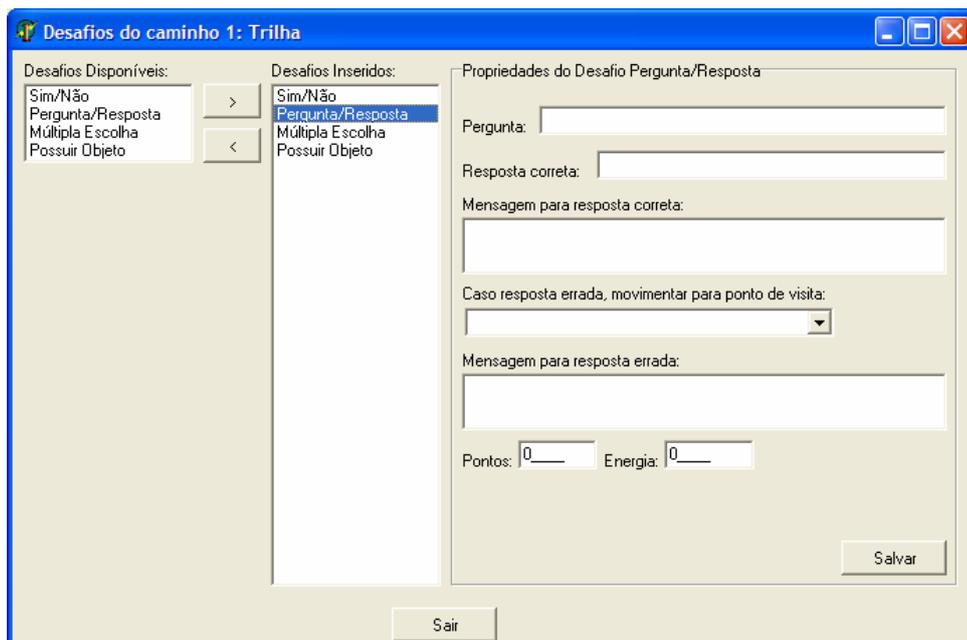


Figura 14 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Pergunta/Resposta

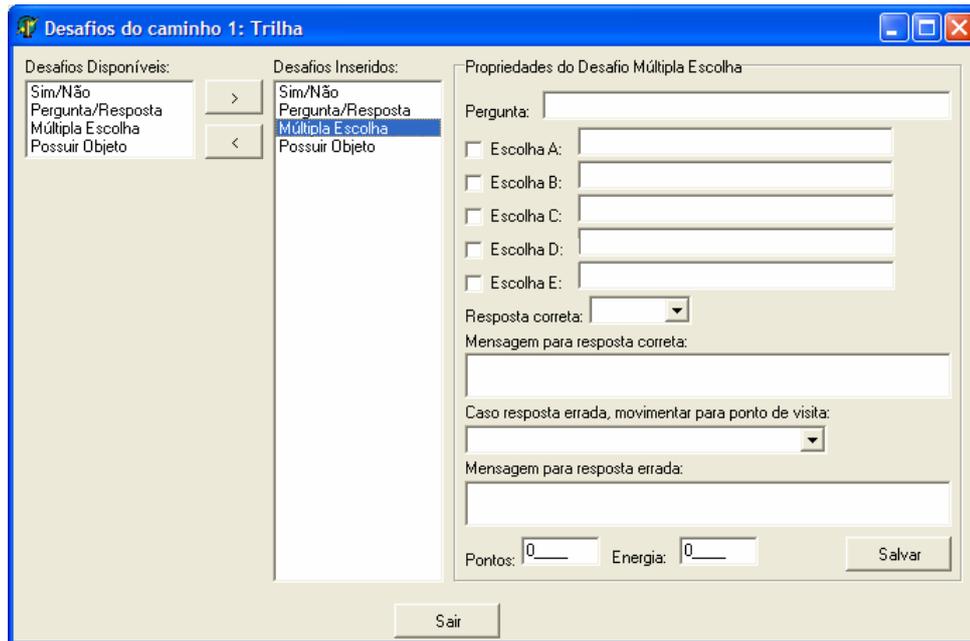


Figura 15 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Múltipla Escolha

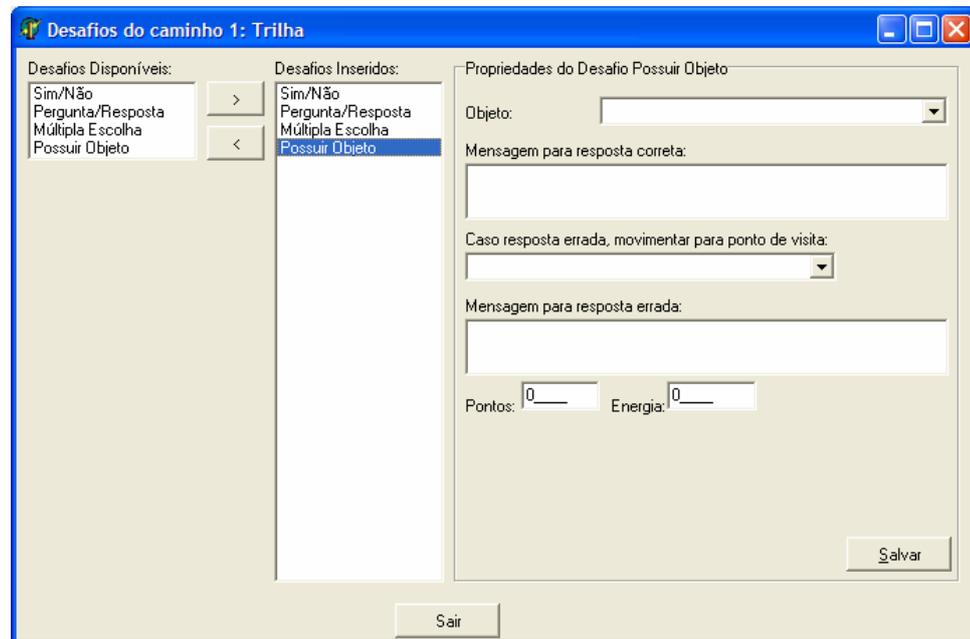


Figura 16 – Janela dos desafios do caminho após a seleção de um desafio do tipo Possuir Objeto

3.4.2 Síntese de voz e histórico

Os módulos Criar Jogo e Simular Jogo da ferramenta possuem, associados à sua interface, síntese de voz e histórico. Estes recursos podem ser configurados pelo usuário, para posterior armazenamento pelo sistema das preferências do usuário no arquivo “JogaVOX.ini”.

A configuração síntese de voz é feita a partir da seleção da voz dentre as vozes previamente instaladas no computador e da indicação de sua velocidade, podendo essas ser testadas antes de sua configuração para uso na ferramenta JogaVOX (Figura 17). Como são utilizadas as rotinas do Sistema DOSVOX para a sintetização, é preciso a instalação prévia desse Sistema.



Figura 17 – Configuração de voz para síntese de voz

Desabilitar ou habilitar a sintetização de voz e a exibição de histórico na ferramenta versão Windows são ações facultadas ao usuário através da opção “Configurações” do menu “Ferramentas”, na guia nomeada de “Ferramenta” (Figura 18).



Figura 18 – Janela para habilitar ou desabilitar a síntese de voz e a exibição do histórico

3.4.3 Módulo: Simular Jogo

Este módulo é responsável por oferecer o ambiente ideal para depuração de erros, identificação de ajustes e visibilidade do projeto do jogo em sua totalidade, em diferentes situações antes da disponibilidade ao uso pelo aluno. Propicia ao professor um ambiente controlado para desenvolver caminhos hipotéticos, testá-los, analisar os resultados obtidos, para posterior refinamento dos conceitos intrínsecos ao jogo e seus objetivos.

No ambiente são oferecidos recursos visuais e sintetizados, de forma a destacar as ações do usuário e as do Sistema durante a execução do jogo. Os desafios que podem apresentar desvios da rota inicial do jogador encontram, nesse módulo, os instrumentos adequados à sua validação pelo professor em seu propósito inicial. Igualmente ao módulo Criar Jogo, esse módulo utiliza métodos implementados no Sistema DOSVOX.

Sua interface (Figura 19) pode ser dividida da seguinte forma: (1) área de trabalho – onde são apresentados de forma interativa e iterativa o grafo do jogo (pontos de visita e caminhos), imagem de fundo e os desafios; (2) área de histórico das ações – que permite registrar as ações do sistema e do usuário, para posterior análise e síntese através de um leitor de tela; (3) área de

navegação/exploração – que oferece aos usuários os próximos pontos possíveis (fronteiriços) para navegação e a possibilidade de exploração do ponto de visita em que se encontra; (4) mochila do jogador – representação visual da mochila do jogador, onde podem ser colocados ou removidos os objetos localizados na exploração do usuário, observada a capacidade da mochila e o quanto já foi armazenado; e (5) área para exibição das imagens associadas aos pontos de visita, caminhos e objetos inseridos no projeto do jogo.

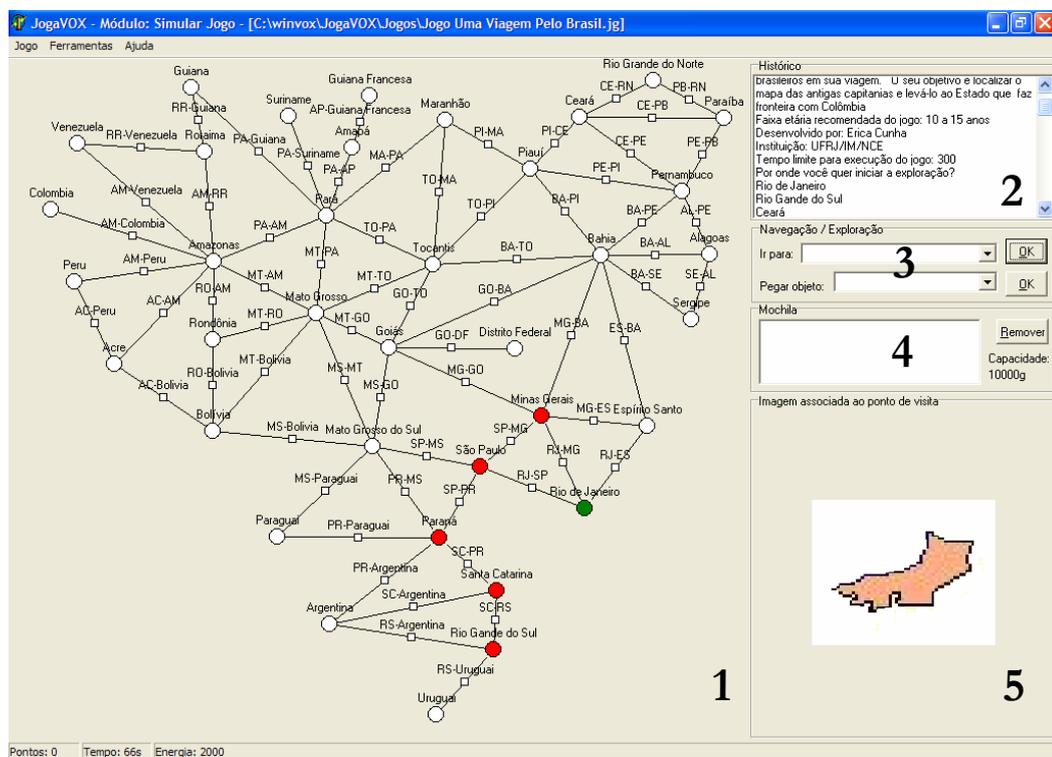


Figura 19 – JogaVOX – Módulo: Simular Jogo. (1) Área de trabalho; (2) Área de histórico das ações; (3) Área de navegação/exploração; (4) Mochila do jogador; e (5) Área para exibição das imagens associadas.

3.5 JogaVOX para DOSVOX

A versão textual do JogaVOX, nomeada JogaVOX versão DOSVOX, possui o módulo Executar Jogo, que permite aos discentes deficientes visuais jogar os jogos desenvolvidos pelos professores na versão Windows do JogaVOX, visto que o módulo apresenta os recursos necessários (síntese de voz, *feedback* sonoro, imagens estáticas e inseridas pelo professor de acordo

com o tipo e grau de deficiência visual do aluno) à interação dos alunos com os jogos. Tendo sido desenvolvido com base nas metáforas do Sistema DOSVOX, esse módulo possui total integração com o Sistema.

3.5.1 Módulo: Executar Jogo

O módulo Executar Jogo usa uma interface gráfica textual, que facilita sua utilização com leitores e ampliadores de tela, sintetiza em tempo real a interação com o usuário e apresenta menus de acordo com as opções feitas pelo jogador. Inicialmente é feita a apresentação da ferramenta e perguntado ao usuário se o mesmo deseja instruções sobre os procedimentos necessários à sua utilização, que, em caso afirmativo, responde com a letra “s” (minúscula ou maiúscula) e, em caso negativo, com qualquer outra tecla. Na seqüência, é solicitado ao aluno o seu nome, para adequado armazenamento do histórico (Figura 20).



Figura 20 – JogaVOX – versão DOSVOX – Módulo: Executar Jogo.

Na seqüência, ainda, é perguntada a operação desejada pelo jogador, com a apresentação do menu exibindo as opções “Carregar jogo” e “Sair”. Para conhecer essas opções, o usuário utiliza as setas para cima e para baixo, de forma que sejam sintetizadas; se já conhecê-las, bastará usar sua tecla de atalho (<c> ou <s>) e, em seguida, a tecla <enter> (Figura 21). A Tecla <esc> faz com que esse menu seja novamente apresentado.



Figura 21 – Interação inicial com o Módulo: Executar Jogo.

Ao selecionar a opção “Carregar jogo”, será pedida a seleção do nome do arquivo de projeto do jogo desejado, sendo exibidos, gradualmente, para escolha, apenas os arquivos com a extensão do JogaVOX “.jg” contidos no diretório corrente do jogo. Através das teclas seta para cima e seta para baixo, é possível navegar por todos os nomes dos projetos existentes nesse diretório e, com a tecla <enter>, selecionar o desejado (Figura 22).

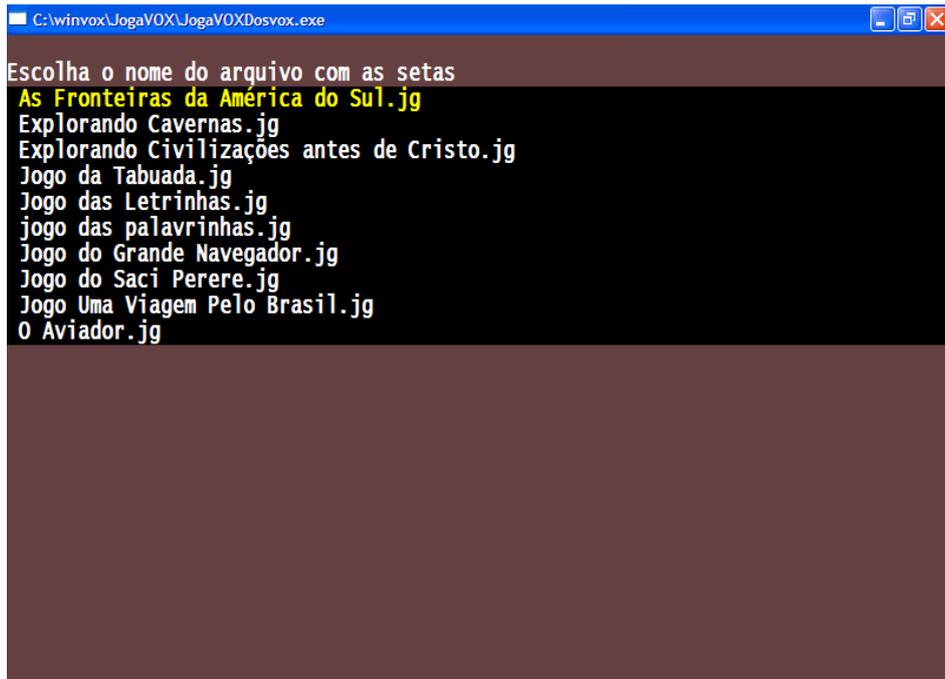


Figura 22 – Escolhendo jogo no Módulo: Executar Jogo.

Sabendo que o nome pode não ser significativo a determinar a escolha pelo usuário, é possível a escolha de um novo jogo após a exibição de algumas propriedades do jogo selecionado. Para isso, utiliza-se a opção <Voltar> do menu exibido logo a seguir (Figura 23).

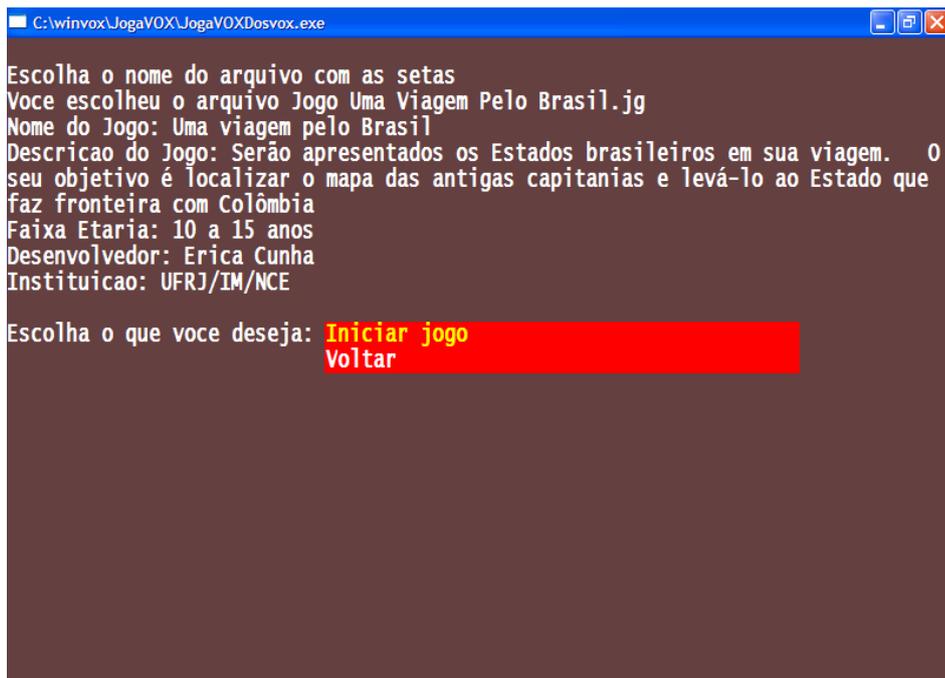


Figura 23 – Exibição das propriedades básicas do jogo no Módulo: Executar Jogo.

Nesse mesmo menu, se a opção for iniciar o jogo, é informado ao jogador o período máximo de tempo de sua execução, se este tiver sido limitado pelo desenvolvedor. A seguir, é pedida a escolha do ponto de visita para iniciar o jogo (Figura 24).

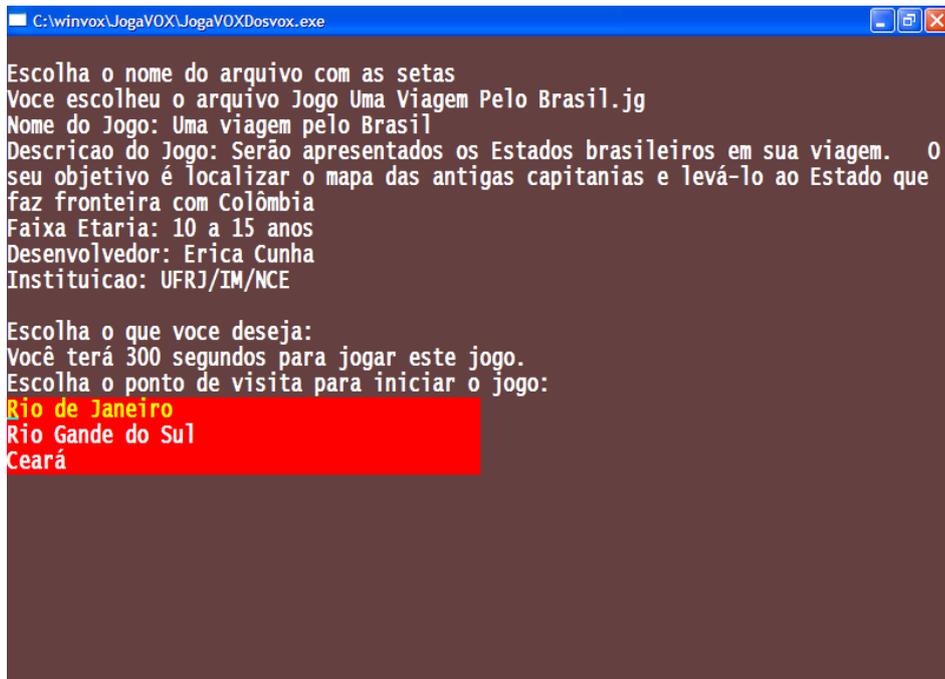


Figura 24 – Início do jogo no Módulo: Executar Jogo.

A escolha do ponto para iniciar o jogo também deverá ser feita através das teclas de setas, com posterior pressionamento da tecla <enter> para seleção. Com a escolha do ponto de visita inicial, é informado o seu nome e exibido/sintetizado o menu (Figura 25), com as seguintes opções: “Descrição” – apresenta as informações inerentes ao ponto, configuradas pelo desenvolvedor; “Explorar” – opção a ser utilizada quando o desejo é localizar algum objeto no ponto; “Navegar para outro ponto” – permite escolher o próximo ponto de visita a ser acessado; e “Mochila” – opção que possibilita verificar as propriedades da mochila (peso atual e capacidade), os objetos nela contidos e realizar a retirada de algum objeto que o jogador desejar (Figura 26).



Figura 25 – Menu apresentado no ponto de visita na execução do Jogo.

