



**Ricardo José Redondo Martins**

Licenciatura em Ciências da Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

## **Desenvolvimento de uma aplicação multimédia como ferramenta terapêutica**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor Yves Rybarczyk, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Doutor José Manuel Matos Ribeiro da Fonseca - FCT/UNL

Vogal: Doutor José Manuel Borges Fonseca - FM/UL

Orientador: Doutor Yves Philippe Rybarczyk - FCT/UNL

Arguente: Doutor Pedro Miguel Martins Encarnação - FE/UCP



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2011



# Copyright

## **Desenvolvimento de uma aplicação multimédia como ferramenta terapêutica.**

Ricardo José Redondo Martins, FCT/UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## Agradecimentos

Ao Professor Doutor Yves Rybarczyk, orientador desta dissertação, por todo o apoio, motivação e partilha de conhecimentos. Acima de tudo, obrigado pela dedicação e por me ter acompanhado ao longo de todo este longo percurso.

Ao Doutor José Fonseca pela colaboração e partilha da sua experiência que foram indispensáveis na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas do Departamento de Engenharia Electrotécnica pela companhia, amizade e experiências que foram partilhas ao longo destes anos. Foi a sua energia e companheirismo ao longo de várias noites de trabalho que me permitem estar neste momento a terminar o meu percurso académico.

À Vanessa pela muita paciência que demonstrou durante este período difícil. Por estar sempre ao meu lado, nos bons e maus momentos, e acima de tudo por fazer parte da minha vida.

Por fim quero agradecer de forma especial aos meus pais, por todo o apoio e esforço que dispensaram durante estes anos. É graças aos meus pais e à formação que me proporcionaram que posso ter esperança no futuro.



## Resumo

A afasia pode ser definida como uma perturbação linguística adquirida, resultante de uma lesão cerebral que pode comprometer vários aspectos da comunicação. Esta perturbação está associada a lesões em áreas cerebrais envolvidas no processamento da linguagem e é geralmente resultante de acidentes vasculares cerebrais, traumatismos cranioencefálicos, tumores cerebrais, ou outras doenças que afectem o cérebro.

A afasia caracteriza-se pela dificuldade em comunicar, seja através da compreensão auditiva, expressão oral, escrita ou leitura. Apesar de esta perturbação afectar a capacidade de comunicar, é importante referir que não diminui as capacidades cognitivas do indivíduo.

O processo de reabilitação da afasia é do âmbito da terapia da fala, tratando-se de um processo longo e que deverá ser o mais frequente possível. Devido a esse facto, a criação de uma ferramenta que possa ser utilizada em casa e de forma autónoma pelos pacientes é uma grande mais-valia na sua reabilitação e evolução.

Com esta dissertação pretende-se criar uma ferramenta terapêutica que ajude o paciente na sua recuperação através da realização de exercícios criados especificamente para os vários sintomas relacionados com a afasia. Pretende-se que após aconselhamento por um terapeuta da fala, a ferramenta possa ser utilizada de forma autónoma ou com o acompanhamento apenas da família, seja uma mais-valia na aquisição de capacidades adequadas às necessidades diárias do paciente e ao mesmo tempo seja motivadora, apresentando novos desafios e estimulando o paciente a melhorar através da avaliação imediata das suas acções.

Pretende-se ainda que a ferramenta permita ao terapeuta responsável pelo acompanhamento directo do paciente, a possibilidade de avaliar a sua evolução de forma a adaptar a terapia de acordo com as suas necessidades. Para cumprir esse objectivo são utilizados registos obtidos durante a utilização da ferramenta por parte dos pacientes.

A criação deste produto apresenta importantes inovações em relação a outros já existentes no mercado relacionados com a terapia de pacientes afásicos. Trata-se de um produto em Português e adequado à realidade Portuguesa, apresenta um ambiente virtual em 3 dimensões com um grande nível de realismo e permite ainda a recolha e exportação de dados recolhidos durante a sua utilização.

Durante o desenvolvimento desta dissertação foram publicados dois artigos com os títulos; “Plateforme de traitement multimodal des symptômes aphasiques” e “Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics”.

### **Palavras-Chave:**

Afasia, ferramenta terapêutica, reabilitação, ambiente virtual, modelo 3D, XML, Interacção Homem-Máquina (IHM), multimédia.



## Abstract

Aphasia can be defined as an acquired language disorder, resulting from a brain injury that can compromise various aspects of communication. This disorder is associated with lesions in brain areas involved in language processing and is usually resulting from stroke, head trauma, brain tumors or other diseases affecting the brain.

Aphasia is characterized by difficulty in communicating, either through listening, speaking, writing or reading. Although this disorder affects the ability to communicate, it is important to note that does not diminish the cognitive abilities of the individual.

The rehabilitation process of aphasia belongs to speech therapy area, and is a long process that requires extensive works and repetition. Due to this fact, the creation of a tool that can be used at home and independently by patients is a great advantage in their rehabilitation and evolution.

This dissertation aims to create a therapeutic tool to help the patients in their recovery, through exercises designed specifically for the various symptoms related to aphasia. When using this tool there are innumerable advantages, after counseling by a speech therapist, it can be used autonomously or with family supervision, allows skills acquisition needed for the patient's everyday needs, and at the same time increases motivation trough the presentation of new challenges in every exercise, giving immediately rating of each task and allowing the patient to improve his abilities.

It is also intended that the tool allows the therapist responsible for the direct monitoring of the patient, the chance to assess their progress in order to adjust therapy according to their needs. To meet this goal records obtained when using the therapeutic tool were used.

The creation of this product has important innovations in relation to others already on the market used in therapy of aphasic patients. It is a product suited to the Portuguese reality and Portuguese language, presents a virtual environment in 3 dimensions with a high level of realism and also allows the collection and export of data collected during use.

During the development of this dissertation two articles were published with the titles; "Plateforme de traitement multimodal des symptômes aphasiques" and " Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics ".

### **Keywords:**

Aphasia, therapeutic tool, rehabilitation, virtual environment, 3D model, XML, Human-Machine Interaction (HMI), multimedia.



# Índice de Matérias

Copyright.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Índice de Matérias.....	xi
Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Fluxogramas.....	xix
Índice de Tabelas .....	xxi
1. Capítulo: Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objectivos.....	2
1.3. Organização da tese.....	2
2. Capítulo: A afasia.....	3
2.1. O que é a Afasia? .....	3
2.1.1. Tipos de Afasia.....	4
2.1.1.1. Afasia Global.....	4
2.1.1.2. Afasia de Broca.....	4
2.1.1.3. Afasia transcortical mista.....	4
2.1.1.4. Afasia transcortical motora.....	5
2.1.1.5. Afasia transcortical sensorial.....	5
2.1.1.6. Afasia de Wernicke.....	5
2.1.1.7. Afasia de condução.....	5
2.1.1.8. Afasia anómica.....	5
2.1.2. Recuperação e tratamento da Afasia – Métodos tradicionais.....	5
2.1.3. Aplicações computacionais e a afasia .....	6
2.1.3.1. Vantagens: .....	7
2.1.3.2. Desvantagens: .....	7
2.2. Estado da Arte .....	8
2.2.1. Lingraphica.....	8
2.2.2. StepByStep.....	10
2.2.3. Bungalow Software .....	12
2.3. Discussão.....	16
3. Capítulo: Ferramentas de desenvolvimento.....	19

3.1.	Modelação 3D e motor de jogo.....	19
3.1.1.	Autodesk 3ds Max.....	19
3.1.2.	Autodesk Maya.....	19
3.1.3.	Blender.....	19
3.1.4.	Lightwave 3D.....	20
3.1.5.	XNA.....	20
3.1.6.	JMonkey.....	20
3.1.7.	Comparação de Softwares.....	21
3.2.	Gestão de dados.....	22
3.3.	Interfaces.....	24
3.3.1.	Joystick.....	24
3.3.2.	Comando Wii.....	25
3.4.	Programa de edição de tarefas - Visual Studio e C#.....	27
4.	Capítulo: Arquitectura do Sistema.....	29
4.1.	Tarefas e Exercícios.....	29
4.1.1.	Expressão escrita.....	29
4.1.1.1.	Substantivos.....	29
4.1.1.2.	Verbos infinitivos.....	30
4.1.1.3.	Frases – Inserir nomes.....	30
4.1.1.4.	Frases – Inserir verbos no presente.....	30
4.1.1.5.	Frases – Inserir partículas.....	30
4.1.1.6.	Frases – Erros fonológicos.....	31
4.1.1.7.	Frases – Palavras desordenadas.....	31
4.1.1.8.	Texto – Inserir nomes.....	31
4.1.1.9.	Texto – Inserir verbos.....	31
4.1.1.10.	Texto – Inserir palavras função.....	31
4.1.1.11.	Texto – Inserir palavras.....	32
4.1.2.	Compreensão auditiva.....	32
4.1.2.1.	Identificação de objectos.....	32
4.1.2.2.	Frases Sim/não.....	32
4.1.2.3.	Frases simples.....	32
4.1.3.	Compreensão escrita.....	33
4.1.3.1.	Emparceirar nome.....	33
4.1.3.2.	Emparceirar frase.....	33
4.1.3.3.	Responsive naming.....	33
4.1.3.4.	Palavra intrusa.....	33

4.1.3.5.	Frases Sim/Não.....	33
4.1.4.	Realização de tarefas.....	34
4.1.4.1.	Tarefas simples.....	34
4.1.4.2.	Tarefas compostas.....	34
4.2.	Ambiente virtual.....	34
4.3.	Arquitectura de software.....	35
4.3.1.	Interfaces de jogo.....	35
4.3.1.1.	WiiMote.....	37
4.3.2.	Motor de jogo.....	38
4.3.2.1.	Ficheiros Blender.....	39
4.3.3.	Scripts de Python.....	41
4.3.4.	Organização de ficheiros.....	42
4.4.	Ferramenta de edição de exercícios.....	45
5.	Capítulo: Descrição do trabalho efectuado.....	47
5.1.	Organização de funcionalidades.....	47
5.1.1.	Seleccção de opções.....	47
5.2.	Funcionalidades da aplicação.....	48
5.2.1.	Menu inicial.....	48
5.2.2.	Consulta de registos.....	49
5.2.3.	Apagar utilizador.....	53
5.2.4.	Novo utilizador.....	55
5.2.5.	Utilizador registado.....	56
5.2.6.	Editar tarefas.....	59
5.2.6.1.	Novo objectivo.....	59
5.2.6.2.	Edição de objectivos.....	60
5.3.	Utilização de Texto.....	61
5.3.1.	Apresentação de texto.....	61
5.3.2.	Indicação da barra de posição.....	63
5.3.3.	Inserção de texto - Caracteres especiais.....	63
5.4.	Gestão de dados.....	64
5.4.1.	Codificação Base64.....	67
5.4.2.	Dados de jogo.....	68
5.4.3.	Dados de utilizador.....	69
5.4.3.1.	PatientsIds.XML.....	69
5.4.3.2.	PersonalData.XML.....	69
5.4.4.	Dados de sessão.....	71

5.4.4.1.	Sessão .....	71
5.4.4.2.	Datas .....	72
5.4.4.3.	Tarefas .....	72
5.4.4.4.	Objectivos .....	73
5.4.4.5.	Tentativas.....	74
5.4.4.6.	Ajudas .....	74
5.4.5.	Dados de Tarefas.....	75
5.4.5.1.	Substantivos.....	75
5.4.5.2.	Verbos infinitivo.....	76
5.4.5.3.	Frases – (Inserir Nomes / Inserir Verbos Presente / Inserir Partículas)....	76
5.4.5.4.	Frases – (Erros fonológicos / Palavras desordenadas).....	77
5.4.5.5.	Texto – ( Inserir nomes / Inserir Verbos / Inserir palavras função / Inserir palavras).	77
5.4.5.6.	Identificação de objectos / Emparceirar Nome.....	78
5.4.5.7.	Frases Sim/não.....	79
5.4.5.8.	Ordens simples / Emparceirar Frase.....	79
5.4.5.9.	Responsive naming.....	79
5.4.5.10.	Palavra intrusa.....	80
5.4.5.11.	Tarefas simples.....	81
5.4.5.12.	Tarefas compostas.....	81
5.5.	Realização de exercícios.....	82
5.5.1.	Exercícios de escrita.....	87
5.5.1.1.	Substantivos.....	88
5.5.1.2.	Verbos Infinitivo.....	89
5.5.1.3.	Frases.....	90
5.5.2.	Exercícios de texto.....	93
5.5.3.	Seleção de palavras.....	95
5.5.4.	Identificação de objectos.....	97
5.5.4.1.	Modelo de utilizador.....	97
5.5.4.2.	Controlo através do Rato.....	100
5.5.4.3.	Controlo através do Joystick.....	102
5.5.4.4.	Controlo através do Teclado.....	103
5.5.4.5.	Controlo através do WiiMote.....	103
5.5.4.6.	Ambiente Virtual.....	108
5.5.4.7.	Seleção de Objectos.....	109
5.5.5.	Questões Sim/Não.....	111

5.5.6. Realização de tarefas.....	112
5.5.6.1. Deslocação de objectos.....	113
5.5.6.2. Realização de uma acção pré-definida.....	115
5.5.7. Ajudas .....	117
6. Capítulo: Conclusões.....	119
6.1. Conclusão.....	119
6.2. Perspectivas futuras.....	121
7. Referências Bibliográficas .....	123
7.1. Artigos.....	123
7.2. Páginas na Internet.....	124
Anexo A: Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics. ....	125
Anexo B: Questionário de avaliação. ....	131



## Índice de Figuras

Figura 1: Localização anatómica dos vários tipos de afasia.....	3
Figura 2: Lingraphica - Personalização de exercícios.....	9
Figura 3: Lingraphica - Criação de filmes e fotos.....	9
Figura 4: Lingraphica - Exemplo de ajuda de expressão oral.....	9
Figura 5: Lingraphica - Apresentação do menu de exercícios.....	10
Figura 6: Lingraphica - SmallTalk.....	10
Figura 7: StepByStep - Repetição.....	11
Figura 8: StepByStep - Procura de palavras.....	11
Figura 9: StepByStep - Perguntas.....	11
Figura 10: StepByStep - Escrita.....	12
Figura 11: StepByStep - Correspondência.....	12
Figura 12: Bungalow Software - Speech sound on cue.....	13
Figura 13: Bungalow Software - Sights 'n Sounds 1.....	13
Figura 14: Bungalow Software - Sights 'n Sounds 2.....	13
Figura 15: Bungalow Software - numbers 'n Sounds.....	14
Figura 16: Bungalow Software - SpeechPacer.....	14
Figura 17: Bungalow Software - Aphasia Tutor 1:Words.....	14
Figura 18: Bungalow Software - SentencesShaper 2.....	15
Figura 19: Bungalow Software – Direction Following + Out Loud.....	15
Figura 20: Bungalow Software - Aphasia Tutor 4: Functional Reading.....	15
Figura 21: Bungalow Software - Understanding Questions + Out Loud.....	16
Figura 22: Exemplo de Joystick.....	24
Figura 23: Comando Wii (WiiMote).....	25
Figura 24: WiiMote - identificação de eixos do acelerómetro.....	26
Figura 25: WiiMote - Barra de leds.....	26
Figura 26: Organização da habitação por divisões.....	34
Figura 27: Arquitectura de jogo.....	35
Figura 28: Organização dos ficheiros de dados.....	42
Figura 29: Organização da directoria GameData.....	42
Figura 30: Organização da directoria Scripts.....	44
Figura 31: Organização da directoria Tasks.....	44
Figura 32: Organização da directoria Textures.....	45
Figura 33: Menus - Selecção de opções.....	47
Figura 34: Menu inicial.....	48
Figura 35: Consulta de registos - Selecção de utilizador.....	49
Figura 36: Consulta de registos - Estatísticas de utilização.....	50
Figura 37: Consulta de registos - Selecção de tarefa.....	51
Figura 38: Consulta de registos - Selecção de exercício.....	51
Figura 39: Consulta de registos - Estatísticas de exercício.....	52
Figura 40: Consulta de registos - Últimas 10 utilizações.....	53
Figura 41: Apagar utilizador – selecção de utilizador.....	54
Figura 42: Apagar utilizador - confirmação.....	54
Figura 43: Novo utilizador - Dados pessoais.....	55
Figura 44: Novo utilizador - Contactos.....	56
Figura 45: Utilizador registado: Selecção de utilizador.....	56
Figura 46: Utilizador registado - Menu de utilizador.....	57

Figura 47: Utilizador registado – Gestão de dados pessoais. ....	57
Figura 48: Utilizador registado - Gestão de contactos.....	58
Figura 49: Utilizador registado - Gestão de configurações. ....	58
Figura 50: Editar tarefa - Selecção de exercício. ....	59
Figura 51: Editar tarefa - Novo objectivo. ....	60
Figura 52: Editar tarefa - Edição de objectivos. ....	60
Figura 53: Apresentação de texto - Matriz de caracteres.....	61
Figura 54: Apresentação de texto - Mapeamento de caracteres. ....	62
Figura 55: Apresentação de texto - Carácter 'D'. ....	62
Figura 56: Realização de exercícios - 1º passo. ....	83
Figura 57: Realização de exercícios - 2º passo. ....	83
Figura 58: Realização de exercícios - 3º passo. ....	84
Figura 59: Realização de exercícios - 4º passo. ....	84
Figura 60: Realização de exercícios - 5º passo. ....	85
Figura 61: Realização de exercícios - Apresentação de resultados. ....	87
Figura 62: Exercícios de escrita - Substantivos. ....	89
Figura 63: Exercícios de escrita - Verbos infinitivo. ....	90
Figura 64: Frases - Inserir nomes. ....	91
Figura 65: Frases - Inserir verbos no presente. ....	91
Figura 66: Frases - Inserir Partículas. ....	92
Figura 67: Frases – Erros fonológicos .....	92
Figura 68: Frases - Palavras desordenadas. ....	93
Figura 69: Exercícios de texto – Inserir nomes. ....	94
Figura 70: Selecção de palavras - Responsive naming. ....	96
Figura 71: Selecção de palavras - Palavra intrusa. ....	96
Figura 72: Modelo de utilizador - Cabeça. ....	97
Figura 73: Modelo de utilizador - Corpo. ....	98
Figura 74: Modelo de utilizador. ....	98
Figura 75: Modelo de utilizador - Deslocação Frente/Trás. ....	99
Figura 76: Modelo de utilizador - Rotação vertical. ....	99
Figura 77: Modelo de utilizador - Rotação horizontal da cabeça. ....	100
Figura 78: Sistema de eixos do rato. ....	101
Figura 79: Sistema de eixos do Joystick. ....	102
Figura 80: Eixos WiiMote. ....	104
Figura 81: Botões WiiMote. ....	105
Figura 82: WiiMote - Intervalos de funcionamento. ....	106
Figura 83: Ambiente virtual.....	109
Figura 84: Selecção de objectos. ....	109
Figura 85: Ambiente virtual - Informação. ....	110
Figura 86: Questões Sim/Não. ....	112
Figura 87: Realização de tarefas. ....	113
Figura 88: Deslocação de objectos. ....	114
Figura 89: Realização de animações.....	116

## Índice de Fluxogramas

Fluxograma 1: Arquitectura – Interfaces de jogo. ....	36
Fluxograma 2: Arquitectura de funcionamento WiiMote. ....	38
Fluxograma 3: Organização dos ficheiros Blender. ....	39
Fluxograma 4: Utilização de ficheiros Python. ....	41
Fluxograma 5: Arquitectura da ferramenta de gestão. ....	45
Fluxograma 6: Selecção de Opções. ....	48
Fluxograma 7: Apresentação de texto. ....	62
Fluxograma 8: Barra indicadora de texto. ....	63
Fluxograma 9: Apresentação de caracteres especiais. ....	64
Fluxograma 10: Gestão de dados - Utilizadores e sessão. ....	65
Fluxograma 11: Gestão de dados - Exercícios. ....	66
Fluxograma 12: Codificação base64 - Execução de exercícios. ....	67
Fluxograma 13: Realização de exercícios. ....	86
Fluxograma 14: Exercícios de escrita. ....	88
Fluxograma 15: Exercícios de texto. ....	95
Fluxograma 16: Controlo através do rato. ....	101
Fluxograma 17: WiiMote - Comunicação. ....	106
Fluxograma 18: WiiMote - Acelerómetro. ....	107
Fluxograma 19: WiiMote - Botões. ....	108
Fluxograma 20: Selecção de objectos. ....	111
Fluxograma 21: Deslocação de objectos. ....	115
Fluxograma 22: Realização de uma animação. ....	117



## Índice de Tabelas

Tabela 1: Tipos de afasia .....	4
Tabela 2: Comparação de softwares 3D. ....	21
Tabela 3: Vantagens e desvantagens dum sistema de base de dados relacional.....	22
Tabela 4: Vantagens e desvantagens da utilização de ficheiros XML.....	23
Tabela 5: Descrição dos ficheiros Blender da aplicação. ....	41
Tabela 6: Descrição da directoria GameData. ....	43
Tabela 7: Descrição da directoria Tasks. ....	44
Tabela 8: Menu Inicial – Opções.....	49
Tabela 9: Consulta de registos - Descrição de informação.....	50
Tabela 10: Consulta de registos - Estatísticas por exercício.....	52
Tabela 11: Consulta de registos - Dados últimas 10 utilizações.....	53
Tabela 12: Dados de jogo - GameData.XML.....	68
Tabela 13: Dados de utilizador – PatientsIds.XML.....	69
Tabela 14: Dados de utilizador – Dados pessoais.....	70
Tabela 15: Dados de utilizador – Configurações.....	70
Tabela 16: Dados de sessão - Sessão.....	71
Tabela 17: Dados de sessão - Datas.....	72
Tabela 18: Dados de sessão - Tarefas.....	73
Tabela 19: Dados sessão - Objectivos.....	74
Tabela 20: Dados sessão - Tentativas.....	74
Tabela 21: Dados sessão - Ajudas.....	75
Tabela 22: Dados tarefas - Substantivos.....	76
Tabela 23: Dados tarefas - Verbos infinitivo.....	76
Tabela 24: Dados tarefas – Frases (Nomes/Verbos presente/Partículas).....	77
Tabela 25: Dados tarefas – Frases (Erros fonológicos/Palavras desordenadas).....	77
Tabela 26: Dados tarefas - Textos.....	78
Tabela 27: Dados tarefas - Identificação de objectos/Emparceirar Nome.....	78
Tabela 28: Dados tarefas - Frases Sim/Não.....	79
Tabela 29: Dados tarefas - Ordens Simples/Emparceirar Frase.....	79
Tabela 30: Dados tarefas - Responsive Naming.....	80
Tabela 31: Dados tarefas – Palavra intrusa.....	81
Tabela 32: Dados tarefas - Tarefas simples.....	81
Tabela 33: Realização de exercícios - Categorias.....	82
Tabela 34: Correspondência rato/WiiMote.....	105
Tabela 35: Ajudas.....	118



# 1. Capítulo: Introdução

## 1.1. Motivação

A afasia é uma perturbação que afecta a capacidade linguística de um indivíduo. Esta perturbação é resultante de lesões cerebrais ocorridas devido a diversas causas, tais como AVCs, traumatismos cranianos ou tumores. A afasia sendo uma perturbação que afecta a comunicação tem um grande impacto no dia-a-dia do afásico [5][Benson, 1996].

É de notar que grande parte da população nunca ouviu falar de afasia, inclusive em Portugal não existem dados ou estatísticas sobre o número de afásicos existentes, mas estima-se que cerca de 1/3 dos sobreviventes de um AVC são afectados por afasia. Em 2004, e apenas nos EUA, encontravam-se registados cerca de 1 milhão de casos de afasia, tendo este número vindo a aumentar drasticamente [Liechty, 2004].

A afasia não é uma doença, é um sintoma derivado de danos cerebrais e como tal não existe um medicamento ou uma operação que cure um afásico. Para ajudar um paciente com afasia a recuperar é necessário realizar terapia, sendo que o tipo de terapia utilizada e os resultados obtidos são totalmente distintos de paciente para paciente. Em muitos casos nunca existe uma recuperação total das capacidades de comunicação perdidas, e para que se obtenha uma evolução notória são necessárias inúmeras horas de terapia, existindo a necessidade de ser efectuada de forma periódica. A terapia efectuada tradicionalmente através de consultas presenciais com um terapeuta da fala está sujeita à disponibilidade de horários, sendo necessário marcar uma consulta que poderá demorar vários dias ou semanas, e que têm um período de tempo limitado, deste modo o acesso do paciente à terapia torna-se bastante reduzido [Benson, 1996].

A ideia de criar uma ferramenta terapêutica para afásicos, que possa ser utilizada em casa e sem o acompanhamento directo de um terapeuta, tem vindo a ser desenvolvida ao longo de vários anos. Existem diversos estudos que demonstram as vantagens da utilização deste género de ferramentas e que comprovam os seus resultados, no entanto, como todas as aplicações utilizadas na área da saúde e baseadas na utilização de tecnologia é necessária uma constante evolução e actualização. Ao longo dos anos têm sido desenvolvidos diversos produtos para comercialização nesta área, no entanto foram identificadas diversas necessidades que não se encontram satisfeitas com os produtos já existentes.

Através da colaboração com um grupo de investigação em terapia da fala da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa e do Hospital de Santa Maria foi identificado um conjunto de objectivos pretendidos com a criação de um novo produto para a recuperação de doentes afásicos. A elaboração desta dissertação nasce essencialmente da necessidade de criar uma ferramenta terapêutica para tratamento da afasia adaptada à população Portuguesa, pretendendo-se utilizar um ambiente virtual em 3 Dimensões de modo a acrescentar um novo conjunto de possibilidades aos produtos já existentes no mercado. Espera-se que o resultado desta tese venha a ter um impacto bastante positivo na vida de muitos Portugueses afectados pela afasia, tendo um papel importante durante o longo caminho necessário para a recuperação das suas capacidades de comunicação.

## 1.2. Objectivos

Esta tese tem o objectivo de criar uma aplicação em 3 Dimensões que funcione como uma ferramenta terapêutica e possa ser utilizada como método de acompanhamento durante a recuperação de pacientes com afasia.

Como ferramenta terapêutica pretende-se criar uma plataforma lúdica que disponibilize um conjunto de exercícios e tarefas que funcionem como terapia para a reabilitação de diversos tipos de Afasia. Pretende-se que esta ferramenta possa ser facilmente utilizada de forma autónoma e englobada num ambiente familiar, que proporcione aos pacientes afásicos a possibilidade de realizar terapia fora do âmbito das sessões com o seu terapeuta da fala.

Pretende-se ainda que sejam registados todos os dados relativos à utilização da ferramenta terapêutica por parte dos pacientes. Os dados registados poderão ser exportados e utilizados em diversas ferramentas estatísticas de forma a ajudar o terapeuta a tomar decisões relativas à evolução de um paciente.

## 1.3. Organização da tese

No próximo capítulo é feita uma breve caracterização da afasia. É apresentada uma descrição da afasia, os vários tipos de afasia e os métodos de tratamento tradicionais. São ainda feitas referências a outras plataformas multimédia utilizadas em pacientes afásicos.

No terceiro capítulo são apresentadas as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento desta dissertação, e as razões que fundamentam a sua selecção em relação a outros produtos existentes.

O quarto capítulo é referente à arquitectura da aplicação desenvolvida. Neste capítulo são justificadas as opções tomadas, e apresentada a estrutura da solução criada com o objectivo de criar uma ferramenta terapêutica para o tratamento da afasia.

No quinto capítulo é feita uma descrição detalhada da implementação da aplicação multimédia. São apresentados detalhes do funcionamento da solução, a forma como foi criada, e apresentado o resultado final.

No sexto capítulo é feita uma reflexão sobre a dissertação apresentada, são apresentadas conclusões e observações relativas ao trabalho final. Neste capítulo ainda se encontra incluída uma breve apresentação das possibilidades futuras para a solução criada.

## 2. Capítulo: A afasia

### 2.1. O que é a Afasia?

De forma simplificada, a afasia pode ser descrita como uma perturbação linguística adquirida, resultante de uma lesão cerebral que pode comprometer vários aspectos da comunicação. Um paciente afásico pode apresentar perturbações na compreensão auditiva, na expressão oral, na leitura, na escrita e até na realização de operações matemáticas simples [Sik Lányi, 2006].