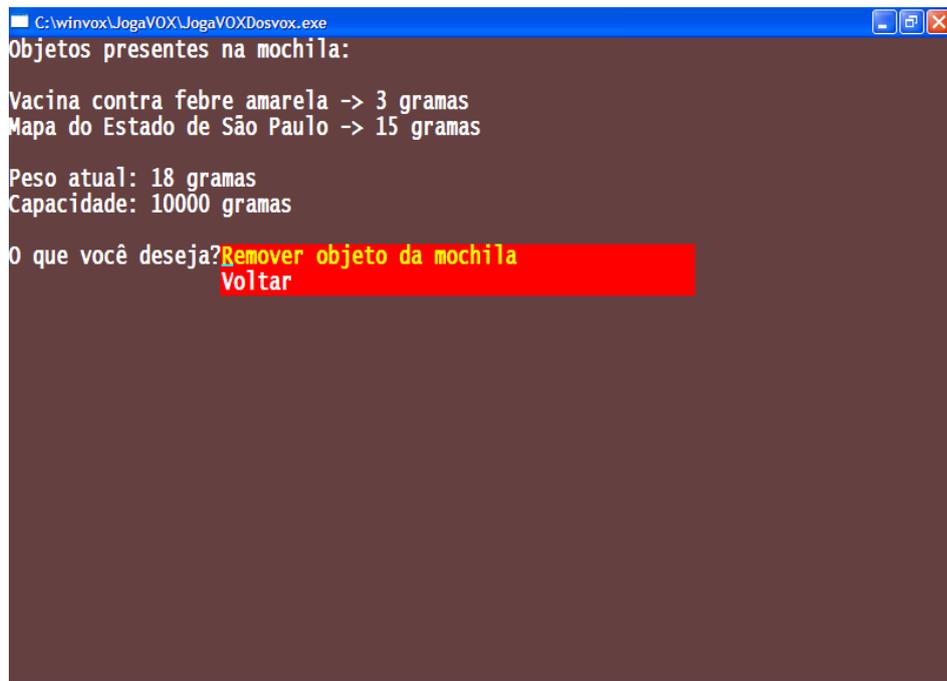


Figura 26 – A mochila do jogador dentro do Módulo: Executar Jogo.

A decisão por simplificar a interface dos desafios foi motivada pelo desejo de torná-la inteligível pelos futuros usuários da ferramenta, inclusive por aqueles que ainda não possuem domínio do teclado. Por isso, após a resposta ao desafio, é exibida/sintetizada uma das

mensagens configuradas e encaminhado o jogador para o próximo ponto de visita, dependendo de sua resposta ao desafio apresentado. Como foi levantado como requisito de projeto a possibilidade de o jogador caminhar em ambas as direções da aresta, sendo esta, por conseguinte, bidirecional, ilimitados e diferentes desafios poderão ser configurados para sorteio aleatório, de forma a surpreender o usuário ao escolher um caminho já utilizado.

O resultado da partida é composto da pontuação obtida, do tempo de execução e da energia ainda restante (Figura 27), sendo exibido ao seu final – o jogador ganhando ou perdendo. Quando o jogador atinge seu objetivo, o jogo é finalizado, sendo apresentado o resultado da partida jogada e a “Mensagem de fim de jogo” configurada no ponto de visita. A “Mensagem de tempo limite” será exibida quando o tempo for esgotado antes do cumprimento da missão. O jogador terá, em seguida, as opções “Carregar jogo” ou “Sair”.

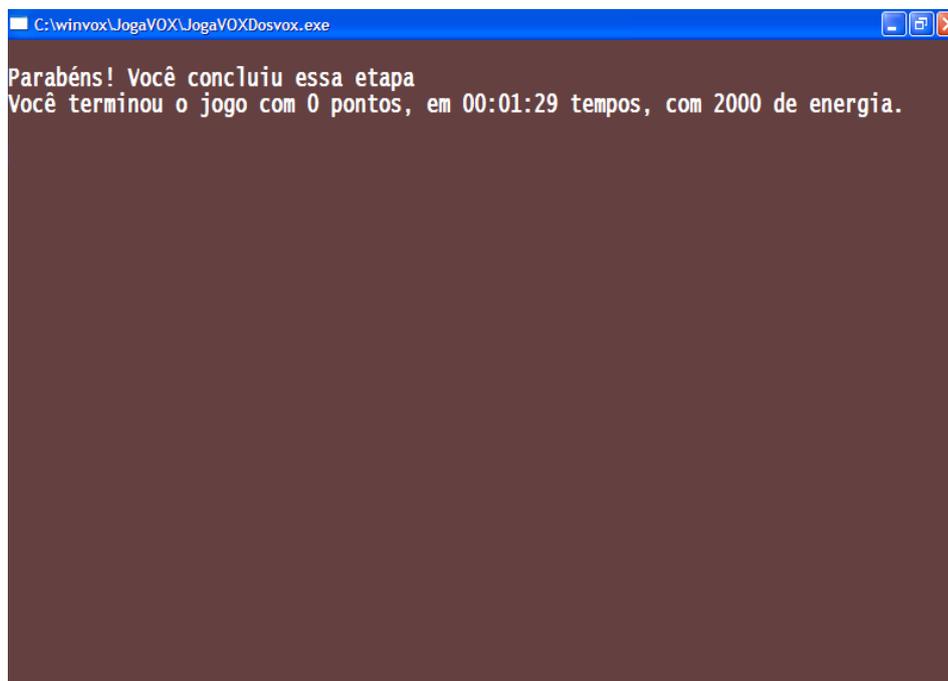
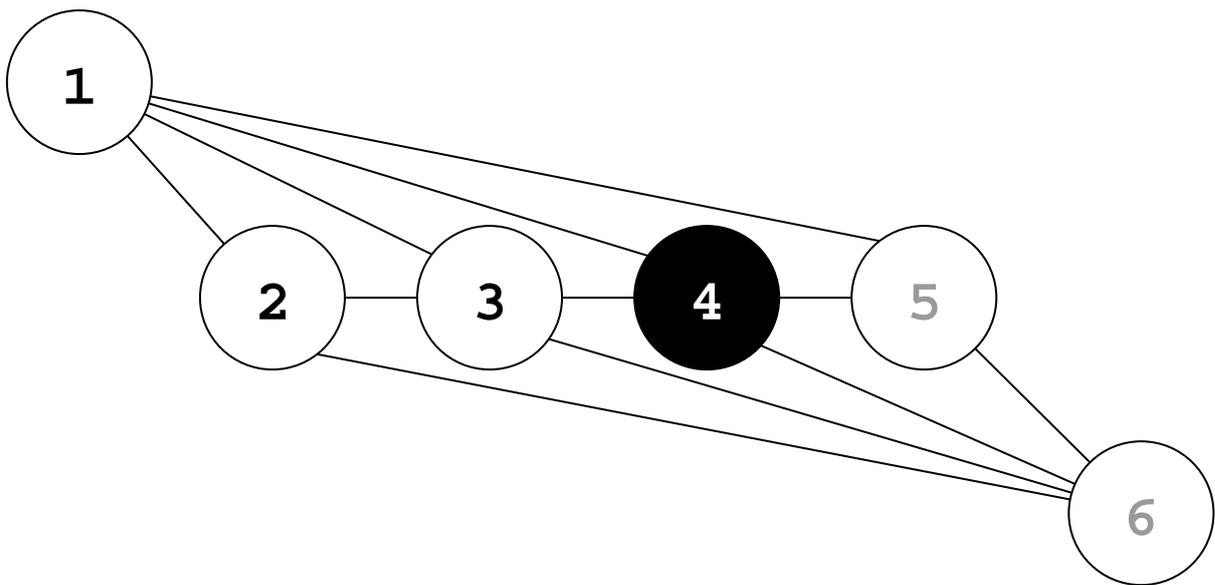


Figura 27 – Exemplo de mensagem de finalização do jogo no Módulo: Executar Jogo.



JogaVOX – Especificação Computacional

A especificação computacional foi produzida nas diferentes fases do trabalho de pesquisa, concepção e desenvolvimento do Sistema, tendo como referencial os requisitos levantados junto a especialistas em educação de deficientes visuais e programadores de software destinado a esse público. A especificação apresentada no projeto inicial sofreu alterações a partir das primeiras interações com esses especialistas em educação e programadores, a fim de atender os novos requisitos surgidos com a utilização dos primeiros protótipos, todavia, antes das avaliações formais.

A documentação aqui apresentada resulta do emprego de técnicas de engenharia de *software* aprovadas e bem-aceitas. Ela ilustra as opções assumidas e as soluções implementadas, podendo auxiliar no desenvolvimento de novos trabalhos no contexto desse sistema nomeado de JogaVOX.

4.1 Motivações e justificativas

Optou-se por apresentar a especificação computacional da ferramenta desenvolvida utilizando a notação da Unified Modeling Language (UML), visto ser representativa e permitir, iterativa e incrementalmente, a visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos de *software*. A apresentação de tais modelos visa facilitar futuros desenvolvedores a aperfeiçoar os produtos resultantes deste trabalho e/ou migrar esses produtos para outras tecnologias de programação, tais como: Java, Python, .NET.

4.2 Metodologia da especificação computacional

Segundo Booch, Rumbauch e Jacobson (1999), a modelagem é um dos eixos principais de todas as atividades que levam à implantação de um bom *software*. A escolha por alguns modelos (diagramas) foi feita de forma a elucidar os problemas sugeridos pelo público-alvo da pesquisa – docentes de alunos com deficiência visual – e a definir solução em resposta a necessidades identificadas junto a docentes e discentes no trato com jogos informatizados. Neste capítulo apresentam-se os produtos resultantes (diagramas UML) da fase de análise do sistema que se tinha por objetivo desenvolver.

Os diagramas foram utilizados para representação, sob diferentes perspectivas, do sistema a ser construído, dada a sua complexidade estrutural e comportamental. Para produção dos modelos padronizados, seguindo os padrões da UML, utilizou-se, na fase de análise para a modelagem da ferramenta, o *software* Jude Community Edition v. 3.0.2 (JUDE, 2006), por este apresentar a complexidade adequada e ser distribuído gratuitamente.

Os *design patterns* ou padrões de projeto também foram utilizados para garantir uma solução elegante e reutilizável em todo o processo de desenvolvimento. Os principais padrões usados foram o *State* (padrão de comportamento) e *Singleton* (padrão de criação), além do MVC (*Model/View/Controller*), com o objetivo de separar a solução da interface (GAMA et al., 1994).

4.3 Diagrama de pacotes

O diagrama de pacotes foi estrategicamente adotado por organizar os elementos da modelagem em conjunto maiores para serem manipulados como grupos e tais elementos estarem semanticamente próximos. Na Figura 28 é apresentado o diagrama de pacotes que representa a ferramenta JogaVOX nas versões Windows e DOSVOX. O *software* desenvolvido pode ser visto, então, no diagrama, como um pacote de maior alto nível (JogaVOX) que contém internamente outros pacotes.

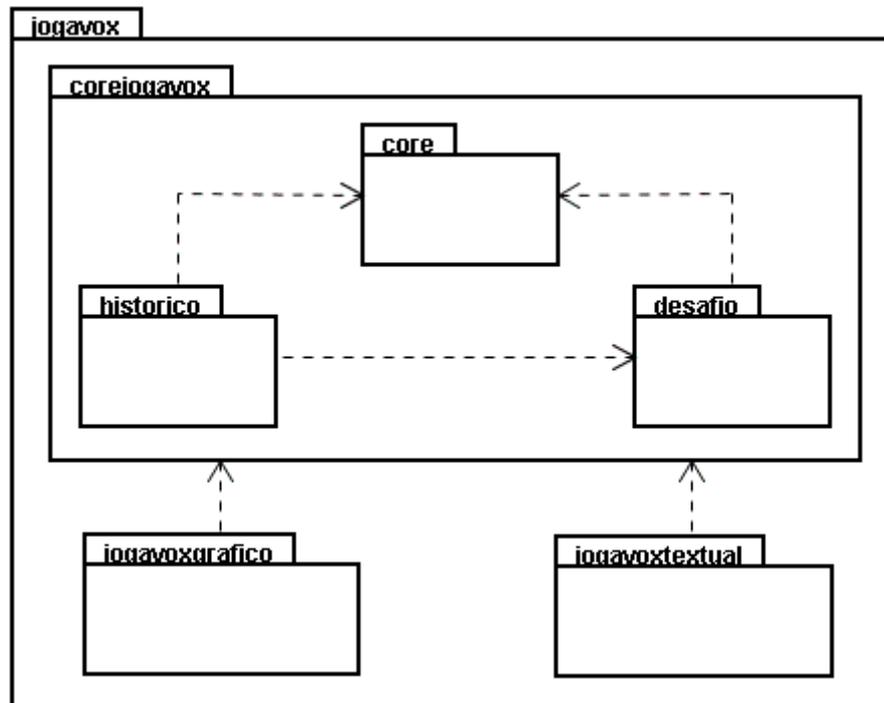


Figura 28 – Diagrama de pacotes da ferramenta JogaVOX nas versões Windows e DOSVOX

4.4 Diagramas de classes

Aqui, também, as classes por pacotes da ferramenta (core, historico, desafio, jogavoxgrafico e jogavoxtextual) são apresentadas de modo a facilitar a visualização, embora, inicialmente, a modelagem não tenha sido feita dessa forma. Destaca-se, contudo, a importância de serem observadas as dependências entre pacotes, como visto na Figura 28.

Sendo o diagrama de classes responsável por mostrar um conjunto de classes, interfaces, colaborações e seus relacionamentos, os diagramas de classes de análise aqui apresentados têm como objetivo demonstrar como as idéias que alicerçaram a construção do *software* JogaVOX foram traduzidas em soluções computacionais. De posse desses modelos, a implementação da ferramenta foi facilitada.

4.4.1 Pacote core

As classes que fazem parte do pacote core (Figura 29) apresentam as classes mais básicas e estruturais da ferramenta JogaVOX.

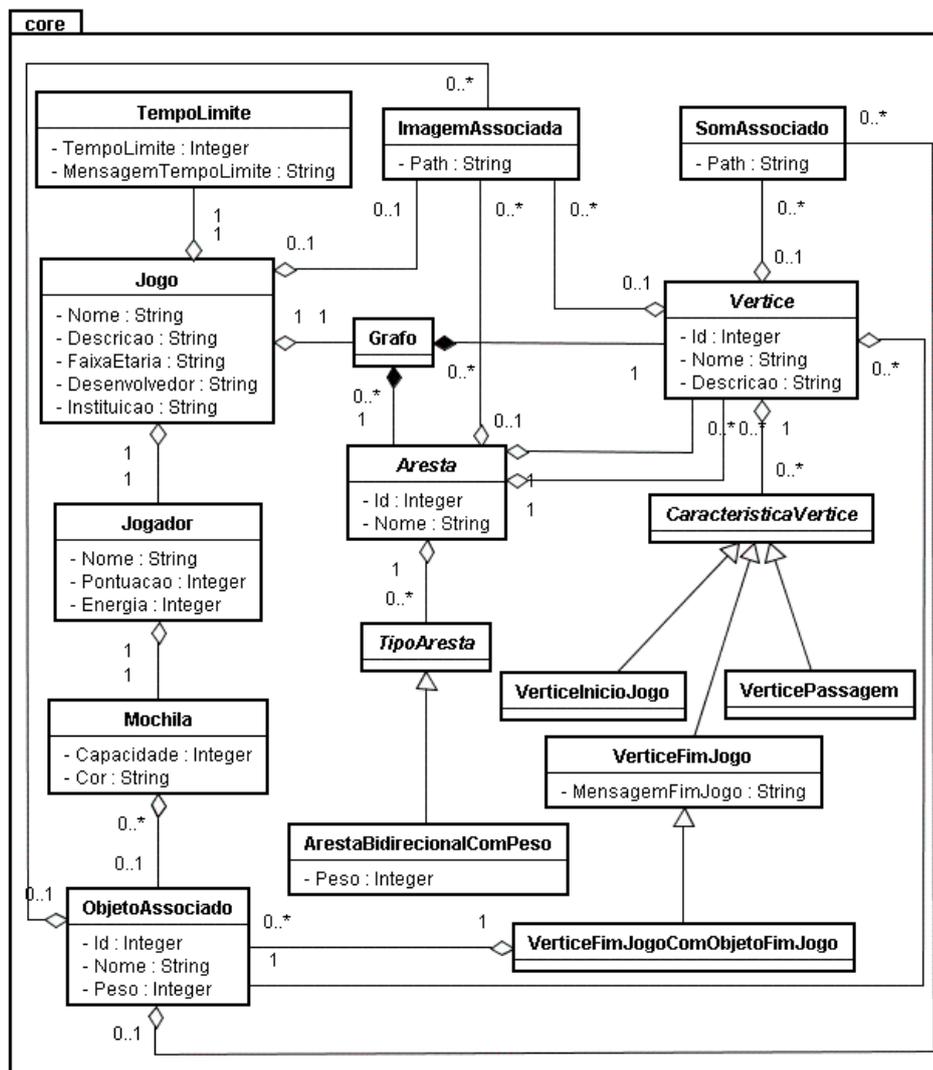


Figura 29 – Diagrama de classes do pacote core

4.4.2 Pacote historico

As classes que fazem parte do pacote historico (Figura 30) objetivam dar sustento à idéia de armazenar o histórico das ações realizadas pelos seus usuários, de forma a ser visto em outra ocasião, conforme descrito no item 3.3.5.

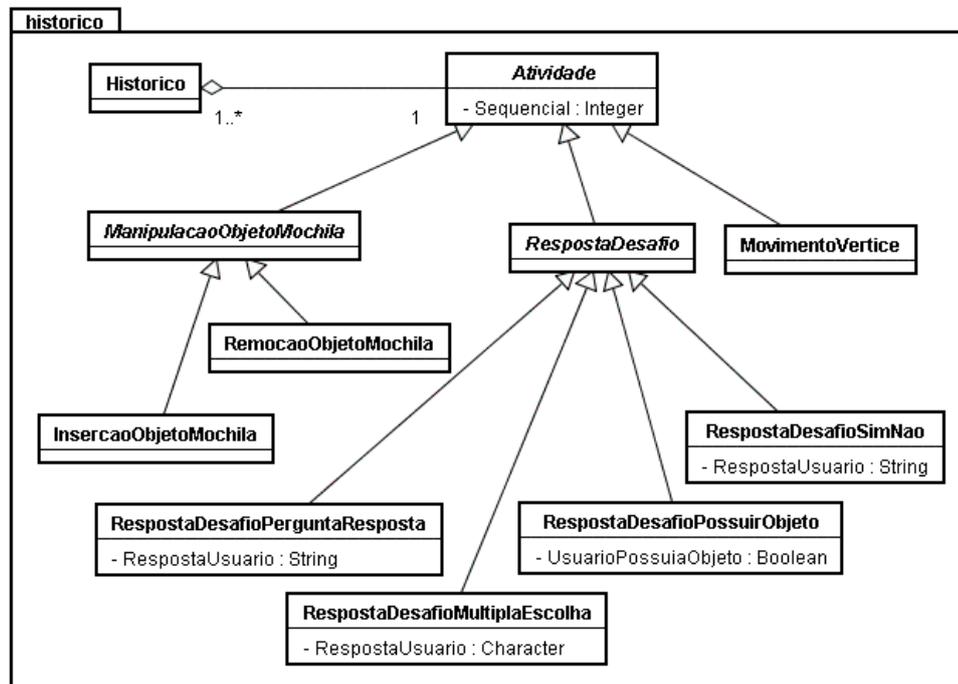


Figura 30 – Diagrama de classes do pacote historico

4.4.3 Pacote desafio

As classes que compõem o pacote desafio (Figura 31) permitem que a ferramenta implemente esses recursos, amplamente configuráveis, de forma interativa e iterativa, nos devidos termos levantados nas entrevistas com o público-alvo para a produção de jogos para deficientes. Os desafios – conforme descrito no item 3.3.2.1 – criam uma forma de realizar testes (desafios) com os usuários, quando da intenção de caminhar entre pontos de visita. Nessa modelagem, os desafios podem ser de quatro tipos: (1) Pergunta e Resposta; (2) Múltipla Escolha; (3) Possuir Objeto; e (4) Sim/Não.

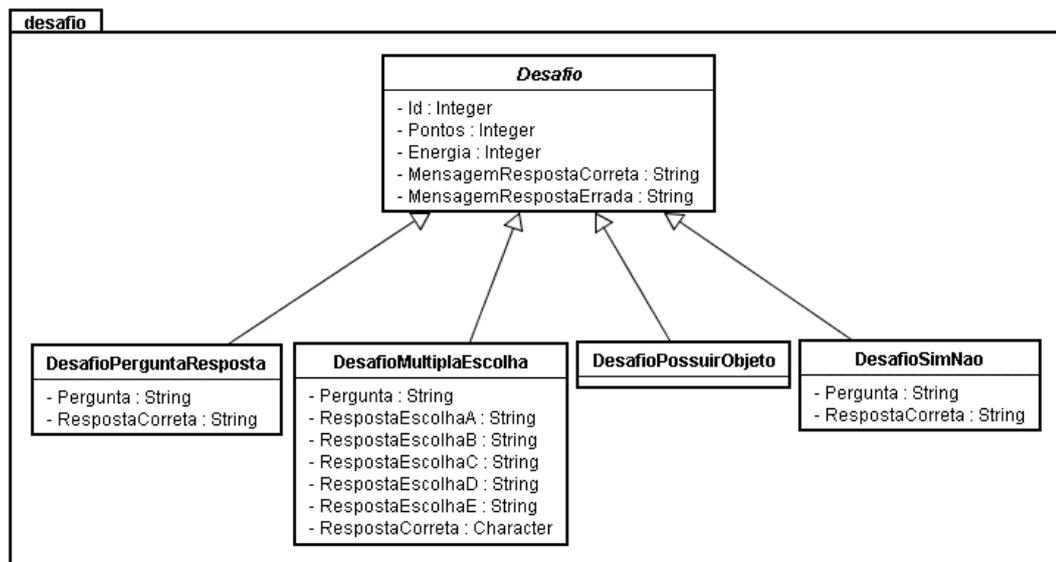


Figura 31 – Diagrama de classes do pacote desafio

4.4.4 Pacote jogavoxgrafico

As classes de análise que compõem o pacote jogavoxgrafico (Figura 32) permitem a criação de objetos, em tempo de execução, que dizem respeito à parte visual da regra de negócio da ferramenta JogaVOX.

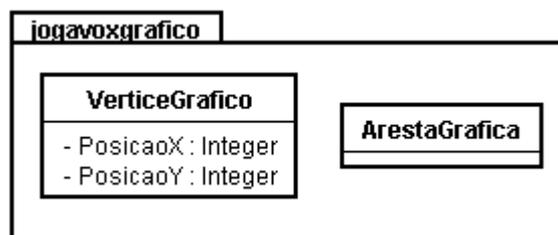


Figura 32 – Diagrama de classes do pacote jogavoxgrafico

4.4.5 Pacote jogavoxtextual

As classes que compõem o pacote jogavoxtextual (Figura 33) permitem a criação de objetos necessários à parte textual da regra de negócio da ferramenta JogaVOX (versão DOSVOX).