Apesar das limitações provocadas pela perturbação na comunicação, a afasia não está relacionada com qualquer alteração ou diminuição a nível intelectual. No entanto ao ocorrer uma lesão cerebral, esta raramente afecta apenas uma área responsável pela comunicação, é portanto comum que um afásico sofra de problemas adicionais causados pelas lesões sofridas tais como perturbações nas capacidades motoras. As causas mais comuns das lesões cerebrais responsáveis pela afasia são os AVCs, traumatismos cranianos e tumores cerebrais [Fridriksson, 2002].

A afasia é uma alteração da linguagem, e como tal varia de paciente para paciente podendo-se considerar que não existem dois casos iguais de afasia. A gravidade da afasia depende de factores como a localização e extensão da lesão cerebral (Figura 1), das competências linguísticas e da personalidade do indivíduo [Benson, 1996].

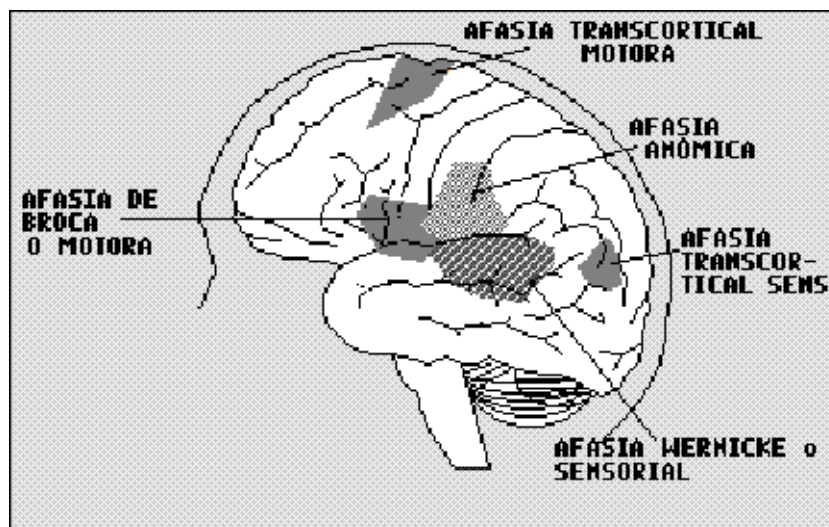


Figura 1: Localização anatómica dos vários tipos de afasia.

### 2.1.1. Tipos de Afasia.

Considerando que todos os casos de Afasia são diferentes, é uma tarefa complexa classificar um caso de Afasia, existindo também um grande número de diferentes baterias de testes utilizadas na classificação da Afasia. Em Portugal no Laboratório de Estudos de Linguagem é utilizada uma bateria de testes padronizada (Bateria de avaliação da Afasia de Lisboa), que utiliza no diagnóstico sindromático quatro provas: análise do discurso, nomeação de objectos por confrontação visual, repetição de palavras e compreensão de ordens simples [Leal, 2005]. A classificação realizada depende do desempenho do paciente nas quatro provas indicadas anteriormente e a combinação dos seus resultados leva à classificação apresentada na tabela 1 [Leal, 2005]:

Tipo de Afasia	Fluência	Compreensão	Nomeação	Repetição
Global	Não fluente	Perturbada	Perturbada	Perturbada
Broca	Não fluente	Normal	Perturbada	Perturbada
Transcortical mista	Não fluente	Perturbada	Perturbada	Normal
Transcortical motora	Não fluente	Normal	Perturbada	Normal
Wernicke	Fluente	Perturbada	Perturbada	Perturbada
Condução	Fluente	Normal	Perturbada	Perturbada
Transcortical sensorial	Fluente	Perturbada	Perturbada	Normal
Anómica	Fluente	Normal	Perturbada	Normal

Tabela 1: Tipos de afasia

#### 2.1.1.1. Afasia Global.

A afasia global é a forma mais grave de Afasia, e geralmente encontra-se acompanhada de outras complicações neurológicas e motoras. Compromete todas as modalidades de linguagem e existem graves limitações tanto na compreensão como na expressão. A comunicação é inexistente [Jakubovicz, 1996].

#### 2.1.1.2. Afasia de Broca.

Existem dificuldades na expressão oral e uma redução de linguagem. O paciente não consegue articular os sons, tem dificuldade em reconhecer os chamados pontos de articulação (por exemplo: na emissão do “p”, juntamos os lábios e esta associação não é feita pelo paciente), existe ainda dificuldade na área de cálculos e escrita. É identificada a utilização dos chamados jargões, o indivíduo utiliza sempre uma mesma palavra ou frase curta para diferentes situações de comunicação [Jakubovicz, 1996].

#### 2.1.1.3. Afasia transcortical mista.

A Afasia transcortical mista caracteriza-se pela dificuldade na denominação, na produção de um discurso espontâneo e incompreensão da fala. No entanto não existem dificuldades na capacidade de repetição [Leal, 2005].

A afasia transcortical mista é uma combinação da Afasia transcortical motora e da transcortical sensorial.

#### **2.1.1.4. Afasia transcortical motora.**

Neste tipo de Afasia existem dificuldades na iniciação da fala, uma redução na extensão das frases e na fluência do discurso assim como alterações gramaticais. No entanto existe uma boa compreensão e repetição, sendo maiores as dificuldades durante um discurso espontâneo. Durante a leitura e escrita não são detectadas nenhuma dificuldades [Leal, 2005].

#### **2.1.1.5. Afasia transcortical sensorial.**

Pacientes com Afasia transcortical sensorial perdem a capacidade de realizar associações semânticas. Predominam frases curtas e com sentido superficial, as dificuldades encontradas são essencialmente ao nível da compreensão. O paciente é capaz de repetir palavras, sem no entanto compreender o seu significado [Leal, 2005].

#### **2.1.1.6. Afasia de Wernicke.**

Existem dificuldades tanto na compreensão como na expressão, no entanto sem a existência de dificuldades na articulação das palavras. Pode existir um predomínio de dificuldade na área semântica em que o paciente consegue emitir perfeitamente as palavras, no entanto não compreende o que lhe é solicitado, quando quer se expressar tem dificuldades, por exemplo, se pretende exprimir a palavra "mesa", pronuncia "cadeira", ou ainda a existência de um predomínio maior na área fonémica, em vez de pronunciar "lua", substitui por "sua" ou 'nua', pois os seus diferentes significados não são perceptíveis pelo indivíduo afásico [Jakubovicz, 1996].

#### **2.1.1.7. Afasia de condução.**

Este tipo de Afasia caracteriza-se pela dificuldade ou impossibilidade de repetir palavras e frases, existindo ainda dificuldades em nomear objectos. No entanto a compreensão auditiva e o discurso espontâneo não se encontram afectados [Leal, 2005].

Devido a existir uma perfeita compreensão do discurso produzido pelo próprio indivíduo, o paciente tem a capacidade de identificar os seus próprios erros tendo tendência a corrigi-los.

#### **2.1.1.8. Afasia anómica.**

A Afasia anómica caracteriza-se pela dificuldade do paciente em nomear, estes pacientes têm dificuldades, por exemplo, em indicar o nome de um objecto. No entanto todas as outras capacidades de comunicação apresentam-se sem problemas, sendo que o indivíduo tem tendência em substituir a palavra que não consegue nomear, pela sua descrição ou palavras tipo como "coisa" [Leal, 2005].

### **2.1.2. Recuperação e tratamento da Afasia – Métodos tradicionais.**

Um dos pontos mais importantes sobre a Afasia é que muito raramente existe uma recuperação total por parte do paciente. Não existem medicamentos ou cirurgias para o tratamento da afasia, o paciente deve submeter-se a um tratamento terapêutico, que devido à sua periodicidade acaba por ser tornar parte do seu dia-a-dia. A chave para uma maior recuperação em casos de Afasia é o princípio de uma estimulação repetitiva e intensiva [Howard 1987].

Sendo a afasia uma perturbação que afecta a comunicação, tanto a expressão como a percepção, esta altera bastante o quotidiano do indivíduo. Por vezes a depressão e a fúria instalam-se devido à frustração sentida durante várias tentativas falhadas de comunicação, sendo necessário um enorme dispêndio de energia para conseguirem enviar e decodificar mensagens.

Deste modo é muito importante que a recuperação de um paciente afásico tenha como base as suas necessidades do dia-a-dia [Castro-Caldas 1995] [Howard 1987] [Peña-Casanova 1995].

- Método didáctico – A linguagem é reensinada com base em métodos práticos fundamentados no senso comum, na intuição clínica e no ensino tradicional da leitura, escrita e gramática das escolas.
- Método de modificação de comportamento – Baseia-se na reaprendizagem da linguagem, utilizando um método de estímulo-resposta.
- Método da estimulação – Este método foca-se na criação de uma estimulação adequada que permita ao paciente afásico aceder novamente às capacidades linguísticas que manteria intactas.
- Método de reorganização funcional – Fundamenta-se na tese de que as faculdades cognitivas se baseiam na forma como determinadas funções cerebrais estão organizadas. Pretende-se reorganizar as funções que permaneceram intactas depois da lesão cerebral de modo a recuperar algumas faculdades. Baseia-se em três princípios:
  - Desinibição: O desbloqueio de funções que se encontram temporariamente bloqueadas.
  - Substituição: A reorganização de funções que se encontram numa zona cerebral danificada para uma outra secção não afectada.
  - Reorganização: Uma reorganização completa de todo o sistema funcional.
- Método pragmático – Defende que o tratamento se deve basear na criação de alternativas de comunicação. Em vez de se apostar numa correcta estrutura da linguagem, pretende-se dar mais ênfase no objectivo de dar ferramentas para a comunicação no dia-a-dia.

### **2.1.3. Aplicações computacionais e a afasia**

A recuperação de um paciente afásico é um processo bastante longo e que requer uma grande dedicação e tempo despendido.

As primeiras tentativas de utilização de tecnologias computacionais na Afasia foram efectuadas há mais de 30 anos. A premissa da utilização de computadores no tratamento da Afasia baseia-se na ideia de que os computadores permitiriam aos pacientes o acesso mais intensivo a terapias de linguagem. No entanto ao início existiu por parte de alguns investigadores o receio de que uma terapia utilizando computadores reduzisse a qualidade dessa mesma terapia, sendo que hoje em dia existe uma utilização generalizada de tecnologias informáticas em áreas da saúde inclusive em áreas relacionadas com a terapia da fala [Sik Lányi 2006].

Desde sempre que são utilizados exercícios suplementares para o paciente desenvolver fora das consultas de terapia acompanhada. Tradicionalmente estes exercícios eram apresentados

sobre a forma de textos, livros ou até mesmo gravações áudio e de vídeo. Este material permitia aos pacientes com afasia manterem ou melhorarem capacidades readquiridas com a terapia efectuada. As novas tecnologias e os programas informáticos em conjunto com a generalização da utilização de computadores pessoais trouxeram um novo mundo de possibilidades ao tratamento de afásicos fora do horário de consultas acompanhadas.

Em seguida estão apresentadas as vantagens e desvantagens da utilização de programas informáticos como forma de terapia adicional para a recuperação de pacientes com afasia [Edmans 2004] [Robertson 1990] [Sik Lányi 2006].

#### *2.1.3.1. Vantagens:*

- Pode ser utilizada em qualquer lugar e de forma desacompanhada ou com apenas o apoio da família. Desta forma permite que um paciente afásico realize um grande número de exercícios que o ajudem na sua recuperação, sem ser necessário estar dependente de terceiros ou da marcação de consultas e horários rígidos.
- A possibilidade de utilizar diferentes estímulos, tais como vídeos, sons, textos, e imagens numa única ferramenta.
- Apesar de ser utilizada de forma desacompanhada, a própria estrutura do programa serve de guião para a terapia efectuada utilizando um conjunto de regras pré-definidas.
- É possível o utilizador obter um feedback imediato das suas acções, podendo ainda esta informação ser apresentada de diferentes formas, podendo ser utilizados estímulos de incentivo (como sons de palmas, ou pequenos filmes), que incentivam o paciente a melhorar e utilizar mais intensivamente o programa. Encontra-se provado que a possibilidade de auto-avaliação em pacientes afásicos funciona como uma forma motivadora de realizar terapia.
- Permite a recolha de informação sobre a utilização da ferramenta por parte do paciente, desta forma o terapeuta responsável pode obter informações detalhadas sobre a evolução do paciente. São obtidos dados tais como o tempo de utilização, todas as tentativas efectuadas para resolver um exercício e as ajudas utilizadas.
- A evolução da tecnologia permite a criação de ferramentas em 3 dimensões, que permitem a avaliação e recuperação de diferentes capacidades do paciente em relação aos métodos tradicionais baseados em imagens [Reis 2001]. Este factor funciona ainda como uma motivação adicional para a realização de terapia.

#### *2.1.3.2. Desvantagens:*

- Existem dificuldades adicionais criadas aos pacientes devido à utilização de um computador pessoal. Muitos dos pacientes têm pouca ou nenhuma experiência na sua utilização, sendo necessário considerar um período de tempo para que exista uma adaptação a esta nova ferramenta.
- Como o seu uso é realizado fora do âmbito de uma consulta, é necessário ser o próprio paciente a tomar a iniciativa de utilizar a ferramenta terapêutica. Desta forma a sua utilização está em grande parte dependente da sua motivação ou incentivo de familiares.

- Os programas de computador são ferramentas essencialmente quantitativas, como são baseados em regras é difícil criar modelos de análise qualitativa. Desta forma é essencial que a terapia realizada de forma desacompanhada utilizando uma ferramenta informática seja complementada por consultas com um terapeuta responsável pelo acompanhamento do paciente.
- Apesar da evolução da tecnologia ainda é algo complexo e pouco utilizado o reconhecimento de voz em áreas relacionadas com a terapia da fala. Uma das áreas problemáticas em pacientes afásicos é a expressão oral, neste ponto torna-se por vezes difícil a compreensão do discurso por parte de um humano, sendo praticamente impossível o reconhecimento do discurso por parte um computador. Nesta área a única solução possível é a gravação de sons, sendo necessário um terapeuta ou um familiar de modo a existir um feedback sobre o desempenho verbal do paciente.
- É ainda necessário considerar que existe um custo associado à utilização de novas tecnologias e ferramentas informáticas, custos que os pacientes e as próprias instituições responsáveis pelo seu acompanhamento muitas vezes não tem capacidade de suportar.

## 2.2. Estado da Arte

Neste capítulo são apresentadas algumas soluções já existentes no mercado e em desenvolvimento que têm como finalidade o tratamento da Afasia.

As primeiras tentativas de criar uma ferramenta terapêutica no âmbito da Afasia tiveram lugar nos anos 80, sendo que muitas destas aplicações têm sido continuamente desenvolvidas ao longo dos anos e ainda se encontram disponíveis hoje em dia.

É de notar que a maioria dos produtos existentes no diagnóstico e reabilitação de pacientes com afasia não se encontram em português nem estão adaptados à população Portuguesa. Sendo que, apesar de algumas destas ferramentas se encontrarem bastante evoluídas, devido ao facto da restrição linguística, a sua utilização em Portugal é bastante reduzida [Fonseca 1997].

Para além de apresentar produtos existentes no mercado, os exemplos a seguir indicados pretendem servir principalmente como um modelo dos exercícios que são possíveis encontrar hoje em dia.

### 2.2.1. Lingraphica

Uma das ferramentas com mais sucesso actualmente é a “Lingraphica”, este produto foi inicialmente desenvolvido nos anos 90 e tem vindo a ser sucessivamente melhorado beneficiando ao longo dos anos da colaboração de um vasto número de investigadores na área da Afasia [2].

Inicialmente esta ferramenta consistia num sistema de comunicação visual, e foi baseada em investigação realizada com cartões de imagens no Hospital de Boston durante os anos 80. A

versão actual é bastante completa e possui conteúdos e exercícios que pretendem abranger um grande número de variantes da afasia, sendo a personalização dos exercícios uma das principais características que distingue este produto de outros existentes no mercado.

- A aplicação é totalmente personalizável (figura 2). É possível adicionar novas palavras, imagens e filmes de modo a tornar a aplicação mais útil no dia-a-dia do paciente.

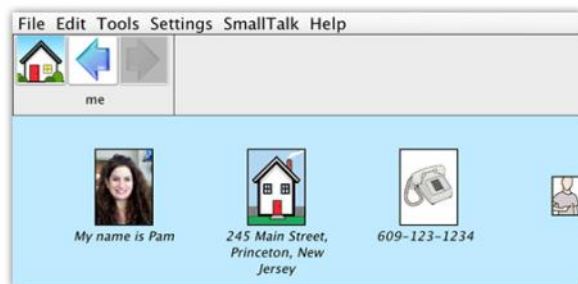


Figura 2: Lingraphica - Personalização de exercícios.

- Engloba ferramentas que possibilitam a criação de filmes, fotos e ícones que podem ser utilizados em alguns exercícios (figura 3).



Figura 3: Lingraphica - Criação de filmes e fotos.

- Vídeos de ajuda na expressão oral (figura 4). Estes vídeos ilustram os movimentos necessários para produzir um som de forma correcta, desta forma pretende-se ajudar pacientes com dificuldades de dicção.



Figura 4: Lingraphica - Exemplo de ajuda de expressão oral.

- Existe um grande número de diferentes exercícios que englobam diferentes áreas, tais como a gramática, matemática, leitura, compreensão e memória (figura 5).

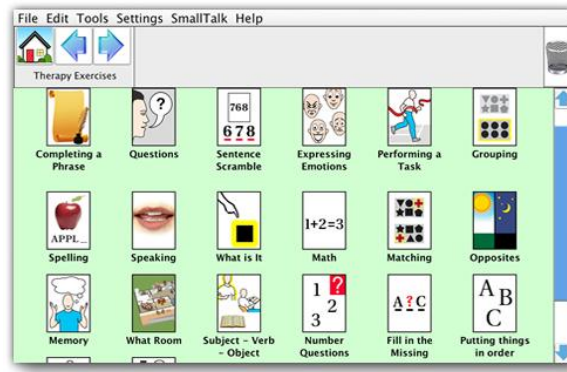


Figura 5: Lingraphica - Apresentação do menu de exercícios.

- O SmallTalk consiste num conjunto de aplicações disponíveis para plataformas portáteis, permitindo ao paciente utilizar as possibilidades oferecidas pelo Lingraphica em qualquer lugar (figura 6).



Figura 6: Lingraphica - SmallTalk.

O Lingraphica tem actualmente um custo de aproximadamente 7000 dólares mais 350 dólares pela utilização do SmallTalk. Este produto não se encontra disponível em Português.

### 2.2.2. StepByStep

O “StepByStep” é um produto desenvolvido no Reino-Unido baseado na utilização de vídeos que pretendem ajudar o paciente na expressão oral. Esta aplicação possui 5 exercícios [3]:

- Repetição – Este exercício pretende que o utilizador exprima oralmente o nome do objecto indicado na aplicação através de uma foto e da palavra escrita gravando cada tentativa num ficheiro de som (figura 7). A característica mais importante é a existência de vídeos com os movimentos da boca necessários para reproduzir toda a palavra ou para a reprodução de cada uma das letras que compõem a palavra pretendida.



Figura 7: StepByStep - Repetição.

- Procura de palavras – O paciente tem de identificar qual o nome do objecto apresentado através de uma imagem (figura 8). De forma a ajudar o paciente existem diversas ajudas que podem ser utilizadas, tais como vídeos com uma descrição da palavra ou com o movimento da boca durante a expressão da palavra pretendida. A resposta é dada de forma oral, sendo criado um ficheiro de som.



Figura 8: StepByStep - Procura de palavras.

- Perguntas – Uma pergunta é colocada de forma sonora e pretende-se que o paciente responda à pergunta efectuada de forma oral (figura 9). Existem diversas ajudas que podem ser utilizadas no decurso do exercício pelo utilizador.



Figura 9: StepByStep - Perguntas.

- Escrita – O utilizador tem de escrever o nome do objecto apresentado na forma de uma imagem, como opção de escrita pode ser utilizado o teclado do computador ou através

da representação de um teclado no ecrã utilizando o rato (figura 10). Para a solução do exercício existem diversas ajudas, tais como a reprodução sonora do nome do objecto.



Figura 10: StepByStep - Escrita

- Correspondência – Existem dois exercícios de correspondência, no primeiro pretende-se seleccionar a imagem do objecto indicado de forma escrita de entre imagens de outros objectos. No segundo exercício pretende-se seleccionar qual a palavra que corresponde ao objecto da imagem, sendo que existem diversas palavras em que apenas uma se encontra correcta (figura 11).



Figura 11: StepByStep - Correspondência.

O StepByStep possui uma funcionalidade que permite consultar os resultados da utilização, existindo estatísticas gerais de desempenho e uma consulta de dados por utilização. Este produto tem um custo superior a 250 Libras e não existe uma versão em Português.

### 2.2.3. Bungalow Software

Bungalow Software é um conjunto de programas desenvolvidos por terapeutas da fala, estes programas encontram-se divididos conforme os sintomas existentes em pacientes afásicos. Este software foi inicialmente criado em 1995, e tem sido constantemente desenvolvido ao longo dos anos beneficiando do feedback dos vários pacientes e terapeutas que têm vindo a utilizar esta ferramenta. Em seguida estão apresentados alguns dos programas que constituem o “Bungalow Software” [4].

- Speech sounds on cue – Este programa pretende ajudar o paciente com dificuldades de expressão oral. É bastante útil para um paciente que tenha necessidade de ouvir e ver

como é formado um som. Contêm diversos vídeos com sons e palavras completas (figura 12).

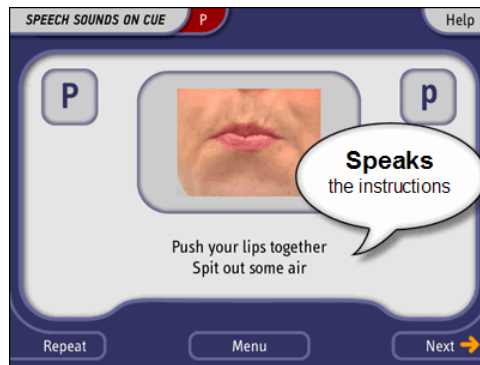


Figura 12: Bungalow Software - Speech sound on cue.

- Sights 'n Sounds 1 – É apresentada uma palavra e uma imagem correspondente, sendo em seguida ouvida essa palavra (figura 13). O paciente deverá pronunciar essa mesma palavra, sendo o som gravado para que o próprio paciente possa comparar com o som inicialmente ouvido.

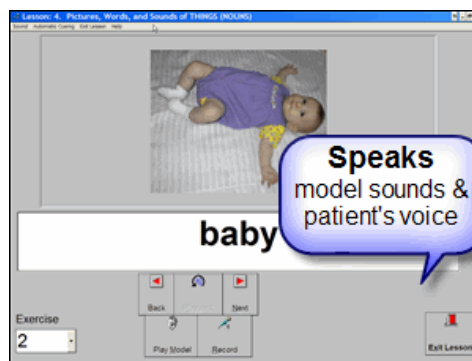


Figura 13: Bungalow Software - Sights 'n Sounds 1.

- Sights 'n Sounds 2 – Este programa ajuda o paciente a dizer frases utilizando para tal um conjunto de sugestões. É apresentado um texto ou imagem com uma pergunta ou resposta e o paciente deverá dizer a frase pretendida (figura 14).

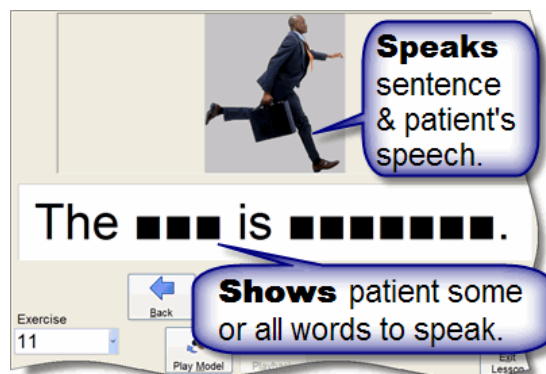


Figura 14: Bungalow Software - Sights 'n Sounds 2.

- Numbers 'n Sounds – É apresentado um número, as palavras que representam o número ou então é ouvido um som com o número pretendido, tendo o paciente de gravar a sua tentativa de expressar oralmente o número pretendido (figura 15).

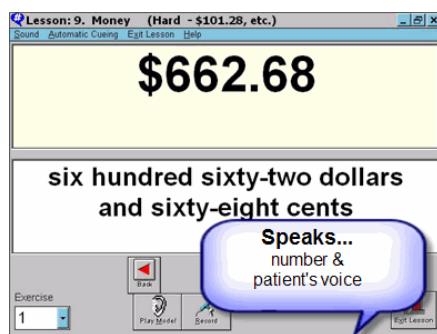


Figura 15: Bungalow Software - numbers 'n Sounds.

- SpeechPacer – Ajuda o paciente a falar mais depressa ou mais devagar conforme as suas necessidades, em alguns casos o paciente fala tão depressa que o seu discurso não é claro. É apresentado um texto em que as palavras aparecem em destaque de modo a o paciente acompanhar a leitura (figura 16).

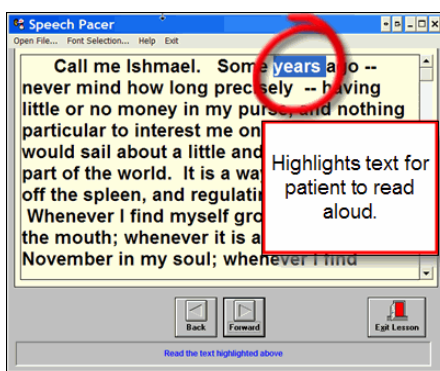


Figura 16: Bungalow Software - SpeechPacer.

- Aphasia Tutor 1: Words – É apresentada uma letra, palavra ou imagem em que o paciente responde escolhendo ou escrevendo a resposta correcta. Este exercício está dividido em diversos níveis, inicialmente são apresentadas apenas letras e por fim o paciente deverá escrever o nome de objectos apresentados através de imagens (figura 17).



Figura 17: Bungalow Software - Aphasia Tutor 1:Words.

- SentencesShaper 2 – São apresentadas ao paciente sugestões (imagem, botões com palavras, ou uma frase), em seguida o paciente deverá criar frases utilizando sons de palavras criados anteriormente pelo próprio utilizador (figura 18). Deste modo o paciente é incentivado a construir frases complexas através de um conjunto de sons.



Figura 18: Bungalow Software - SentencesShaper 2.

- Direction Following + Out Loud – Este programa pretende melhorar a capacidade do paciente em perceber e recordar instruções. O paciente ouve/lê uma instrução e deverá em seguida efectuar a instrução pretendida utilizando o rato para movimentar as formas apresentadas (figura 19).

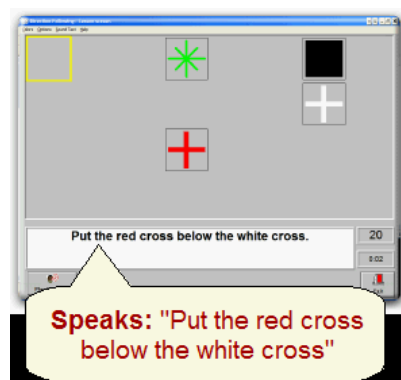


Figura 19: Bungalow Software – Direction Following + Out Loud.

- Aphasia Tutor 4: Functional Reading – Pretende-se que o paciente consiga identificar a informação pretendida, em locais como etiquetas médicas, listas de compras, contas de água, guias de televisão, rótulos de produtos, entre outras informações práticas para o dia-a-dia do utilizador (figura 20).

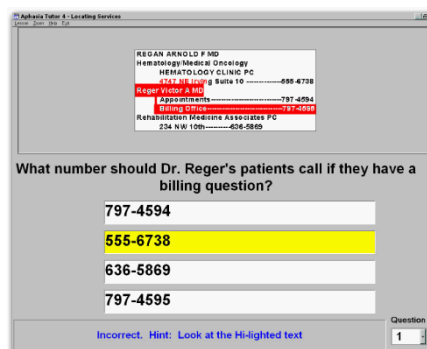


Figura 20: Bungalow Software - Aphasia Tutor 4: Functional Reading.

- Understanding Questions + Out Loud – É apresentada uma pergunta ao paciente na forma do som. O paciente deverá seleccionar a resposta correcta à questão apresentada de entre uma lista com quatro opções (figura 21).



Figura 21: Bungalow Software - Understanding Questions + Out Loud.

### 2.3. Discussão

A ferramenta terapêutica criada no decorrer desta dissertação é baseada numa primeira versão desenvolvida em 1997 com o nome de “Lisling”. Esta primeira versão foi desenvolvida com o objectivo de oferecer um conjunto de exercícios mais apelativos a ser utilizado durante as sessões de terapia acompanhada, possibilitando a recolha de dados a ser utilizados em análises futuras sobre a performance obtida pelo paciente durante as sessões. Esta versão não se destina a ser utilizada de forma autónoma por parte dos pacientes, sendo necessário um constante acompanhamento e orientação por parte do terapeuta da fala.

Apesar de ser uma ferramenta terapêutica criada inteiramente em Português, esta primeira versão criada em 1997 encontra-se muito desactualizada em termos tecnológicos. Esta versão foi concebida para funcionar em Windows 95 e 98, existindo graves limitações na sua utilização em sistemas operativos mais actuais, impossibilitando a sua corrente utilização.

Sendo que existe um grande número de ferramentas no mercado com o objectivo de ajudar o paciente afásico, foram identificados alguns pontos considerados importantes para os quais não existe nenhuma ferramenta que os satisfaça:

- Ferramenta em Português – Estando a afasia relacionada com dificuldades de comunicação, é extremamente importante que as ferramentas utilizadas pelo paciente afásico se encontrem na sua língua materna. Para além da dificuldade da língua, é importante que os exercícios contidos na ferramenta estejam adequados à própria cultura do paciente, deste modo pretende-se reduzir ao máximo as dificuldades de utilização do produto.
- Exercícios em 3 dimensões – Sendo a maioria dos pacientes afásicos pessoas com uma idade algo avançada, a grande maioria destes pacientes têm nenhuma, ou muito pouca experiência na utilização de computadores. Como tal a utilização de uma ferramenta que inclua a realização de tarefas em apenas 2 dimensões vai criar dificuldades adicionais, é necessário um nível de abstracção por parte do utilizador de forma a relacionar a informação recebida em 2 dimensões para o mundo real em 3 dimensões.

- Personalização de exercícios – O objectivo principal da terapia em pacientes afásicos é a sua preparação para enfrentar o dia-a-dia. Deste modo é importante que os exercícios realizados durante a terapia apresentem desafios relacionados com o quotidiano do paciente, desta forma podem ser incluídos por exemplos os nomes e fotografias dos filhos, objectos que possuam em casa assim como tarefas que sejam úteis a esse paciente específico. É ainda importante que seja permitido ao utilizador configurar o número máximo de erros aceitável por cada exercício como a configuração dos métodos de interacção com a aplicação.
- Motivação – A grande vantagem da utilização de tecnologia como ferramenta terapêutica, é a possibilidade de o paciente poder realizar terapia o maior número de horas possível. Desta forma não é necessário esperar pela consulta seguinte com o seu terapeuta, podendo evoluir em casa e de forma desacompanhada, ou apenas com o apoio da família. Para que se obtenham resultados positivos é portanto necessário a criação de exercícios que motivem o utilizador. Desta forma pretende-se que a ferramenta seja simples de utilizar, o utilizador obtenha um feedback instantâneo e quantitativo das suas acções de modo a que se sinta motivado com a obtenção de melhores resultados e a criação de objectivos. Neste ponto é ainda extremamente importante a inclusão de estímulos familiares e de um ambiente agradável e inovador como o obtido através da tecnologia de 3 dimensões.
- Registo de respostas – Apesar de se pretender uma ferramenta que consiga dar ao paciente um feedback instantâneo das suas acções, é importante que o terapeuta responsável pelo paciente consiga obter dados sobre a utilização e resultados obtidos. Desta forma pretende-se que durante a realização dos exercícios seja criado um registo por utilizador das suas respostas e resultados, assim como dos tempos de utilização sendo por fim apresentadas estatísticas relacionadas. É ainda importante a possibilidade de exportação dos ficheiros com registos em formatos que possam ser facilmente transferidos e utilizados em conjunto com outras ferramentas, nomeadamente ferramentas de análise estatística e de dados.
- Conjunto de exercícios global – Devido aos vários tipos de afasia existentes e aos diferentes graus de gravidade com que são afectados os pacientes afásicos, é importante que estejam incluídos exercícios que possam ser úteis a um grande número de utilizadores. Deste modo os exercícios presentes deverão ter em conta que existem pacientes com dificuldades de compreensão escrita, compreensão auditiva e de expressão, é ainda importante que se encontrem adaptados a diversos graus de gravidade da afasia do paciente.
- Exercícios de expressão oral – As dificuldades de expressão oral são bastante comuns em pacientes com Afasia, no entanto em alguns casos esta dificuldade está relacionada com a identificação, distinção ou significado de objectos e palavras, sendo que através dos exercícios de expressão escrita é possível ajudar estes pacientes na sua recuperação.

No entanto existem vários casos em que o paciente tem dificuldade em pronunciar as palavras ou produzir um discurso perceptível, para estes casos optou-se por não criar

nenhum exercício. Uma das características pretendidas com esta ferramenta é a apresentação e classificação de resultados, o que não é possível realizar de forma instantânea através das tecnologias de reconhecimento de voz agora existentes. Deste modo poderiam ser criados exercícios de expressão oral, mas seria necessário que as tentativas desses exercícios fossem gravadas para mais tarde serem classificadas pelo terapeuta responsável. Considerou-se mais adequado que todos os exercícios de expressão oral fossem realizados em conjugação com o terapeuta, obtendo-se uma melhor qualidade e melhores resultados com a terapia tradicional.

Todos os pontos identificados permitem justificar a criação de uma nova ferramenta multimédia para tratamento da afasia, sendo de destacar o facto de ser totalmente em Português, e que existe uma importante inovação referente ao ambiente virtual em 3 Dimensões que permite novas possibilidades no acompanhamento e terapia de afásicos.

## 3. Capítulo: Ferramentas de desenvolvimento.

Para a criação de uma ferramenta terapêutica foi necessário seleccionar de entre as várias opções disponíveis as ferramentas de desenvolvimento que mais se adequam aos objectivos propostos.

### 3.1. Modelação 3D e motor de jogo.

Em seguida estão apresentados algumas das mais conhecidas aplicações para modelação de objectos em 3 dimensões, e criação de um motor de jogo capaz de suportar a tecnologia 3D.

#### 3.1.1. Autodesk 3ds Max.

O “Autodesk 3ds Max” é um software gráfico de modelação de objectos 3D que permite ainda a realização de animações. É um software bastante utilizado por profissionais que trabalham em animações 3D, no entanto têm um custo de aproximadamente 3500 Dólares. O “Autodesk 3ds Max” apenas se encontra disponível para o sistema operativo Windows.

A sua principal vantagem é a facilidade de utilização, sendo que é um produto que se encontra em produção e constante evolução há bastantes anos (foi lançado pela primeira vez em 1995). Uma vez que existe um grande número de utilizadores desta plataforma é possível encontrar facilmente a mais variada documentação e tutoriais assim como a utilização de modelos 3D disponibilizados (pagos e gratuitos).

O “Autodesk 3ds Max” apenas permite a criação dos modelos 3D, sendo necessária outra ferramenta para a criação do motor de jogo.

#### 3.1.2. Autodesk Maya.

O “Autodesk Maya” para além de ser um software de modelação de objectos 3D, possibilita ainda a criação de aplicações 3D tais como jogos e filmes de animação. No entanto tal como o “3ds Max” possui um custo bastante elevado de aproximadamente 3500 Dólares por licença. O grande trunfo do “Maya” em relação a outros softwares é a possibilidade de personalizar o seu ambiente de trabalho, reduzindo a facilidade de utilização e os tempos de produção. Esta aplicação encontra-se disponível para Linux, Mac OS X e para Windows.

Para além de possuir diversos simuladores, tais como de fluidos, partículas e cabelos é ainda possível adicionar scripts desenvolvidos em Python e numa linguagem de scripts própria chamada de MEL (Maya Embedded Scripting Language).

#### 3.1.3. Blender.

O “Blender” é uma ferramenta grátis para aplicações 3D que permite a criação e utilização dos objectos criados numa única interface. Possui um motor de jogo bastante avançado com simulação de gravidade, colisões, fluidos, partículas, podendo as suas funcionalidades serem expandidas através de scripts desenvolvidos em Python.

O ambiente de trabalho do “Blender” é totalmente diferente das restantes ferramentas de modelação em 3D, sendo por esse facto considerado pouco intuitivo e de difícil aprendizagem. No entanto existe uma grande comunidade de suporte e desenvolvimento, sendo que existem tutoriais e fóruns onde é possível obter respostas para praticamente todas as questões.

#### **3.1.4. Lightwave 3D.**

O “Lightwave” tem a capacidade de criar modelos 3D assim como um motor de jogo incluído. No entanto existe uma interface para a modelação e uma outra para o desenvolvimento de aplicações. O seu motor de jogo inclui efeitos de simulação bastante realísticos como gravidade, colisões e efeitos de fluidos.

É ainda possível adicionar novas funcionalidades ao “LightWave” através de scripts numa linguagem própria chamada de LScript.

#### **3.1.5. XNA.**

Um software bastante conhecido para o desenvolvimento de jogos é o “XNA” desenvolvido pela Microsoft. O “XNA” é um software que têm como único objectivo o desenvolvimento de jogos e é composto por um conjunto de ferramentas como o “XNA Game Studio”, “XNA Framework”, “XNA Content Pipeline” e o “XACT” (Audio Authoring Tool).

Apesar das suas grandes potencialidades existem alguns problemas na sua utilização para comercialização, sendo algo complexas as licenças que abrangem este software.

Mesmo tendo um motor de jogo bastante evoluído, a sua utilização na criação de jogos 3D é bastante complexa, sendo que necessita de importar os modelos 3D criados por outras ferramentas. Para além de ser necessário importar os modelos 3D não possui uma interface de edição 3D, o que torna bastante complicado e moroso a criação das cenas que compõe o jogo. A sua maior vantagem em relação às restantes ferramentas apresentadas é a sua capacidade de edição de texto. No entanto esta ferramenta apenas é compatível com o sistema operativo Windows.

#### **3.1.6. JMonkey.**

O “JMonkey” é um motor de jogo baseado em Java, que têm como principal trunfo a facilidade de utilização e o reduzido tempo de desenvolvimento. É uma ferramenta que funciona em praticamente todas as plataformas, e sendo baseada numa vasta colecção de bibliotecas, as suas possibilidades são praticamente ilimitadas em que existem constantemente actualizações disponibilizadas por uma vasta comunidade online.

O “JMonkey” não tem qualquer custo, é completamente open-source e pode ser comercializado sem necessidade de nenhuma licença adicional.

Possui um bom motor de jogo com a capacidade de utilização de sombras, simuladores de física e texturas. No entanto não é possível a criação de modelos 3D, sendo necessário importar os modelos criados por uma outra ferramenta externa.

### 3.1.7. Comparação de Softwares.

Para a selecção das ferramentas a utilizar no desenvolvimento desta aplicação foi necessário ter em conta os seguintes parâmetros.

- Trata-se de uma ferramenta que têm como objectivo a comercialização.
- O público-alvo possui poucos ou nenhuns conhecimentos de informática.
- A necessidade de manter os custos de produção baixos.
- O tempo de aprendizagem das ferramentas e a sua facilidade de utilização.
- Possibilidade de funcionar em diversos sistemas operativos e com pouca capacidade de processamento.
- Facilidade de distribuição e instalação.
- Capacidade de interacção com diversas interfaces.
- Bibliotecas existentes.
- Capacidade de utilização de texto, sons, imagens e filmes.

Ao desenvolver esta aplicação pretende-se criar 2 tipos de exercícios, exercícios baseados em escrita e leitura e exercícios baseados num ambiente 3D. A criação do ambiente 3D e a interacção com o utilizador apresenta o maior desafio, sendo que a selecção da ferramenta a utilizar como motor de jogo foi baseada principalmente nas suas capacidades 3D, ficando para segundo plano as suas capacidades como editor de texto.

Devido a este facto optou-se pela utilização de uma única ferramenta com a capacidade de criar modelos 3D, e que incluía um motor de jogo. Utilizando a mesma ferramenta para ambas as funções evitam-se problemas de compatibilidade, e apenas é necessário o tempo de aprendizagem para uma ferramenta. Deste modo foi eliminada a possibilidade de utilização do XNA e do JMonkey.

Na tabela seguinte, tabela 2, encontra-se uma comparação entre os quatro softwares de modelação apresentados que incorporam motores de jogo.

	<b>3ds Max</b>	<b>Maya</b>	<b>Blender</b>	<b>Lightwave</b>
<b>Preço</b>	3495 Dólares	3499 Dólares	Grátis	795 Dólares
<b>Linguagens de Script</b>	MAXScript, C++	MEL, Python, C++	C, Python	LScript
<b>Plataformas</b>	Windows	Windows, OSX, Linux	Windows, OSX, Linux, Irix, Solaris, FreeBSD	Windows, OSX
<b>Simulação Física/Partículas</b>	Sim/Sim	Sim/Sim	Sim/Sim	Sim/Sim
<b>Modelação 3D</b>	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Motor de Jogo</b>	Fraco	Muito Bom	Bom	Médio
<b>Reutilização de modelos 3D</b>	Boa	Boa	Boa	Boa
<b>Facilidade de Utilização</b>	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Média
<b>Documentação</b>	Boa	Excelente	Muito Boa	Excelente

Tabela 2: Comparação de softwares 3D.

Observando a tabela e comparando os quatro softwares chega-se à conclusão que são bastante semelhantes nas suas capacidades, sendo que o Blender se destaca por não ter qualquer custo. Não existindo limitações no Blender que impossibilitem a sua utilização para o desenvolvimento da solução pretendida, a escolha do software a utilizar para modelação do motor de jogo e modelação recaiu sobre o Blender.

### 3.2. Gestão de dados.

Um dos pontos relevantes na criação de uma ferramenta terapêutica é a necessidade de guardar dados sobre a utilização da ferramenta por um determinado paciente. Deste modo é possível o terapeuta responsável pelo acompanhamento do paciente retirar conclusões e realizar um novo plano de treino baseado nesses dados e na evolução registada ao longo do tempo.

Para além dos dados de utilização do paciente, é necessário existir uma estrutura de dados de suporte à ferramenta. É necessária a existência de um sistema onde se encontrem guardados os dados referentes às tarefas e objectivos a realizar, preferências e dados pessoais do utilizador, e gestão de ficheiros utilizados pela ferramenta tais como ficheiros de som e imagens.

Foram consideradas duas aproximações possíveis para a construção do modelo de dados utilizado na aplicação. A primeira aproximação consiste na utilização de uma base de dados relacional, sendo a segunda aproximação relativa à utilização de ficheiros de texto com uma estrutura XML (Extensible Markup Language).

Foram identificadas vantagens e desvantagens na utilização dos dois métodos, sendo seleccionado o que se considerou mais vantajoso em relação às necessidades desta aplicação em particular.

#### Sistema de Base de Dados relacional

Vantagens	Desvantagens
Existência de diversas ferramentas e aplicações com o objectivo de gerir base de dados.	O desenvolvimento de uma base de dados relacional é bastante complexo.
Redução da redundância de informação.	Existe a necessidade da instalação de uma aplicação para a criação e gestão da base de dados.
Existe uma estrutura bem definida para os dados.	O processo de manutenção de uma base de dados relacional é complexo.
Estruturas e regras de relacionamento entre dados.	O processo de configuração difere entre sistemas operativos.
Mantêm a integridade dos dados, independentemente da aplicação que os utiliza.	São necessárias licenças para a utilização das aplicações responsáveis pela gestão da base de dados.
Facilidade de acesso através de uma linguagem bem definida.	
Elevada segurança no acesso aos dados e na sua consistência.	
Grande flexibilidade.	

Tabela 3: Vantagens e desvantagens dum sistema de base de dados relacional.

## Ficheiros XML

Vantagens	Desvantagens
Não é necessária a instalação de ferramentas para a gestão dos ficheiros.	Existe redundância de dados.
Facilidade de copiar e movimentar os ficheiros com informação.	Baixa segurança no acesso aos dados contidos nos ficheiros.
O XML é utilizado em diversas ferramentas de análise de dados (Excel, SPSS).	Possibilidade de inconsistência de dados.
Não existem diferenças na utilização entre sistemas operativos.	
Existem diversas bibliotecas de utilização e manipulação de estruturas XML.	
Permite a utilização por diferentes plataformas.	
Os documentos XML são auto-descritivos.	
Facilidade em efectuar pesquisas numa estrutura XML.	

**Tabela 4: Vantagens e desvantagens da utilização de ficheiros XML.**

Ambos os métodos apresentados têm as suas vantagens e desvantagens, sendo que a selecção de um destes métodos está sempre dependente da aplicação pretendida.

Existe a necessidade de que a aplicação criada seja bastante simples de instalar e utilizar por parte dos utilizadores. Como já referido anteriormente a maioria dos pacientes não possuem experiência na utilização de ferramentas informáticas e em muitos casos os PCs em que será feita a instalação já se encontram algo desactualizados. Esta foi a principal razão na selecção do XML como base de dados, a utilização de um sistema de base de dados relacional utilizando uma ferramenta grátis como o MySQL exigiria um processo de instalação e manutenção complexo. A instalação teria de ser efectuada toda ela de forma automática, independentemente do sistema operativo utilizado e da sua versão, sendo ainda necessário garantir que não existiriam conflitos com outras aplicações já existentes.

Apesar de os dois métodos permitirem a utilização tanto pelo Blender como através do Visual Studio, ao serem criados em XML facilmente os ficheiros com os registos de sessões podem ser simplesmente copiados para outro computador ou enviados por correio electrónico, podendo estes dados ser utilizados imediatamente em ferramentas de análise estatística como o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Outra grande vantagem na utilização de ficheiros XML é estes poderem ser utilizados sem alterações em todos os sistemas operativos, sendo um ficheiro de texto não é necessária qualquer configuração especial que interfira com o sistema operativo em utilização.

A utilização de uma base de dados relacional poderia trazer algumas vantagens em relação ao XML, essencialmente ao nível da garantia de integridade dos dados e segurança. No entanto considerou-se que as desvantagens da utilização desta solução se sobrepõem às suas vantagens.

### 3.3. Interfaces.

Um ponto importante a ter em conta na implementação da aplicação prende-se com o seu público-alvo, para além de possuírem pouco ou nenhum contacto com o mundo da informática e computadores, existem casos de pessoas com mobilidade reduzida ou mesmo graves lesões cerebrais. Foi portanto necessário seleccionar modos de interacção entre a aplicação e o utilizador o mais simples e naturais possíveis.

Para além do teclado e do rato que se encontram presentes em todos os computadores, foi necessário encontrar outras formas de controlo que facilitem a sua utilização e não introduzam dificuldades adicionais. Para além de estes controlos necessitarem de ser bastante simples e intuitivos, foi necessário ter em conta os custos adicionais resultantes da sua utilização.

#### 3.3.1. Joystick.

Um dos controlos escolhidos foi o Joystick (figura 22), para além de ser facilmente adquirido em qualquer loja e existindo ofertas a baixo preço, os seus movimentos são bastante intuitivos. Para avançar o utilizador apenas necessita de empurrar o Joystick, sendo necessário puxar para a esquerda para se movimentar para a esquerda, comportando-se do mesmo modo para os restantes movimentos.



Figura 22: Exemplo de Joystick.

No entanto estes movimentos de controlo são bastante semelhantes ao rato, o que o Joystick traz de novo é o facto de ser uma plataforma estável que o utilizador pode agarrar de forma confortável e que pode ser calibrado para se ajustar à sensibilidade pretendida. Ao empurrar o Joystick, na aplicação existirá uma deslocação para a frente, e esse movimento durará o tempo que o Joystick estiver nessa posição mantendo uma velocidade constante, não sendo necessária qualquer sensibilidade no controlo que implique um aumento ou uma diminuição na amplitude do movimento. Utilizando o Joystick podem evitar-se movimentos involuntários tais como tremores.

### 3.3.2. Comando Wii.

O maior desafio foi o de utilizar um controlador o mais intuitivo possível, para esse efeito foram pensadas várias soluções utilizando uma grande variedade de sensores. Considerando a necessidade de manter os custos baixos foram postas de parte soluções tais como uma luva interactiva em que através de acelerómetros o utilizador poderia controlar a aplicação desenvolvida, existindo sensores piezoeléctricos para reconhecer ordens tais como apontar ou agarrar. Para além dos custos da obtenção dos sensores seria ainda necessário uma placa capaz de converter os sinais analógicos em digitais de modo a ser possível de interagir com o computador, sendo que cada um dos controladores teria de ser construído à medida que surgissem novos utilizadores interessados.



Figura 23: Comando Wii (WiiMote).

Posta de parte a opção de construir um novo controlador de raiz devido aos seus custos e à posterior dificuldade de comercialização, optou-se por procurar no mercado diferentes soluções. A melhor solução encontrada foi o comando da Nintendo Wii (figura 23), este controlador pode ser encontrado em qualquer loja por um preço bastante acessível, a partir de 30 euros, podendo por tanto ser adquirido por um utilizador em qualquer lado e sem qualquer necessidade de encomenda especial e tempo de espera associado.

As características que levaram à escolha deste controlador encontram-se descritas nos pontos seguintes:

- Facilidade de aquisição e o seu preço de venda.
- Possui um módulo de Bluetooth, podendo ser facilmente ligado a qualquer computador e sem a necessidade de fios ou qualquer outro conversor externo, com a vantagem de poder ser utilizado até cerca de 10 metros de distância do computador.
- Foi desenvolvido para ser utilizado inteiramente com uma única mão, facto importante devido às limitações físicas de alguns pacientes.
- Possui um acelerómetro de 3 eixos, tornando a sua utilização bastante intuitiva e de acordo com o procurado inicialmente.
- Para além do acelerómetro possui ainda a capacidade de detectar o local para onde se está a apontar, para esse efeito utiliza uma barra de leds e um sensor de infravermelhos.
- Estão disponíveis no comando vários botões que são facilmente utilizados, podendo desta forma ser configurado de acordo com as preferências de cada utilizador.
- Este controlador tem sido uma opção nas mais diversas áreas tecnológicas, sendo muito utilizado na área da saúde, por exemplo em fisioterapia, essencialmente devido ao facto de ser muito intuitivo e preciso nos movimentos detectados.

O comando da Nintendo Wii (WiiMote) possui um acelerómetro linear de 3 eixos, figura 24, com capacidade para realizar tanto medições dinâmicas como medições estáticas. A

aceleração dinâmica consiste na aceleração aplicada a um corpo provocada pela sua deslocação, enquanto a aceleração estática está relacionada com a inclinação de um corpo em relação à força da gravidade. O erro máximo associado às medições efectuadas pelo acelerómetro do WiiMote é de 10% que corresponde à aplicação de uma força de  $\pm 3$  gramas.

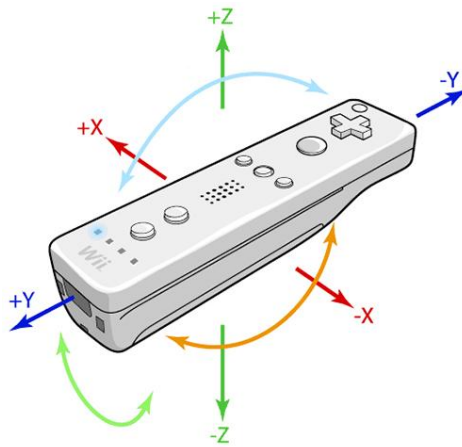


Figura 24: WiiMote - identificação de eixos do acelerómetro.

A detecção do local para onde o WiiMote se encontra a apontar é efectuada através da conjugação de um sensor de infravermelhos instalado no WiiMote e de uma barra colocada sobre a televisão (figura 25). A barra contém 2 leds de infravermelhos que são detectados pelo sensor colocado no comando, estes leds encontram-se com uma distância de 20 cm e servem como ponto de calibração de modo a que o WiiMote possa calcular a sua posição relativa à televisão. Conjugando os valores recebidos do acelerómetro de modo a saber a inclinação do comando com a distância em relação à barra de leds é possível calcular a posição para onde o WiiMote se encontra a apontar.



Figura 25: WiiMote - Barra de leds.

### 3.4. Programa de edição de tarefas - Visual Studio e C#

Pretendendo obter-se uma ferramenta terapêutica escalável e configurável, foi necessário criar uma plataforma de edição de exercícios. Foram estudadas e comparadas diversas opções até ser seleccionada a forma mais indicada e adaptada ao objectivo pretendido, tendo sido identificada a seguinte lista de especificações:

- Facilidade de utilização e instalação por parte do utilizador.
- Possibilidade de utilização de forma independente em relação à ferramenta terapêutica.
- Facilidade de leitura e edição de ficheiros XML.
- Possibilidade de pesquisa e filtragem de ficheiros de diversos tipos.
- Possibilidade de comercialização.
- Facilidade de desenvolvimento, através da utilização de bibliotecas e funções gráficas já implementadas.
- Boa capacidade de processamento de texto.

Sendo esta ferramenta para edição de tarefas criada com o objectivo de ser utilizada pelo terapeuta responsável pelo paciente, foi posta de parte a opção de criar a funcionalidade de gestão de tarefas englobada na ferramenta terapêutica. Deste modo o terapeuta pode facilmente editar e adicionar exercícios sem ser necessário ter a plataforma da ferramenta terapêutica em execução. Outra das razões que levou à criação do editor de tarefas em separado da aplicação principal foi a fraca capacidade do Blender em edição de texto. Todo o texto apresentado no Blender é realizado através da apresentação de imagens de caracteres, não existe nenhum método de selecção de texto, ferramentas de apresentação ou edição, tendo estas de ser criadas sempre que necessário.

A escolha da ferramenta a utilizar recaiu sobre o “Visual Studio 2008” utilizando como linguagem de programação o C#. Esta ferramenta possui uma forte capacidade para edição de texto, tendo já englobadas diversas ferramentas que permitem facilmente editar e seleccionar texto, existindo ainda vários métodos para apresentação do texto. O “Visual Studio” permite ainda a criação de executáveis que não necessitam de instalação nem da presença do “Visual Studio” para funcionar correctamente, tornado a sua instalação muito simplificada.

Utilizando C# como linguagem de programação permitiu a utilização de bibliotecas para a utilização de XML, simplificando o processo de leitura e apresentação dos ficheiros de cada exercícios, sua edição e posterior gravação de alterações. Outro factor importante para a selecção do “Visual Studio” foi a existência de ferramentas que permitem a navegação pelo sistema operativo de modo a serem seleccionados diversos ficheiros, podendo ainda ser aplicados filtros à selecção de vídeos, imagens e sons, de modo a serem seleccionados apenas os formatos compatíveis com a ferramenta terapêutica.



## 4. Capítulo: Arquitectura do Sistema.

### 4.1. Tarefas e Exercícios.

Com o objectivo de criar uma ferramenta de terapia foi necessário seleccionar um conjunto de exercícios que simultaneamente tenham a capacidade de ajudar os pacientes na sua evolução, e cujos resultados sejam uma mais-valia ao terapeuta responsável pelo seu acompanhamento.

Uma vez que usualmente nos pacientes de afasia não existe uma recuperação completa, é necessário a criação de exercícios que os ajudem na recuperação de faculdades que lhes sejam úteis no seu dia-a-dia. Deste modo o conjunto de exercícios criados pretende abranger o maior número possível de situações que o paciente enfrente diariamente assim como estarem adaptados às diversas variações dos sintomas em pacientes afásicos. Foi ainda necessário identificar um conjunto de ajudas a disponibilizar ao paciente para cada exercício, deste modo é atribuído algum acompanhamento e auxílio ao paciente de modo a que este se sinta motivado e consiga atingir os objectivos propostos independentemente do seu grau de dificuldade.

Foram criadas quatro tarefas distintas; expressão escrita, expressão oral, compreensão escrita e realização de tarefas, sendo cada uma destas tarefas composta por diversos exercícios. Em cada exercício pretende-se que o paciente realize determinadas acções, a essas acções foi dado o nome de objectivo, possuindo cada objectivo uma estrutura de acordo com o exercício em que se encontra inserido.

Em seguida está apresentada uma pequena descrição dos exercícios pretendidos e das ajudas presentes em cada um deles.

#### 4.1.1. Expressão escrita.

Nesta tarefa pretende-se que o paciente escreva o resultado de um estímulo, este estímulo pode ser um filme, um texto, uma frase ou a apresentação de objectos 3D.

Deste modo é possível identificar a percepção do paciente em relação ao estímulo apresentado assim como identificar as dificuldades que o paciente poderá apresentar ao nível da escrita.