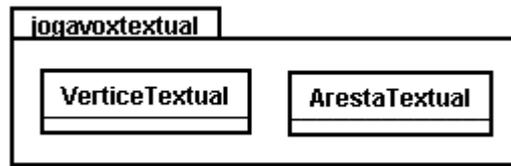


Figura 33 – Diagrama de classes do pacote jogavotextual

4.4.6 Modelo conceitual

O modelo conceitual representa todas as classes e seus relacionamentos dentro dos pacotes anteriormente demonstrados e descritos (core, historico, desafio, jogavoxgrafico e jogavotextual) que compõem a ferramenta JogaVOX (Figura 34).

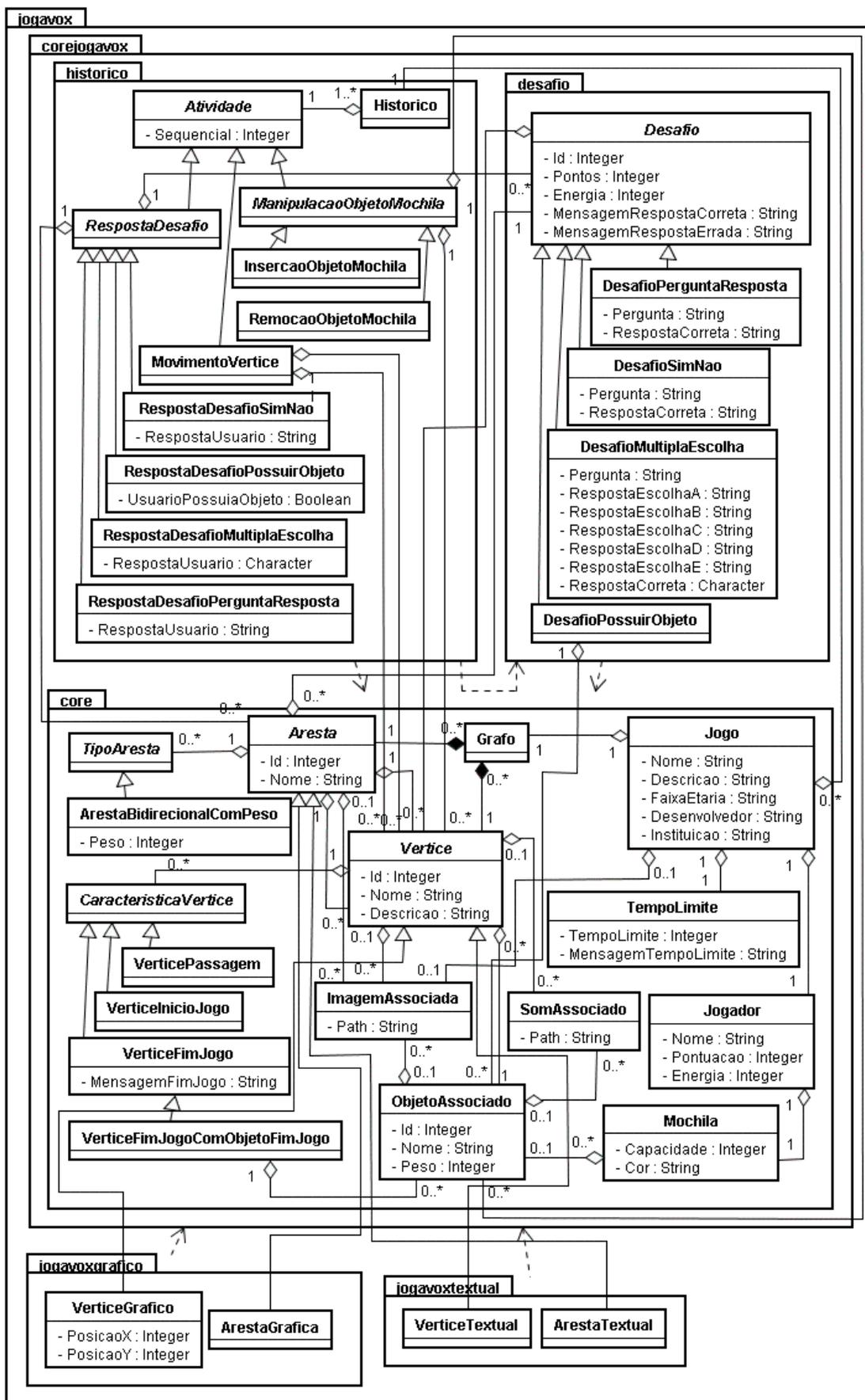


Figura 34 – Modelo conceitual

4.5 Diagramas de casos de uso

Os diagramas de casos de uso são apresentados por terem sido usados para captar o comportamento pretendido do sistema desenvolvido e dos atores envolvidos. Os casos de uso aqui apresentados foram divididos em dois grupos, para melhor entendimento dos recursos e funcionalidades de cada ambiente. O primeiro grupo representa os casos de uso da ferramenta na sua versão gráfica (Windows), e o outro grupo representa os casos de uso da ferramenta para a sua versão textual (DOSVOX).

Segue abaixo a relação dos casos de uso que representam as principais funcionalidades das ferramentas desenvolvidas e que serão detalhados na próxima seção.

Versão gráfica (Windows):

1. Inserir ponto de visita;
2. Remover ponto de visita;
3. Movimentar ponto de visita;
4. Alterar propriedades do ponto de visita;
5. Associar imagem ao ponto de visita;
6. Remover imagem associada ao ponto de visita;
7. Associar som ao ponto de visita;
8. Remover som associado ao ponto de visita;
9. Associar objeto ao ponto de visita;
10. Remover objeto associado ao ponto de visita;
11. Alterar propriedades do objeto associado ao ponto de visita;
12. Associar imagem ao objeto do ponto de visita;
13. Remover imagem associada ao objeto do ponto de visita;
14. Associar som ao objeto do ponto de visita;

15. Remover som associado ao objeto do ponto de visita;
16. Inserir caminho;
17. Remover caminho;
18. Alterar propriedades do caminho;
19. Associar imagem ao caminho;
20. Remover imagem associada ao caminho;
21. Associar desafio ao caminho;
22. Remover desafio associado ao caminho;
23. Alterar propriedades do desafio associado ao caminho;
24. Criar novo jogo;
25. Alterar propriedades do jogo;
26. Associar imagem ao jogo;
27. Simular jogo.

Versão textual (DOSVOX):

27. Simular jogo.

Na Figura 35 e na Figura 36 são apresentados os diagramas de casos de uso das duas versões da ferramenta JogaVOX.

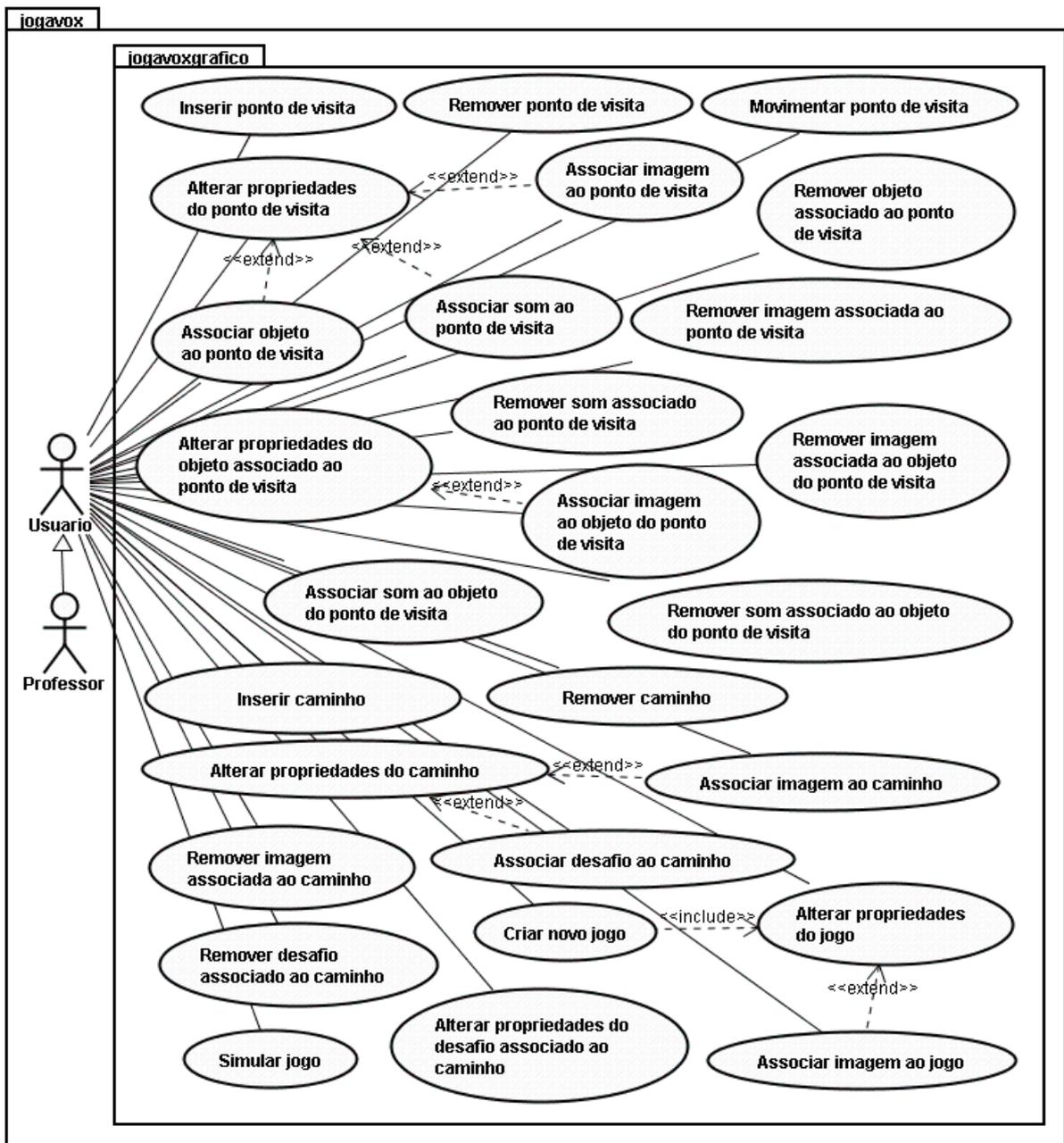


Figura 35 – Diagrama de casos de uso da ferramenta JogaVOX versão Windows

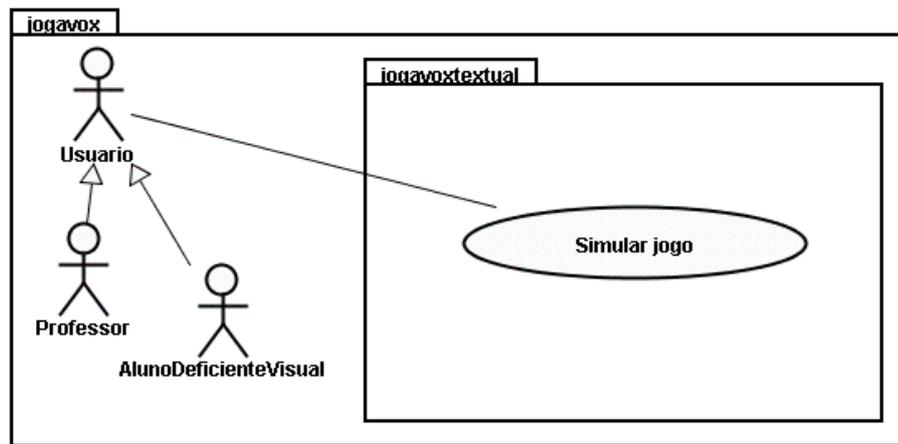


Figura 36 – Diagrama de casos de uso da ferramenta JogaVOX versão DOSVOX

4.6 Descrição dos casos de uso

Nas subseções a seguir, são mostrados os principais casos de uso das ferramentas desenvolvidas, contendo uma breve descrição, ator(es) envolvidos, pré-condições, pós-condições e o fluxo básico dos casos de uso. Também serão apresentados diagramas de seqüência e/ou atividades que representam os casos de uso descritos de forma textual.

4.6.1 Caso de uso: inserir ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor insere um novo ponto de visita ao jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado um novo jogo ou estar editando um jogo anteriormente criado.

Pós-condição: novo ponto de visita gráfico inserido no jogo.

Fluxo básico:

1. O professor solicita ao sistema a criação de um novo ponto de visita;

2. O Sistema aguarda o professor especificar o local (lugar no espaço: coordenadas X e Y) em que será inserido o novo ponto de visita;
3. O professor informa o local inicialmente estipulado para o ponto de visita;
4. O Sistema insere o novo ponto de visita no local indicado pelo professor.

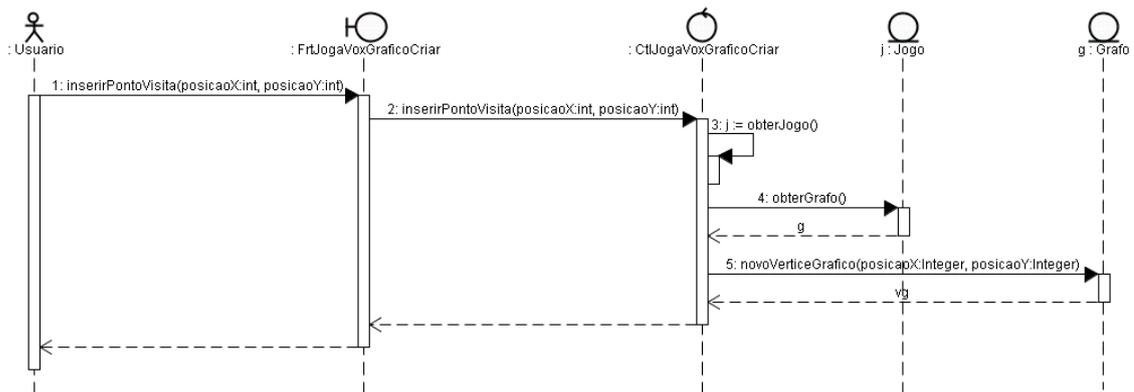


Figura 37 – Diagrama de seqüência do caso de uso: inserir ponto de visita

4.6.2 Caso de uso: remover ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove um ponto de visita do jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o ponto de visita deve ter sido criado anteriormente.

Pós-condição: ponto de visita removido do jogo.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita que deseja remover;
2. O Sistema solicita ao usuário uma confirmação para exclusão do ponto de visita;
3. O professor confirma a remoção do ponto de visita;
4. O Sistema remove o ponto de visita do jogo.

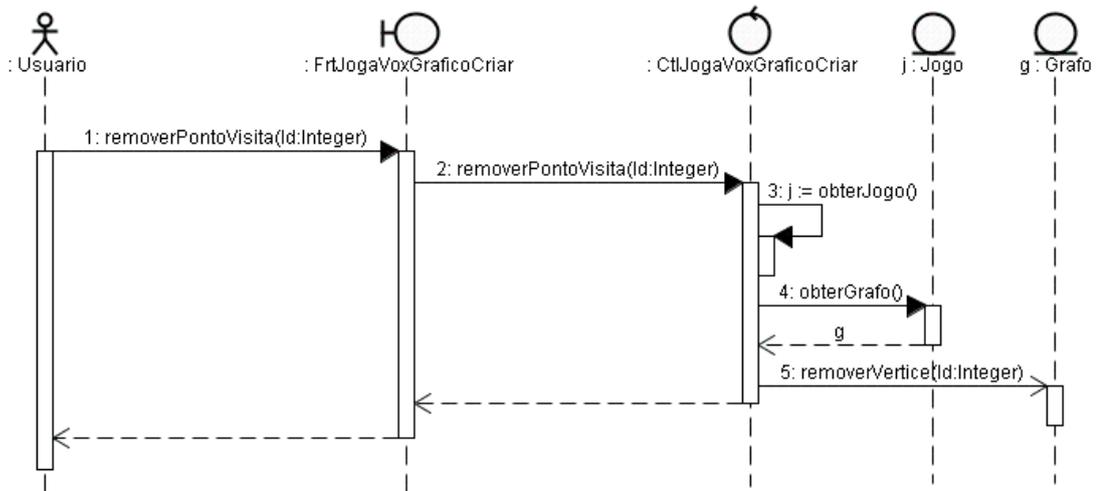


Figura 38 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover ponto de visita

4.6.3 Caso de uso: movimentar ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor desloca, na tela do monitor, o ponto de visita de posição.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita na nova posição da tela.

Fluxo básico:

1. O professor movimenta o ponto de visita na tela;
2. O Sistema desloca o ponto de visita e apresenta o mesmo na nova posição.

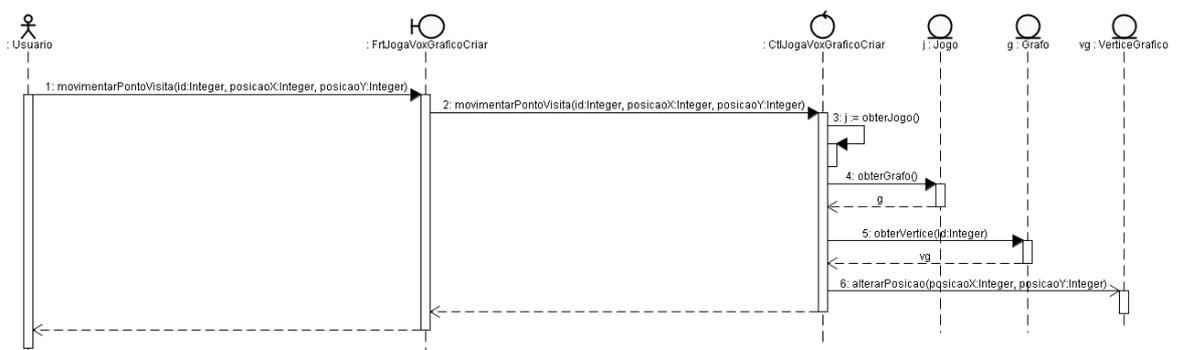


Figura 39 – Diagrama de seqüência do caso de uso: movimentar ponto de visita

4.6.4 Caso de uso: alterar propriedades do ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor altera as propriedades do ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita contendo os novos valores para as suas propriedades.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita do qual deseja alterar as propriedades;
2. O professor informa os novos valores das propriedades do ponto de visita;
3. O Sistema altera as propriedades do ponto de visita.

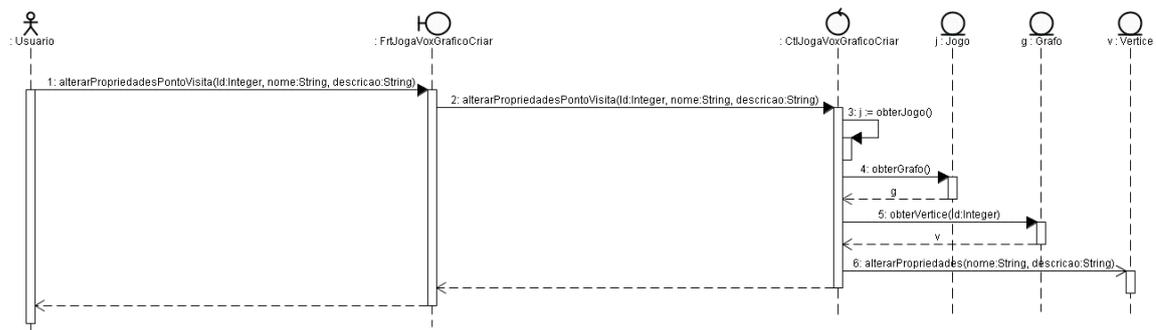


Figura 40 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do ponto de visita

4.6.5 Caso de uso: associar imagem ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa imagem ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita contendo a imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o ponto de visita ao qual deseja associar a imagem;
2. O professor informa o *path* da imagem que deseja associar;
3. O Sistema associa a imagem ao ponto de visita.

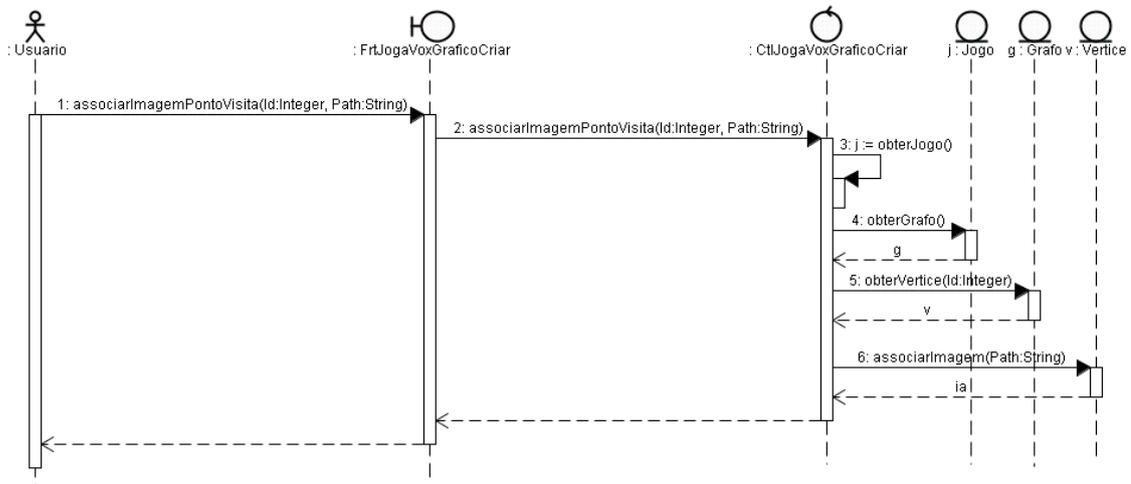


Figura 41 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao ponto de visita

4.6.6 Caso de uso: remover imagem associada ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove a associação da imagem ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado uma imagem ao ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita sem nenhuma imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita do qual deseja remover a associação de imagem a ele vinculada;
2. O professor solicita ao Sistema remover a associação de imagem ao ponto de visita;
3. O Sistema remove a associação da imagem ao ponto de visita.