A tarefa de expressão escrita engloba os seguintes exercícios.

##### 4.1.1.1. Substantivos.

É apresentado um objecto em 3D e pretende-se que o paciente escreva correctamente o seu nome.

Ajudas:

- Indicação sonora do nome do objecto.
- Apresentação de uma fotografia do objecto.
- Indicação do número de letras do nome do objecto.
- Escolha múltipla de três hipóteses.
- Apresentação da próxima letra da palavra.
- Indicação escrita do nome do objecto.

#### 4.1.1.2. *Verbos infinitivos.*

Surge um pequeno filme em que é realizada uma acção, o utilizador terá de escrever o verbo dessa acção no infinitivo.

Ajudas:

- Indicação sonora do verbo pretendido.
- O filme é apresentado novamente.
- Indicação da próxima letra do verbo.
- Número de letras do verbo.
- Escolha múltipla com três opções.
- Apresentação escrita do verbo pretendido.

#### 4.1.1.3. *Frases – Inserir nomes.*

É apresentada uma frase com um espaço em branco, o paciente deverá escrever correctamente o nome que completa a frase.

Ajudas:

- É ouvida na totalidade a frase correcta.
- Indicação da próxima letra do nome pretendido.
- Indicação do número de letras da resposta.
- Escolha múltipla de três hipóteses.
- Indicação escrita do nome correcto.

#### 4.1.1.4. *Frases – Inserir verbos no presente.*

Aparece uma frase com um espaço em branco e a indicação do verbo a utilizar, o paciente deverá escrever esse verbo no presente de forma a completar a frase apresentada.

Ajudas:

- É ouvida na totalidade a frase correcta.
- Indicação da próxima letra do verbo pretendido.
- Indicação do número de letras da resposta.
- Escolha múltipla de três hipóteses.
- Indicação escrita do verbo pretendido.

#### 4.1.1.5. *Frases – Inserir partículas.*

Surge uma frase com um espaço em branco que o paciente deverá preencher com a partícula adequada.

Ajudas:

- É ouvida na totalidade a frase correcta.
- Indicação da próxima letra da partícula pretendida.
- Indicação do número de letras da resposta.
- Escolha múltipla de três hipóteses.
- Apresentação escrita da partícula.

#### *4.1.1.6. Frases – Erros fonológicos.*

É apresentada ao paciente uma frase em que as palavras que a constituem se encontram escritas de forma incorrecta. O objectivo deste exercício é o de escrever a frase de forma correcta.

Ajudas:

- É ouvida na totalidade a frase correcta.
- É indicada a próxima letra da frase.
- Indicação da frase escrita de forma correcta.

#### *4.1.1.7. Frases – Palavras desordenadas.*

É apresentada uma frase escrita de forma desordenada, pretende-se escrever a frase apresentada mas da forma correcta de modo a fazer sentido.

Ajudas:

- É ouvida na totalidade a frase ordenada.
- É indicada a próxima letra da frase.
- Indicação da frase escrita de forma correcta.

#### *4.1.1.8. Texto – Inserir nomes.*

Surge um texto com diversos espaços em branco, o paciente têm de escrever em cada um dos espaços em branco o nome que mais se adequa.

Ajudas:

- Indicação da próxima letra do nome pretendido.
- Número de letras do nome correcto.
- Apresentação escrita do nome pretendido.

#### *4.1.1.9. Texto – Inserir verbos.*

É apresentado um texto com espaços em branco e a indicação do verbo a utilizar junto ao espaço correspondente. Cada um dos espaços em branco deverá ser preenchido com a conjugação do verbo de modo a completar o texto.

Ajudas:

- Indicação da próxima letra do verbo pretendido.
- Número de letras do verbo correcto.
- Apresentação escrita do verbo pretendido.

#### *4.1.1.10. Texto – Inserir palavras função.*

No texto apresentado existem diversos espaços em branco que o paciente deverá preencher com palavras função.

Ajudas:

- Indicação da próxima letra do nome pretendido.
- Número de letras do nome correcto.
- Apresentação escrita do nome pretendido.

#### **4.1.1.11. Texto – Inserir palavras.**

O texto apresentado contém diversos espaços em branco, esses espaços deverão ser preenchidos de forma a completar o texto.

Ajudas:

- Indicação da próxima letra da palavra pretendida.
- Número de letras da palavra a inserir.
- Apresentação escrita da palavra correcta.

### **4.1.2. Compreensão auditiva**

Nesta tarefa pretende-se que o paciente realize um exercício indicado de forma sonora. Pretende-se avaliar a compreensão auditiva do paciente.

Todos os exercícios que compõem esta tarefa são realizados numa casa em ambiente 3D, de forma a facilitar o enquadramento do objectivo proposto, os objectivos apresentados encontram-se divididos pelas diversas divisões da casa.

#### **4.1.2.1. Identificação de objectos.**

O paciente ouve o nome de um objecto, pretende-se que ao se deslocar pela divisão em que se encontra identifique o objecto que lhe foi indicado de forma sonora.

Ajudas:

- Apresentação escrita do nome do objecto.
- Audição do nome do objecto.
- Apresentação de uma fotografia com o objecto.

#### **4.1.2.2. Frases Sim/não.**

É feita uma afirmação ou uma pergunta através de um estímulo sonoro sobre o ambiente 3D que é apresentado, o paciente deverá indicar se a afirmação ou questão indicada é verdadeira ou falsa.

Ajudas:

- Apresentação escrita da afirmação.
- Audição da afirmação.
- Indicação da resposta correcta.

#### **4.1.2.3. Frases simples.**

É ouvida uma frase referente a um objecto específico, pretende-se que o paciente identifique qual o objecto indicado.

Ajudas:

- Apresentação escrita da frase.
- Audição da frase.
- Apresentação de uma fotografia com o objecto pretendido.

### 4.1.3. Compreensão escrita.

Pretende-se identificar as dificuldades do paciente na leitura e percepção de diversos estímulos. Para a realização desta tarefa existem dois tipos de ambientes, um ambiente que representa uma casa modelada em 3D, e um ambiente onde surge uma lista de palavras.

#### 4.1.3.1. *Emparceirar nome.*

É indicado de forma escrita o nome de um objecto e pretende-se identificar num ambiente 3D inserido numa divisão da casa o objecto correspondente.

Ajudas:

- Apresentação escrita do nome do objecto.
- Audição do nome do objecto.
- Apresentação de uma fotografia com o objecto.

#### 4.1.3.2. *Emparceirar frase.*

Surge uma frase escrita referente a um objecto específico, pretende-se identificar o objecto em questão no ambiente 3D.

Ajudas:

- Apresentação escrita da frase.
- Audição da frase.
- Apresentação de uma fotografia com o objecto pretendido.

#### 4.1.3.3. *Responsive naming.*

É indicada uma frase de forma escrita e quatro palavras. O paciente tem como objectivo a selecção da palavra que completa a frase apresentada.

Ajudas:

- Apresentação escrita da afirmação.
- Audição da afirmação.
- Indicação da resposta correcta.

#### 4.1.3.4. *Palavra intrusa.*

São apresentadas cinco palavras, em que quatro delas estão relacionadas de forma lógica. Pretende-se que o utilizador indique qual a palavra que não pertence ao conjunto.

Ajudas:

- São ouvidas todas as palavras apresentadas.
- São apresentadas imagens referentes a todas as palavras.
- É indicada a resposta correcta.

#### 4.1.3.5. *Frases Sim/Não.*

No ambiente 3D é apresentada de forma escrita uma pergunta ou afirmação, pretende-se que o paciente indique se a frase indicada está correcta ou incorrecta de acordo com o contexto em que está inserida.

Ajudas:

- São ouvidas todas as palavras apresentadas.
- São apresentadas imagens referentes a todas as palavras.
- É indicada a resposta correcta.

#### 4.1.4. Realização de tarefas.

Nesta tarefa pretende-se que o paciente realize acções indicadas, estas acções são realizadas de forma virtual no ambiente 3D desenvolvido.

##### 4.1.4.1. Tarefas simples.

É indicada uma tarefa a realizar, esta tarefa é composta por uma única acção.

##### 4.1.4.2. Tarefas compostas.

É indicado um objectivo, em que para realizar o objectivo proposto é necessário realizar um conjunto de acções.

## 4.2. Ambiente virtual.

Foi necessário enquadrar os exercícios num determinado ambiente de modo a que não surjam dificuldades adicionais relacionadas com a falta de contexto dos estímulos. Deste modo todos os exercícios encontram-se inseridos no contexto de uma habitação, tendo sido escolhido este ambiente de forma a facultar aos utilizadores um ambiente familiar e que estivesse de acordo com as suas necessidades diárias.

Dentro da habitação foram ainda criadas diversas divisões, figura 26, estando os variados objectivos de cada exercício divididos por cada uma destas divisões, sendo a única excepção os exercícios de texto.



Figura 26: Organização da habitação por divisões.

As divisões que podem ser seleccionadas pelo utilizador são:

- Casa de banho (WC).
- Cozinha.
- Escritório.
- Garagem.
- Hall de entrada.
- Jardim.
- Quarto.
- Sala.

### 4.3. Arquitectura de software.

A arquitectura do jogo desenvolvido encontra-se apresentada na figura 27:

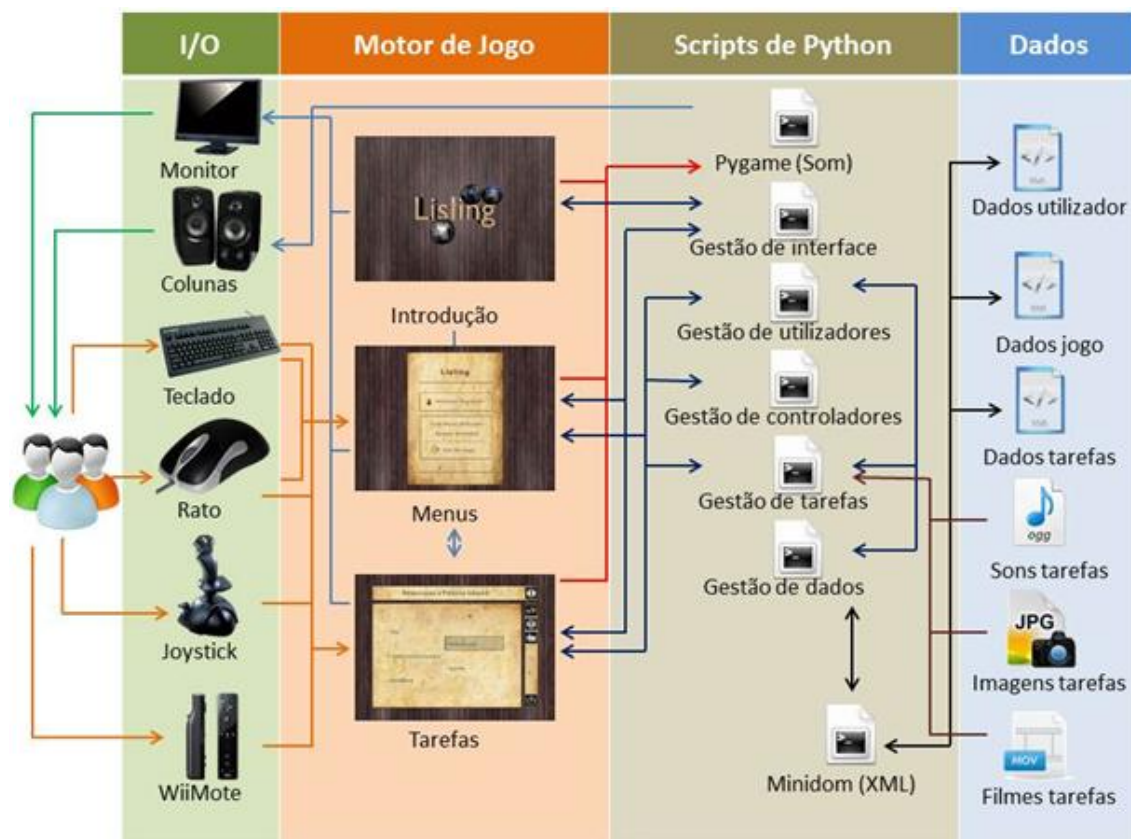


Figura 27: Arquitectura de jogo.

Pode-se observar que a arquitectura do sistema foi dividida em quatro áreas funcionais, estando no entanto estas áreas profundamente relacionadas. Esta divisão foi efectuada com base na sua função e não apenas na ferramenta ou tecnologia em que se baseiam.

#### 4.3.1. Interfaces de jogo.

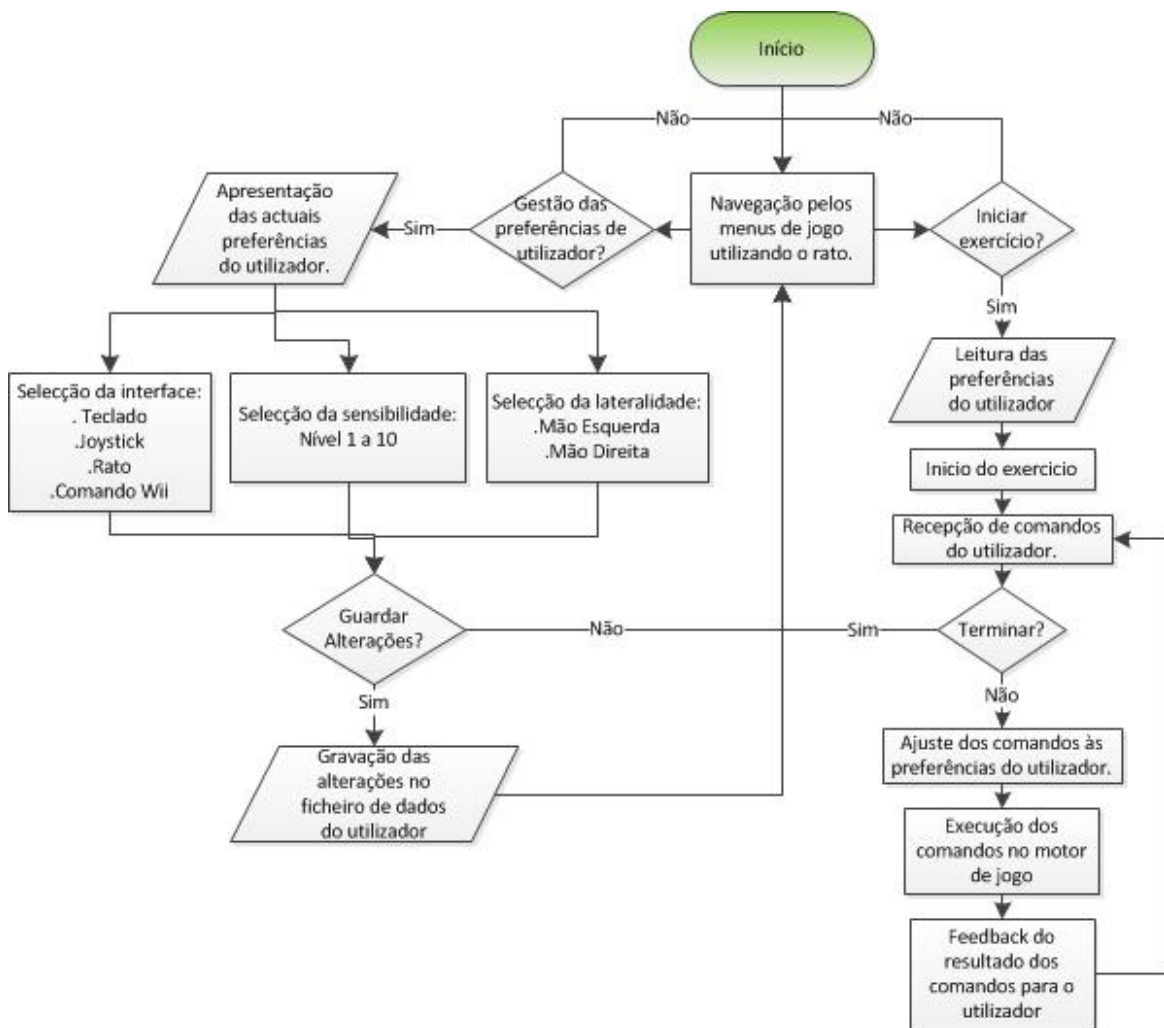
Foi necessária uma extrema atenção ao modo como é realizada a interacção com os utilizadores da plataforma. O facto de em muitos casos de pacientes com afasia estes

apresentarem dificuldades motoras, e normalmente possuem pouca ou nenhuma experiência na interacção com ferramentas informáticas, tornou necessário tornar a interface de controlo o mais personalizável possível de modo a ser adaptada ao maior número possível de pacientes.

Deste modo foi implementada a possibilidade de ajustar a sensibilidade dos 4 tipos de controlo possíveis, assim como seleccionar a lateralidade que mais se adequa ao paciente. Para que estes ajustes sejam possíveis foi necessário criar scripts intermédios que realizam o ajuste dos comandos enviados pelo utilizador de acordo com as suas configurações.

Uma vez que o “rato” e o “teclado” são interfaces presentes em todos os computadores, a navegação pelos menus é sempre realizada utilizando uma conjugação destas duas interfaces. O rato é utilizado para a navegação pelos menus, sendo o teclado utilizado para a inserção de dados.

Em modo de execução de exercícios utilizando o ambiente virtual em 3 Dimensões, é possível a selecção do método de controlo preferido, estando este controlador adaptado às preferências de cada utilizador. O funcionamento das interfaces de jogo encontra-se descrito no fluxograma 1:



**Fluxograma 1: Arquitectura – Interfaces de jogo.**

A aquisição de dados do rato, do teclado e do joystick é realizada utilizando métodos de detecção de eventos já existentes no motor de jogo do Blender. Sempre que existir um evento de um destes controladores é utilizado um script correspondente que traduz os eventos detectados em acções realizadas no ambiente virtual.

#### *4.3.1.1. WiiMote.*

A comunicação com o comando da consola Nintendo Wii (WiiMote) é realizada utilizando Bluetooth, deste modo é necessária a criação de um processo que se encontre a monitorizar constantemente as comunicações via Bluetooth com o WiiMote.

O processo de execução de tarefas utilizando o WiiMote pode ser dividido em duas fases:

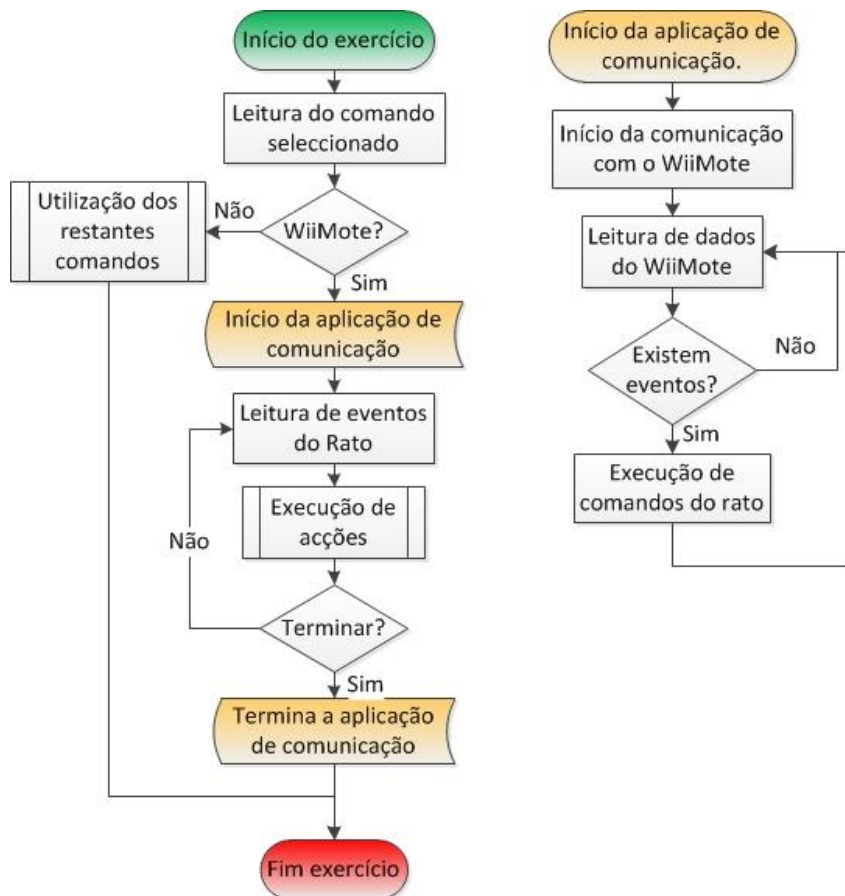
1. Comunicação entre o PC e o comando da consola Wii.
2. Tradução dos dados recebidos do WiiMote em movimentos no ambiente virtual.

Para o primeiro ponto, considerando a necessidade de o processo de comunicação se encontrar sempre activo, foram consideradas duas aproximações distintas; a implementação do protocolo de comunicação inserida no motor de jogo do Blender utilizando Python, ou a criação de uma aplicação independente responsável apenas pela comunicação com o WiiMote.

O funcionamento do motor de jogo do Blender é baseado na detecção de eventos, deste modo não é necessária a criação de funcionalidades adicionais que se encontrem constantemente em processamento e que utilizam recursos necessários para a gestão do ambiente virtual em 3 Dimensões. Para a criação do protocolo de comunicação utilizando o Blender seria necessária a criação de um script em Python que se encontrasse constantemente a realizar leituras, sendo que qualquer problema com o WiiMote ou com o script de comunicação iria afectar todo o restante funcionamento do motor de jogo. Deste modo optou-se pela criação de uma aplicação externa responsável apenas pela comunicação com o WiiMote, obtendo-se ainda a vantagem de existirem diversas bibliotecas com as funções de comunicação já implementadas que permitem a recepção de comandos a partir do comando da Nintendo Wii.

Para o segundo ponto foi necessária a concepção de um modo de comunicação entre a aplicação externa e o Blender, tendo como objectivo a utilização apenas dos eventos detectados pelo Blender de modo a evitar novamente a criação de scripts que se encontrem constantemente em processamento. Os métodos existentes no Blender de detectar eventos externos ao motor de jogo consistem apenas na detecção de eventos do rato, de teclado e de joysticks, sendo portanto necessário que a aplicação de comunicação tenha a capacidade de efectuar comandos sobre uma destas plataformas. A opção escolhida recaiu sobre os eventos do rato, deste modo caso exista uma falha de comunicação com o WiiMote ou este fique sem bateria é possível continuar a efectuar os exercícios utilizando unicamente o rato.

No fluxograma 2 é possível observar o modo de utilização do WiiMote, neste fluxograma encontram-se descrito o modo como é realizada a interacção entre as duas plataformas independentes. É ainda possível observar que é o próprio Blender que realiza a gestão da aplicação de comunicação não sendo necessário qualquer interacção por parte do utilizador.



Fluxograma 2: Arquitectura de funcionamento WiiMote.

### 4.3.2. Motor de jogo.

O motor de jogo do Blender é responsável pela apresentação e estrutura de toda a aplicação. Podem ser identificadas as seguintes funcionalidades:

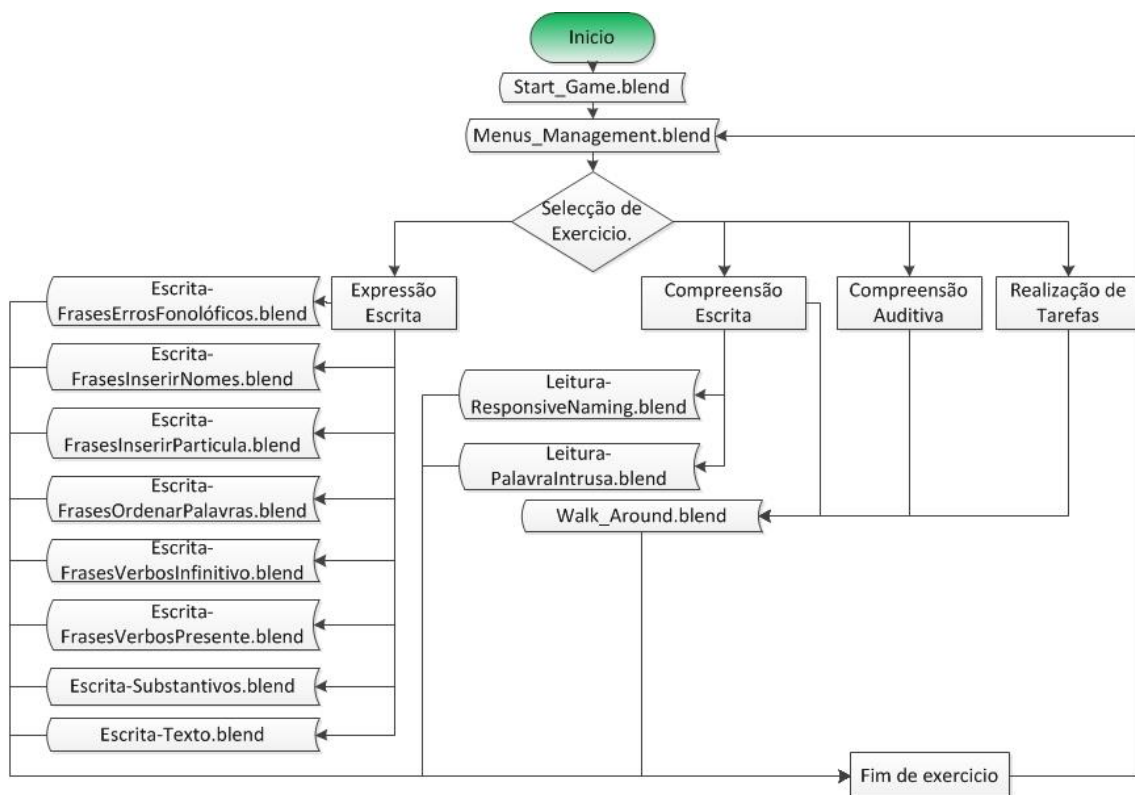
- A principal funcionalidade é a gestão do ambiente 3D, o motor de jogo do Blender é capaz de representar com grande realismo um ambiente virtual em que são simuladas colisões, a gravidade, deformações, luzes e sombras.
- Toda a apresentação gráfica como os menus e animações é realizada através do motor de jogo.
- O motor de jogo é responsável pela gestão da utilização dos scripts em Python. A utilização de um determinado script é despoletada por determinados eventos registados pelo motor de jogo.
- É no motor de jogo que se encontram implementadas as regras de funcionamento da aplicação, assim como as regras para a gestão de menus e gestão de opções por parte do utilizador.
- Gestão dos diversos ficheiros Blender que compõem a ferramenta.

- Apresentação de imagens e vídeos.
- O motor de jogo recebe os comandos pretendidos pelo utilizador através da interface com as diversas formas de controlo.

#### 4.3.2.1. Ficheiros Blender.

Existindo uma grande componente gráfica, foi necessário ter em conta as necessidades de processamento e o tempo que a aplicação demora a carregar os dados necessários para a realização das tarefas. Devido a este facto foi realizada uma divisão da aplicação em diversos ficheiros, sendo a divisão efectuada de acordo com as funcionalidades pretendidas, a melhor gestão das necessidades de processamento e reutilização de modelos 3D.

No fluxograma seguinte, fluxograma 3, encontram-se indicados todos os ficheiros Blender criados para execução da ferramenta assim como a sua respectiva organização:



**Fluxograma 3: Organização dos ficheiros Blender.**

No caso dos exercícios realizados no ambiente 3D optou-se por manter todos os exercícios num único ficheiro. Deste modo não é necessário replicar os diversos modelos 3D para cada um dos exercícios. Foi considerada a hipótese de realizar uma divisão em ficheiros de acordo com as diversas divisões da casa que compõem o ambiente 3D, mas foi abandonada esta hipótese devido à necessidade de durante a execução dos exercícios o utilizador ter a hipótese de se deslocar entre as diversas divisões.

Na tabela 5 encontra-se uma descrição do conteúdo dos diversos ficheiros Blender que compõem a aplicação:

<b>Nome do ficheiro</b>	<b>Descrição</b>
Start_Game.blend	Responsável apenas pela introdução.
Menus_Management.blend	Gestão de todos os menus de jogo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão de utilizadores.</li> <li>• Gestão de sessões.</li> <li>• Seleção de exercícios.</li> <li>• Gestão de configurações.</li> </ul>
Escrita-FrasesErrosFonológicos.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases - Erros Fonológicos.
Escrita-FrasesInserirNomes.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases – Inserir Nomes.
Escrita-FrasesInserirParticula.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases – Inserir Partículas.
Escrita-FrasesOrdenarPalavras.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases – Palavras Desordenadas.
Escrita-FrasesVerbosInfinitivo.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Verbos Infinitivo.
Escrita-FrasesVerbosPresente.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Frases – Inserir Verbos Presente.
Escrita-Substantivos.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: Substantivos.
Escrita-Texto.blend	Tarefa: Expressão Escrita. Exercício: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto – Inserir Nomes.</li> <li>• Texto – Inserir Verbos.</li> <li>• Texto – Inserir Palavras Função.</li> <li>• Texto – Inserir Palavras.</li> </ul>
Leitura-ResponsiveNaming.blend	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Responsive Naming.
Leitura-PalavraIntrusa-blend	Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício: Palavra Intrusa.

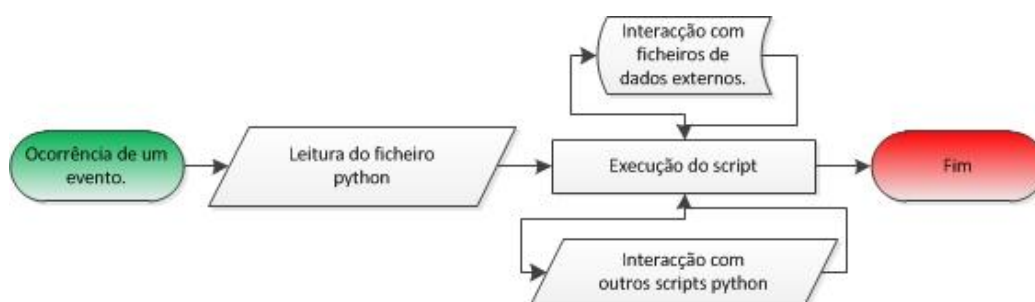
Walk-Around.blend	<p>Tarefa: Compreensão Auditiva. Exercício:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação de Objectos.</li> <li>• Frases Sim/Não.</li> <li>• Frases Simples.</li> </ul> <p>Tarefa: Compreensão Escrita. Exercício:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emparceirar Nomes.</li> <li>• Emparceirar Frase.</li> <li>• Frases Sim/Não.</li> </ul> <p>Tarefa: Realização de Tarefas. Exercício:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarefas Simples.</li> <li>• Tarefas Compostas.</li> </ul>
-------------------	---

Tabela 5: Descrição dos ficheiros Blender da aplicação.

### 4.3.3. Scripts de Python.

Os scripts de Python são uma solução oferecida pelo Blender que permitem a inclusão de novas funcionalidades no motor de jogo do Blender. Apesar de o motor de jogo do Blender já permitir diversas funcionalidades, desta forma as possibilidades são praticamente ilimitadas sendo possível a utilização de bibliotecas externas de funcionalidades em conjunto com o motor já existente.

A utilização dos scripts desenvolvidos em Python é definida pelo motor de jogo consoante a ocorrência de determinados eventos, tais como interações com um objecto, comandos do teclado, iniciação de um ficheiro ou tempo, sendo então realizadas as funcionalidades implementadas no script seleccionado. No fluxograma 4 é apresentado o modo de utilização de scripts em Python:



Fluxograma 4: Utilização de ficheiros Python.

Os scripts criados para esta aplicação são responsáveis pelas seguintes operações:

- Interação com os ficheiros de dados utilizando bibliotecas XML, e de leitura e escrita de ficheiros.
- Gestão dos modelos 3D a apresentar numa determinada cena.
- Gestão das cenas incluídas nos ficheiros Blender.

- Aplicação das configurações do utilizador aos comandos efectuados.
- Gestão das acções efectuadas pelo utilizador conforme o objectivo.
- Gestão de ajudas.

#### 4.3.4. Organização de ficheiros.

Para a criação da aplicação é necessária a utilização e gestão de diversa informação, existindo ficheiros de dados em XML, ficheiros de som, imagens e vídeo que são necessários para a execução dos exercícios. É necessário que a aplicação possua sempre a informação sobre a localização de todos os ficheiros existentes, sendo essa localização obtida a partir de uma directoria base. A organização dos ficheiros encontra-se indicada na figura 28:

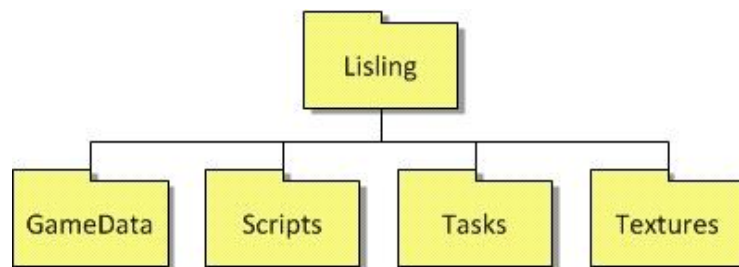


Figura 28: Organização dos ficheiros de dados.

A directoria base é a pasta Lisling, quando a aplicação é inicializada esta identifica a sua localização e regista a informação num ficheiro XML. Deste modo não é necessária qualquer instalação para que a aplicação funcione, apenas é necessário copiar a directoria base com todos os seus ficheiros sendo a restante gestão de ficheiros realizada de forma automática e a partir da localização indicada no ficheiro XML.

- GameData.

Na directoria “GameData” encontram-se os ficheiros XML com a informação dos utilizadores, os ficheiros XML com os dados dos exercícios e todos os ficheiros de som, imagem e vídeo que são necessários durante a execução desses mesmos exercícios (figura 29).

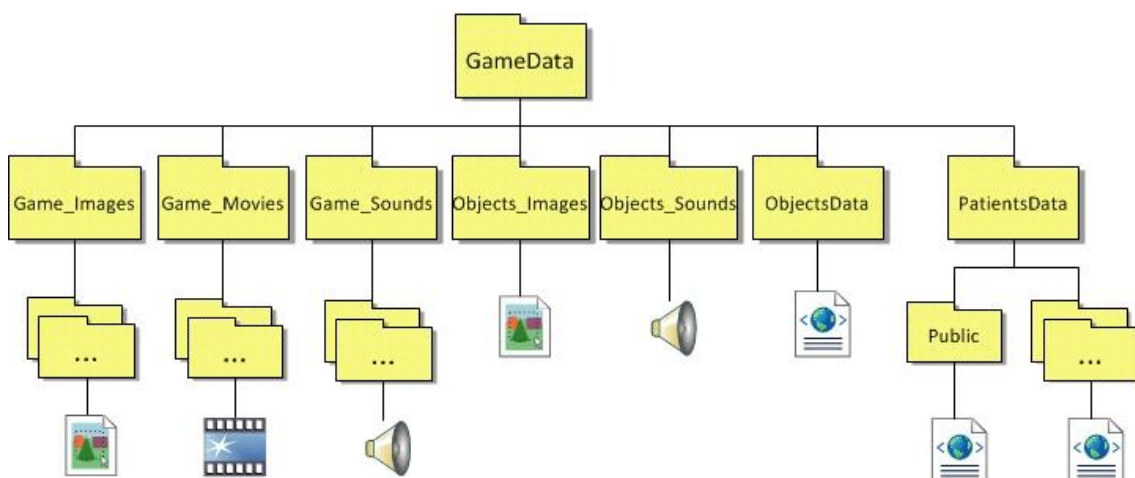


Figura 29: Organização da directoria GameData.

A descrição do conteúdo que se encontra inserido na directoria GameData é apresentada na tabela 6:

<b>Directoria</b>	<b>Descrição</b>
Game_Images	Dentro da pasta “Game_Images” encontra-se uma directoria para cada exercício, que por sua vez contém as imagens necessárias à execução desse mesmo exercício.
Game_Movies	Directoria onde se encontram os filmes necessários à execução dos exercícios, também esta directoria se encontra dividida consoante os diversos exercícios que utilizam ficheiros de vídeo.
Game_Sounds	Os ficheiros de som utilizados durante a execução dos exercícios encontram-se nesta directoria. Os ficheiros comuns a todos os exercícios e à navegação pelos menus encontram-se na raiz desta directoria, sendo que para os sons específicos de cada exercício se encontra uma directoria própria.
Objects_Images	Nesta directoria encontram-se apenas imagens de objectos, estes ficheiros são utilizados em vários exercícios, facto pelo qual não existe uma divisão conforme os exercícios.
Objects_Sounds	Os ficheiros com os sons de nomes de objectos encontram-se nesta directoria, tal como no caso das imagens, não existe divisão por exercícios.
ObjectsData	Nesta directoria encontram-se os ficheiros XML onde se encontram os diversos objectivos dos exercícios. Existe um ficheiro por cada exercício.
PatientsData	A informação sobre os utilizadores encontram-se nesta directoria, existe uma pasta “Public” com um ficheiro XML que contém a lista das identificações de todos os utilizadores. Para cada utilizador existe uma pasta cujo nome é o número de identificação único desse utilizador em que se encontram os ficheiros XML correspondentes aos dados pessoais, preferências e registos de utilização.

**Tabela 6: Descrição da directoria GameData.**

- Scripts.

Nesta directoria encontram-se os scripts em Python utilizados pelo motor de jogo da aplicação. Estes ficheiros encontram-se organizados em subdirectorias, existe uma directoria para cada exercício contendo scripts específicos, existindo ainda um conjunto de directorias gerais cujos ficheiros de script são utilizados pelos menus e partilhados por todos os exercícios (figura 30).

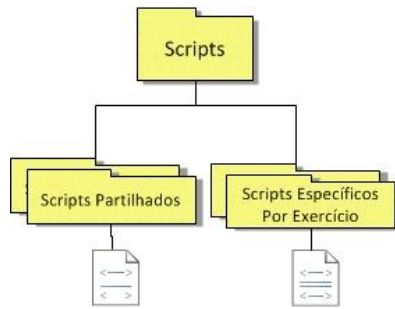


Figura 30: Organização da directoria Scripts.

- Tasks.

A directoria Tasks contém todos os ficheiros necessários para que a aplicação possa ser utilizada. Nesta directoria encontram-se todos os ficheiros Blender, o executável da aplicação e ainda as bibliotecas de funções externas utilizadas (figura 31).

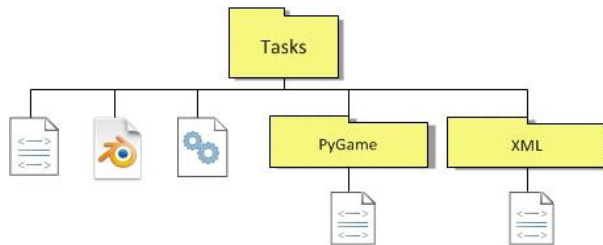


Figura 31: Organização da directoria Tasks.

Ficheiros	Descrição
Ficheiros Blender	Todos os ficheiros Blender que compõem a aplicação.
DLLs Blender	As DLLs criadas pelo Blender durante a compilação de ficheiros e criação do executável.
Ficheiros Python	Os ficheiros com a biblioteca de funções Python utilizadas pelos scripts.
PyGame	Pequena biblioteca responsável pela reprodução de sons durante a aplicação.
Bibliotecas XML	Biblioteca de funções para manipulação de ficheiros XML.

Tabela 7: Descrição da directoria Tasks.

- Textures

Na directoria “textures” encontram-se guardadas todas as imagens utilizadas como texturas pelo Blender (figura 32). Estas imagens são utilizadas na criação do mundo virtual em 3D e ainda na apresentação dos diversos menus existentes. Os ficheiros dos caracteres utilizados também se encontram nesta directoria.

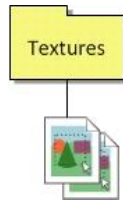
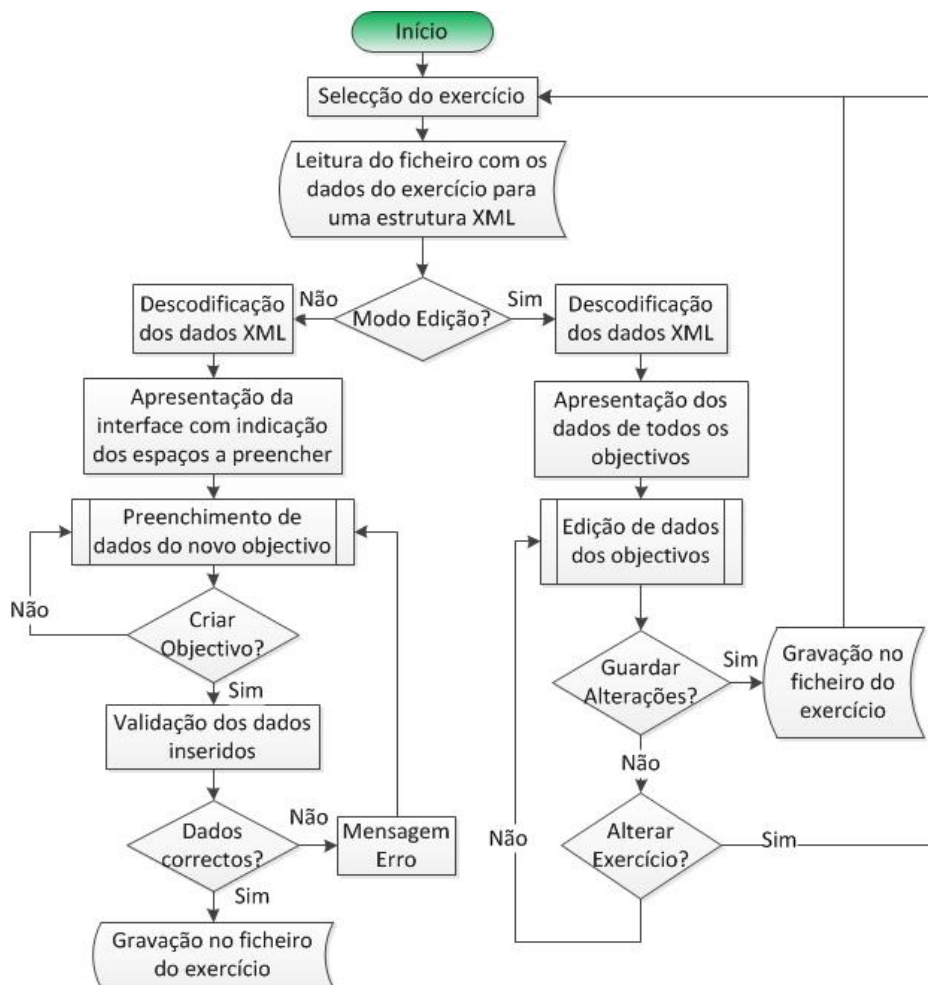


Figura 32: Organização da directoria Textures.

#### 4.4. Ferramenta de edição de exercícios.

Os objectivos referentes a cada um dos exercícios presentes na aplicação encontram-se divididos por diversos ficheiros, sendo utilizada em cada caso uma estrutura XML pré-definida. De modo a manter a integridade dos dados inseridos, e permitir que sejam adicionados novos objectivos por qualquer pessoa, mesmo que esta não conheça a estrutura XML associada a cada exercício, foi criada uma ferramenta responsável pela gestão de objectivos.

O funcionamento desta ferramenta encontra-se descrito no fluxograma 5:



Fluxograma 5: Arquitectura da ferramenta de gestão.



## 5. Capítulo: Descrição do trabalho efectuado

Neste capítulo pretende-se descrever com algum detalhe o modo como foi implementada a ferramenta terapêutica pretendida, tendo em conta a arquitectura de funcionamento definida anteriormente.

### 5.1. Organização de funcionalidades.

O acesso às diversas funcionalidades da aplicação é realizado através de um conjunto de menus, estes menus encontram-se todos num mesmo ficheiro Blender mas divididos em cenas. As cenas funcionam como um método de organização que podem possuir características diferentes, tais como iluminação ou formato de apresentação, no entanto permitem a partilha de modelos e a troca de informação. Outra característica muito útil é a capacidade de sobreposição entre cenas.

#### 5.1.1. Selecção de opções.

A selecção de opções durante a navegação pelos menus é efectuada utilizando planos invisíveis, em que estes planos correspondem à área em que uma determinada opção se encontra activa.

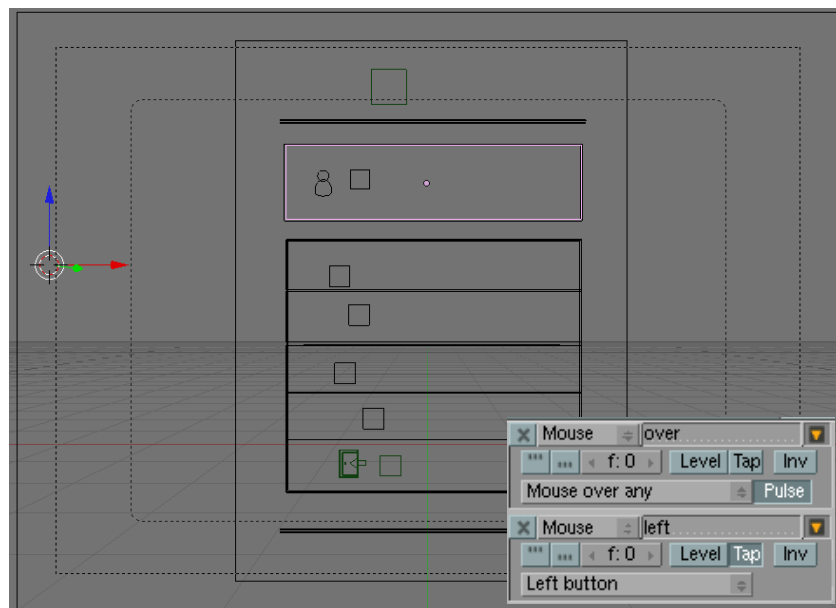
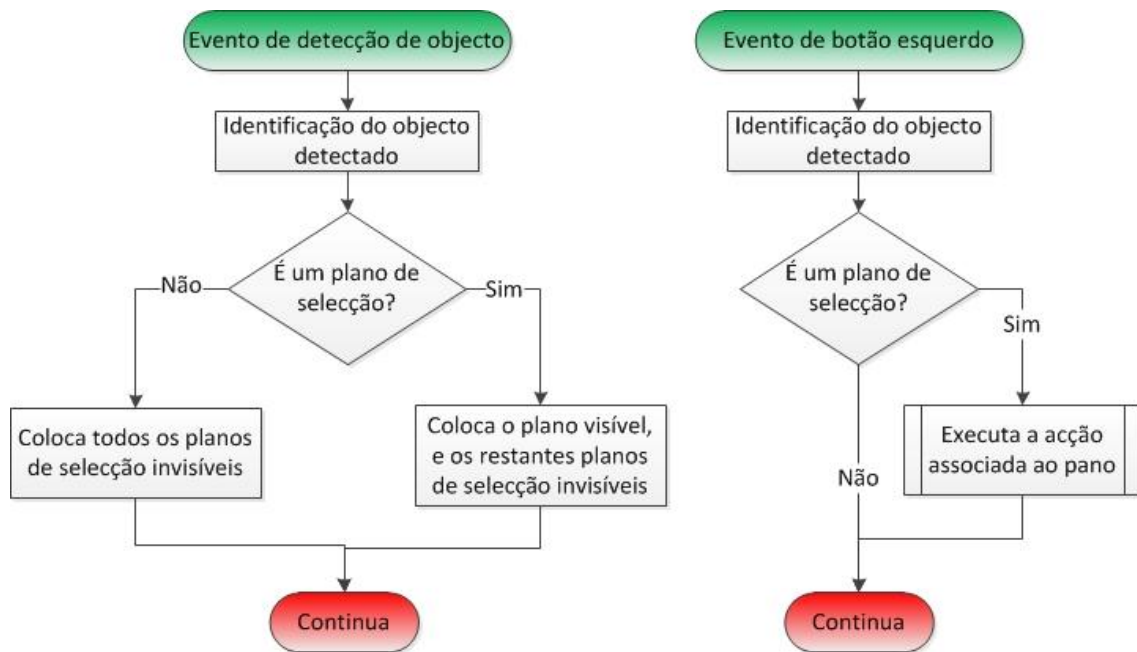


Figura 33: Menus - Selecção de opções.

A selecção de opções é realizada utilizando a detecção de eventos, foi utilizado um sensor do tipo “Mouse” com a capacidade de detectar a sobreposição de objectos por parte do rato, e um outro sensor também do tipo “Mouse” mas com a capacidade de detectar a selecção do botão esquerdo do rato (figura 33).



Fluxograma 6: Selecção de Opções.

## 5.2. Funcionalidades da aplicação.

O acesso às funcionalidades da aplicação é realizado através de vários menus existentes, a descrição dos menus e das suas funcionalidades encontra-se apresentada em seguida:

### 5.2.1. Menu inicial.

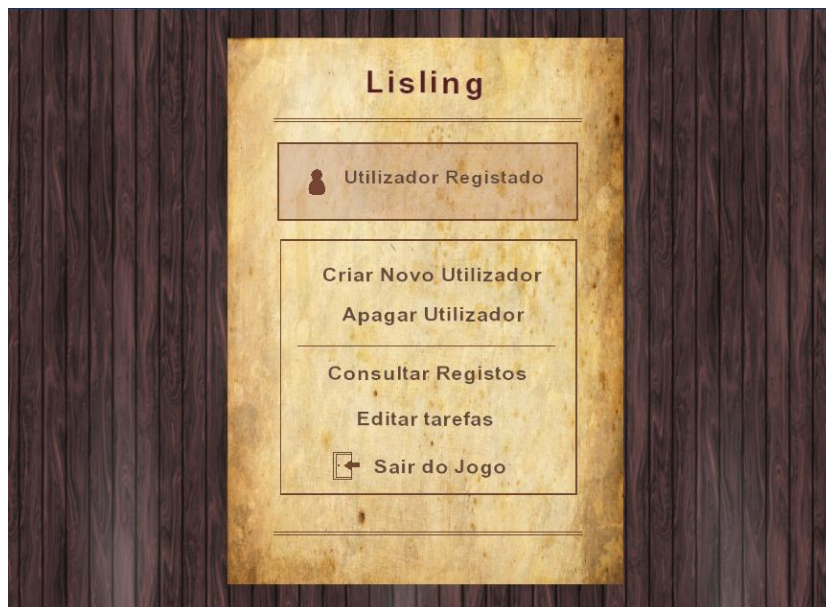


Figura 34: Menu inicial.

O menu principal da aplicação encontra-se apresentado na figura 34, a partir deste menu é possível realizar as seguintes operações apresentadas na tabela 8:

Opção	Descrição
Utilizador Registado	Acesso às funcionalidades associadas a um utilizador registado, tais como edição de configurações e realização de exercícios.
Criar Novo Utilizador	Acesso ao menu que permite a criação de um novo utilizador.
Apagar Utilizador	Acesso à opção que permite eliminar um utilizador.
Consultar Registos	Acesso à funcionalidade para consulta de registos.
Editar Tarefas	Funciona como um atalho para a ferramenta de gestão de exercícios, ao ser seleccionada esta opção é aberta a ferramenta de gestão numa nova janela.
Sair	É a única opção para terminar a aplicação, deste modo pretende-se garantir que foram guardados todos os dados relativos à sessão utilizada.

Tabela 8: Menu Inicial – Opções

### 5.2.2. Consulta de registos.

A consulta de registos encontra-se associada a um utilizador, pretende-se consultar quais as acções realizadas por um utilizador em específico. Para que seja seleccionado o utilizador pretendido é apresentado o menu da figura 35:

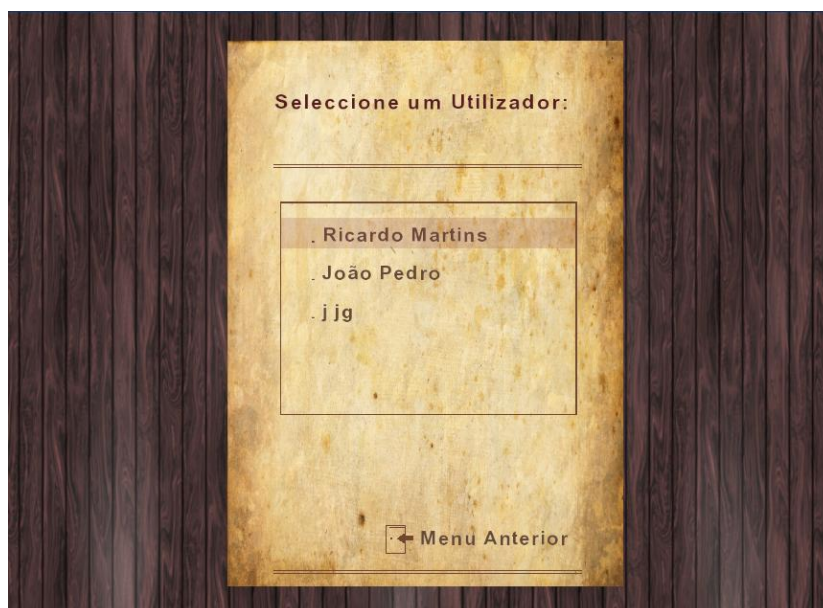


Figura 35: Consulta de registos - Selecção de utilizador.

A lista de utilizadores registados é obtida a partir do ficheiro “PatientsIds.XML”, sendo cada nome registado atribuído a um plano de selecção. O método de selecção do utilizador é efectuado do mesmo modo que as restantes opções de menus.

Depois de seleccionado um utilizador são apresentados diversos dados relativos à sua utilização da aplicação, figura 36:



Figura 36: Consulta de registos - Estatísticas de utilização.

Estes dados são obtidos através da leitura do ficheiro “SessionsData.XML” onde estão guardados os registos de todas as acções efectuadas pelo utilizador. Utilizando as vantagens de utilizar XML como base de dados, é bastante fácil a apresentação de valores referentes a todas as utilizações, sendo necessário apenas efectuar pesquisas pelas “tags” XML que contem a informação pretendida. Os dados apresentados neste menu encontram-se descritos na tabela seguinte:

Nome	Descrição
Total de sessões.	O número total de sessões do utilizador consiste no número de vezes que a aplicação foi utilizada pelo paciente seleccionado.
Tempo por sessão.	A média do tempo de utilização por parte do utilizador.
Total de exercícios.	O número total de exercícios realizados pelo utilizador.
Tempo por exercício.	A média de tempo que o utilizador gastou na realização de cada exercício.
Total de objectivos.	Total de objectivos realizados em todos os exercícios.
Tempo por objectivo.	Tempo médio utilizado na realização de cada objectivo.
Total de tentativas.	Total de tentativas de resposta realizadas pelo utilizador.
Respostas correctas.	Número total de respostas correctas dadas em todas as sessões do utilizador.
Respostas erradas.	Número total de respostas incorrectas em todas as sessões.
Ajudas utilizadas.	Número total de ajudas utilizadas em todas as sessões.

Tabela 9: Consulta de registos - Descrição de informação.

Os dados apresentados no menu anterior são referentes a todos os exercícios, no entanto é possível o utilizador consultar os registos referentes a cada um dos exercícios individualmente.

No menu seguinte, figura 37, o utilizador deverá seleccionar a tarefa à qual pertence o exercício que pretende consultar.

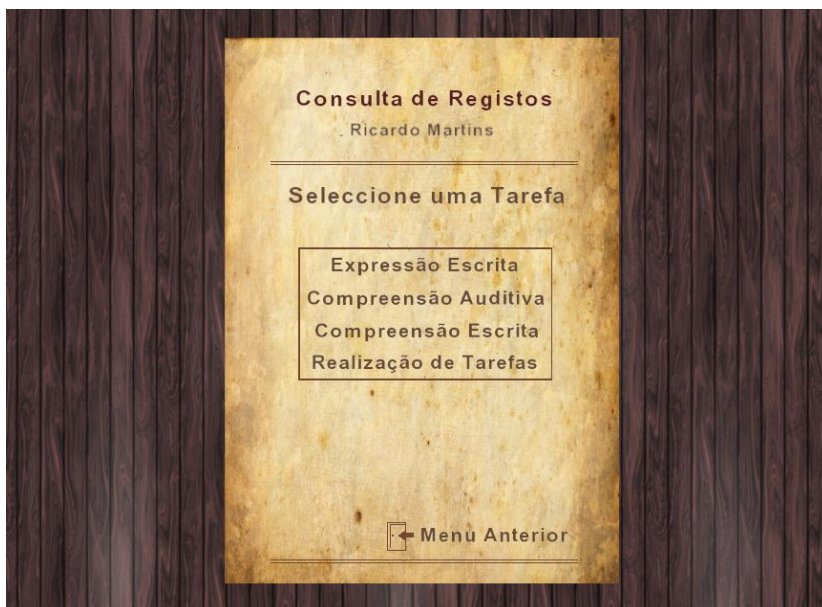


Figura 37: Consulta de registos - Selecção de tarefa.