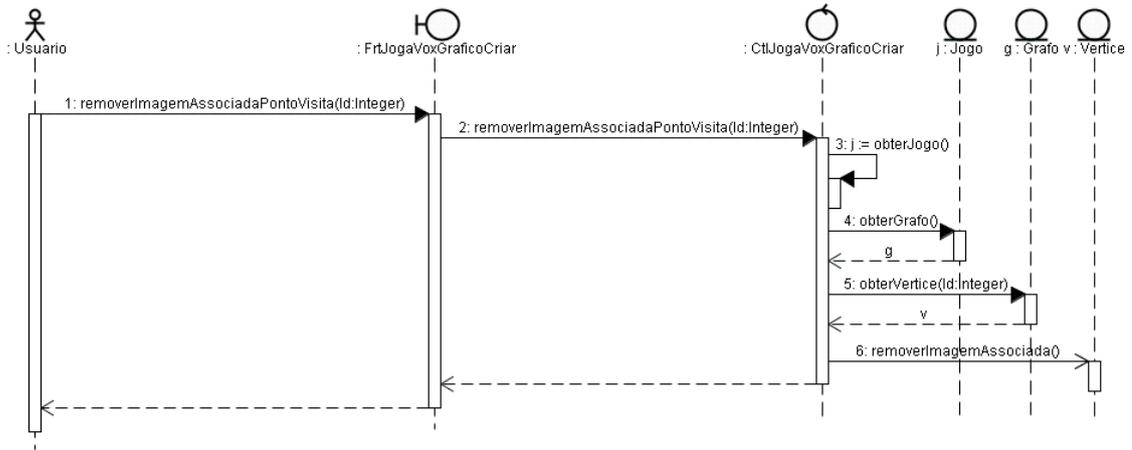


Figura 42 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao ponto de visita

4.6.7 Caso de uso: associar som ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa som ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita contendo o som associado.

Fluxo básico:

1. o professor especifica o ponto de visita ao qual deseja associar o som;
2. o professor informa o *path* do som que deseja associar ao ponto de visita;
3. O Sistema associa o som ao ponto de visita.

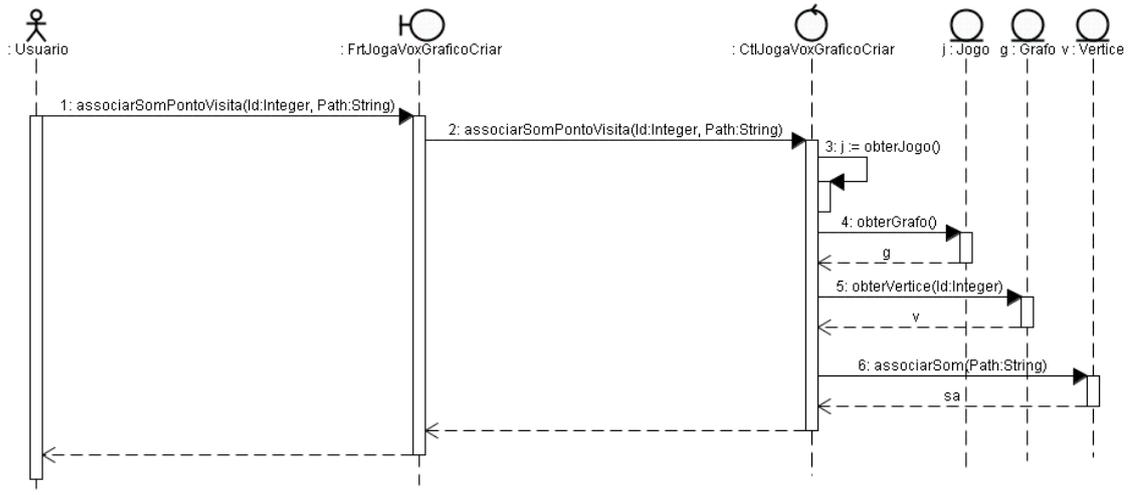


Figura 43 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar som ao ponto de visita

4.6.8 Caso de uso: remover som associado ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove a associação do som ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado um som ao ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita sem nenhum som associado.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita do qual deseja remover a associação com o som;
2. O professor solicita ao Sistema remover a associação do som ao ponto de visita;
3. O Sistema remove a associação do som ao ponto de visita.

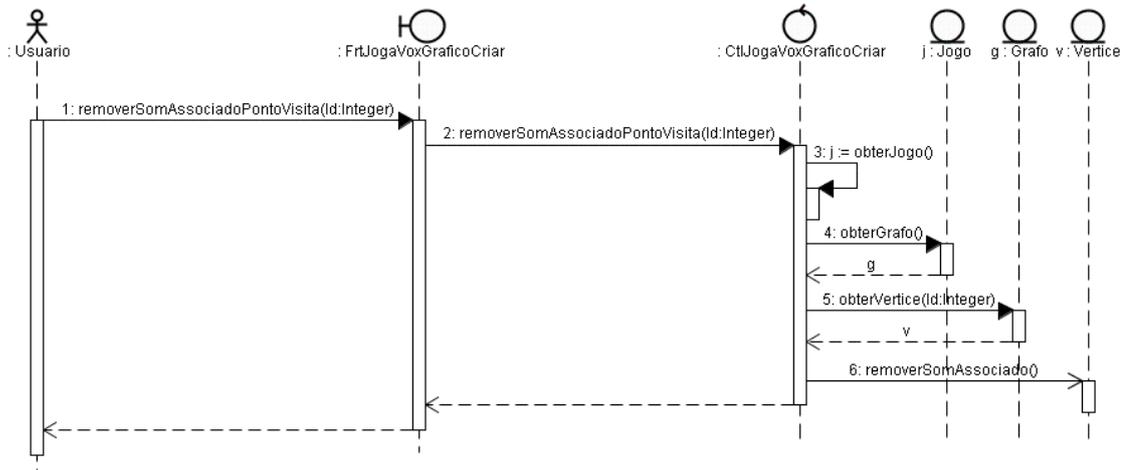


Figura 44 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover som associado ao ponto de visita

4.6.9 Caso de uso: associar objeto ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa um objeto ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita contendo o novo objetivo associado.

Fluxo básico:

1. O professor seleciona o ponto de visita ao qual deseja associar o novo objeto;
2. O professor informa os dados do novo objeto que deseja associar ao ponto de visita;
3. O Sistema associa o novo objeto ao ponto de visita.

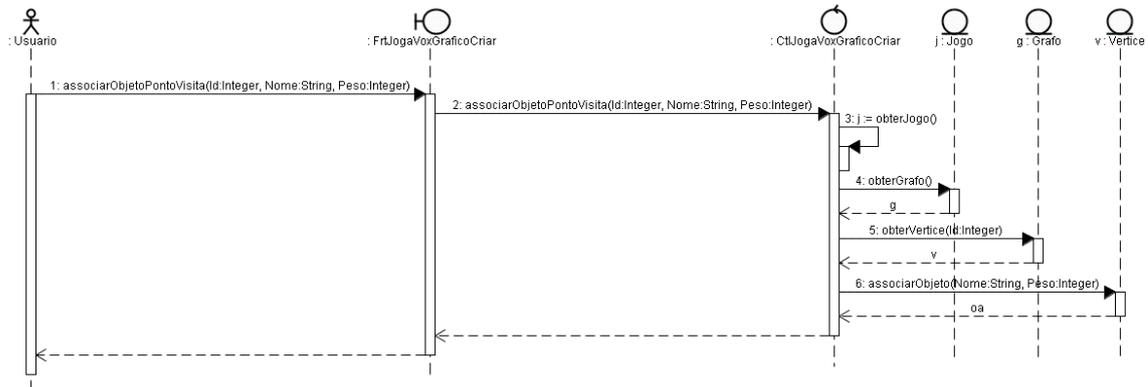


Figura 45 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar objeto ao ponto de visita

4.6.10 Caso de uso: remover objeto associado ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove o objeto associado ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado o objeto ao ponto de visita.

Pós-condição: ponto de visita sem o objeto associado.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita do qual deseja remover o objeto associado;
2. O professor especifica o objeto associado que deseja remover do ponto de visita;
3. O professor solicita ao Sistema remover o objeto associado especificado;
4. O Sistema remove o objeto associado especificado.

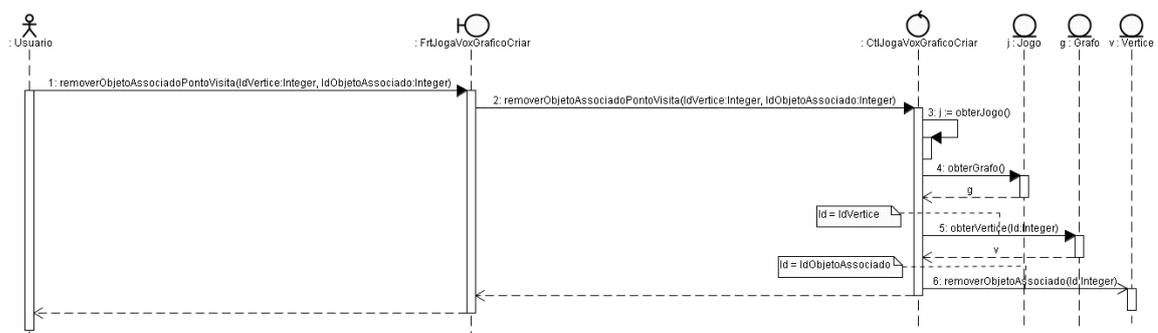


Figura 46 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover objeto associado ao ponto de visita

4.6.11 Caso de uso: alterar propriedades do objeto associado ao ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor altera as propriedades do objeto associado ao ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter associado anteriormente o objeto ao ponto de visita.

Pós-condição: objeto associado ao ponto de visita contendo os novos valores para as suas propriedades.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita que contém o objeto associado do qual deseja alterar as propriedades;
2. O professor seleciona o objeto associado ao ponto de visita do qual deseja alterar as propriedades;
3. O professor informa os novos valores das propriedades do objeto associado selecionado;
4. O Sistema altera as propriedades do objeto associado selecionado.

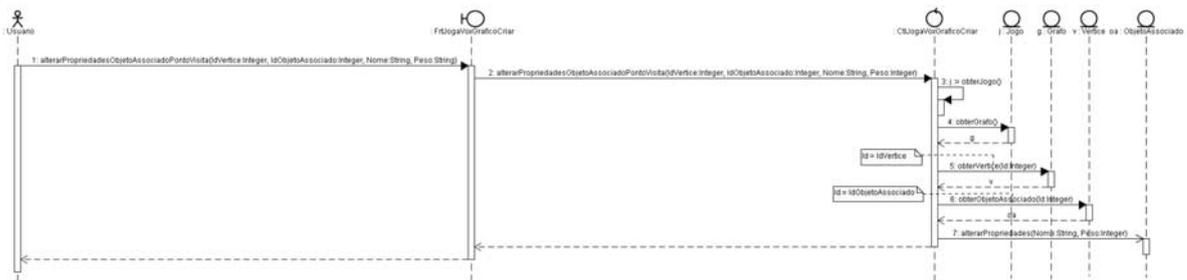


Figura 47 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do objeto associado ao ponto de visita

4.6.12 Caso de uso: associar imagem ao objeto do ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa imagem ao objeto do ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o objeto do ponto de visita.

Pós-condição: objeto do ponto de visita contendo a imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o ponto de visita que contém o objeto ao qual se associará uma imagem;
2. O professor seleciona o objeto que terá a imagem associada;
3. O professor informa o *path* da imagem que deseja associar ao objeto;
4. O Sistema associa a imagem ao objeto do ponto de visita.

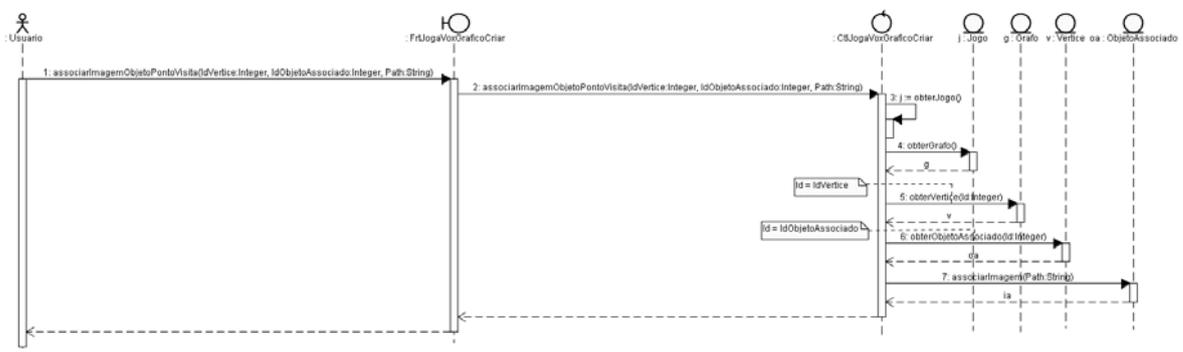


Figura 48 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao objeto do ponto de visita

4.6.13 Caso de uso: remover imagem associada ao objeto do ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove a associação da imagem ao objeto do ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado à imagem ao objeto do ponto de visita.

Pós-condição: objeto do ponto de visita sem nenhuma imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o ponto de visita que contém o objeto do qual a associação de imagem deverá ser removida;
2. O professor informa o objeto que terá a associação com a imagem removida;
3. O professor solicita ao Sistema remover a associação de imagem ao objeto do ponto de visita;
4. O Sistema remove a associação da imagem ao objeto do ponto de visita.

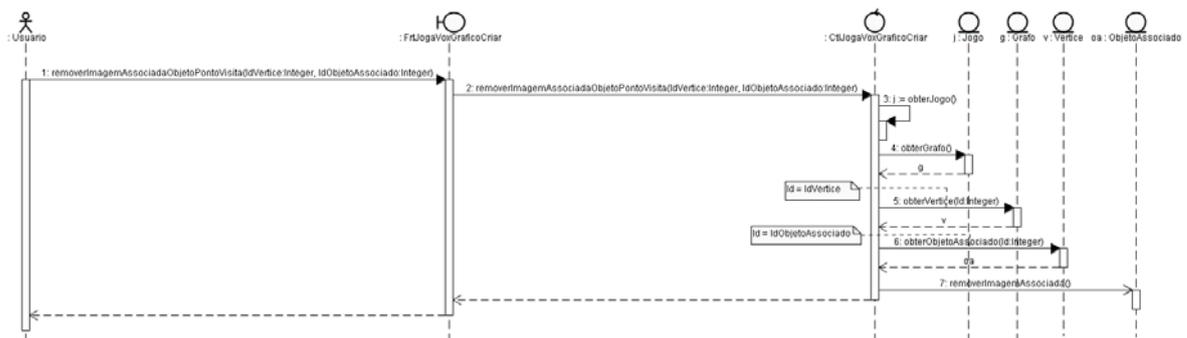


Figura 49 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao objeto do ponto de visita

4.6.14 Caso de uso: associar som ao objeto do ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa som ao objeto do ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o objeto do ponto de visita.

Pós-condição: objeto do ponto de visita contendo o som associado.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita que contém o objeto ao qual se associará um som;
2. O professor seleciona o objeto que terá um som associado;
3. O professor especifica o *path* do som que deseja associar ao objeto selecionado;
4. O Sistema associa o som ao objeto selecionado do ponto de visita.

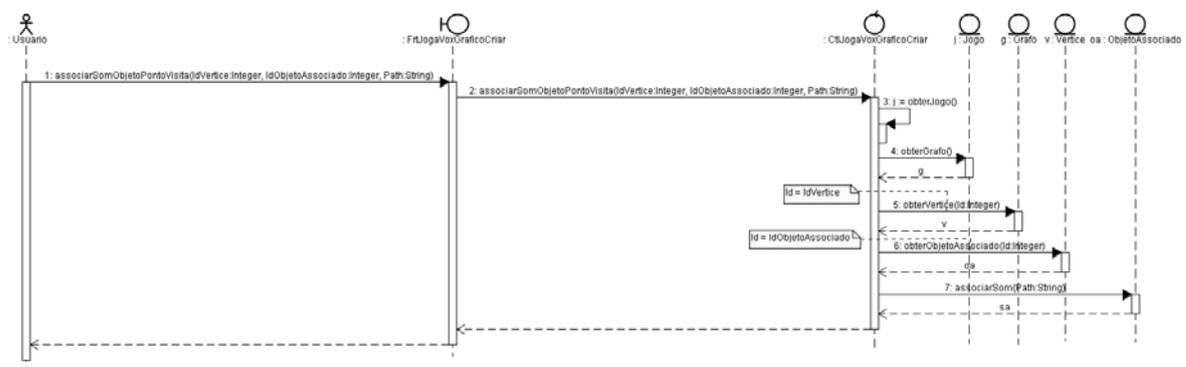


Figura 50 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar som ao objeto do ponto de visita

4.6.15 Caso de uso: remover som associado ao objeto do ponto de visita

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove a associação de som ao objeto do ponto de visita.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado um som ao objeto do ponto de visita.

Pós-condição: objeto do ponto de visita sem nenhum som associado.

Fluxo básico:

1. O professor informa o ponto de visita que contém o objeto do qual se deseja remover a associação com som;
2. O professor informa o objeto que terá a associação com som removida;

3. O professor solicita ao Sistema remover a associação de som com o objeto do ponto de visita;
4. O Sistema remove a associação de som ao objeto do ponto de visita.

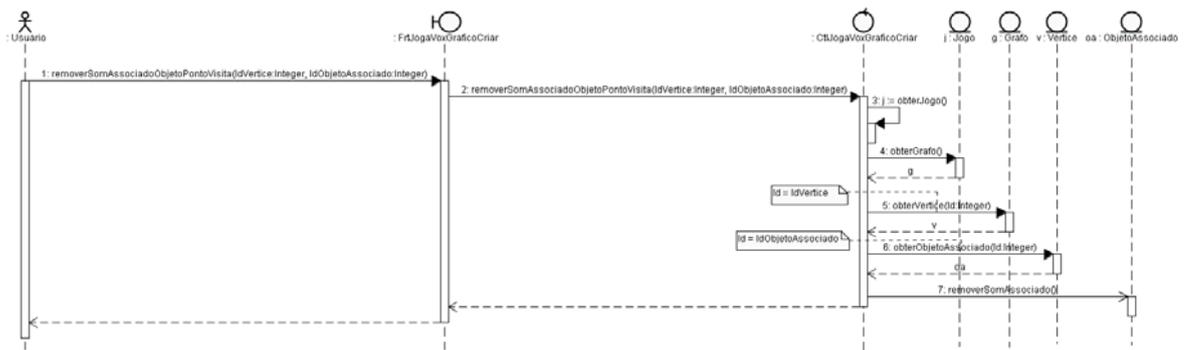


Figura 51 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover som associado ao objeto do ponto de visita

4.6.16 Caso de uso: inserir caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor insere um novo caminho ligando dois pontos de visita ao jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado um novo jogo ou estar editando um jogo anteriormente criado, além de ter criado, no mínimo, dois pontos de visita. Vale também observar que não deve existir um caminho já estabelecido entre esses dois pontos.

Pós-condição: novo caminho gráfico ligando dois pontos de visita inseridos no jogo.

Fluxo básico:

1. O professor solicita a criação de um novo caminho;
2. O Sistema aguarda o professor especificar os dois pontos de visita que serão utilizados para formar o novo caminho;
3. O professor informa os dois pontos de visita;

4. O Sistema insere o novo caminho entre os dois pontos de visita informados pelo professor.

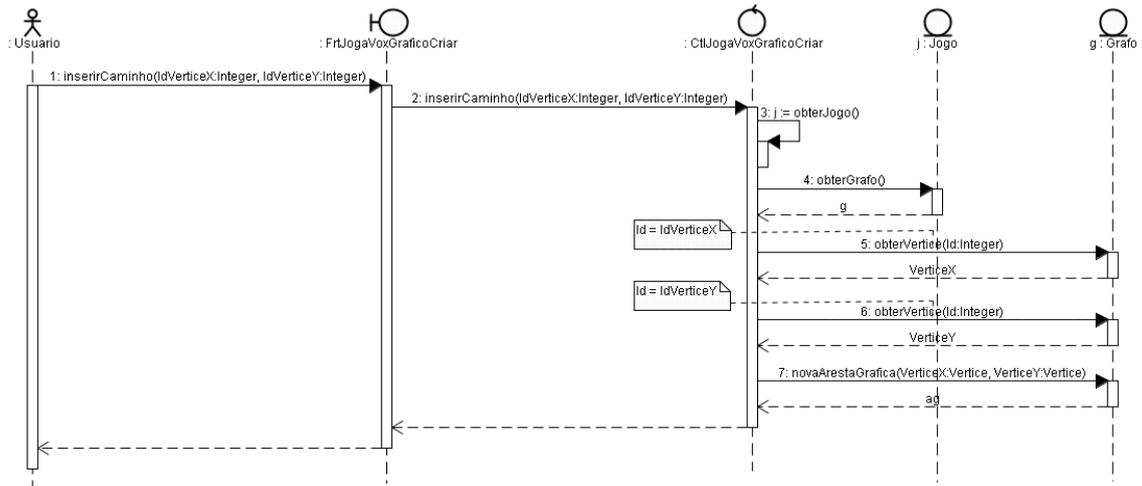


Figura 52 – Diagrama de seqüência do caso de uso: inserir caminho

4.6.17 Caso de uso: remover caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove um caminho do jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o caminho deve ter sido criado previamente.

Pós-condição: caminho removido do jogo.

Fluxo básico:

1. O professor informa o caminho que deseja remover;
2. O Sistema solicita ao usuário uma confirmação para exclusão do caminho;
3. O professor confirma a remoção do caminho;
4. O Sistema remove o caminho do jogo.

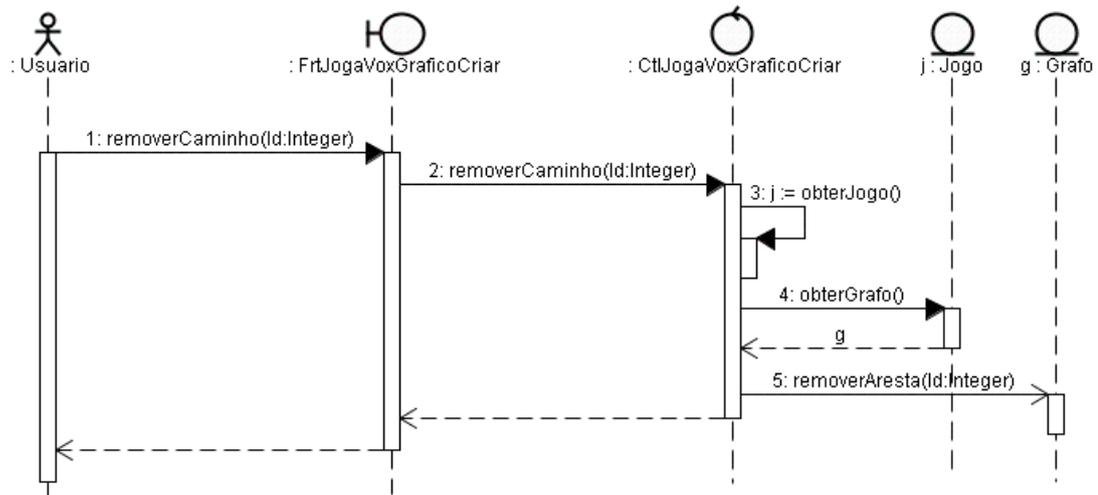


Figura 53 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover caminho

4.6.18 Caso de uso: alterar propriedades do caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor altera as propriedades do caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o caminho.