Depois de seleccionada uma tarefa é apresentada uma lista dos exercícios que compõem essa tarefa seleccionada, figura 38, devendo o utilizador seleccionar o exercício pretendido.

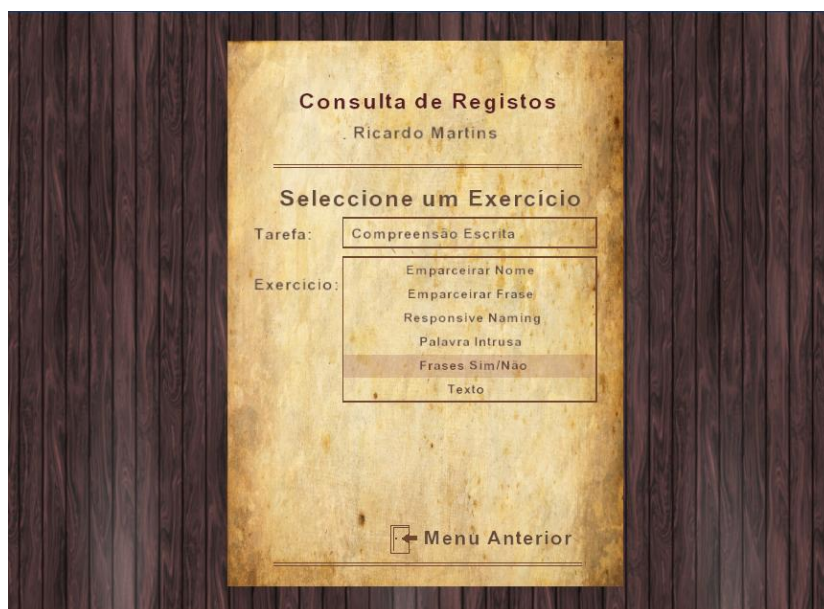


Figura 38: Consulta de registos - Selecção de exercício.

Os dados referentes à realização do exercício seleccionado por parte do utilizador são os apresentados na figura 39:



**Figura 39: Consulta de registos - Estatísticas de exercício.**

A descrição dos dados apresentados por exercício encontra-se na tabela 10:

Nome	Descrição
Total de utilizações.	Número de vezes que foi inicializado o exercício por parte do utilizador seleccionado.
Tempo por utilização.	Tempo médio por cada utilização do exercício.
Total de objectivos.	Total de objectivos que foram utilizados em todas as utilizações do exercício.
Total de tentativas.	Total de tentativas realizadas durante a utilização do exercício.
Respostas correctas.	Número total de respostas correctas.
Respostas erradas.	Número total de respostas incorrectas em todas as utilizações do exercício seleccionado.
Ajudas utilizadas.	Total de ajudas utilizadas.

**Tabela 10: Consulta de registos - Estatísticas por exercício.**

Em cada exercício é ainda possível consultar os dados relativos às últimas 10 utilizações, esta opção é seleccionada através do painel identificado por “Últimas 10 utilizações”.

Id	Tempo	Objectivos	Correctas	Incorrectas	Ajudas
1	0:0:41	1	100.0% (1)	0.0% (0)	0
2	0:1:5	1	50.0% (1)	50.0% (1)	2
3	0:0:23	1	100.0% (1)	0.0% (0)	0
4	0:1:11	0	0.0% (0)	0.0% (0)	0

Ver dados Gerais  
Alterar Tarefa  
Menu Inicial

**Figura 40: Consulta de registos - Últimas 10 utilizações.**

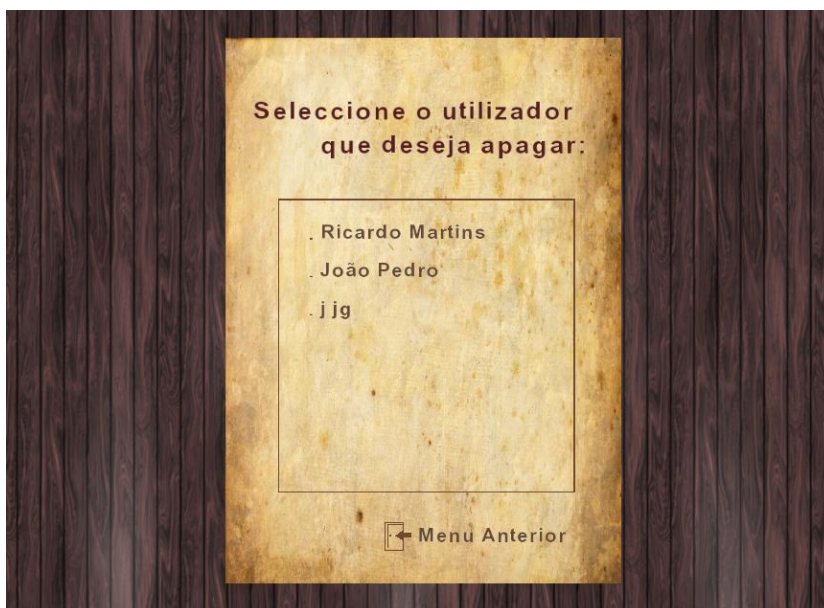
No menu referente às últimas 10 vezes que o utilizador realizou o exercício seleccionado, figura 40, é possível visualizar os seguintes dados por utilização:

Nome	Descrição
ID.	Número da utilização do exercício, deste modo é possível visualizar a ordem pela qual foram realizados os exercícios e comparar a sua evolução.
Tempo.	Tempo que o utilizador demorou a realizar o exercício.
Objectivos.	Número de objectivos realizados durante a utilização seleccionada.
Correctas.	Número de respostas correctas.
Incorrectas.	Número de respostas incorrectas.
Ajudas.	Número de ajudas utilizadas durante a utilização seleccionada.

**Tabela 11: Consulta de registos - Dados últimas 10 utilizações.**

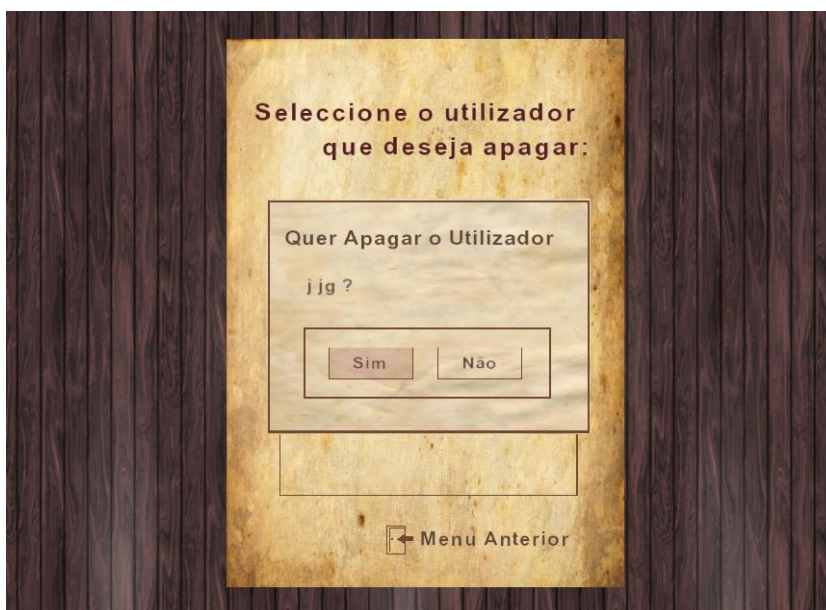
### 5.2.3. Apagar utilizador.

A opção “apagar utilizador”, figura 41, permite que os dados referentes ao utilizador seleccionado sejam apagados do sistema.



**Figura 41: Apagar utilizador – selecção de utilizador.**

Depois de ser seleccionado o utilizador que se pretende apagar surge uma janela de confirmação (figura 42). A apresentação desta janela é realizada utilizando a sobreposição de cenas, deste modo não é possível realizar nenhuma acção sobre o menu base, apenas é possível efectuar acções sobre a cena que se encontra sobreposta.



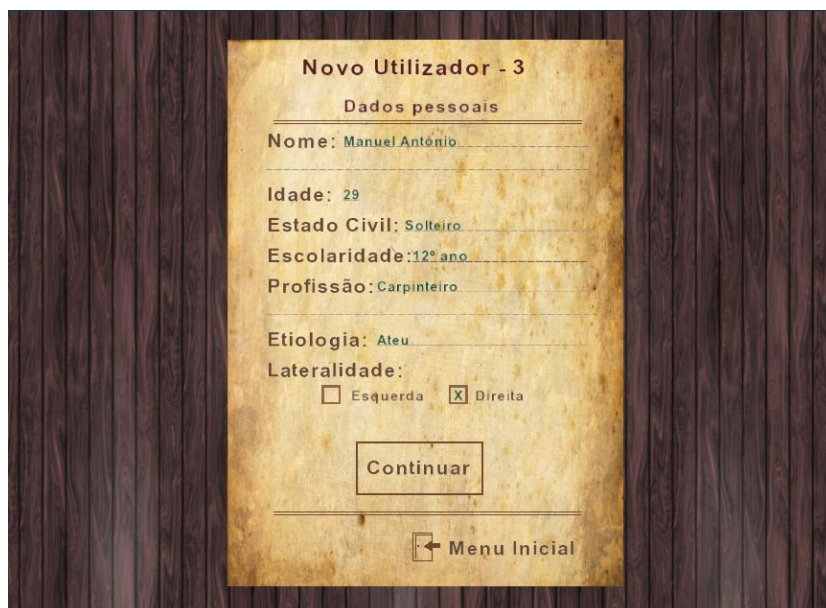
**Figura 42: Apagar utilizador - confirmação.**

Depois de confirmada a opção de apagar o utilizador, a directoria referente ao utilizador seleccionado é eliminada definitivamente, sendo ainda eliminado o registo do ficheiro que contem a lista de todos os utilizados registados.

#### 5.2.4. Novo utilizador.

A criação de um novo utilizador consiste no preenchimento dos dados pessoais e de contacto do utilizador, depois de estes dados estarem preenchidos é criada uma directoria para o novo utilizador com os ficheiros correspondentes. Os dados relativos às configurações são criados por defeito, podendo estes ser mais tarde modificados.

Em relação aos dados pessoais do utilizador apresentados na figura 43, existem 3 campos que são de preenchimento obrigatório, o nome, a idade e a lateralidade.



The image shows a screenshot of a form titled "Novo Utilizador - 3" with the subtitle "Dados pessoais". The form is set against a dark wood-grain background. The fields are as follows:

- Nome: Manuel António
- Idade: 29
- Estado Civil: Solteiro
- Escolaridade: 12º ano
- Profissão: Carpinteiro
- Etiologia: Ateu
- Lateralidade:  Esquerda  Direita

At the bottom of the form, there is a "Continuar" button and a "Menu Inicial" button with a left-pointing arrow icon.

Figura 43: Novo utilizador - Dados pessoais.

Os dados referentes aos contactos do novo utilizador encontram-se apresentados na figura 44, sendo que os campos referentes à morada, e código postal são de preenchimento obrigatório. Quanto aos números de contacto é necessário que pelo menos um dos dois campos referentes ao telefone ou telemóvel se encontrem preenchidos.

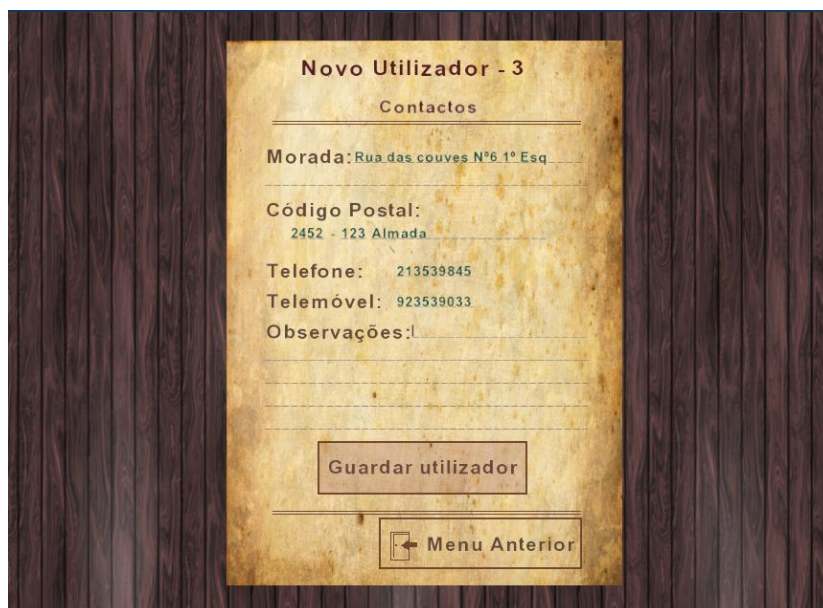


Figura 44: Novo utilizador - Contactos.

### 5.2.5. Utilizador registado.

Para que seja possível a execução de exercícios, é necessária a selecção de um utilizador ao qual vão ser associados os registos de utilização (figura 45). É ainda possível gerir os dados pessoais e contactos do utilizador seleccionado, assim como as suas preferências de utilização e interfaces de controlo para os exercícios.

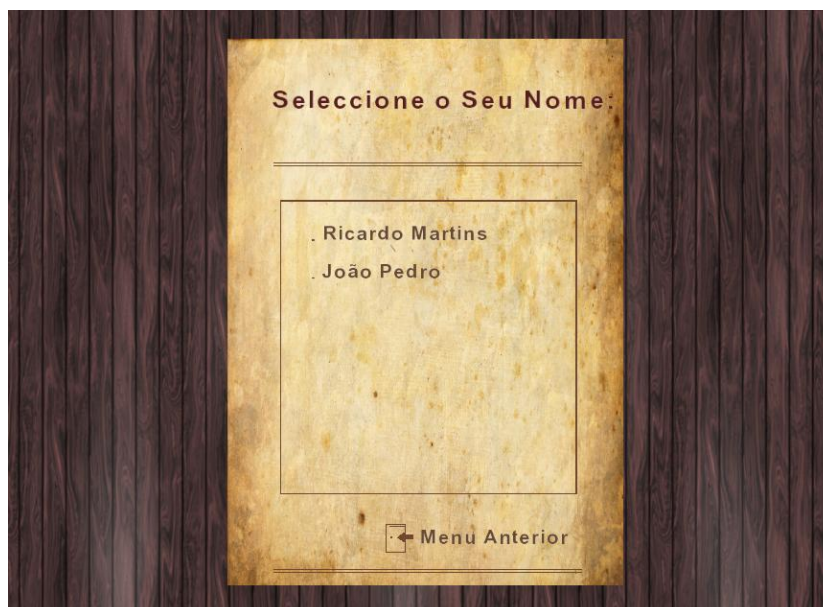


Figura 45: Utilizador registado: Selecção de utilizador.

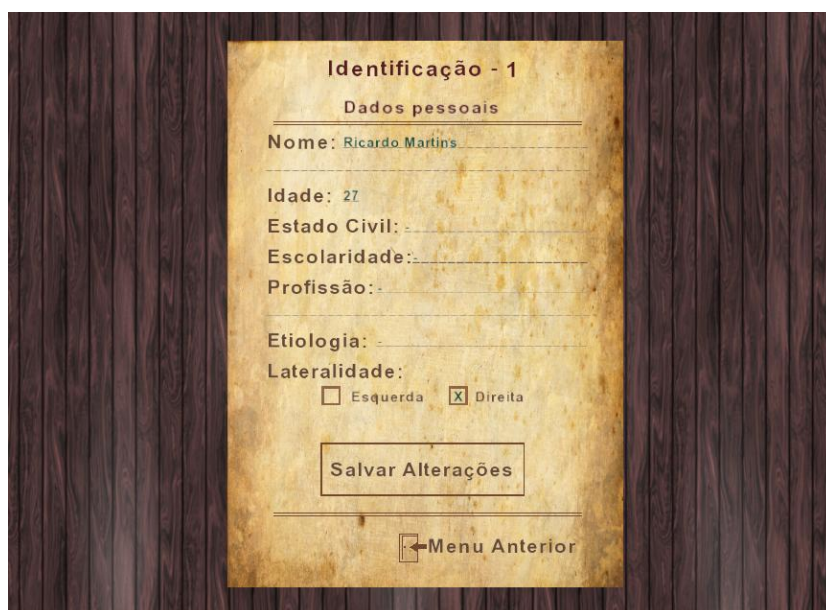
Depois de ser seleccionado o utilizador pretendido é apresentado um menu de utilizador onde se encontram diversas opções, o menu de utilizador encontra-se apresentado na figura 46:



**Figura 46: Utilizador registado - Menu de utilizador.**

A opção iniciar uma tarefa é responsável pela inicialização de exercícios, esta opção encontra-se descrita no capítulo referente à descrição dos exercícios presentes na aplicação.

Outra das opções apresentadas ao utilizador têm o nome de “Dados pessoais”, e permite ao utilizador editar os dados pessoais que foram inseridos durante o processo de criação de um novo utilizador (figura 47).



**Figura 47: Utilizador registado – Gestão de dados pessoais.**

A opção “Contactos” permite ao utilizador editar os seus contactos, e o menu correspondente encontra-se apresentado na figura 48:

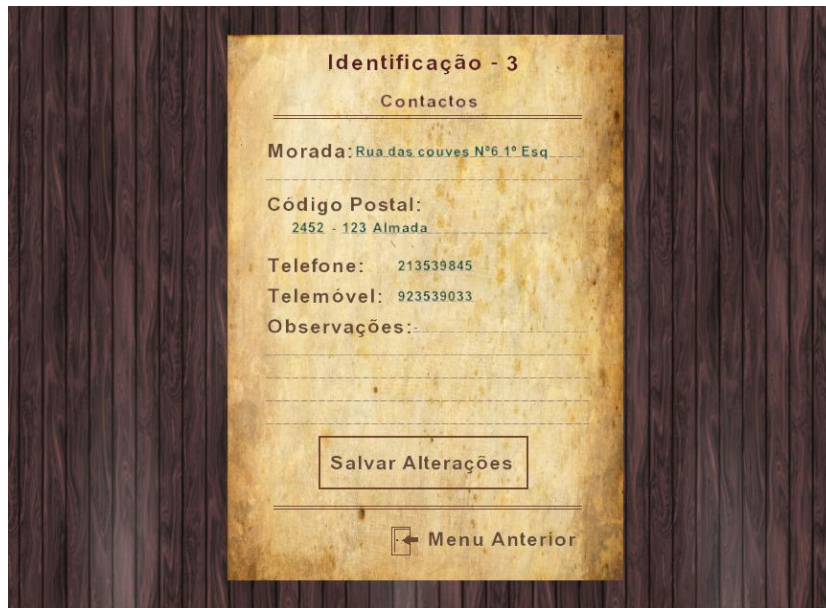


Figura 48: Utilizador registado - Gestão de contactos.

A opção “Configurações”, figura 49, é referente às preferências de utilização, estas opções são criadas por defeito e permitem a selecção de 3 parâmetros.

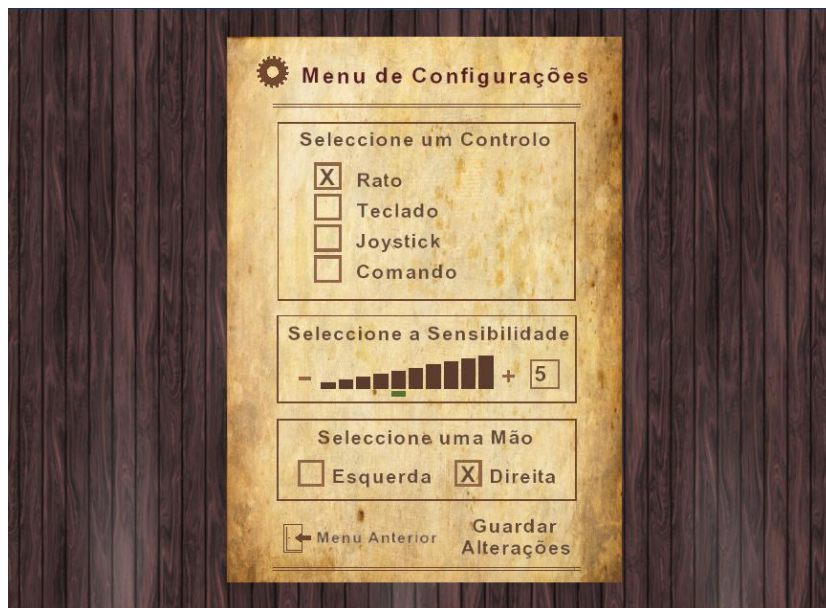


Figura 49: Utilizador registado - Gestão de configurações.

- Selecção de controlos – O utilizador poderá seleccionar qual o controlo a utilizar nos exercícios realizados no ambiente virtual, para os restantes exercícios os controlos utilizados são sempre o rato e o teclado dependentemente do objectivo do exercício.
- Sensibilidade – Pode ser seleccionada uma sensibilidade utilizando uma escala de 1 a 10. Esta propriedade altera o modo como a aplicação reage às ordens dadas pelo utilizador durante os exercícios realizados no ambiente virtual, quanto maior for o número da escala de sensibilidade menor é o movimento necessário para efectuar

uma deslocação. A utilização de um valor mais baixo pode ajudar a eliminar alguns factores como por exemplo tremores.

- Lateralidade – Permite ao utilizador seleccionar qual a mão que pretende utilizar para a execução de exercícios, deste modo o comando utilizado pode ser adaptado à mão em questão através da alteração da funcionalidade de botões.

### 5.2.6. Editar tarefas.

A ferramenta de edição de tarefas pode ser inicializada através da opção presente no menu principal da ferramenta terapêutica (figura 50).

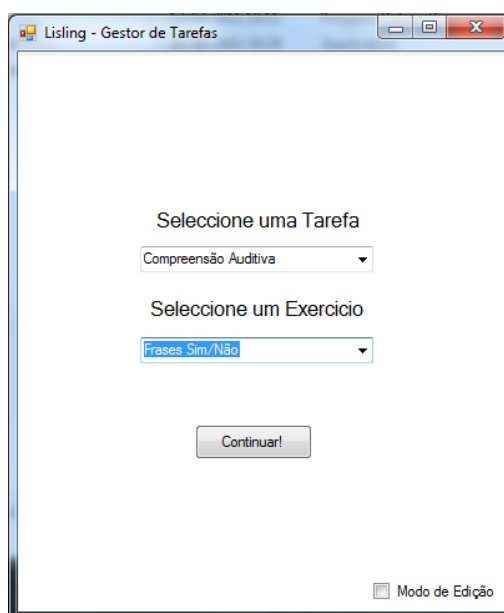


Figura 50: Editar tarefa - Selecção de exercício.

No menu inicial é pedido ao utilizador que selecione o exercício ao qual pretende adicionar novos objectivos ou sobre o qual pretende editar os objectivos existentes. A selecção entre o modo de edição e de criação é realizado através da selecção da opção “Modo de Edição”, se esta opção estiver seleccionada então é apresentado o modo de edição de objectivos.

#### 5.2.6.1. Novo objectivo.

Para a criação de novos objectivos é apresentado um menu adequado ao preenchimento de todos os dados necessários para a execução dos objectivos, este menu é diferente para todos os objectivos e pretende facilitar a tarefa de criação de objectivos mesmo a quem não possua conhecimento sobre a estrutura do XML em que são gravados os objectivos de cada um dos exercícios. Este método de introdução pretende servir como guião, existindo validações para todos os dados inseridos (figura 51).

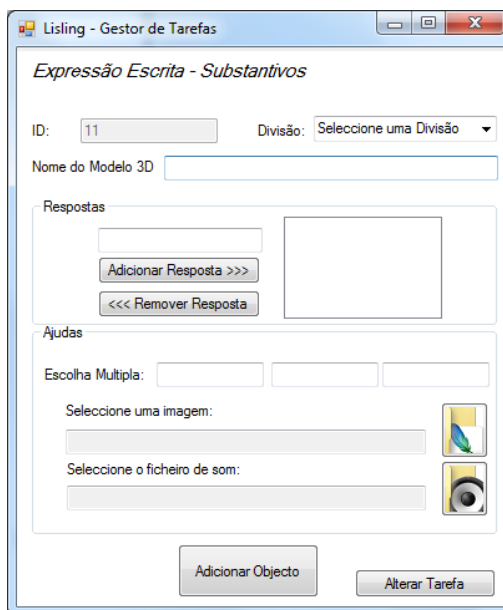


Figura 51: Editar tarefa - Novo objectivo.

Para os exercícios em que é necessária a selecção de ficheiros de som, imagem ou vídeo, existe um método de selecção em que o utilizador selecciona o ficheiro pretendido e este é automaticamente adicionado à directoria correspondente para que seja utilizado durante a execução da aplicação.

#### 5.2.6.2. Edição de objectivos.

O método de edição permite visualizar todos os objectivos já inseridos, no entanto este método de edição apresenta a informação em formato XML. Este modo de edição permite realizar tarefas mais complexas em relação aos dados guardados, sendo necessário algum cuidado com os dados que são inseridos (figura 52).

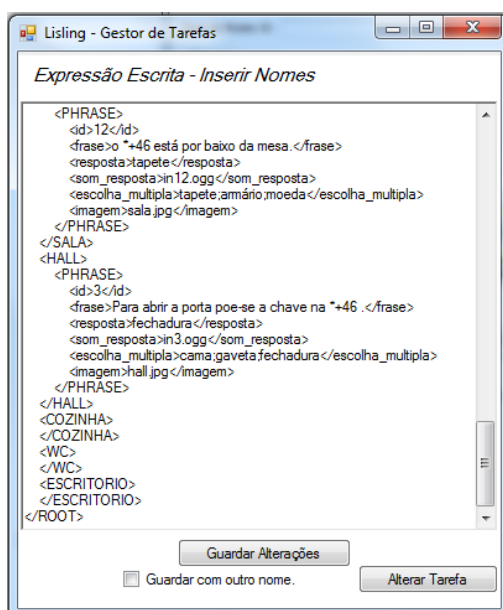


Figura 52: Editar tarefa - Edição de objectivos.

### 5.3. Utilização de Texto.

O Blender é uma ferramenta criada essencialmente para a criação de modelos e animações em 3 dimensões, existindo muito poucas funcionalidades para o tratamento de texto. A apresentação de texto por parte do Blender é realizada através de imagens correspondentes a cada letra, existindo um mapeamento entre o carácter pretendido e uma porção de uma imagem que contém todos os caracteres.

#### 5.3.1. Apresentação de texto.

1. Existe uma ferramenta do Blender que permite fazer a conversão de um ficheiro de fontes do tipo “ttf-font” (True Type font file) para uma imagem “tga” (Targa file format). Na figura 53 encontra-se a matriz de caracteres utilizada para a apresentação de texto.

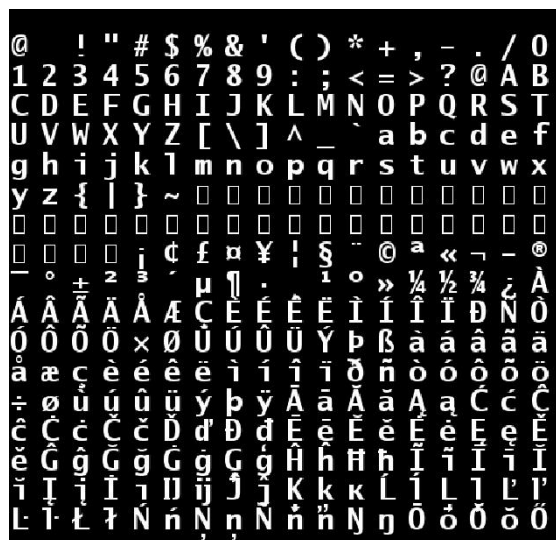


Figura 53: Apresentação de texto - Matriz de caracteres.

2. Foi criado um modelo 3D, que consiste num quadrado plano com o tamanho de letra pretendido e colocado na posição do ambiente virtual onde se pretende que o texto se inicie.
3. O próximo passo consiste em indicar na imagem a localização do carácter '@', figura 54, a partir da localização e tamanho deste carácter existe um script que realiza automaticamente o mapeamento para os restantes caracteres construindo uma matriz de caracteres. É importante que a selecção do carácter '@' seja bem efectuada, caso contrário todo o mapeamento será incorrecto existindo uma errada apresentação do texto.