Pós-condição: caminho contendo os novos valores para as suas propriedades.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o caminho do qual deseja alterar as propriedades;
2. O professor informa os novos valores das propriedades do caminho;
3. O Sistema altera as propriedades do caminho.

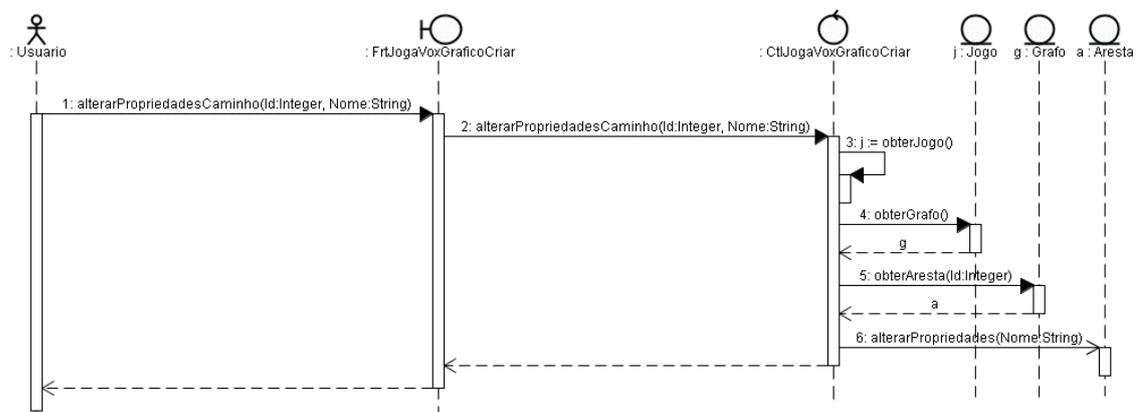


Figura 54 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do caminho

4.6.19 Caso de uso: associar imagem ao caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa imagem ao caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o caminho.

Pós-condição: caminho contendo a imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o caminho ao qual deseja associar uma imagem;
2. O professor informa o *path* da imagem que deseja associar;
3. O Sistema associa a imagem ao caminho.

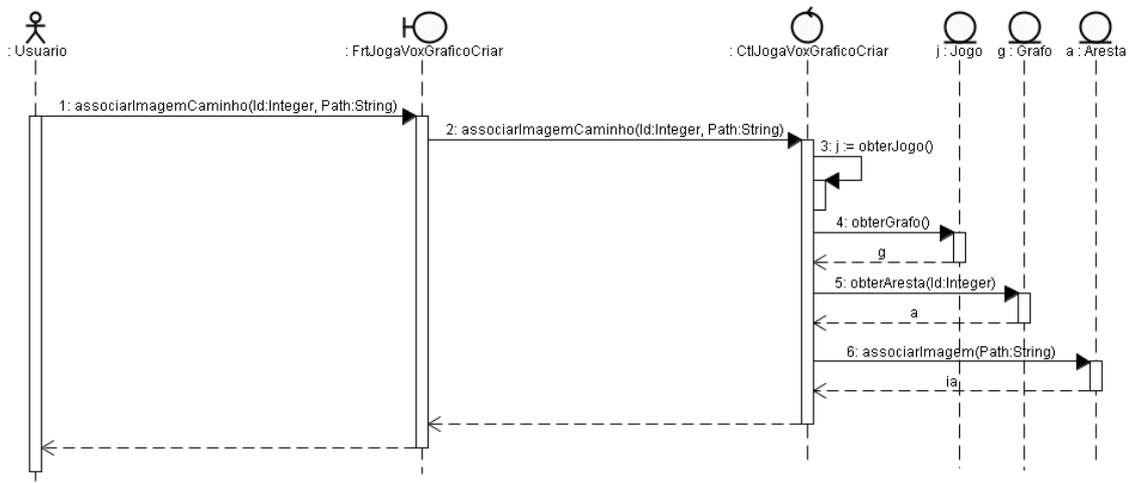


Figura 55 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao caminho

4.6.20 Caso de uso: remover imagem associada ao caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove a associação de imagem ao caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado uma imagem ao caminho.

Pós-condição: caminho sem nenhuma imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor informa o caminho do qual deseja remover a associação com imagem;
2. O professor solicita ao Sistema remover a associação de imagem ao caminho;
3. O Sistema remove a associação de imagem com o caminho.

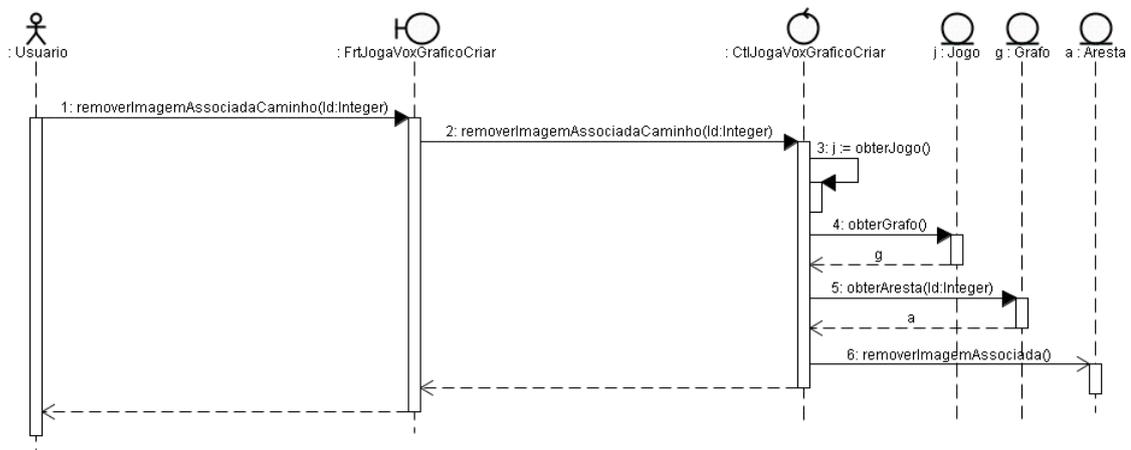


Figura 56 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover imagem associada ao caminho

4.6.21 Caso de uso: associar desafio ao caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa desafio ao caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado anteriormente o caminho.

Pós-condição: caminho contendo o desafio associado.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o caminho ao qual deseja associar desafio;
2. O professor informa as propriedades do desafio que deseja associar;
3. O Sistema associa o desafio ao caminho.

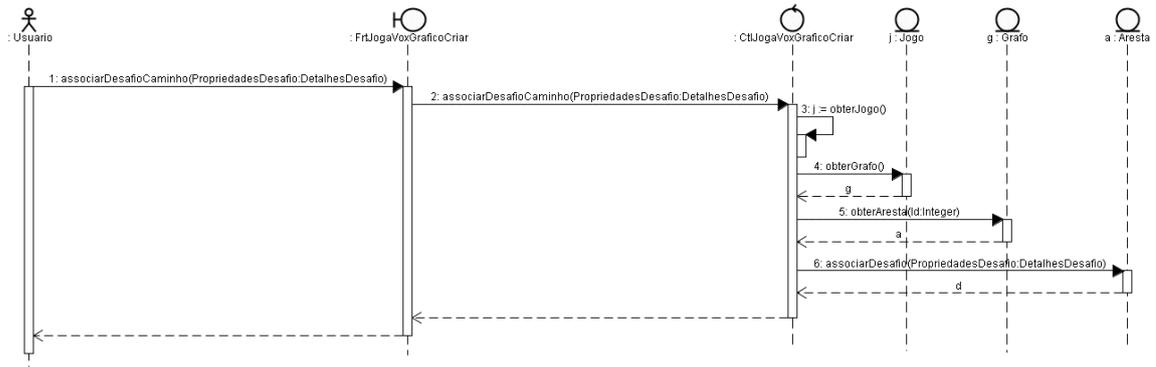


Figura 57 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar desafio ao caminho



Figura 58 – Tipo de dados utilizado nos diagramas de seqüência dos casos de uso: associar desafio ao caminho e alterar propriedades do desafio associado ao caminho

4.6.22 Caso de uso: remover desafio associado ao caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor remove o desafio associado ao caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter anteriormente associado desafio ao caminho.

Pós-condição: desafio associado removido do caminho.

Fluxo básico:

1. O professor informa o caminho do qual deseja remover o desafio associado;
2. O professor solicita ao Sistema remover o desafio associado ao caminho;
3. O Sistema remove o desafio associado ao caminho.

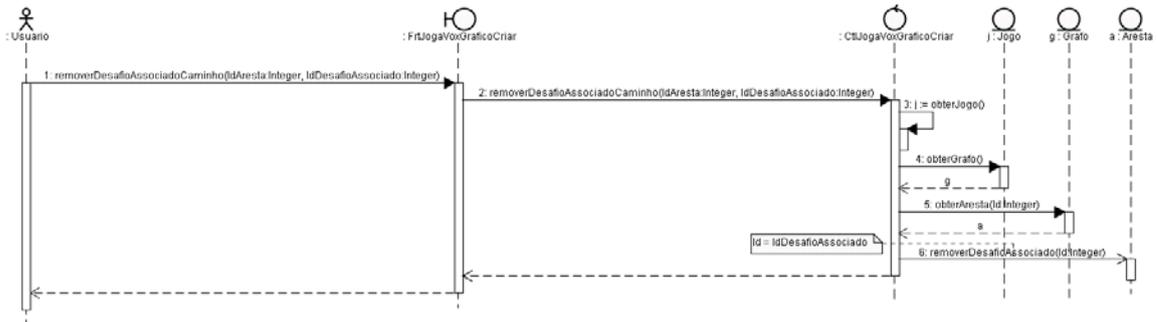


Figura 59 – Diagrama de seqüência do caso de uso: remover desafio associado ao caminho

4.6.23 Caso de uso: alterar propriedades do desafio associado ao caminho

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor altera as propriedades do desafio associado ao caminho.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter associado anteriormente desafio ao caminho.

Pós-condição: desafio associado ao caminho contendo os novos valores para as suas propriedades.

Fluxo básico:

1. O professor especifica o caminho que contém o desafio do qual deseja alterar as propriedades;
2. O professor seleciona o desafio associado do qual deseja alterar as propriedades;
3. O professor informa os novos valores das propriedades do desafio associado;
4. O Sistema altera as propriedades do desafio associado ao caminho.

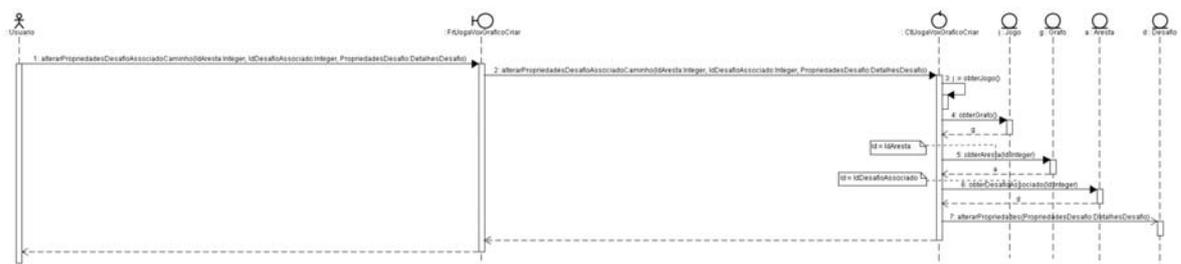


Figura 60 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do desafio associado ao caminho

4.6.24 Caso de uso: criar novo jogo

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor cria um novo jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: nenhuma.

Pós-condição: novo jogo criado.

Fluxo básico:

1. O professor solicita ao sistema a criação de um novo jogo;
2. O Sistema cria o novo jogo.

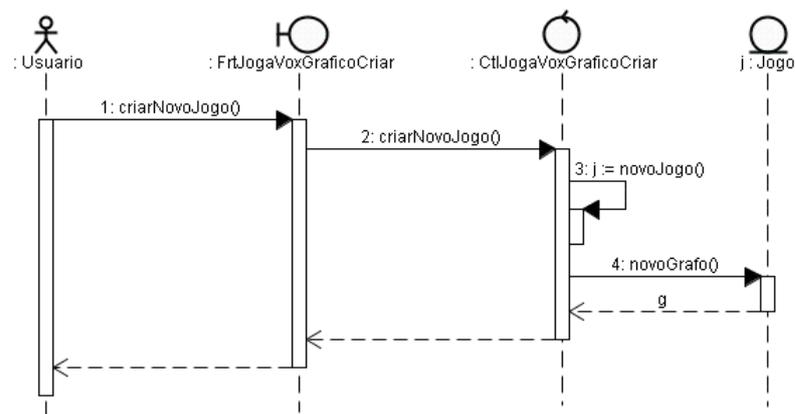


Figura 61 – Diagrama de seqüência do caso de uso: criar novo jogo

4.6.25 Caso de uso: alterar propriedades do jogo

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor altera as propriedades do jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado um novo jogo ou estar editando um jogo anteriormente criado.

Pós-condição: propriedades do jogo alteradas.

Fluxo básico:

1. O professor solicita a alteração das propriedades do jogo;
2. O professor informa os novos valores das propriedades do jogo;
3. O Sistema atualiza as propriedades do jogo.

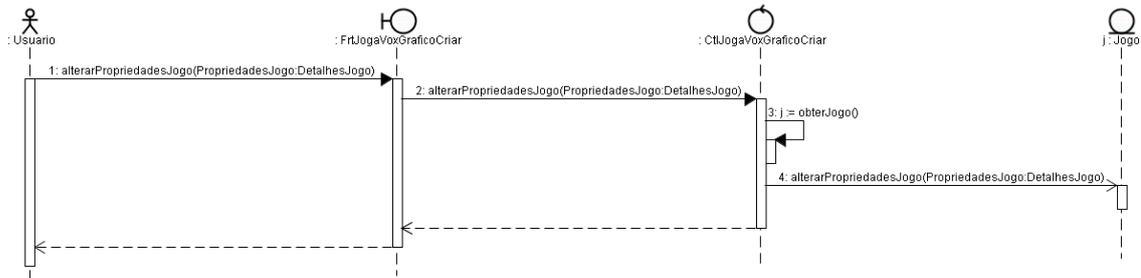


Figura 62 – Diagrama de seqüência do caso de uso: alterar propriedades do jogo



Figura 63 – Tipo de dados utilizado nos diagramas de seqüência dos casos de uso: alterar propriedades do jogo

4.6.26 Caso de uso: associar imagem ao jogo

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versão Windows, o professor associa imagem ao jogo.

Ator(es): professor.

Pré-condição: o professor deve ter criado um novo jogo ou estar editando um jogo previamente criado.

Pós-condição: jogo com imagem associada.

Fluxo básico:

1. O professor solicita ao Sistema a associação de imagem ao jogo;
2. O professor informa o *path* da imagem que será associada ao jogo;
3. O Sistema associa a imagem ao jogo.

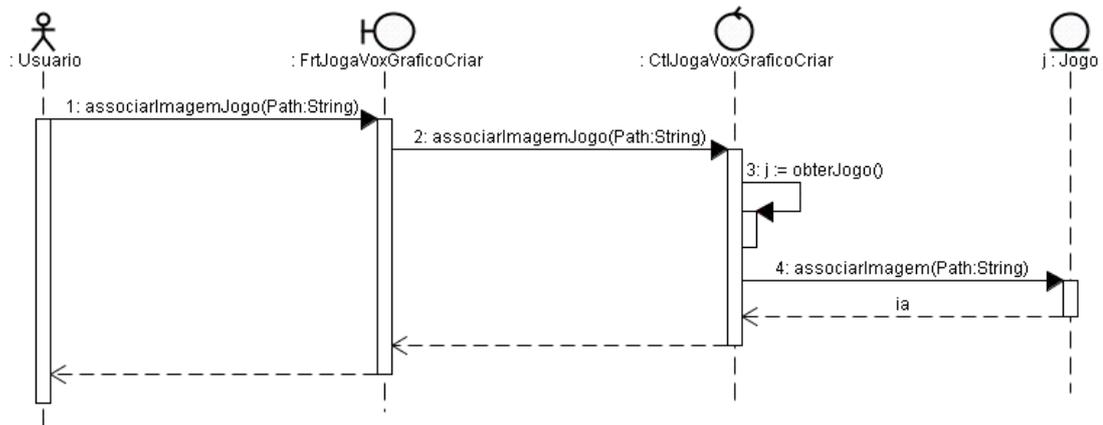


Figura 64 – Diagrama de seqüência do caso de uso: associar imagem ao jogo

4.6.27 Caso de uso: simular jogo

Breve descrição: na ferramenta JogaVOX versões Windows ou DOSVOX, o professor e/ou o aluno podem simular o jogo criado previamente pelo professor.

Ator(es): professor ou aluno (deficiente visual).

Pré-condição: o professor deve ter criado o jogo previamente.

Pós-condição: histórico das ações realizadas durante a simulação.

Fluxo básico:

1. O professor ou aluno (deficiente visual) solicitam ao Sistema o início da simulação do jogo;
2. O Sistema simula o jogo.

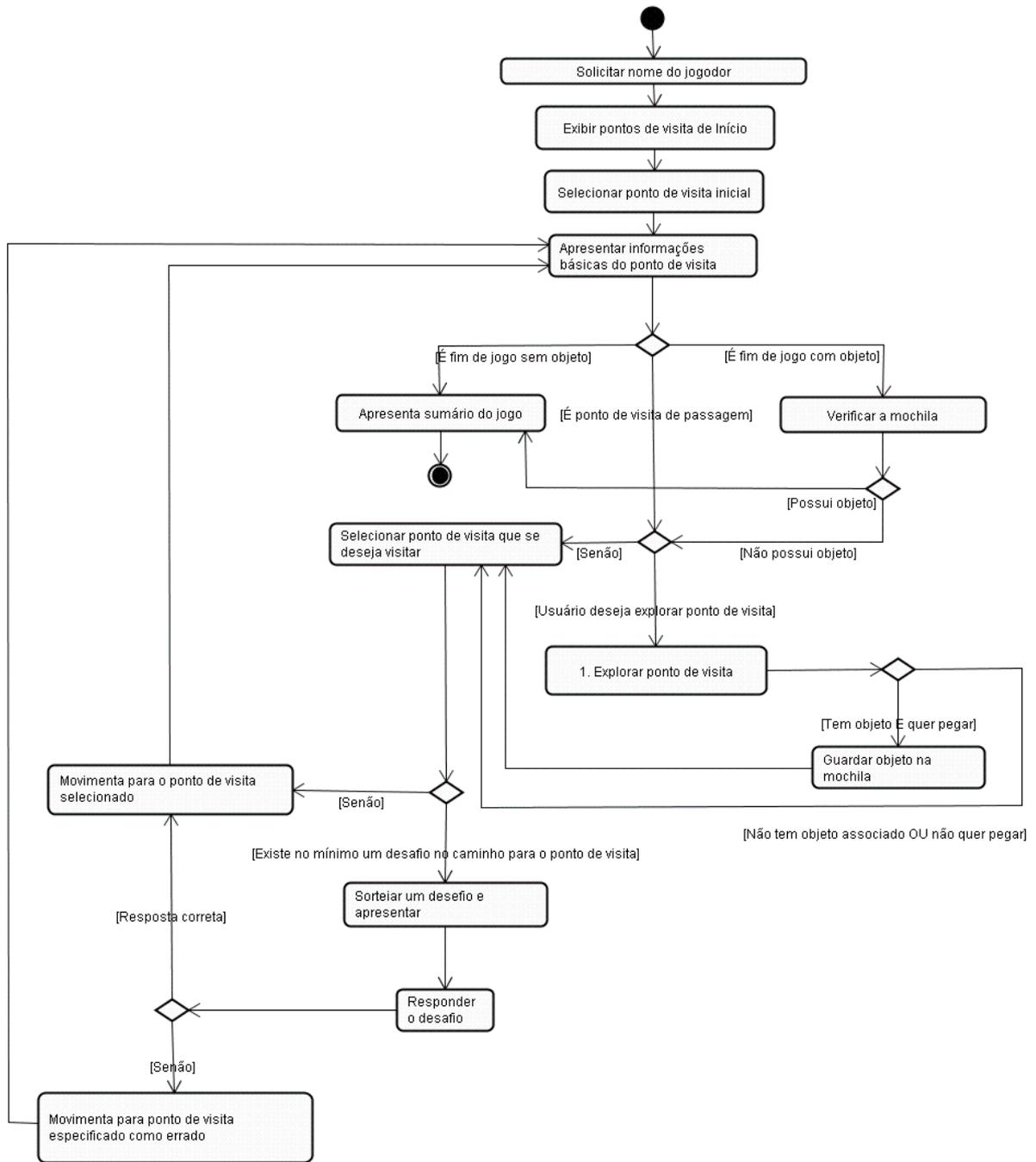
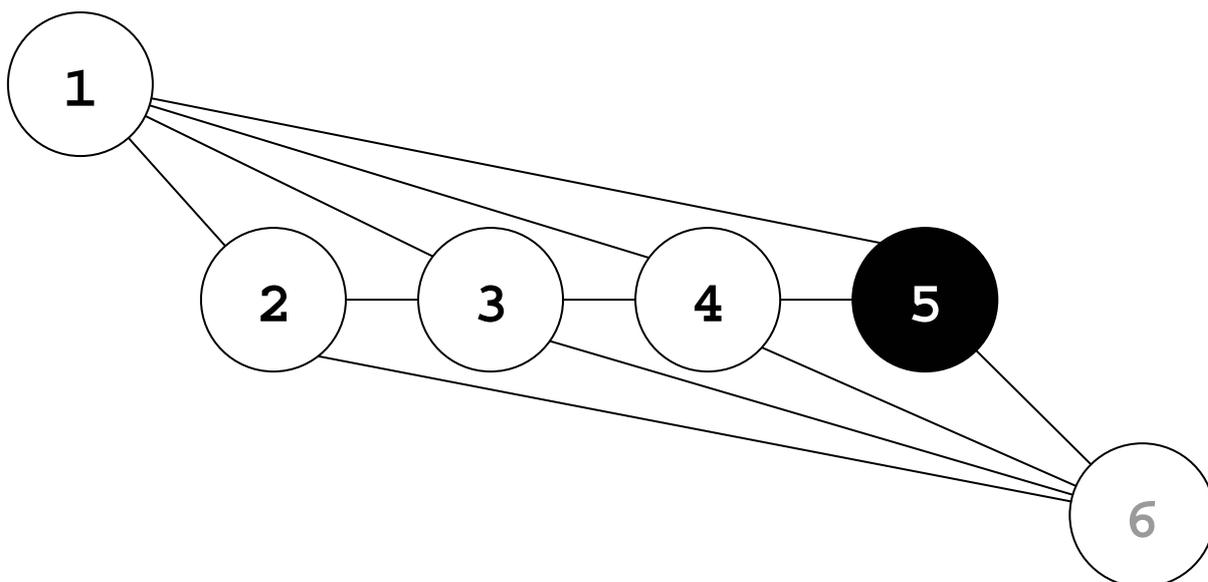


Figura 65 – Diagrama de atividades do caso de uso: Simular jogo



Avaliação da Ferramenta e Testes de Comunicabilidade

Com a implementação do JogaVOX, foi necessário estender a pesquisa à aplicação do sistema aos docentes e, por conseguinte, à aplicação dos jogos criados por esses docentes a seus alunos – deficientes visuais –, visando à efetivação de testes de comunicabilidade da ferramenta para identificação de ajustes e dos possíveis benefícios de seu emprego.