Figura 54: Apresentação de texto - Mapeamento de caracteres.

Durante a inserção de texto, se for pretendido inserir um texto com o carácter ‘D’ então o script adicionará um novo modelo à frente do anterior com a imagem contida na posição da matriz com linha 3 e coluna 2 (figura 55).

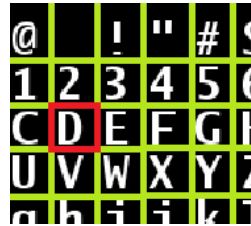
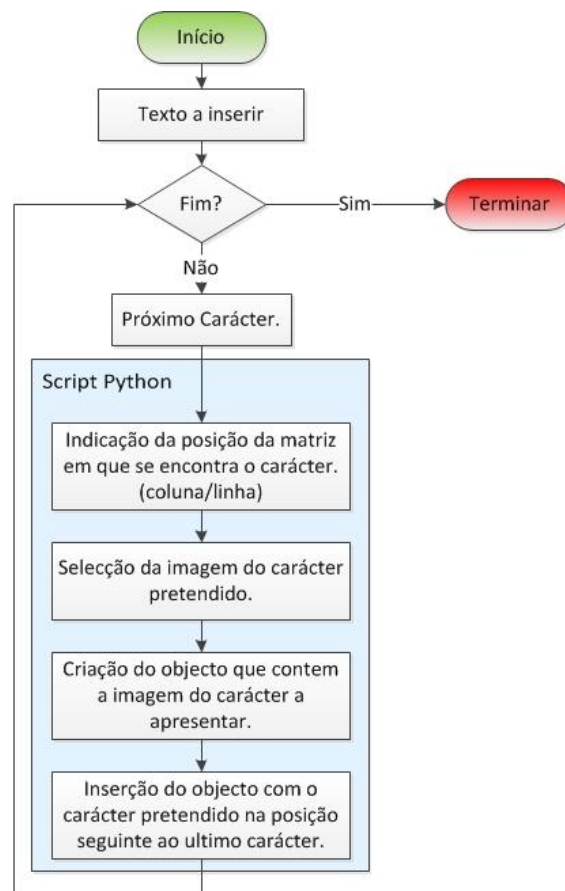


Figura 55: Apresentação de texto - Carácter 'D'.

Para a inserção de uma palavra, ou texto completo é efectuado sucessivamente o passo 3 para todos os caracteres. O seu funcionamento encontra-se descrito no fluxograma 7.

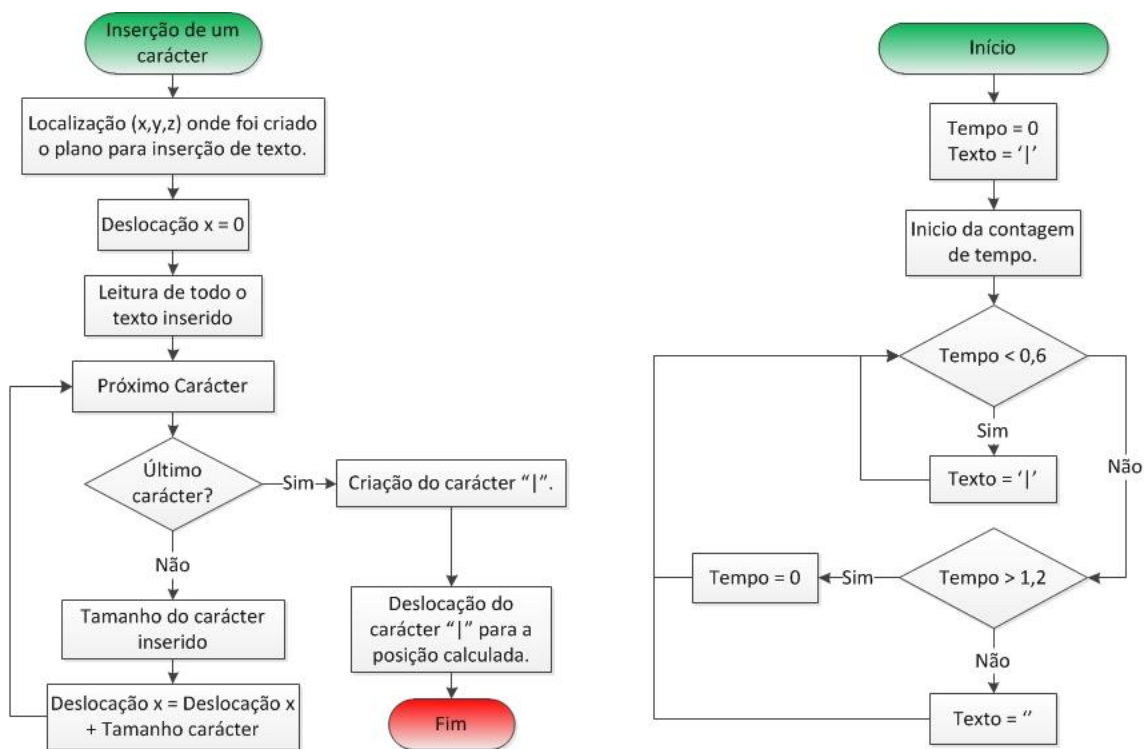


Fluxograma 7: Apresentação de texto.

### 5.3.2. Indicação da barra de posição.

Durante a inserção de texto é importante existir uma indicação da posição de escrita actual, o Blender no entanto não possui nenhuma funcionalidade com este fim, existindo a necessidade de criar esta funcionalidade. Uma dificuldade adicional encontrada foi não ser possível obter a informação sobre a posição onde foi inserido o último carácter do texto, ou o seu tamanho total, apenas é possível obter a posição onde foi iniciada a escrita. Devido a esse facto, e uma vez que nem todas as letras possuem o mesmo tamanho, foi necessária a criação de registos com o tamanho de cada carácter para que ao ser inserido exista a capacidade de calcular a deslocação necessária a efectuar na barra indicadora.

A barra indicadora de texto consiste no carácter “|” posicionado na posição em que foi inserida a última letra, encontrando-se esta a piscar com um intervalo de 0,6 segundos. O método de apresentação da barra de posição encontra-se descrito no fluxograma 8.



Fluxograma 8: Barra indicadora de texto.

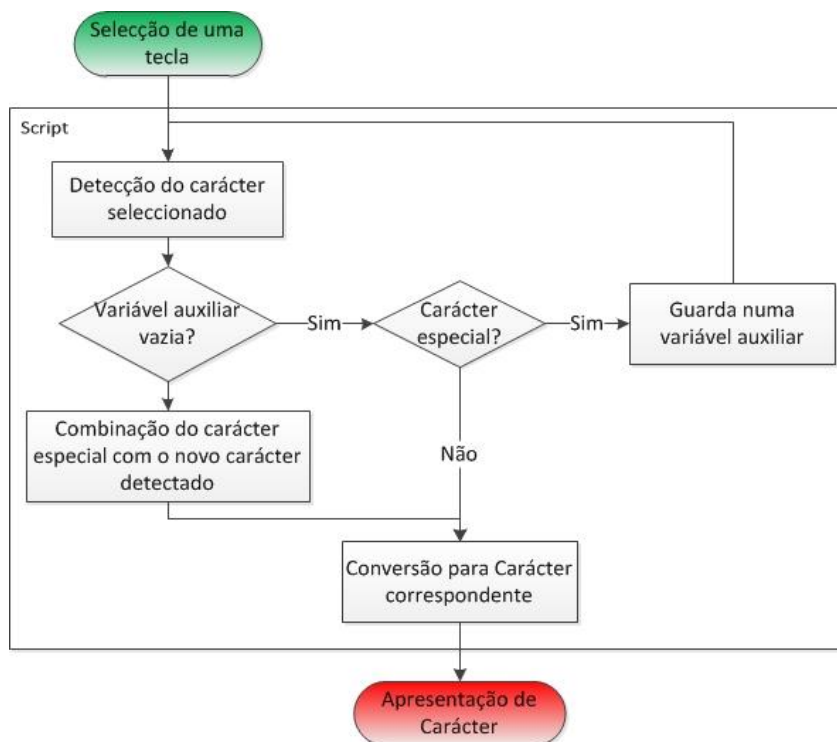
### 5.3.3. Inserção de texto - Caracteres especiais.

A inserção de texto inserido pelo utilizador é realizada através de uma variável utilizada por defeito pelo Blender. Existe a variável de texto “Text” que ao ser atribuída a um plano como o descrito anteriormente para a amostragem de texto, todos os caracteres inseridos nessa variável vão ser apresentados na interface.

Ao ser seleccionada uma tecla esse evento é detectado e é activado um script que adiciona o carácter correspondente ao texto já inserido anteriormente, atribuindo-o à variável “Text”. No

entanto foi detectado que a funcionalidade de texto do Blender não possui alguns caracteres especiais utilizados na língua Portuguesa, tais como acentos e o carácter “ç”, para além desta nova dificuldade, o Blender utiliza sempre configurações de teclado em Inglês.

Foi necessário criar um script adicional que realiza a conversão entre o carácter detectado a partir do teclado e o carácter correspondente num teclado com configurações em Português e correspondentes caracteres especiais. A sua descrição encontra-se no fluxograma 9.

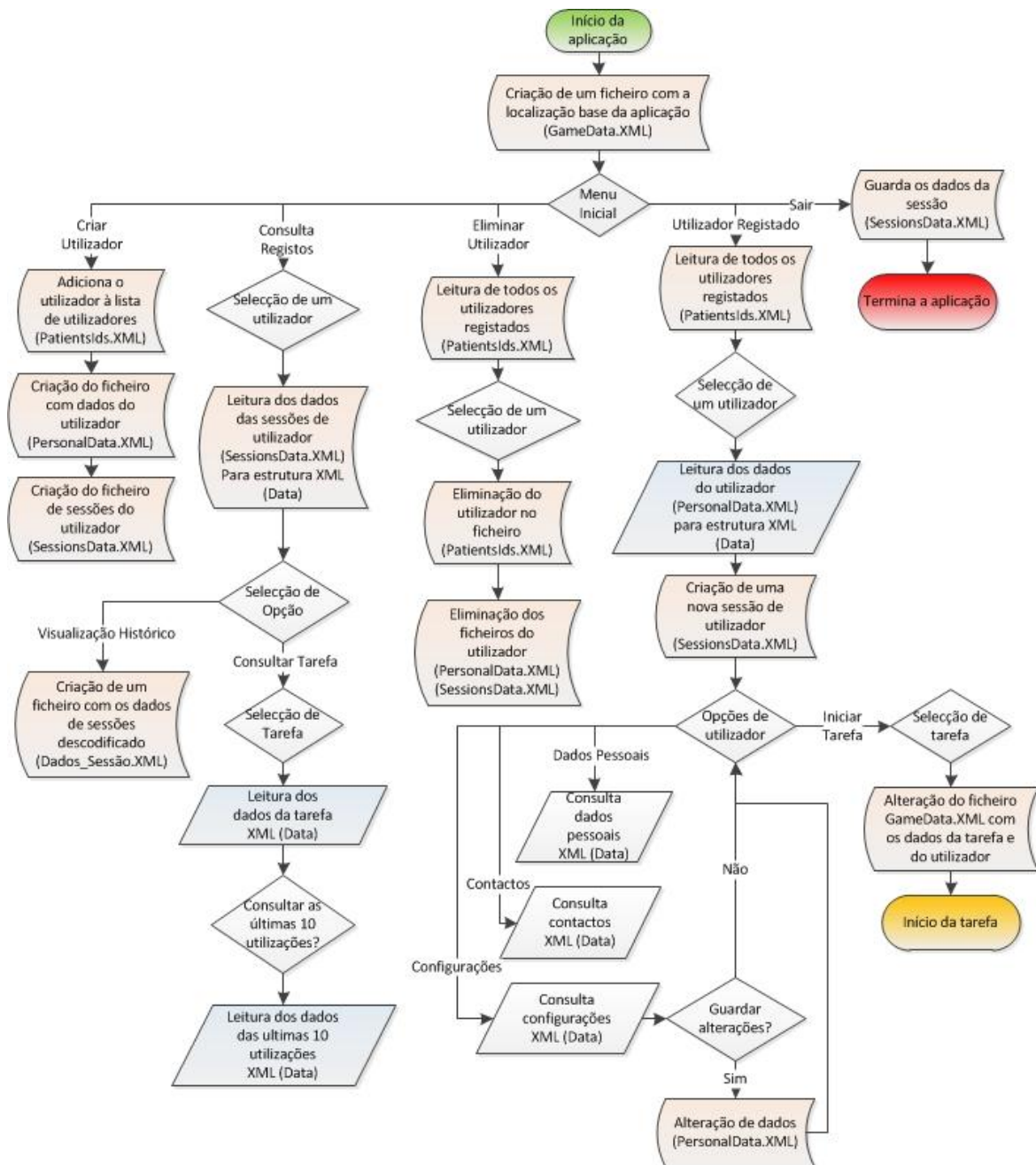


Fluxograma 9: Apresentação de caracteres especiais.

#### 5.4. Gestão de dados

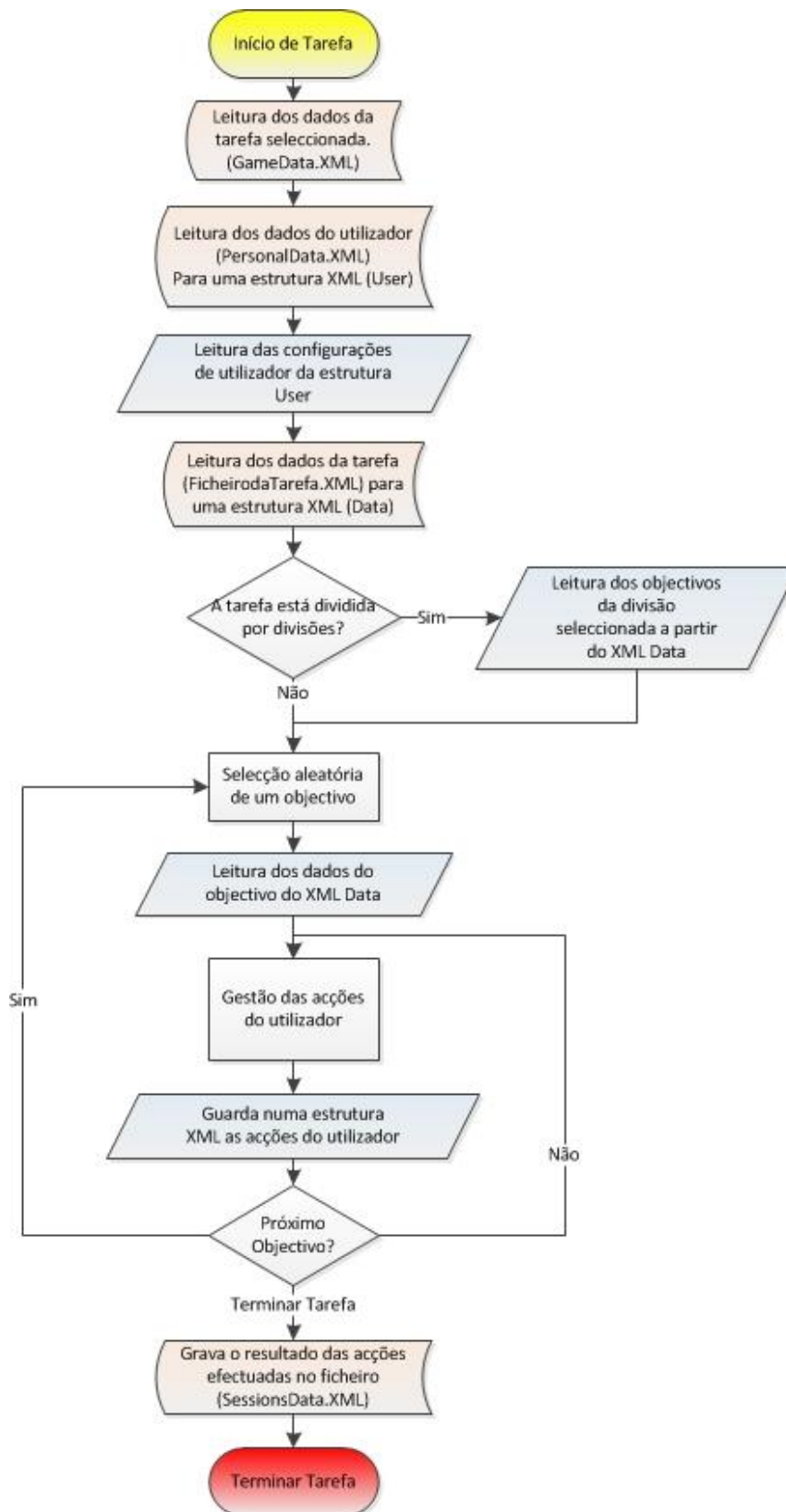
Para a execução de exercícios, gestão de utilizadores e registos de utilização foi necessário criar diversas estruturas de dados. Estas estruturas foram criadas em formato XML e divididos em diversos ficheiros conforme a sua função.

Nos dois fluxogramas apresentados em seguida, fluxograma 10 e 11, estão representados o modo como são utilizadas e criadas as estruturas de dados necessárias durante a utilização da aplicação.



Fluxograma 10: Gestão de dados - Utilizadores e sessão.

O primeiro fluxograma representa os dados necessários para a gestão de utilizadores, criação de registos de sessão e sua posterior consulta. Neste primeiro fluxograma não estão apresentados os dados relativos à execução de um exercício.



Fluxograma 11: Gestão de dados - Exercícios.

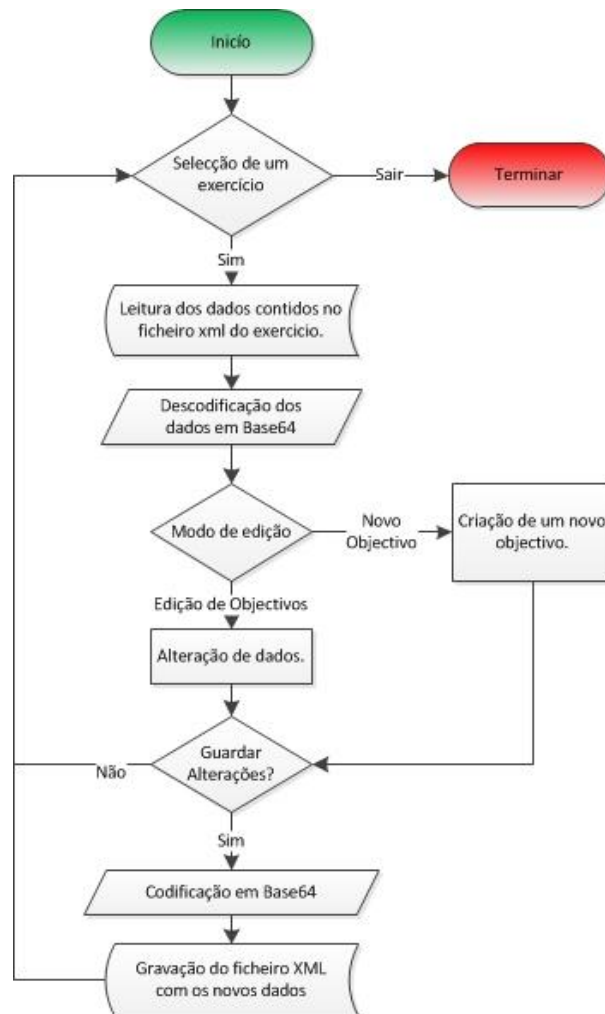
O segundo fluxograma, apenas diz respeito aos dados necessários à realização de exercícios.

### 5.4.1. Codificação Base64.

Todos os dados guardados nos ficheiros XML encontram-se codificados em base64, esta codificação têm dois objectivos:

- Encontrando-se os dados guardados em ficheiros XML, o seu acesso é bastante fácil assim como a sua leitura. Estando os dados contidos nas “tags” de identificação codificados oferece-se alguma protecção contra a consulta destes mesmos dados.
- O Blender apresenta alguns problemas na utilização de caracteres portugueses, tais como acentos e outros símbolos. Apesar de ser possível apresentar estes caracteres não é possível efectuar a sua correcta leitura a partir de ficheiros externos.

Foi seleccionada esta forma de codificação devido à sua grande utilização e existência de diversas bibliotecas para codificação e descodificação. Desta forma garante-se a compatibilidade entre diversas plataformas e uma maior facilidade de utilização.



Fluxograma 12: Codificação base64 - Execução de exercícios.

Na ferramenta de edição de tarefas é possível consultar os ficheiros de tarefas de forma descodificada para que possam ser devidamente consultados e modificados, sendo que a codificação é feita de forma automática ao serem guardados esses dados, fluxograma 12.

Para a consulta dos dados de sessão e uma vez que estes se encontram codificados, existe no menu de jogo uma opção para exportação, em que é criado um outro ficheiro XML que se encontra descodificado e pode ser facilmente copiado e transferido pelo utilizador.

### 5.4.2. Dados de jogo.

Durante a utilização da ferramenta terapêutica é necessário manter o registo de alguns dados necessários à execução dos exercícios e das próprias opções do utilizador.

Uma vez que a estrutura da ferramenta se encontra dividida em vários ficheiros distintos, a estrutura XML guardada num ficheiro com o nome “GameData.Xml”, é utilizada para efectuar a transferência de alguns dados entre os vários ficheiros.

```
<Data>
  <root_path>C:/Blender/Lisling</root_path>
  <TASK>
    <user_id>11</user_id>
    <task_name>Compreensão Escrita</task_name>
    <exercise_name>Emparceirar Nome</exercise_name>
    <task_theme>Cozinha</task_theme>
  </TASK>
</Data>
```

Tag xml	Descrição	
root_path	Indica o endereço base dos ficheiros de jogo, uma vez que durante a execução do jogo existe a necessidade de gerir diversos ficheiros e saber a sua localização relativa. Ao ser iniciado o jogo é imediatamente criada a “tag” com esta indicação, o Blender apenas consegue identificar a sua localização quando é iniciado o primeiro ficheiro.	
TASK	Quando o utilizador pretende iniciar um exercício, é necessário terminar o ficheiro responsável pela gestão de menus e opções para ser iniciado o ficheiro do exercício pretendido.	
	user_id	A identificação do utilizador para que possam ser carregados as suas preferências e dados pessoais para a criação dos dados de sessão.
	task_name	O nome da tarefa, num mesmo ficheiro podem existir várias tarefas, como acontece para as tarefas em ambiente 3D.
	exercise_name	O nome do exercício seleccionado.
	task_theme	A divisão pretendida.

Tabela 12: Dados de jogo - GameData.XML

### 5.4.3. Dados de utilizador.

Neste conjunto de dados encontram-se os registos de todos os utilizadores registados na ferramenta, existindo registos individuais para cada utilizador dos seus dados pessoais, contactos e preferências.

#### 5.4.3.1. *PatientsIds.XML*

Este ficheiro é onde se encontra o registo de todos os utilizadores existentes, desta forma é possível de forma rápida a listagem de todos os utilizadores.

Encontra-se nesta estrutura unicamente o nome de utilizador do paciente e a identificação que lhe foi atribuída. Desta forma é possível apresentar de forma rápida uma lista de utilizadores, podendo em seguida ser escolhido o pretendido e através do seu nome de utilizador obter-se por sua vez a sua identificação. Utilizando a sua identificação é possível se obterem todos os dados específicos desse utilizador:

```
<PATIENTS>
  <patient_id>11</patient_id>
  <patient_name>Ricardo Martins</patient_name>
</PATIENTS>
```

Tag xml	Descrição
patient_id	Número único de identificação do utilizador no programa.
patient_name	Nome de utilizador do paciente. Composto pelo primeiro e último nome.

Tabela 13: Dados de utilizador – PatientsIds.XML.

#### 5.4.3.2. *PersonalData.XML*

Existe para cada utilizador uma pasta cujo nome é a sua identificação (patient\_id), dentro dessa pasta existe um ficheiro “PersonalData.xml” onde se encontram guardados os seus dados pessoais, dados de contacto e configurações a serem aplicadas durante a realização de tarefas.

A estrutura de dados de utilizador encontra-se dividida em duas partes, a primeira contém os dados pessoais do utilizador:

```
<PRIVATE>
  <patient_id>11</patient_id>
  <patient_name>Ricardo José Redondo Martins</patient_name>
  <patient_age>27</patient_age>
  <patient_civil>Solteiro</patient_civil>
  <patient_scholarity>Licenciatura</patient_scholarity>
  <patient_occupation>Estudante</patient_occupation>
  <patient_etiology>Ateu</patient_etiology>
  <patient_side>Destro</patient_side>
  <patient_residence>Nome da rua</patient_residence>
  <patient_postal_code>
    <code_1>2883</code_1>
    <code_2>233</code_2>
    <code_3>Lisboa</code_3>
  </patient_postal_code>
  <patient_phone>.</patient_phone>
  <patient_mobile>932112374</patient_mobile>
  <patient_observations>Nada a observar</patient_observations>
```

</PRIVATE>

Tag xml	Descrição	
patient_id	Número único de identificação do utilizador no programa.	
patient_name	Nome completo do utilizador.	
Patient_age	Idade.	
Patient_civil	Estado civil.	
patient_scholarity	Nível de escolaridade.	
patient_occupation	Profissão ou ocupação.	
patient_etiology	Etiologia.	
patient_side	Lateralidade.	
patient_residence	Morada completa.	
patient_postal_code	Código postal.	
	code_1	4 Dígitos iniciais.
	code_2	3 Dígitos seguintes.
	code_3	Localidade.
patient_phone	Número de telefone da residência.	
patient_mobile	Número de telemóvel de contacto.	
patient_observations	Observações adicionais.	

Tabela 14: Dados de utilizador – Dados pessoais.

A segunda parte da estrutura está relacionada com as preferências de utilização do paciente, deste modo ao serem carregadas as informações para início de um exercício apenas é necessário ler a informação específica de configurações.

```
<CONFIGURATIONS>  
  <conf_sensibility>6</conf_sensibility>  
  <conf_control>Joystick</conf_control>  
  <conf_hand>Direita</conf_hand>  
  <conf_attempts>3</conf_attempts>  
</CONFIGURATIONS>
```

Tag xml	Descrição
conf_sensibility	Sensibilidade do comando a utilizar.
conf_control	O controlo preferido (a utilizar em ambiente 3D).
conf_hand	A mão que vai ser utilizada durante as tarefas.
conf_attempts	Indica o número de respostas erradas que podem ser dadas até passar automaticamente para o próximo objectivo.

Tabela 15: Dados de utilizador – Configurações.

#### 5.4.4. Dados de sessão.

Para cada utilizador registado existe ainda um outro ficheiro que se encontra guardado dentro da sua pasta de utilizador, neste ficheiro são guardadas todos os dados de utilização da ferramenta terapêutica. Este ficheiro tem o nome de “SessionsData.XML”.

##### 5.4.4.1. Sessão

Para cada sessão, sendo considerado uma sessão cada vez que determinado paciente inicia a ferramenta utilizando o seu utilizador registado até que termine a sua utilização ou exista uma alteração de utilizador, ficam registados os seguintes dados:

```
<SESSION>
...
</SESSION>
<SESSION>
  <patient_id>11</patient_id>
  <session_id>23</session_id>
  <session_start_date>
    <year>2011</year>
    <month>6</month>
    <day>5</day>
    <hour>18</hour>
    <minutes>24</minutes>
    <seconds>9</seconds>
  </session_start_date>
  <session_end_date>
    <year>2011</year>
    <month>6</month>
    <day>5</day>
    <hour>18</hour>
    <minutes>25</minutes>
    <seconds>2</seconds>
  </session_end_date>
</SESSION>
<SESSION>
...
</SESSION>
```

Tag xml	Descrição
patient_id	Número de identificação do utilizador.
session_id	Número único de identificação da sessão.
session_start_date	Data de início da sessão.
session_end_date	Data de fim da sessão.

Tabela 16: Dados de sessão - Sessão.