Com os testes, foi observado o comportamento dos atores e do sistema no processo, isto é, no tempo real da interação homem-máquina, bem como avaliados os resultados obtidos na aplicação desses recursos computacionais, por meio da análise dos produtos gerados – seja os projetos de jogo, seja os históricos de sua utilização.

Neste capítulo relata-se esse momento de testagem e avaliação, finalizando com observações julgadas pertinentes do ponto de vista do objeto desta dissertação.

5.1 Metodologia

São descritas, a seguir, as atividades relativas à validação do *software* JogaVOX em termos da identificação de ajustes de sua implementação e, em especial, de sua adequação ao uso, tanto pelos desenvolvedores de jogos (docentes), quanto por seus usuários (alunos deficientes visuais).

O estilo de desenvolvimento da ferramenta utilizou a técnica de prototipagem, mantida forte interação, ao longo do processo, com o coordenador do projeto DOSVOX, uma professora especializada em produção de multimídia (inclusive para deficientes) e uma professora de DOSVOX, buscando-se, assim, a adequação do *software* aos requisitos do projeto. Como se tinha o objetivo de avaliar a interação do sistema junto a pessoas com diferentes níveis de habilidades computacionais, foi escolhido o estilo de testes de produto conhecido como **Testes de Comunicabilidade** (OLIVEIRA NETTO, 2004). Nesse estilo de testes, o projetista interage intensamente com o usuário, produzindo o registro de suas reações – em especial, das interjeições –, para posteriormente analisá-las.

Os testes de comunicabilidade são talhados para uso em projetos que envolvem predominância de IHC e produzem, com poucos casos de testes, uma convergência rápida na detecção de erros mais sérios de interface. Embora não tenha sido encontrada nenhuma confirmação teórica na bibliografia consultada, pode-se conjecturar que a avaliação pode ser prejudicada pela proximidade (ou intimidade) do projetista com o usuário, que algumas vezes acaba agindo como tutor e não como avaliador.

Os testes de comunicabilidade foram realizados com duas pessoas com perfis diferentes: uma, com experiência anterior em projetos de jogos para deficientes; outra, conhecedora da pedagogia para deficientes, mas com pouca vivência computacional em projeto.

Na fase de prototipação, os jogos produzidos foram testados com dois funcionários do Centro de Apoio Educacional ao Cego (CAEC) e dois jovens cegos, usuários do projeto DOSVOX.

5.2 Estratégias gerais para testes de desenvolvimento e de uso

Os testes realizados com a ferramenta JogaVOX objetivavam avaliação para garantir não apenas que a ferramenta funcionava como o esperado, mas que as hipóteses levantadas no início da pesquisa tivessem sido confirmadas, ou seja, se: 1. essa ferramenta tornava possível a criação de jogos por pessoas especialistas em educação de deficientes visuais, embora não apresentassem grande *expertise* em programação; 2. o produto (um jogo) obtido por intermédio da ferramenta poderia ser usado sem dificuldade e com razoável interesse por deficientes visuais.

Além desses aspectos básicos, era fundamental verificar também se o sistema oferecia uma Interação Humano-Computador (IHC) adequada, resultado que não é conseguido unicamente pela exibição bem organizada de elementos, mas sim quando se consegue estabelecer uma ponte entre os objetivos que se deseja alcançar e a resposta oferecida pelo sistema aos *inputs* gerados.

Os usuários do sistema – em particular, os professores – provavelmente não são pessoas experientes em informática, nem têm familiaridade com os jargões utilizados habitualmente em Jogos. Assim, essa IHC toma alguns aspectos bem diferentes das IHCs das *engines* de construção de jogos atuais⁸.

Outro aspecto especialmente diferente de IHC é que, aqui, a busca de um visual atraente é quase irrelevante; o que importa para o público-alvo é o som – mesmo se considerado que é possível haver turmas mistas, convivendo alunos deficientes visuais de diferentes tipos e graus em classes de alunos com visão normal, o que justifica, por exemplo, a inclusão opcional de gráficos estáticos. Outra observação importante é que os jargões utilizados pelos projetistas de jogos também são pouco familiares aos projetistas-alvo, e dessa forma os diálogos devem ser criados com muito mais cuidado.

⁸ Os jogos do DOSVOX têm alguma semelhança com os jogos textuais dos primeiros microcomputadores (Altair, TK-85, etc.).

A literatura faz referência a várias formas para realização de testes na área da computação com a intenção de assegurar que uma IHC é adequada a um certo uso. Oliveira Netto (2004) sugere que os testes para avaliação de IHCs sejam classificados em:

a) Testes de usabilidade – são testes que têm como intenção medir de forma quantitativa o valor que o sistema atinge para fatores de usabilidade de interesses tomados individualmente (Engenharia de Usabilidade). São testes tipicamente estatísticos, em que o programa a testar é aplicado a muitas pessoas, que registram em formulários aspectos relevantes. Esses formulários são depois organizados e tabulados para se encontrar os pontos mais críticos;

b) Testes de comunicabilidade – segundo Souza et al. (OLIVEIRA NETTO, 2004, apud SOUZA et al.), são testes que avaliam a possibilidade que o sistema possui de comunicação com o usuário e, com essa finalidade, o método de avaliação propõe um conjunto de interjeições a serem utilizadas pelo usuário nesse diálogo ou em sua ruptura (engenharia semiótica). Esse mesmo autor diz que os testes de comunicabilidade permitem a sua aplicação a um número menor de participantes, embora a análise dos dados coletados passe por fatores subjetivos e complexos;

c) Prototipagem – o desenvolvimento é feito concomitantemente com testes freqüentes, que permitem ao desenvolvedor do sistema avaliações rápidas e de baixo custo. A partir desses testes aplicados a um protótipo, são verificadas, entre outras, as seqüências de operação, funcionalidade, comunicabilidade e as necessidades de suporte.

5.2.1 Testes na fase de desenvolvimento

Ao longo do processo de desenvolvimento do sistema foi utilizada a técnica de Prototipagem para mostrar que a proposta de forma iterativa era viável em sua abrangência e adequada aos requisitos levantados, e, ainda, esclarecer funcionalidades específicas e algumas

experimentais. O modelo incremental de desenvolvimento de *software* propõe sua construção em pequenas partes operacionais, chamadas “incrementos” (PRESSMAN, 1997), que são usados para contínuas avaliações dos requisitos e detecções de falhas ou deficiências. No final do ciclo, um novo incremento é gerado, normalmente incorporando o incremento anterior.

Tal técnica foi aplicada em uma atividade conjunta com os integrantes do CAEC, serviço oferecido pelo NCE/UFRJ. Nessa fase do desenvolvimento foram criados protótipos incrementais (ou seja, ampliando o protótipo anterior para obter novas funcionalidades), que eram apresentados a um “*expert*”. Foram escolhidos três *experts*: o coordenador do projeto DOSVOX e co-orientador desta dissertação (E1); uma professora de sala de recursos com ampla experiência como projetista de multimídia, autora da definição de diversos jogos do DOSVOX e de CD-ROMs educativos (E2); uma professora cega, especializada em treinamento de DOSVOX (E3). Sugestões e erros detectados na versão testada eram imediatamente considerados na produção de uma versão nova e ampliada.

Foram geradas 60 (sessenta) versões incrementais de protótipo do editor e 14 (quatorze) da versão de apresentação, o que foi um número surpreendentemente alto para as expectativas iniciais, representando um trabalho muito mais complexo do que o imaginado. Um olhar mais crítico sobre como essa contagem foi obtida, terá ingredientes para criticar o método usado:

- a projetista não tinha muita familiaridade com programação no ambiente Delphi (DELPHI, 2005) e, dessa forma, grande número de protótipos foram feitos no intuito de encontrar soluções para problemas específicos pelos quais uma pessoa experiente nesse sistema não teria passado. Todavia, a esse argumento pode-se contrapor que sempre haverá problemas que uma determinada pessoa não domine, especialmente em sistemas que envolvem novidades de produtos e uso de tecnologia pouco conhecida do público em geral, como por exemplo, programação para o sistema DOSVOX;

- não houve o cuidado de se utilizar um sistema de contagem que diferenciase mudanças pequenas ou cosméticas de grandes mudanças. A esse argumento pode-se contrapor que, se houve mudanças, foi porque elas foram necessárias ou desejáveis, e houve um aprendizado que levou a essa decisão.

Entretanto, este não é um trabalho que analisa a técnica de prototipagem. As observações aqui colocadas são fruto da experiência de desenvolver um sistema complexo e de proporções relativamente grandes, com uso de ferramental pouco dominado pela maioria de programadores. O uso dessa técnica fez com que o produto final fosse construído com bastante fidelidade aos desejos dos participantes no processo de prototipagem, podendo essa adequação provavelmente ser extrapolada, mesmo que com restrições, para outros usuários.

5.2.2 Testes de validação das hipóteses da pesquisa

Na validação das hipóteses da dissertação, os testes de comunicabilidade permitiram avaliar, em termos qualitativos, alguns problemas de interação e usabilidade da interface dos módulos implementados, mediante coleta e análise dos dados obtidos durante os testes. A escolha desses testes também foi motivada pela necessidade de redução do tempo e da quantidade de pessoas para testar a IHC – características desse tipo de teste –, o que seria um fator muito positivo dado o prazo exíguo para obter resultados publicáveis para a conclusão deste trabalho.

A técnica básica consiste no acompanhamento muito próximo do uso do programa em teste para o desenvolvimento de uma tarefa de tamanho pequeno ou médio por parte do usuário. O diálogo entre o projetista e o usuário é livre, mas o primeiro deve abster-se de agir como tutor, embora, às vezes, isso seja impossível para o prosseguimento do teste. Em situação ideal, as ordens são dadas intuitivamente e o sistema obedece perfeitamente às ordens da pessoa. Na

prática, isso não acontece, e o resultado é a ocorrência de interjeições que são expressas pelos usuários nas situações de falta de adequação. É interessante notar que, algumas (poucas) vezes, as interjeições representam exatamente o contrário, ou seja, o usuário na verdade afirma que está adequado.

As interjeições pesquisadas foram as mesmas sugeridas para identificação dos problemas relacionados com a comunicação da IHC, como descrito na referência por Oliveira Netto (2004):

Tabela 9 – Algumas interjeições comumente encontradas nos testes de comunicabilidade.

Interjeição	Problema
Cadê?	Navegação
E agora?	
Que é isso?	Atribuição de significado
Para mim está bom...	
Ué, o que houve?	
Por que não funciona?	
Epa!	Navegação/atribuição de significado
Onde estou?	
Não dá.	Falha de execução de tarefa
Deixa pra lá...	Incompreensão de como usar – <i>affordance</i>
Não, obrigado.	Recusa de usar – <i>affordance</i>

Com a utilização dessa técnica, foi possível detectar alguns problemas de ruptura na comunicação (por exemplo, interações inadequadas ou inesperadas, ou comportamento anômalo do programa) e algumas dificuldades de entendimento da lógica de funcionamento do sistema pelos usuários (ou seja, dos professores, quando testando a ferramenta de construção dos jogos, e dos alunos, na execução do jogo criado). É interessante notar que os pontos falhos encontrados nos testes de uso foram relativamente simples de corrigir, provavelmente porque a implementação – orientada a objetos – foi feita com a participação de pessoas muito experientes apoiando a prototipagem.

Foi observado, entretanto, que é necessário produzir, à medida que um número considerável de jogos seja criado, uma nova avaliação para melhoria da ferramenta,

provavelmente usando, agora, testes de usabilidade convencionais, pois não deverá haver maiores ganhos em relação à interação do desenvolvedor com os usuários nessa nova fase.

5.3 Da necessidade de um roteiro para elaboração de um jogo

A orientação da *expert* E2 em projetos de multimídia tornou clara a necessidade de se estabelecer, na ferramenta, um padrão de interface de criação que se adaptasse facilmente à atividade de roteiro, fato amplamente conhecido pelos projetistas de *games* profissionais, mas que, neste projeto, era julgado como irrelevante, dada a pequena complexidade dos jogos que se julgava possível criar. Contudo, mesmo para um jogo simples, a criação de um pequeno roteiro mostrou-se imprescindível logo nos primeiros testes de prototipagem (Apêndice B).

O roteiro, sob o ponto de vista das técnicas nomeadas de “*Game Design*”, tem como objetivo apoiar o processo de “fluxo de funcionamento” do jogo. É razoável supor que o que importa nos *games* de computador é “o que é” e “como é” apresentado o jogo, e não a técnica usada para fazê-lo: em outras palavras, vale a “arte” de exibir a apresentação do jogo para despertar grande interesse no jogador.

Foi observado que certos roteiros de projetos de jogos existentes, gerados no sistema DOSVOX e de outros produzidos com base nele – aos quais se teve acesso durante a prototipagem do editor –, têm clara influência dos *storyboards* de cinema, muito mais do que dos fluxogramas ou algoritmos de computação. Em particular, alguns deles (Contavox, Letravox, Letrix, entre outros) foram projetados por uma pessoa que não sabe programar (E2), que criou o roteiro a ser implementado, indicando as ações desejadas com descrição semelhante a um *storyboard* em que eram apresentadas as telas e/ou mensagem que deveriam aparecer nas diversas situações, para depois, então, serem prototipados pelo *expert* (E1), para avaliação antes de sua construção final.

Não se pode esquecer, porém, que as técnicas usuais de geração de *storyboards* estão fortemente direcionadas para a construção de jogos com interface visual complexa e de grande apelo visual e, portanto, haverá sempre a necessidade de usar algum tipo de simplificação (ou variante) para a produção de jogos educacionais e formativos para deficientes visuais, em que o universo gráfico a ser representado é reduzido.

A produção de um jogo requer alguns cuidados para torná-lo atrativo e garantir a sua jogabilidade. Segundo Perucia et al. (2005), os jogadores esperam encontrar um “mundo” consistente, com limites claros, direção inicial, interatividade, dificuldades e sem “mesmices” de recursos, estímulos, emoções. As atividades devem ser apresentadas progressivamente e de acordo com a imersão oferecida, para que o jogador entenda o objetivo de cada uma delas. O ato de simplesmente jogar deve proporcionar aos jogadores desafios, sociabilização (trocas e compartilhamento), experiência solitária e emocional, respeito (*ranking*), assim como encorajar a fantasia.

Algumas questões servem de parâmetros para o planejamento das atividades para concepção do jogo educativo, como as abaixo relacionadas, orientando, portanto, o projeto:

1. O(s) objetivo(s) do jogo a ser produzido;
2. Público-alvo;
3. A(s) atividade(s) do jogador durante o jogo;
4. Como e em que tempo cumprir essa(s) atividade(s) no decorrer do jogo;
5. A(s) competência(s) e conhecimento(s) que serão trabalhados no jogo;
6. A(s) área(s) de conhecimento explorada(s) no jogo;
7. Qual(is) o(s) atrativo(s) do jogo a ser elaborado.

Outras informações serão necessárias para identificar o jogo e facilitar sua utilização, tanto pelo desenvolvedor/professor quanto por aqueles com quem serão compartilhados: nome

do jogo, apresentação resumida do jogo, estilo do jogo, história desenvolvida, principais regras do jogo, alguma exigência técnica (sintetizador específico, componente não presente na instalação-padrão do sistema operacional, etc.), necessidade de configuração atípica dos dispositivos de entrada (teclado) e saída (monitor e caixas de som)⁹.

5.4 Testes de comunicabilidade realizados

Para a realização da avaliação proposta, foram elaborados dois testes com profissionais formados na área de educação, com ampla experiência em educação de deficientes visuais – em particular, em sala de recursos – e com familiaridade no uso do microcomputador.

5.4.1 Instalação e apresentação do software aos professores

Os casos foram estudados em separado e em dias diferentes. Após a instalação da ferramenta no microcomputador na sala de recursos, foram demonstrados a cada professor os procedimentos operacionais, exemplificando-se, com a vivência real (e, para esses professores, inédita) de criação de um jogo com apenas três nós (cama, tapete e porta) e um objeto (chave), como, mesmo com poucos elementos, é possível criar um produto convidativo ao uso pelos alunos, com provável ganho para atividades educacionais/formativas. Foram apresentadas também algumas técnicas simples usadas na roteirização e produção de jogos computacionais educacionais.

Foram programados dois encontros com cada professor para avaliação da interação com o sistema e sua usabilidade. Como o objetivo era a produção de um jogo simples, mas completo, foi proposto e negociado o planejamento de jogos em apoio ao desenvolvimento de

⁹ Todas essas informações são documentadas no arquivo de configuração do jogo produzido (extensão “.jg”).

determinados conceitos relativos a uma disciplina (conceitos esses indicados pelo professor), observando as seguintes características mínimas:

1. pontos de visita;
2. caminhos;
3. desafios;
4. objetos;
5. limitação de peso a ser carregado na mochila e de tempo para execução do jogo antes do encerramento pelo próprio sistema;
6. inclusão de pelo menos uma imagem.

Foi também preparado um pequeno roteiro com uma seqüência de itens de planejamento básico (Apêndice B). Esse texto foi entregue por e-mail antes da aplicação do teste, mas foi lido em conjunto antes de começar a implementação, tendo-se mostrado de grande utilidade para os professores, que a ele recorreram algumas vezes durante o teste.

5.4.2 Teste de comunicabilidade #1

a) Características gerais do professor

A professora P1 é pedagoga por formação, com diversos cursos para atendimento de educação especial e sala de recursos, tendo trabalhado anteriormente em diversas classes de alfabetização de crianças normais. Concomitantemente foi projetista de multimídia, tendo sido premiada internacionalmente (Paris, 1995, Prix Möbius) por seu CD-ROM multimídia “Conhecendo as Letrinhas com o Menino Curioso”. Atualmente exerce no município do Rio de Janeiro a atividade de professora especializada em sala de recursos para deficientes. Foi também projetista dos jogos Letravox, Letrix e Contavox, os três programas mais usados no ambiente DOSVOX para atividades de alfabetização. A referida professora não sabe programar, mas tem

prática de dialogar com programadores e compreende a maioria do jargão de análise de sistemas e programação.

b) Desenvolvimento do teste

Tendo sido consultora durante a prototipagem (E1), parecia óbvia sua indicação para realizar os primeiros testes de aplicação. Foi definido junto com professora P1 o tema do jogo, que deveria ser necessariamente muito pequeno, de forma que pudesse ser implementado totalmente em apenas um dia de trabalho. A idéia original da professora P1 era produzir um passeio virtual sobre os estados da região Sudeste, com o usuário seguindo pelas principais rodovias de ligação. Porém, logo percebeu-se que a implementação dessa idéia seria uma tarefa laboriosa. O jogo então escolhido foi uma aplicação informativo-lúdica: um passeio de um super-herói por dentro do sistema digestivo, visando destruir uma pedra na vesícula biliar, conseguindo depois sair, pelo intestino, sem ser ele próprio destruído.

O jogo era destinado a alunos da terceira série do ensino fundamental, e o aluno enfrentaria diversos perigos (os dentes triturantes, ácidos no estômago, etc.). A escolha desse tema foi motivada pelo fato de o desenvolvimento ser linear, e porque, no nível desejado (terceira série), ainda se apresentam poucos detalhes de conteúdo nesse estudo. Dado o tempo disponível, as únicas figuras apresentadas seriam desenhos tirados diretamente da internet, em uma consulta simples entre as imagens do Google, sem editoração. Os sons a usar seriam obtidos num CD-ROM de banca de jornal.

A professora P1 pediu uma semana para poder produzir o roteiro, que foi trazido na segunda reunião como um conjunto de 20 fichas de papel (metades de uma folha A4) que representavam cada uma das telas de navegação. Para facilitar, havia duas cores de fichas: uma, para apresentação de conceitos; outra, para perguntas/desafios a serem exibidos no trajeto. Apenas três desafios foram pensados: na boca, no estômago e na vesícula biliar.

As fichas foram dispostas sobre a mesa e P1 explicou a essência do jogo, frisando que faltavam diversos elementos e que o tempo não havia sido suficiente para uma definição mais detalhada. De certa forma, a reconhecida falta de elementos poderia ser também um verificador de quão versátil seria o sistema para adicionar ou remover elementos que faltassem em uma versão previamente criada de um jogo.

Logo de início, tornou-se muito claro que a criação de um jogo é coisa demorada, pois a cada nó criado, havia a necessidade de configuração de diferentes propriedades (sons, detalhes na navegação, o próprio texto apresentado). Foram necessárias simplificações para poder se cumprir o prazo de um dia. Os primeiros nós foram os mais difíceis de criar, porque não havia familiaridade com a ferramenta. Depois do quarto nó, contudo, o processo passou a ser quase de transcrição das fichas para o programa. Não foram introduzidos os efeitos sonoros e as figuras logo de pronto, optando-se por terminar de entrar toda navegação textual e, depois, introduzi-los, o que se mostrou muito acertado.

O programa se comportou bem quanto à reedição de nós, mas abortou algumas vezes durante os testes de execução, causando uma certa frustração. Optou-se por não corrigir imediatamente o programa, mas sim contornar o que parecia ser a causa do problema (temporalidade dos arquivos), para tentar completar a tarefa no prazo. Após três horas de trabalho, uma primeira versão do jogo estava completa, mas quase sem figuras e sons. Após um intervalo, mais duas horas foram suficientes para introduzir as figuras essenciais, que tinham sido previamente capturadas da internet, e uns poucos efeitos sonoros.

Na implementação inicial, toda fala foi sintetizada, mas para experimentar a funcionalidade de introdução de som, foram gravadas também duas telas com voz humana. Pôde-se sentir a diferença na exibição, que é marcada pela emoção maior que a voz humana gravada que é capaz de transmitir.

5.4.3 Teste de comunicabilidade #2

a) Características gerais do professor

O professor P2, que fez licenciatura em matemática e é mestre em educação, tem experiência em educação especial. Atualmente leciona em disciplinas voltadas ao ensino da matemática em duas escolas particulares sediadas em Botafogo e Barra da Tijuca (bairros do município do Rio de Janeiro), tendo interesse particular na utilização de ferramentas como apoio instrumental ao ensino dos conceitos da matemática, bem como no aporte prático a esses conceitos. Sem possuir conhecimentos avançados na área da computação, já testou diferentes aplicativos e promove o uso dos laboratórios de informática entre seus pares. O professor P2 acredita que os jogos são alternativa atrativa e desejada no ambiente educacional, por isso adaptou jogos do cotidiano dos alunos para o contexto da sala de aula.

b) Desenvolvimento do teste

A escolha do professor P2 foi motivada por seu interesse nos produtos resultantes desta pesquisa e pela possibilidade de eles virem a instrumentalizá-lo no desenvolvimento de jogos adaptados a necessidades de seus alunos. A experiência do teste de comunicabilidade #1 serviu como auxílio ao planejamento desse teste. Foi solicitada ao professor a leitura do roteiro para elaboração de um jogo e apresentadas algumas teorias para o desenvolvimento de jogos que despertam o interesse do jogador. Foi-lhe pedido, na mesma oportunidade, que esboçasse um jogo simples para uma nova interação, em três dias, quando a exposição da ferramenta e a elaboração do jogo seriam feitas.

O professor P2 planejou diferentes jogos, alguns considerados até complexos para o propósito do teste. Dentre os jogos planejados, foi escolhido o projeto que tinha como objetivo chegar a uma ilha para resgatar três náufragos, partindo do continente. O jogo foi pensado

inicialmente para alunos da quinta série do ensino fundamental. Os perigos de naufrágio do navio, a serem também enfrentados pela “missão de resgate”, são oferecidos, na viagem, através de desafios como: calcular o quanto de combustível será necessário, quantos tripulantes e alimentos podem ser levados, menor caminho a ser navegado, decifrar mapas, etc.

O roteiro produzido pelo professor P2 foi feito de forma descritiva, em cinco folhas no formato A4, mas não havia indicações de imagens e sons a serem utilizados na elaboração do jogo: existiam, apenas, as mensagens a serem sintetizadas. Acredita-se que isso tenha sido motivado pela inexperiência na criação de jogos e pelo fato de o foco do jogo ter sido o de atender alunos com deficiência visual severa (cegos). Com a leitura do material produzido e a identificação dos pontos fracos do projeto, iniciaram-se os trabalhos.

A possibilidade de materializar suas idéias foi estimulante para P2, mas laboriosa no primeiro momento, tendo sido entendido que todas as ações e os comportamentos esperados deveriam ser configurados. A configuração das propriedades do jogo e a inserção dos primeiros nós seguiram a ordem colocada no roteiro. Todavia, em um dado momento, foi interrompido esse processo, para serem pesquisados efeitos sonoros e imagens para associações a objetos e vértices por decisão do professor. Com a inserção de alguns efeitos sonoros e imagens, foi simulada a sua execução antes de continuar a inserção de novos elementos no jogo.

Do início à conclusão do processo de criação, foi necessário um período de quase oito horas, tendo havido intervalos não contabilizados. Nesse período, o professor P2 recorreu algumas vezes à simulação do jogo, para garantir um bom resultado, e, ao final, à versão textual, para visualização do jogo na perspectiva do discente.

5.5 Avaliação dos resultados

Os testes realizados tiveram um ponto em comum, da perspectiva de que ambos os professores não conheciam a dimensão do desenvolvimento de um jogo. Embora sejam

opcionais, a maioria das configurações a serem feitas, quando o objetivo é garantir a atratividade, a estimulação do aluno e a jogabilidade, requerem evidente cuidado. O interesse desses professores foi um diferencial, pois não possuíam maiores habilidades em programação, mas um anseio notável em produzir jogos com qualidade.

Na realização dos testes foi observado que:

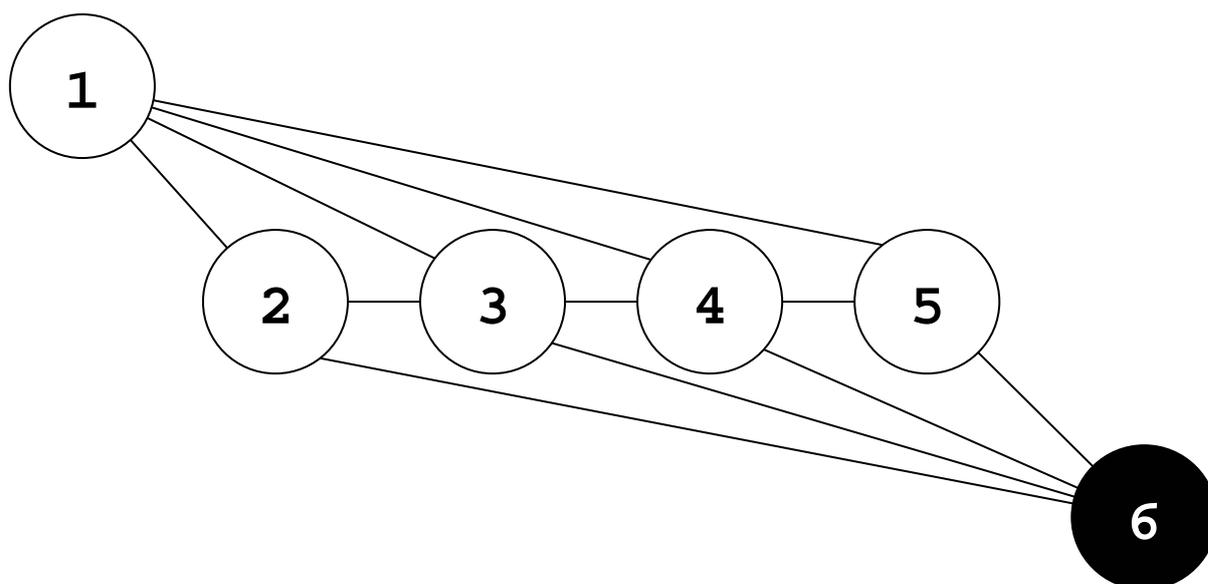
1. Houve dificuldade inicial de navegação por desconhecimento da ferramenta, solucionada com a inspeção dos menus nela presentes;
2. Não ficou explícito o significado de um ponto de visita início de jogo ou de um ponto de visita fim de jogo na interface gráfica, o que, após elucidação sucinta, acordou-se constar como item do *help* da ferramenta;
3. Os problemas relacionados não ocasionaram a incompreensão de como usar o JogaVOX ou a recusa em continuar o trabalho proposto, tendo-se admitido a futura utilização do sistema em outro momento/contexto.

Mesmo com os problemas indicados, os professores aprovaram as interfaces com diálogo direto, por facilitar a adaptação a esse ambiente até então desconhecido. O sistema como um todo tenta minimizar a carga de memória a ser acumulada pelo usuário, apresentando, por exemplo, componentes com nomes significativos e indicação das últimas ações do usuário. O sistema mostra-se consistente e obedece a um padrão identificado em sua completude, com *feedback* sonoro e visual, embora tenham sido solicitadas algumas mudanças nos diálogos com frases muito longas, ainda que construtivas.

A visibilidade do *status* do sistema foi considerada um recurso interessante, composto por mensagens e barras de *status* discretas, opção por uma estética e design minimalistas. Para garantir facilidades e a usabilidade ampla do sistema, requereu-se a inclusão do roteiro para elaboração dos jogos e algumas informações em *help* de fácil acesso à versão gráfica. Foram também

apontados alguns melhoramentos a serem feitos na versão textual, como, por exemplo, ao invés de exibir algumas opções em menu, essas opções serem acessadas por atalho de teclado, ganhando o jogo mais dinamismo.

Em resumo, necessitando apenas de algumas alterações para melhorar a interação, o sistema foi considerado consistente e de fácil uso, reconhecidos o objetivo a ser alcançado bem como as ações disponíveis e adequadas ao interesse do professor. A experiência no uso da ferramenta JogaVOX pode ser um diferencial nas próximas interações, trazendo alternativas à aprendizagem à medida de sua utilização, com aumento da produtividade e da confiabilidade no sistema. A fase madura do sistema JogaVOX deve ser dirigida pelas necessidades dos docentes e de seu anseio pelos benefícios gerados por essa ferramenta.



CONCLUSÃO

Este capítulo sumariza a pesquisa desenvolvida, mostrando os principais avanços efetuados e enfatizando sua contribuição para a ampliação de recursos pedagógicos na educação de deficientes visuais com o uso de jogos informatizados. São elencados alguns dos principais desafios encontrados durante a elaboração da pesquisa e a forma utilizada para vencê-los, incluindo alguns pontos que não foram satisfatoriamente solucionados. Finalmente, são sugeridos alguns trabalhos futuros, que seriam a continuidade natural desta pesquisa.

6.1 Considerações finais

O ponto de partida desta pesquisa foi a conjugação das temáticas de educação de deficiente visual e de educação mediada pelos jogos eletrônicos. Desde o início do projeto, parecia evidente que fazer jogos educativos/didáticos para uso por deficientes visuais não é igual a fazer jogos para pessoas sem deficiência, porque, mesmo havendo várias características em comum (motivação pedagógica, temas de interesse, busca do lúdico, gosto por desafios, fascínio por efeitos multimídias, entre outras), as limitações visuais criam imensos entraves para que as técnicas usuais sejam aplicadas.

Para desenvolver o trabalho, foi necessário, primeiramente, conhecer especificidades da relação entre os alunos deficientes visuais e seus professores, atores fundamentais na ação continuada e complexa de fazer avançar o ensino para deficientes. No capítulo 2 foram mostrados alguns pontos-chave para uma interação bem-sucedida, o que inclui aspectos como a escolha dos elementos de comunicação que são mais efetivos na educação de deficientes visuais, o conhecimento amplo dos dispositivos que podem ser utilizados, a formação específica do professor e, até mesmo, a utilização de jogos informatizados, com características operacionais singulares.

Desde o início da pesquisa, a intenção era de que o professor fosse o desenvolvedor dos jogos, e não uma equipe especializada, pois isso provavelmente conduziria à criação de jogos mais adequados do ponto de vista pedagógico, com menor custo e mais adaptáveis às diferenças usualmente encontradas entre os deficientes – mesmo que os jogos produzidos fossem tecnicamente mais simples. Assim, foi preciso reconhecer quais os tipos de jogos que o professor estaria apto a desenvolver para atender às condições de transmissão e construção de conhecimento, bem como definir os elementos necessários para construir jogos completos, estimulantes e atrativos. Esses jogos deveriam estar sujeitos a limitações, tanto no que respeita às

interações possíveis a um deficiente visual, quanto aos conhecimentos restritos de TIC do professor que iria criá-los.

As entrevistas realizadas demonstraram o inequívoco interesse dos professores na utilização de jogos como parte de suas atividades de ensino, embora se apresentem ainda muito incipientes, no contexto nacional, os jogos computacionais disponibilizados com os recursos necessários para emprego na educação de deficientes visuais. Mostrou-se também pobre a informação do professor sobre o potencial de utilização desse tipo de mecanismo e, mais ainda, ficou claro que sua própria formação não contempla minimamente as possibilidades de uso de computadores por deficientes.

As ferramentas disponíveis no mercado para o desenvolvimento de jogos se mostraram inadequadas, pois não contemplavam os requisitos levantados em relação ao perfil dos professores e, em parte, a demandas específicas dos usuários deficientes. As ferramentas de alto nível para projeto de jogos, mesmo sendo extremamente versáteis, exploram recursos puramente visuais e de efeitos sonoros, não dando suporte aos diversos recursos adaptativos, que são fundamentais quando o público-alvo são pessoas com deficiência visual. Desse modo, a única alternativa para criar jogos seria a programação convencional, usando bibliotecas específicas como as do sistema DOSVOX, o que veio a confirmar o alto grau de dificuldade para implementação de jogos por professores, que, em geral, não possuem experiência e/ou conhecimentos avançados em TIC.

Essas observações justificaram de forma contundente o desenvolvimento da pesquisa: existia uma demanda para a produção jogos a fim de atender alunos deficientes, em suas especificidades, e essa criação deveria ser realizada por docentes não-especialistas em TIC ou no desenvolvimento de jogos, usando para isso um ferramental específico a ser construído dentro dos requisitos levantados.

Mesmo não encontrando, para isso, apoio suficiente na literatura consultada – talvez por existirem poucos especialistas neste campo multidisciplinar no Brasil (SILVA & SANTOS, 2006)

–, as condições foram buscadas em entrevistas, testes, depoimentos de experiência e estudos, que também serviram como base para o levantamento dos requisitos do sistema a ser implementado.

6.2 Objetivos alcançados e produtos gerados na pesquisa

A solução implementada atende às seguintes questões de pesquisa (Seções 1.2 e 1.3), que constituem o cerne dos objetivos pretendidos:

1. Desenvolvimento de jogos educacionais para deficientes visuais por autores não-especialistas em TIC (professores), mas em educação, em que o conteúdo didático pudesse ser expresso de forma lúdica e motivadora.

2. Como orientar uma pessoa com pouca experiência em computação e em criação de jogos durante o processo de desenvolvimento de um jogo, permitindo a expressão com liberdade de suas idéias (em especial, as informações de ordem educacional) e produção de algo agradável de ser utilizado por alunos deficientes visuais.

3. Como organizar os processos interativos para dar a maior liberdade possível, sem introduzir elementos complexos de IHC e com total integração ao Sistema DOSVOX.

4. Aceitação dos jogos com propósitos educacionais pelos alunos, como alternativa às ferramentas utilizadas no processo de ensino-aprendizagem, por esses trazerem como característica a ludicidade que cerca o ato de jogar/divertir.

O levantamento de requisitos e a pesquisa bibliográfica conduziram à criação desse sistema de jogos baseado no uso intenso de uma estrutura em grafo, que é capaz de modelar diversas situações de jogos textuais multimídia. Esse aplicativo, composto de metodologia padronizada para criar e introduzir informações, sistema interativo de fácil assimilação e, ainda, sistema de exibição, é materializado em duas versões – Windows e DOSVOX – e em três módulos – Criar Jogo; Simular Jogo (versão Windows) e Executar Jogo (versão DOSVOX) – que

implementam técnicas interativas cuidadosamente escolhidas. Essas técnicas atendem os objetivos citados, tendo sido priorizadas nas suas interfaces os componentes da usabilidade – facilidade de uso (learnability), eficiência, facilidade de lembrar (memorability), erros e satisfação subjetiva (ROCHA & BARANAUSKAS, 2003) –, bem como promovidas facilidades de navegação, simplicidade, consistência e possibilidade de configuração da síntese de voz e do histórico das ações.

Os jogos criados são essencialmente estruturados em percurso (caminho) e sua exploração, como descrito no Capítulo 3, podendo-se fazer uso intensivo, mas simplificado, de objetos multimídia – som e imagem. Esquivando-se das metáforas puramente visuais, têm como estratégia a exploração de interfaces e estímulos sonoros, imagens estáticas, podendo, ainda, de acordo com as configurações realizadas pelos professores, explorar sistemas humanos potenciais como os hápticos¹⁰. Esses jogos são implementados no módulo “Criar Jogo”, que possui elementos como: criar um novo jogo, continuar um projeto já iniciado e salvo; configurar as propriedades dos jogos; criar desafios e associá-los aos caminhos; etc.

A depuração e os testes de navegabilidade do jogo podem ocorrer no módulo “Simular Jogo”, que permite ao professor acompanhar passo-a-passo a execução do jogo e fazer os ajustes necessários ao projeto em elaboração. Esse módulo possui elementos gráficos e sonoros semelhantes ao módulo a ser utilizado pelo aluno, com a vantagem de manter os recursos do módulo criador do jogo.

Uma das preocupações desta pesquisa também foi a de incentivar/estimular o aluno deficiente visual no uso dos jogos criados pelos professores. Dessa forma, uma das estratégias foi a de empregar as metáforas do Sistema que nomeia essa versão, por já serem difundidas e utilizadas na comunidade de deficientes visuais no Brasil. O módulo “Executar Jogo” (disponível

¹⁰ O potencial háptico está relacionado com a percepção de textura, movimento e forças (MAUERBERG et al, 2005).

em JogaVOX na versão DOSVOX) pode ser entendido como a versão textual do módulo de simulação, com comportamento similar, diferenciando-se, contudo, pela dispensa de uso do *mouse*.

Destaca-se a disponibilização de um recurso integrado e presente em ambas as versões (nos módulos: Simular Jogo e Executar Jogo), que é o histórico da utilização do jogo, registrando as ações do aluno no seu decorrer. Essa funcionalidade permite que posteriormente o professor (re)avale o desempenho do aluno no processo, por meio do arquivo gerado, onde ficam registrados os pontos de visita navegados, os caminhos seguidos, as respostas dadas aos desafios elaborados pelo professor, entre outras informações relevantes.

6.3 Principais desafios, metodologia e soluções

Os maiores desafios encontrados neste projeto não foram de ordem técnica, mas sim provenientes da reduzida literatura no assunto específico de jogos computacionais para deficientes. Havia muita literatura sobre os aspectos lúdicos no ensino de deficientes visuais e muita literatura sobre jogos informatizados, mas quase nada referido à integração das duas áreas.

Essa insuficiência de referências pode ser explicada. Nos países desenvolvidos, praticamente todos os deficientes visuais que usam computador fazem uso de um leitor de telas (Jaws e Window Eyes são os mais usados) para as tarefas que envolvem informática. Esses programas não produzem *feedback* adequado para os jogos comuns de Windows, constituindo únicas exceções os programas de RPG textuais, executáveis sob modo Telnet ou em MS-DOS (conhecidos pela comunidade deficiente visual como Accessible Games), e os novíssimos programas experimentais de "arcade games" com localização 3D por variação da intensidade do som estéreo, que apenas recentemente começaram a ser disponibilizados, sendo produzidos geralmente por estudantes cegos amadores e com literatura técnica ainda não disponível.

Os jogos no sistema DOSVOX são praticamente os exemplares de jogos específicos aos deficientes visuais encontrados no Brasil. É importante mencionar que a documentação desses jogos também é precária, e um dos ganhos acrescidos a esta pesquisa reside na documentação pela equipe DOSVOX de algumas rotinas do Sistema, para que fosse possível seu uso neste trabalho.

Optou-se pela implementação na forma de objetos, tendo-se criado protótipos de complexidade crescente, tentando obter a forma mais flexível, expansível e encapsulada para o projeto. A pouca experiência no desenvolvimento desse tipo de aplicativo levou à realização de testes de comportamento lógico dos métodos das classes, unicamente usando folhas A4 e figuras de papel (círculos, quadrados). Esses testes não-computacionais do comportamento do editor gráfico não só permitiram a discussão ampla com o professor-orientador, mas também proporcionaram uma visão mais abrangente e sistêmica da estrutura do grafo que deveria suportar a implementação computacional.

Uma decisão acertada na implementação do JogaVOX foi criar a estrutura de programação baseada em uma classe de domínio público que trazia alguns algoritmos clássicos da teoria de grafos, em particular a inserção, a remoção, a busca e a ordenação de nós. Originalmente concebida em Java (TGraph), neste projeto, a classe foi transportada para Delphi (TGrafo). Os primeiros testes do programa foram criados na forma de *refactoring* da classe TGraph, aproveitando e incrementando o projeto original com as novas necessidades, e não apenas por herança ou polimorfismo, pois essa classe apresentava restrições de definição que tornariam a implementação mais complexa.

Os objetos gráficos básicos do Delphi (em especial, o TShape) foram facilmente utilizados, mas houve a necessidade de criação de novas classes gráficas, especialmente as relativas à manipulação de arestas, que implementam um processamento gráfico não previsto nas classes básicas do Delphi (em particular, o esticamento e reposicionamento sem destruição dos objetos-padrão desenhados). Enfrentou-se aqui o problema de ter de criar uma nova solução

gráfica operacionalmente compatível com objetos gráficos já existentes no Delphi, que, sendo caixas pretas para a maior parte dos programadores, neste projeto, tiveram de ser abertas e estudadas para remover conflitos gráficos (piscamentos, apagamentos indesejados, baixo desempenho, etc.).

A maior dificuldade foi a implementação do módulo de execução no ambiente DOSVOX. Além de ser um conjunto de bibliotecas com documentação mínima, praticamente não há quem o domine em termos conceituais, que não os integrantes da equipe DOSVOX. A pedido, a equipe disponibilizou-se a implementar alguns exemplos básicos de uso desse conjunto de bibliotecas, o que viabilizou um modelo para a implementação final das funcionalidades desse módulo. Houve também necessidade de ampliar algumas rotinas do DOSVOX, em especial para a possibilidade de exibição de imagens em formato JPEG, que não eram comportadas originalmente, mas fundamentais para o projeto.

O uso de polimorfismo foi essencial para o transporte dos objetos criados na ferramenta de edição gráfica para a de execução textual. É interessante mencionar que a estrutura textual e a gráfica compartilham uma forma de operação comum, que é resolvida em tempo de execução.

A metodologia de desenvolvimento utilizada foi interativa e incremental de protótipos, com modelagem de diagramas em UML. Foi usada a ferramenta JUDE, que atendeu às necessidades com desempenho satisfatório. Como descrito no Capítulo 5, a forma de validação dos elementos de interface foi o de Testes de Comunicabilidade.

6.4 Perspectivas e trabalhos futuros

A ferramenta criada pode ser considerada como uma opção viável para atendimento aos anseios dos docentes, discentes e da comunidade DOSVOX, oferecendo a possibilidade de criação de jogos didáticos por pessoas não especialistas, com boa integração ao sistema DOSVOX. Espera-se, em pouco tempo, uma resposta dos usuários quanto a seu uso, sugerindo

melhorias ainda não identificadas. É de interesse comum que, com o término deste trabalho, haja apoio à continuidade no desenvolvimento do sistema JogaVOX.

Entre as ações que já se configuram como necessidades prementes, podem-se citar:

a) Necessidade de portar para plataformas livres

No Brasil, o uso de Linux e outras plataformas livres é estimulado nas escolas da rede de educação do governo federal e, também, nas de alguns estados da federação. Como o desenvolvimento do JogaVOX foi realizado no ambiente Delphi, as alternativas de transporte seriam os ambientes Lazarus, Free Pascal Compiler e Borland Kylix. Testes preliminares mostraram que existe incompatibilidade entre esses sistemas, especialmente no que tange aos objetos gráficos. Então, o esforço de transporte não é pequeno, dada a complexidade do JogaVOX, mas que pode ser facilitado com a ajuda da especificação computacional realizada no Capítulo 4. Seria realmente necessária a criação de um projeto que permitisse investir nesse propósito.

b) Utilização da linguagem XML para a documentação de projeto do jogo

Existe uma tendência do uso da linguagem XML para a representação de dados quando a estrutura não é simples, não só porque ela permite a convivência de diferentes tipos de estruturas de informação, quanto vem-se tornando usual à medida que adotada em diferentes ferramentas de processamento XML com operações simplificadas e de uso flexível. Com sua utilização, o processamento, transporte e armazenamento de dados de projetos de jogos podem se tornar triviais. A adoção dessa linguagem para o armazenamento das informações dos jogos:

1. Facilitará seu compartilhamento com outros sistemas de criação de jogos;

2. Permitirá o uso dos dados em programas para análises estatísticas;
3. Facilitará a migração para diferentes sistemas operacionais;
4. Permitirá a importação de informações provenientes de bases de dados convencionais.

c) Possibilidade de integração dos jogos criados a outras ferramentas para deficientes visuais, como Virtual Vision e Jaws

O DOSVOX é um dos sistemas mais usados pelos deficientes visuais no Brasil. No estado de São Paulo, em especial, predominam outros ambientes, em particular, o Virtual Vision e o Jaws.

O DOSVOX instalado no computador é prerrogativa ao funcionamento do JogaVOX, visto que este faz uso de diferentes recursos implementados por aquele sistema. Para adaptar o JogaVOX a outros sistemas, será necessário criar uma camada de interface de rotinas que substituam as funcionalidades oferecidas pelas bibliotecas do DOSVOX por rotinas que usem diretamente as API do Windows.

d) Compartilhamento dos jogos criados na internet

Os jogos criados são armazenados em arquivos que, em princípio, poderiam ser enviados para parceiros pela internet. Porém, para que haja uma disseminação real dos jogos, isso é insuficiente. É recomendável o esforço de criação de uma comunidade virtual de criadores de jogos com/para o JogaVOX e de publicação de um *site* que possa ser consultado e utilizado por essa comunidade, sendo importante, para isso, a conveniente formatação de uma base a ser permanentemente alimentada.

e) Criação de uma apostila de apoio

Deverá ser criada uma apostila para o JogaVOX, não apenas para ensinar a usar a ferramenta, mas, em particular, fornecer diversas idéias, na forma de projetos, que possam ser modificados ou aproveitados para diferentes situações.

f) Estudo sistemático sobre a criação e o uso de jogos com o JogaVOX

Esse seria um trabalho envolvendo estudos pedagógicos (e, provavelmente, com subsídios da psicologia e de outras áreas de conhecimentos que apóiam a educação especial), para entender como o JogaVOX poderá interagir e interferir no processo de ensino convencional de deficientes visuais.

6.5 Contribuições ao aprimoramento da educação dos deficientes visuais no Brasil

Os jogos informatizados podem ser considerados um dos importantes avanços tecnológicos no campo educacional, com um grande potencial de emprego como recurso didático/pedagógico.

Com este trabalho, pretende-se que o JogaVOX, sistema ora disponibilizado publicamente, seja não apenas uma mola propulsora para criação de jogos para deficientes visuais pelos docentes, mas que os jogos criados através dele ajudem a promover contribuições importantes na área educacional, mediante a utilização de novas e prazerosas tecnologias de ensino.

Prevê-se que este trabalho também possa despertar o interesse de desenvolvedores profissionais de TIC, que, certamente, poderão ampliar o escopo dos produtos resultantes desta

pesquisa, criando novas alternativas e incorporando novos estilos para a criação de jogos educacionais para deficientes visuais.

Reconhecendo e valorizando o competente e comprometido trabalho de professores/educadores de deficientes visuais interessados em jogos educativos, aposta-se na perspectiva de que esses professores possam expressar sua criatividade, dedicando-se à concepção de novos produtos voltados para a educação de deficientes visuais, o que por si só já envolve múltiplos aspectos psicopedagógicos. Cabe aos profissionais de TIC garantir que essa criatividade possa encontrar solo fértil na disponibilização de instrumentos de desenvolvimento de sistemas adequados. A integração de educadores e profissionais de TIC pode multiplicar alternativas para a criação de recursos cada vez mais pertinentes.

Enfim, espera-se com o JogaVOX que deficientes visuais possam ter suas perspectivas de educação renovadas e que, à medida que um número significativo de professores passe a conceber novos jogos – possivelmente compartilhados pela internet –, esse esforço se materialize em facilidade e prazer no ato de favorecer a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.E.B. **Informática e formação de professores**. Coleção Informática para a mudança na Educação. Programa Nacional de Informática na Educação – Secretaria de Educação a Distância – Ministério da Educação. São Paulo: Estação Palavra, 1999. 124 p.

AMATE, F.C.; OLIVEIRA, H.A.D.; FRÈRE, A.F. **Jogo de Computador para Crianças Especiais com Dificuldades na Formação de Palavras**. Anais do IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS2004). Ribeiro Preto – SP, 2004. Disponível em: <<http://telemedicina.unifesp.br/pub/SBIS/CBIS2004/trabalhos/arquivos/306.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2005.

ANDRADE, L.C.V. et al. **Jogos Inteligentes são Educacionais?** Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE2003). Rio de Janeiro – RJ, 2003. p. 699–707.

ARAÚJO, S.M.D. O Jogo Simbólico numa Proposta Pedagógica para o Deficiente Visual. **Revista do Instituto Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://www.ibr.gov.br/Texto/RBCTXT/PUBLICTXT/RevAgo2000/SINOPSE.txt>>. Acesso em: 10 abr. 2005.

ARMOND, J.E., TEMPORINI E.R., ALVES M.R. **Promoção da saúde ocular na escola: percepções de professores sobre erros de refração**. Arquivo Brasileiro de Oftalmologia., São Paulo, v. 64, n. 5, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492001000500005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 abr. 2005.

AZEVEDO, E. **Desenvolvimento de Jogos 3D e Aplicações em Realidade Virtual**. São Paulo: Elsevier, 2005. 319 p.

BARBOSA, L.M.S. **O projeto de trabalho – uma forma de atuação psicopedagógica**. Curitiba: Gráfica Arins, 1999.

BOAVENTURA NETTO, P.O. **Teoria e Modelos de Grafos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1979. 249 p.

BONDIOLI, A. **A dimensão lúdica na criança de 0 a 3 anos e na creche**. In A. Bondioli, S. Mantovani, Manual de educação infantil: de 0 a 3 anos – uma abordagem reflexiva. Porto Alegre: Edições Loyola, 1998. 356 p.

BOOCH, G.; RUMBACH, J.; JACOBSON, I. **The Unified Modeling Language – User Guide**. EUA: Addison Wesley Longman – Pearson Education, 1999. 482 p.

BORATTI, I.C. **Programação Orientada a Objetos Usando DELPHI**. Florianópolis: Visual Books, 2001. 272 p.

BORGES, J. A. **DOSVOX – Uma nova realidade educacional para Deficientes Visuais**. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/textos/artfoz.doc>>. Acesso em: 11 abr. 2004.

BORGES, J.A; PAIXÃO, B.; BORGES, S. **Projeto DEDINHO – Alfabetização de crianças cegas com ajuda do computador**. Anais do Congresso Estadual de Educação. Rio de Janeiro – RJ, 1998. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/textos/dedinho.doc>>. Acesso em: 26 jan. 2006.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 224 p.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil de 1998**. Brasília, DF: 2003. Disponível em: <http://legis.senado.gov.br/con1988/CON1988_05.10.1988/CON1988.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2005.

CANEJO, E. **A reintegração dos portadores de cegueira adquirida na idade adulta: uma abordagem psicossocial**. 1996. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 1996.

CRUZ, A.J.O., DEMASI, P., LIMA, J.C. **Jogos Educativos Inteligentes: Ferramentas de Suporte**. Mini-cursos do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE2003). Rio de Janeiro – RJ, 2003. p. 93–126.

DALMAU, D.S. **Core Techniques and Algorithms in Game Programming**. EUA: New Riders Game, 2003. 912 p.

DELPHI. **Borland Delphi**. Disponível em: <<http://www.borland.com.br/delphi>>. Acesso em: 04 jul. 2005.

DIESTEL, R. **Graph Theory Electronic Edition 2000**. Disponível em: <<http://www.math.uni-hamburg.de/home/diestel/books/graph.theory>>. Acesso em: 23 mar. 2005.

DOSVOX. **DOSVOX**. Disponível em: <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox>>. Acesso em: 10 jan. 2004.

DUNST, C. et al. **Everyday family and community life and children's naturally occurring learning opportunities**. Journal of Early Intervention, 23, 151-164. Asheville – NC, 2000.

FARIAS, G.C. **Efeitos de um programa de estimulação desenvolvimento mediante uma linha de base múltipla para uma aluna cega.** Monografia (Curso de Especialização em Educação Física) – Escola Superior de Educação Física de Goiás. Goiás, 1995.

FERNANDES, E.M. Educação para todos – Saúde para todos”: a urgência da adoção de um paradigma multidisciplinar nas políticas públicas de atenção à pessoas portadoras de deficiências. **Revista do Instituto Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <http://200.156.28.7/Nucleus/media/common/Nossos_Meios_RBC_RevOut1999_Artigo_1.doc>. Acesso em: 10 abr. 2005.

FERREIRA, S. **O diálogo corporal – a ação educativa na criança dos 2 aos 5 anos.** Coleção Horizontes Pedagógicos. Lisboa: Instituto Piaget, 1992.

FIGUEIREDO, C.Z.; BITTENCOURT, J. R. **Jogos Computadorizados para Aprendizagem Matemática no Ensino Fundamental: Refletindo a partir dos Interesses dos Educandos.** Anais do IV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – CINTED-UFRGS2005. Porto Alegre – RS, 2005.

FONSECA, V. **Educação especial: programa de estimulação precoce.** Porto Alegre: ArtMed, 1995. 245 p.

_____. **Introdução às dificuldades de aprendizagem.** 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1995. 388 p.

FREITAS, M.T.A. **O pensamento de Vygotsky e Bakhtin no Brasil.** 6 ed. Campinas: Papyrus, 2004. 192 p.

FUNGE, J.D. **Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction.** Natick: AK Peters, 2004. 160 p.

GAMA, E. et al. **Design Patterns: elements of reusable object-oriented software.** EUA: Addison Wesley Professional, 1994. 395 p.

GÓES, M.H.D.A. **O DOSVOX no CIOMF: percursos, espaços e luzes.** 2005. Monografia (Curso de Especialização em Planejamento e Gestão de Sistema de Educação a Distância) – Universidade Estadual da Bahia. Salvador – BA, 2005.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 2.925 p.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura.** 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 1996. 243 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características da população**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/censo2000_amostra/gerais.html>. Acesso em: 12 abr. 2005.

_____. **Censo Demográfico – 2000 – Tabulação Avançada – Resultados Preliminares da Amostra**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/08052002/tabulacao.shtm>>. Acesso em: 12 abr. 2005.

JUDE. **JUDE UML Modeling Tool**. Disponível em: <<http://jude.change-vision.com/jude-web/index.html>>. Acesso em: 12 maio 2006.

MARIOTTI, F. **A Recreção, o Jogo e os Jogos**. Rio Grande do Sul: Shape, 2004. 240 p.

MAUERBERG, E. C. et al. **Orientação espacial em adultos com deficiência visual: efeitos de um treinamento de navegação**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=0102-79722004000200008&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 10 jun. 2005.

MEC. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – Secretaria de Educação Especial. **Resolução CNE/CEB Nº 2/01 – Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/res2_b.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2005.

MELO, A. M.; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design com Crianças: Uma Abordagem Semiótica**. In: Proceedings of CLIHC 2003, Congresso Latino-americano de Interação Humano-Computador, 2003.

MS. MINISTÉRIO DA SAÚDE – Secretaria da Assistência à saúde. Departamento de Assistência e Promoção à Saúde. Coordenação de Doenças Crônico-Degenerativas. **Informações básicas para a promoção da saúde ocular**. 2.^a ed. Brasília: Imprensa Nacional, 1994.

NUNES SOBRINHO, F.P.; NAUJORKS, M.I. **Pesquisa em educação especial: o desafio da qualificação**. Bauru: EDUSC, 2001. 146 p.

OLIVEIRA, A. **Jogando e Brincando – As contribuições do lúdico na aprendizagem da Educação Infantil**. Disponível em: <<http://www.barradoquarai.net/anselmo.htm>>. Acesso em: 03 mar. 2006.

OLIVEIRA NETTO, A. A. **IHC – Interação Humano Computador – modelagem e gerência de interfaces com o usuário**. Florianópolis: Visual Books, 2004. 120 p.

PAIXÃO, B.R.M., BORGES, J.A. **Computadores e alunos com necessidades especiais: o uso de softwares educativos nas Salas de Recursos**. Mini-cursos do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE2003). Rio de Janeiro – RJ, 2003. p. 21-48.

PERUCIA, A.S. et al. **Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos – Teoria e Prática**. SP: NOVATEC, 2005. 302 p.

PINHEIRO, M.L.P. **EDIVOX – Editor de Textos para Deficientes Visuais**. 2004. 42 p. Monografia de Fim de Curso (Graduação em Informática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

PORTO, B.C. **WEBVOX – Um navegador para a World Wide Web destinado a deficientes visuais**. 2001. 180 p. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 2001.

PRESSMAN, R. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. 4^a ed. EUA: McGraw-Hill, 1997. 880 p.

ROCHA, H.V.; BARANAUSKAS, M.C.C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. São Paulo: NIED/UNICAMP, 2003. 244 p.

ROLLINGS, A.; MORRIS, D. **Game Architecture and Design: A New Edition**. New Riders Publishers, 2003. 960 p.

SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. **Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006 – 2016**. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/index.php?language=1&subject=8&content=downloads&id=231>>. Acesso em: 18 nov. 2006.

SCHWAB, B. **AI Game Engine Programming**. Hingham: Charles River Media, 2004. 624 p.

SEESP. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO ESPECIAL – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Projeto de Informática na Educação Especial – PROINESP**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/index.php?option=content&task=view&id=74&Itemid=203>>. Acesso em: 22 dez. 2006.

SILVA, L.P.; SANTOS, A.L.M. **Desenvolvimento de Jogos: Uma Análise Crítica do Ensino**. Artigo do Mini-cursos do V Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital – SBGames2006. Recife – PE, 2006. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~sbgames/proceedings/files/Desenvolvimento%20de%20Jogos.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2006.

THYLEFORS, B.; NÉGREL, A.D.; PARARAJASEGARAM, R.; DADZIE, K. Y. **Global data on blindness.** Bulletin of the World Health Organization, 1995, 73: 115-121. Geneva – WHO, 1995.

TOZOUR, P. **The Evolution of Game AI, from AI Game Programming Wisdom.** Hingham: Charles River Media, 2002. 672 p.

VANDERHEIDEN, G.C.; VANDERHEIDEN, K.R. **Accessible Design of Consumer Products. Guidelines for the Design of Consumer Products to Increase their Accessibility to the People With Disabilities or who are Aging.** AD HOC Industry-Consumer-Researcher Work Group. Trace R & D Center at the University of Wisconsin – Madison, USA. 1991. Disponível em: <http://trace.wisc.edu/docs/consumer_product_guidelines/consumer.htm>. Acesso em: 14 abr. 2006.

VAYER, P. **O equilíbrio corporal – uma abordagem dinâmica dos problemas da atitude e do comportamento.** Porto Alegre: Artmed, 1984.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Estrutura modelo para um arquivo de projeto de jogo criado pela ferramenta JogaVOX –

Módulo: Criar Jogo da versão Windows.

JogaVOX

[JOGO]

Nome=NomeJogo

Descricao=DescricaoJogo

FaixaEtaria=FaixaEtariaJogo

Desenvolvedor=DesenvolvedorJogo

Instituicao=InstituicaoDesenvolvedoraJogo

ImagemFundo=PathImagemFundoJogo

TempoLimite=TempoLimiteEncerrarJogo

MensagemTempoLimite=MensagemTempoLimiteEncerrarJogo

DataCriacao=DataCriacaoJogo

DataUltimaModificacao=DataUltimaModificacaoArquivoJogo

[JOGADOR]

Energia=EnergiaJogador

[MOCHILA]

Capacidade=CapacidadeMochilaJogador

[VERTICES]

IndicePontoVisita=NomePontoVisita;DescricaoPontoVisita;PathImagemAssociadaPontoVisita;PathSomAssociadoPontoVisita;CodigoTipoPontoVisita(opções: I=Início; F=Fim; N=Passagem); MensagemFimJogoPontoVisita;NomeObjetoFimJogo;CoordenadaX;CoordenadaY

[OBJETOS]

IndiceObjeto=NomeObjeto;PesoObjeto;PathImagemAssociadaObjeto;PathSomAssociadoObjeto;IndicePontoVisitaQueContemEsteObjeto

[ARESTAS]

IndiceCaminho=NomeCaminho;EnergiaCaminho;PathImagemAssociadaCaminho;IndicePontoVisitaOrigem;IndicePontoVisitaDestino

[DESAFIOS]

IndiceDesafio=CodigoTipoDesafio(1=Sim/Não; 2=Pergunta/Resposta; 3=MultiplaEscolha; e 4=PossuirObjeto);PerguntaDesafioTipoSimNao;Sim ou Não;MensagemRespostaCorretaDesafioTipoSimNao;IdPontoVisitaMovimentarSeRespostaErrada;MensagemRespostaErradaDesafioTipoSimNao;Pontos;Energia;IdCaminho [Sim/Não]

IndiceDesafio=CodigoTipoDesafio(1=Sim/Não; 2=Pergunta/Resposta; 3=MultiplaEscolha; e 4=PossuirObjeto);PerguntaDesafioTipoPerguntaResposta;RespostaCorretaDesafioTipoPerguntaResposta;MensagemCorretaDesafioTipoPerguntaResposta;IdPontoVisitaMovimentarSeResposta

Errada;MensagemErradaDesafioTipoPerguntaResposta;Pontos;Energia;IdCaminho[Pergunta/Resposta]

IndiceDesafio=CodigoTipoDesafio(1=Sim/Não; 2=Pergunta/Resposta; 3=MultiplaEscolha; e 4=PossuirObjeto);PerguntaDesafioTipoMultiplaEscolha;RespostaADesafioMultiplaEscolha;RespostaBDesafioMultiplaEscolha;RespostaCDesafioMultiplaEscolha;RespostaDDesafioMultiplaEscolha;RespostaEDesafioMultiplaEscolha;HabilitarRespostaADesafioMultiplaEscolha (0 ou 1);HabilitarRespostaBDesafioMultiplaEscolha (0 ou 1);HabilitarRespostaCDesafioMultiplaEscolha (0 ou 1);HabilitarRespostaDDesafioMultiplaEscolha (0 ou 1);HabilitarRespostaEDesafioMultiplaEscolha (0 ou 1);RespostaCorretaDesafioTipoMultiplaEscolha (A ou B ou C ou D ou E);MensagemCorretaDesafioTipoMultiplaEscolha;IdPontoVisitaMovimentarSeRespostaErrada;MensagemErradaDesafioTipoMultiplaEscolha;Pontos;Energia;IdCaminho[MúltiplaEscolha]

IndiceDesafio=CodigoTipoDesafio(1=Sim/Não; 2=Pergunta/Resposta; 3=MultiplaEscolha; e 4=PossuirObjeto);NomeObjeto;MensagemRespostaCorretaDesafioPossuirObjeto;IdPontoVisitaMovimentarSeRespostaErrada;MensagemRespostaErradaDesafioPossuirObjeto;Pontos;Energia;IdCaminho [PossuirObjeto]

APÊNDICE B

Estrutura de um documento (roteiro) de *Game Design* fornecido aos professores para orientações/sugestões no planejamento do projeto do jogo:

1. Nome do jogo
2. Apresentação resumida do jogo
3. Público-alvo do jogo
4. Estilo do jogo
5. Descrição dos tipos ou modos do jogo
6. História do jogo
7. Objetivos do jogador no jogo
8. Como e quando atingir os objetivos do jogo
9. Energia do jogador
10. Como recuperar a energia
11. Principais regras do jogo
12. Principais desafios do jogo
13. Definição da abertura do jogo
14. Definição do final do jogo
15. Número de fases do jogo
16. Definição das fases do jogo
17. Evolução das fases do jogo
18. Descrição de layout do jogo na fase
19. Níveis de dificuldades do jogo
20. Sistema de pontuação do jogo
21. Sistema de ranking (ou high scores) do jogo

22. Itens de jogo
23. Itens de cenário do jogo
24. Tabelas de mensagens do jogo
25. Tempo de execução do jogo
26. Capacidade da mochila do jogador
27. Número de pontos de visita no jogo
28. Definição das propriedades dos pontos de visita
29. Número de caminhos no jogo
30. Definição das propriedades dos caminhos
31. Número de desafios associados aos caminhos no jogo
32. Definição das propriedades dos desafios associados aos caminhos
33. Número de objetos associados aos pontos de visita no jogo
34. Definição das propriedades dos objetos associados aos pontos de visita