#### 5.4.4.2. *Datas*

Em que todas as datas utilizadas para dados de sessão, independentemente da sua descrição, têm a seguinte estrutura:

```
<session_start_date>
  <year>2011</year>
  <month>6</month>
  <day>5</day>
  <hour>18</hour>
  <minutes>24</minutes>
  <seconds>9</seconds>
</session_start_date>
```

Tag xml	Descrição
year	Ano em que foi efectuado o registo.
month	Mês em que foi efectuado o registo.
day	Dia em que foi efectuado o registo.
hour	Hora em que foi efectuado o registo.
minutes	Mínuto em que foi efectuado o registo.
seconds	Segundo em que foi efectuado o registo.

Tabela 17: Dados de sessão - Datas.

Utilizando este formato torna-se mais fácil a comparação de datas e análise estatística do tempo necessário para cada acção por parte do paciente.

#### 5.4.4.3. *Tarefas*

Por cada tarefa realizada pelo paciente, vai ser criada uma nova estrutura dentro da já existente com a sessão actual.

```
<SESSION>
...
<TASK>
  <task_id>3</task_id>
  <task_name>Compreensão Escrita</task_name>
  <exercise_name>Palavra Intrusa</exercise_name>
  <theme>Cozinha</theme>
  <amount_tasks>12</amount_tasks>
  <amount_right>9</amount_right>
  <amount_wrong>6</amount_wrong>
  <amount_helps>4</amount_helps>
  <task_start_date>
    ...
  </task_start_date>
  <task_end_date>
    ...
  </task_end_date>
</TASK>
...
</SESSION>
```

Tag xml	Descrição
task_id	Identificação única da execução de tarefas dentro da sessão.
task_name	Nome da tarefa.
exercise_name	Nome do exercício.
theme	Caso este seja um exercício com diferentes divisões, neste campo é indicada a divisão da casa seleccionada.
amount_tasks	Número de objectivos realizados.
amount_right	Número de respostas correctas.
amount_wrong	Número de respostas incorrectas.
amount_helps	Número de ajudas utilizadas.
task_start_date	Data de início da tarefa.
task_end_date	Data de fim da tarefa.

**Tabela 18: Dados de sessão - Tarefas.**

O número de objectivos, respostas correctas, incorrectas e de ajudas utilizadas é actualizado quando é terminada a tarefa. O número de respostas correctas mais incorrectas pode ser superior ao número de objectivos, uma vez que podem ser dadas várias respostas incorrectas até passar automaticamente para o próximo objectivo.

#### 5.4.4.4. Objectivos

Durante a realização de cada exercício existem diversos objectivos, por exemplo no exercício “Substantivos” que pertence à tarefa “Expressão escrita” um objectivo será o de identificar um lápis, ou uma caneta. É mantido dentro da respectiva estrutura de tarefa o registo de todos os objectivos apresentados ao paciente.

```

<SESSION>
...
<TASK>
...
  <OBJECTIVE>
    <objective_id>12</objective_id>
    <objective_theme>hall</objective_theme>
    <objective_start_date>
      ...
    </objective_start_date>
    <objective_end_date>
      ...
    </objective_end_date>
  </OBJECTIVE>
...
</TASK>
...
</SESSION>

```

Tag xml	Descrição
objective_id	Identificação única do objectivo, através deste ID e da tarefa a que se refere é possível saber o que foi pedido ao paciente de modo a retirar conclusões das suas acções.
objective_theme	Identificação da divisão do objectivo, é possível a meio de uma tarefa mudar de divisão.
objective_start_date	Data de início do objectivo.
objective_end_date	Data de fim do objectivo.

Tabela 19: Dados sessão - Objectivos.

#### 5.4.4.5. Tentativas

Depois de apresentado um objectivo ao paciente, este têm a hipótese de realizar determinadas acções conforme o exercício em execução. Todas essas acções, tentativas, ficam registadas, deste modo é possível saber quantos erros foram cometidos até ser encontrada a solução, e quais as tentativas realizadas durante o processo.

```

<SESSION>
...
<TASK>
...
  <OBJECTIVE>
    ...
      <ATTEMPT>
        <att_response>Porta</att_response>
        <att_result>Right</att_result>
        <att_date>
          ...
        </att_date>
      </ATTEMPT>
    </OBJECTIVE>
  ...
</TASK>
...
</SESSION>

```

Tag xml	Descrição
att_response	Indicação da resposta dada pelo utilizador, consoante o exercício a resposta poderá ser o nome do objecto identificado, o texto escrito, a palavra seleccionada ou a resposta indicada.
att_result	Indica o resultado da tentativa efectuada (Right, Wrong).
att_date	Data da tentativa efectuada.

Tabela 20: Dados sessão - Tentativas.

#### 5.4.4.6. Ajudas

Estão disponíveis ao paciente diversas ajudas, cada vez que uma ajuda é utilizada durante um objectivo então a sua utilização é registada juntamente com o tipo de ajuda fornecida.

```

<SESSION>
  ...
  <TASK>
    ...
    <OBJECTIVE>
      ...
      <ATTEMPT>
        ...
        <HELP>
          <help_name>Ouvir</help_name>
          <help_date>
            ...
          </help_date>
        </HELP>
      ...
    </ATTEMPT>
  ...
</OBJECTIVE>
...
</TASK>
...
</SESSION>

```

Tag xml	Descrição
help_name	Indicação de qual a ajuda utilizada, se esta foi uma foto, um som, uma palavra ou até a indicação da resposta correcta.
help_date	Data da utilização da ajuda indicada.

Tabela 21: Dados sessão - Ajudas.

### 5.4.5. Dados de Tarefas.

Para cada exercício presente na ferramenta terapêutica existe um conjunto de objectivos que a compõem. Estes objectivos ao estarem organizados por ficheiros e numa estrutura XML permitem que sejam facilmente consultados e modificados, desta forma é possível adicionar novos objectivos tornando a ferramenta dinâmica.

#### 5.4.5.1. Substantivos.

Este exercício encontra-se dividido por divisões, por cada divisão podem encontrar-se diversos objectos identificados através do identificador “OBJECT” com a seguinte estrutura:

```

<OBJECT>
  <id>5</id>
  <obj_name>escova_dentes</obj_name>
  <obj_sound>escovadentes.ogg</obj_sound>
  <obj_picture>escovadentes.jpg</obj_picture>
  <obj_multiple>Escova de cabelo;Pente;Escova de dentes</obj_multiple>
  <ANSWER>
    <obj_answer>Escova de dentes</obj_answer>
    <obj_answer>Escova dos dentes</obj_answer>
    <obj_answer>Escova para dentes</obj_answer>
  </ANSWER>
</OBJECT>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objecto dentro do exercício.
obj_name	Nome do modelo 3D que representa o objecto pretendido.
obj_sound	Ficheiro de som do objecto.
obj_picture	Ficheiro com a fotografia do objecto.
obj_multiple	Escolha múltipla utilizada nas ajudas do exercício.
ANSWER	obj_answer – Lista das respostas possíveis como correctas, não existe limite de respostas para cada um dos objectos.

Tabela 22: Dados tarefas - Substantivos.

#### 5.4.5.2. Verbos infinitivo.

Para o exercício “verbos infinitivo” são apresentados diversos objectivos divididos por divisões, cada objectivo é identificado pela estrutura seguinte:

```
<MOVIE>
  <id>6</id>
  <filme>vi6.flv</filme>
  <som_resposta>vi6.ogg</som_resposta>
  <escolha_multipla>Barbear;Comer;Lavar</escolha_multipla>
  <ANSWER>
    <resposta>Barbear</resposta>
  </ANSWER>
</MOVIE>
```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do filme dentro do exercício.
filme	Filme apresentado com a acção a indicar.
som_resposta	Ficheiro de som com a resposta correcta.
escolha_multipla	Escolha múltipla utilizada nas ajudas do exercício.
ANSWER	obj_answer – Lista das respostas possíveis como correctas, não existe limite de respostas para cada um dos objectos.

Tabela 23: Dados tarefas - Verbos infinitivo.

#### 5.4.5.3. Frases – (Inserir Nomes / Inserir Verbos Presente / Inserir Partículas).

A estrutura para os objectivos destes três exercícios é comum apenas variando o estímulo utilizado. No entanto existe um ficheiro em separado para cada um dos exercícios.

É essencial que no local pretendido para a resposta seja inserido o código \*+46 para que este seja reconhecido pelo programa.

```
<PHRASE>
  <id>3</id>
  <frase>Para abrir a porta poe-se a chave na *+46 ./frase>
  <resposta>fechadura</resposta>
  <som_resposta>in3.ogg</som_resposta>
  <escolha_multipla>cama;gaveta;fechadura</escolha_multipla>
  <imagem>hall.jpg</imagem>
</PHRASE>
<PHRASE>
  <id>12</id>
```

```

<frase>Ontem (acender) *+46 uma vela.</frase>
<resposta>acendi</resposta>
<som_resposta>vp12.ogg</som_resposta>
<escolha_multipla>acender;acendi;acendo</escolha_multipla>
<imagem>sala.jpg</imagem>
</PHRASE>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
frase	Frase que se pretende completar com a resposta correcta, o local da resposta é indicado pelo código *+46. No exercício “Inserir Verbos Presente” é necessário antes do local da resposta indicar o verbo a utilizar.
resposta	A resposta única pretendida.
som_resposta	Ficheiro de som com a resposta correcta.
escolha_multipla	Escolha múltipla utilizada nas ajudas do exercício.
imagem	Ficheiro com uma imagem relativa à frase ou ao ambiente em que está inserida a frase.

**Tabela 24: Dados tarefas – Frases (Nomes/Verbos presente/Partículas).**

#### 5.4.5.4. Frases – (Erros fonológicos / Palavras desordenadas).

No caso destes dois exercícios a estrutura para os objectivos é igual, sendo que existe um ficheiro em separado para cada um dos exercícios.

```

<PHRASE>
  <id>12</id>
  <frase>A ganela eztá abreta</frase>
  <resposta>A janela está aberta</resposta>
  <som_resposta>ef12.ogg</som_resposta>
  <imagem>sala.jpg</imagem>
</PHRASE>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única da frase dentro do exercício.
frase	A frase que se pretende escrever, dependendo do exercício esta encontra-se desorganizada ou com erros fonológicos.
resposta	A frase pretendida escrita na forma correcta.
som_resposta	Ficheiro de som com a frase correcta.
imagem	Ficheiro com uma imagem relativa à frase ou ao ambiente em que está inserida a frase.

**Tabela 25: Dados tarefas – Frases (Erros fonológicos/Palavras desordenadas).**

#### 5.4.5.5. Texto – ( Inserir nomes / Inserir Verbos / Inserir palavras função / Inserir palavras).

A estrutura de textos é partilhada pelos quatro exercícios, nestes exercícios existem vários espaços para completar com as palavras pretendidas de acordo com o contexto do exercício. Ao contrário dos restantes exercícios, não existe uma divisão de objectivos conforme as diversas divisões da casa.

Os espaços a completar são todos identificados pelo código \*+46, é necessário ao inserir as respostas que estas se encontrem ordenadas de acordo com a mesma ordem dos códigos inseridos e que o número de respostas seja o mesmo que o número de códigos.

```

<TEXT>
  <id>1</id>
  <texto>Quando ele finalmente saiu, Carlos, tirando as *+46 deu uma volta curiosa e lenta pela
    *+46 . O soalho fora esteirado de novo. Ao pé da *+46 havia um *+46 antigo de cauda,
    coberto com um pano alvadio; sobre uma estante ao lado, cheia de partituras, de músicas,
    de jornais ilustrados, pousava um *+46 do Japão onde murchavam três belos lírios
    brancos; todas as *+46 eram forradas de repes vermelho; e aos pés do *+46 estirava-se
    uma velha pele de tigre.</texto>
  <ANSWERS>
    <RESPOSTA>luvas</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>sala</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>porta</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>piano</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>vaso</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>cadeiras</RESPOSTA>
    <RESPOSTA>sofá</RESPOSTA>
  </ANSWERS>
</TEXT>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
texto	O texto completo, contendo no local das respostas pretendidas o código *+46.
ANSWERS	RESPOSTA – As respostas pretendidas ordenadas conforme os códigos inseridos. O número de respostas é igual ao número de códigos mesmo que existam respostas iguais.

Tabela 26: Dados tarefas - Textos.

#### 5.4.5.6. Identificação de objectos / Emparceirar Nome.

Nas tarefas de compreensão escrita e auditiva existem dois exercícios em que se pretende indicar qual o objecto 3d que corresponde ao estímulo apresentado, quer este seja através de texto ou de um som. Para ambos os exercícios existe apenas um único ficheiro partilhado, a estrutura destes dois exercícios é a seguinte:

```

<OBJECT>
  <obj_id>8</obj_id>
  <obj_text>Prato</obj_text>
  <obj_sound>prato.ogg</obj_sound>
  <obj_picture>prato.jpg</obj_picture>
</OBJECT>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
obj_text	O nome do objecto que se pretende identificar.
obj_sound	O ficheiro de som com o nome do objecto.
obj_picture	O ficheiro de uma imagem do objecto pretendido.

Tabela 27: Dados tarefas - Identificação de objectos/Emparceirar Nome.

#### 5.4.5.7. Frases Sim/não.

Tanto na tarefa de compreensão escrita como na compreensão auditiva existem exercícios em que se pretende responder de forma positiva ou negativa a uma questão relacionada com o ambiente 3D. O ficheiro de base a estes dois exercícios é comum e contem os objectivos definidos do seguinte modo:

```
<YESNO>
  <question_id>16</question_id>
  <question_text>O lava-loiça está à direita do fogão?</question_text>
  <question_sound>yesno16.ogg</question_sound>
  <answer>Não</answer>
</YESNO>
```

Tag xml	Descrição
question_id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
question_text	A pergunta de forma escrita.
question_sound	O ficheiro de som com a pergunta do objectivo.
answer	A resposta correcta. Sim ou Não.

Tabela 28: Dados tarefas - Frases Sim/Não.

#### 5.4.5.8. Ordens simples / Emparceirar Frase.

Tal como nos exercícios anteriores existe apenas um ficheiro para os dois exercícios indicados, sendo que um se refere à compreensão escrita e o outro à compreensão auditiva.

```
<QUESTION>
  <question_id>5</question_id>
  <question_text>Quando se abre sai água!</question_text>
  <question_sound>question5.ogg</question_sound>
  <answer_text>Torneira</answer_text>
  <answer_sound>torneira.ogg</answer_sound>
  <answer_picture>torneira.jpg</answer_picture>
</QUESTION>
```

Tag xml	Descrição
question_id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
question_text	A pergunta de forma escrita.
question_sound	O ficheiro de som com a pergunta do objectivo.
answer_text	A resposta em forma de texto.
answer_sound	Ficheiro de som com a resposta.
answer_picture	O ficheiro com a imagem do objecto pretendido.

Tabela 29: Dados tarefas - Ordens Simples/Emparceirar Frase.

#### 5.4.5.9. Responsive naming.

Para este exercício existe uma frase escrita e 4 palavras em que uma é a palavra que completa de forma correcta a frase. A estrutura de cada objectivo é a seguinte:

```

<GROUP>
  <id>10</id>
  <text>Está escuro, vou acender o:</text>
  <text_sound>rn_1.ogg</text_sound>
  <word_1>Sofá</word_1>
  <word_1_sound>sofa.ogg</word_1_sound>
  <word_1_picture>sofa.jpg</word_1_picture>
  <word_2>Prateleira</word_2>
  <word_2_sound>prateleira.ogg</word_2_sound>
  <word_2_picture>prateleira.jpg</word_2_picture>
  <word_3>Candeeiro</word_3>
  <word_3_sound>candeeiro.ogg</word_3_sound>
  <word_3_picture>candeeiro.jpg</word_3_picture>
  <word_4>Quadro</word_4>
  <word_4_sound>quadro.ogg</word_4_sound>
  <word_4_picture>quadro.jpg</word_4_picture>
  <answer>3</answer>
</GROUP>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
text	A pergunta de forma escrita.
text_sound	O ficheiro de som com a pergunta do objectivo.
word_1/2/3/4	As 4 palavras possíveis na forma de texto.
word_1/2/3/4_sound	O ficheiro de som de cada uma das palavras.
word_1/2/3/4_picture	O ficheiro com a imagem de cada uma das palavras.
answer	O número da resposta correcta.

Tabela 30: Dados tarefas - Responsive Naming.

#### 5.4.5.10. Palavra intrusa.

Para este exercício os objectivos encontram-se agrupados por divisões, sendo a sua estrutura a seguinte:

```

<GROUP>
  <id>3</id>
  <word_1>Porta</word_1>
  <word_1_sound>porta.ogg</word_1_sound>
  <word_1_picture>porta.jpg</word_1_picture>
  <word_2>Desenho</word_2>
  <word_2_sound>desenho.ogg</word_2_sound>
  <word_2_picture>desenho.jpg</word_2_picture>
  <word_3>Pintura</word_3>
  <word_3_sound>pintura.ogg</word_3_sound>
  <word_3_picture>pintura.jpg</word_3_picture>
  <word_4>Retrato</word_4>
  <word_4_sound>retrato.ogg</word_4_sound>
  <word_4_picture>retrato.jpg</word_4_picture>
  <word_5>Quadro</word_5>
  <word_5_sound>quadro.ogg</word_5_sound>
  <word_5_picture>quadro.jpg</word_5_picture>
  <answer>1</answer>
</GROUP>

```

Tag xml	Descrição
id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
word_1/2/3/4/5	As 5 palavras apresentadas ao utilizador.
word_1/2/3/4/5_sound	O ficheiro de som de cada uma das palavras.
word_1/2/3/4/5_picture	O ficheiro com a imagem de cada uma das palavras.
answer	O número da palavra correspondente à resposta correcta.

Tabela 31: Dados tarefas – Palavra intrusa.

#### 5.4.5.11. Tarefas simples.

Neste exercício pretende-se que o utilizador realize uma acção, para definir o resultado da acção é necessário identificar o objecto sobre o qual vai ser realizada a acção e qual a sua localização em relação a um outro objecto. Deste modo é possível identificar e classificar o resultado da acção realizada.

```
<TAREFA_SIMPLES>
  <task_id>4</task_id>
  <task_text>Coloque o copo debaixo do armário</task_text>
  <task_object>Copo</task_object>
  <task>Baixo</task>
  <task_destiny>Armário</task_destiny>
  <task_sound>ts4.ogg</task_sound>
</TAREFA_SIMPLES>
```

Tag xml	Descrição
task_id	Identificação única do objectivo dentro do exercício.
task_text	O texto com a tarefa pretendida.
task_object	O nome do objecto sobre o qual se pretende efectuar a acção.
task	A acção pretendida.
task_destiny	O nome do objecto em relação ao qual se pretende efectuar a acção.
task_sound	O ficheiro de som com a tarefa pretendida.

Tabela 32: Dados tarefas - Tarefas simples.

#### 5.4.5.12. Tarefas compostas.

Pretende-se que o utilizador realize uma combinação de acções, para que o objectivo seja considerado como correcto o utilizador deverá cumprir todas as acções definidas e pela ordem correcta. Este exercício é uma combinação de objectivos do exercício “Tarefa simples”.

```
<TAREFA_COMPOSTA>
...
  <TAREFA_SIMPLES>
    <task_id>4</task_id>
    <task_text>Coloque o copo debaixo do armário</task_text>
    <task_object>Copo</task_object>
    <task>Baixo</task>
    <task_destiny>Armário</task_destiny>
    <task_sound>ts4.ogg</task_sound>
  </TAREFA_SIMPLES>
  <TAREFA_SIMPLES>
    <task_id>4</task_id>
    <task_text>Coloque o copo debaixo do armário</task_text>
    <task_object>Copo</task_object>
    <task>Baixo</task>
    <task_destiny>Armário</task_destiny>
    <task_sound>ts4.ogg</task_sound>
  </TAREFA_SIMPLES>
</TAREFA_COMPOSTA>
```

## 5.5. Realização de exercícios.

Os exercícios presentes na aplicação podem ser divididos em 6 categorias conforme a acção que é pretendida, em que apesar de os estímulos e apresentação serem diferentes, a sua arquitectura de funcionamento e organização é igual. As 6 categorias e os exercícios que englobam encontram-se apresentados na tabela 33.

<b>Categoria</b>	<b>Exercício</b>
Exercícios de escrita.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Substantivos.</li><li>• Verbos Infinitivo.</li><li>• Frases – Inserir Nomes.</li><li>• Frases – Inserir Verbos no Presente.</li><li>• Frases – Inserir Partículas.</li><li>• Frases – Erros Fonológicos.</li><li>• Frases – Palavras Desordenadas.</li></ul>
Exercícios de texto.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Texto – Inserir Nomes.</li><li>• Texto – Inserir Verbos.</li><li>• Texto – Inserir Palavras Função</li><li>• Texto – Inserir Palavras</li></ul>
Seleção de palavras.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Responsive Naming.</li><li>• Palavra Intrusa.</li></ul>
Identificação de objectos.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificação de Objectos.</li><li>• Frases Simples.</li><li>• Emparceirar Nomes.</li><li>• Emparceirar Frase.</li></ul>
Questões sim/não.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Compreensão Escrita – Frases Sim/Não.</li><li>• Compreensão Auditiva – Frases Sim/Não.</li></ul>
Realização de tarefas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarefas Simples.</li><li>• Tarefas Compostas.</li></ul>

**Tabela 33: Realização de exercícios - Categorias.**

Antes de ser iniciado um exercício é necessário que sejam efectuadas algumas escolhas por parte do utilizador.

- 1) O primeiro passo consiste na selecção de um utilizador registado, deste modo ao ser inicializado o exercício serão utilizadas as preferências desse mesmo utilizador (figura 56).



Figura 56: Realização de exercícios - 1º passo.

- 2) O segundo passo consiste na selecção de umas das 4 tarefas existentes (figura 57).

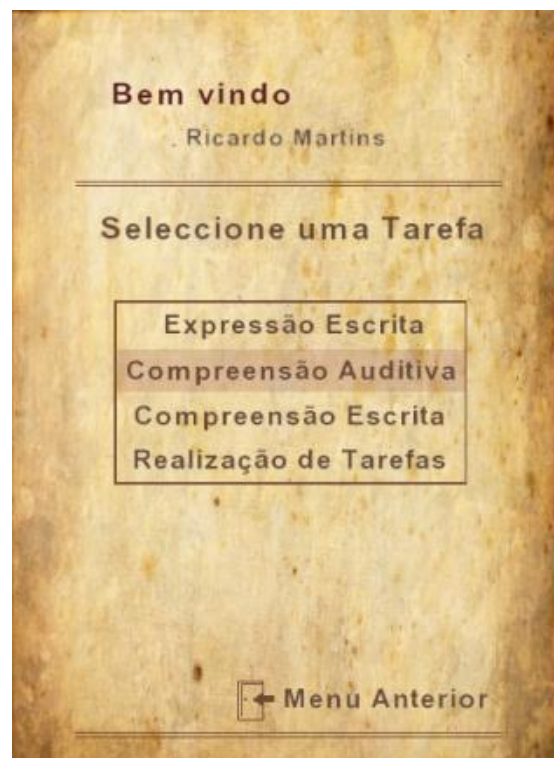


Figura 57: Realização de exercícios - 2º passo.

- 3) Em seguida deverá ser seleccionado um dos exercícios existentes para a tarefa escolhida anteriormente (figura 58).

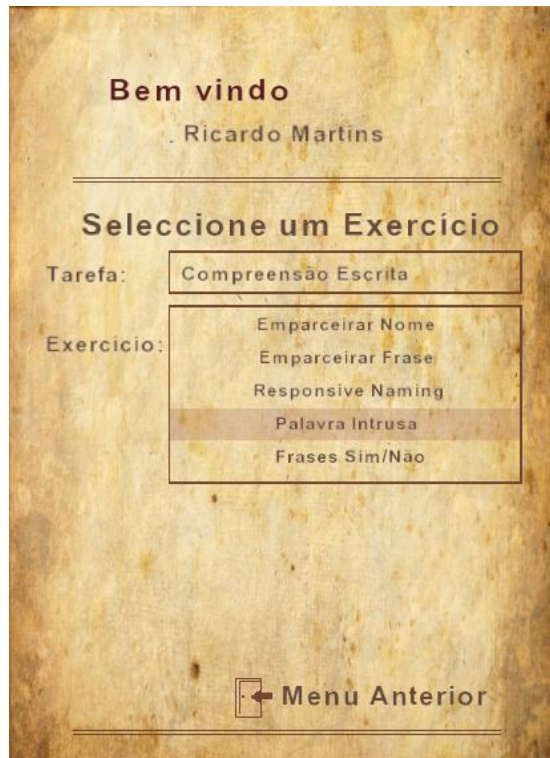


Figura 58: Realização de exercícios - 3º passo.

- 4) No quarto é pedido ao utilizador que indique o número respostas erradas que podem ser dadas por objectivo (figura 59).

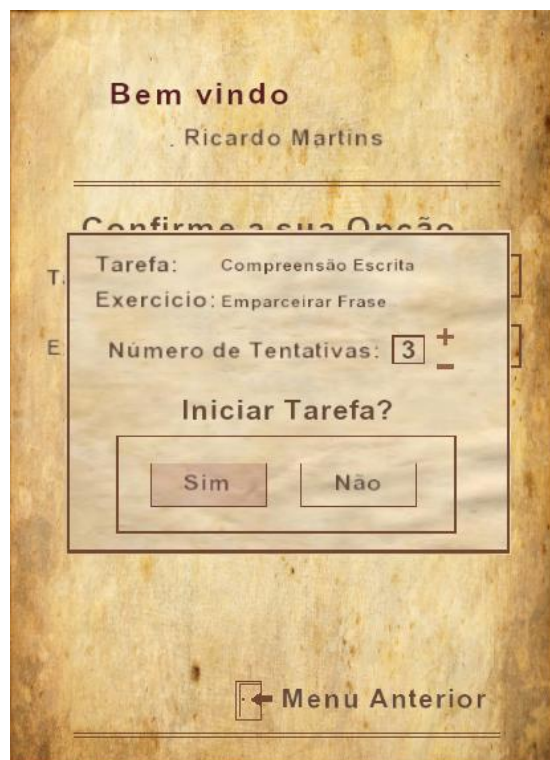


Figura 59: Realização de exercícios - 4º passo.

- 5) Nos exercícios em que os objectivos se encontram divididos por divisões da habitação, é pedido que seja seleccionada a divisão da habitação pretendida para o exercício (figura 60).



**Figura 60: Realização de exercícios - 5º passo.**

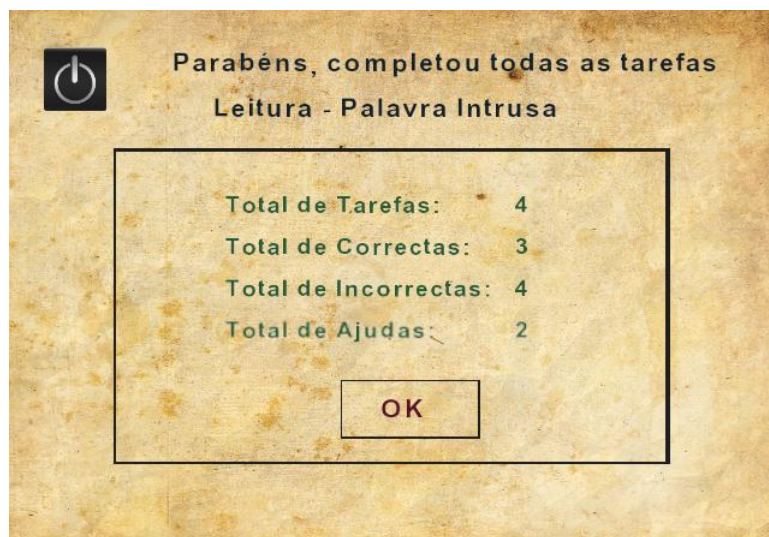
Depois de serem seleccionadas as configurações a serem utilizadas durante a execução do exercício, é então inicializado o exercício pretendido como descrito no fluxograma 13:



**Fluxograma 13: Realização de exercícios.**

Os exercícios podem ser terminados em qualquer altura pelo utilizador, ou então de forma automática depois de terem sido efectuados todos os objectivos. A selecção de um objectivo dentro de determinado exercício é realizada de forma aleatória, sendo mantido um histórico de quais os objectivos que já foram utilizados através do registo do seu número de identificação, evitando-se desta forma que sejam apresentados objectivos repetidos.

Ao ser terminado um exercício é sempre apresentado um resumo dos resultados obtidos, neste resumo é apresentado o número de objectivos realizados, o número de respostas correctas, o número de erros, e a quantidade de ajudas utilizadas (figura 61).

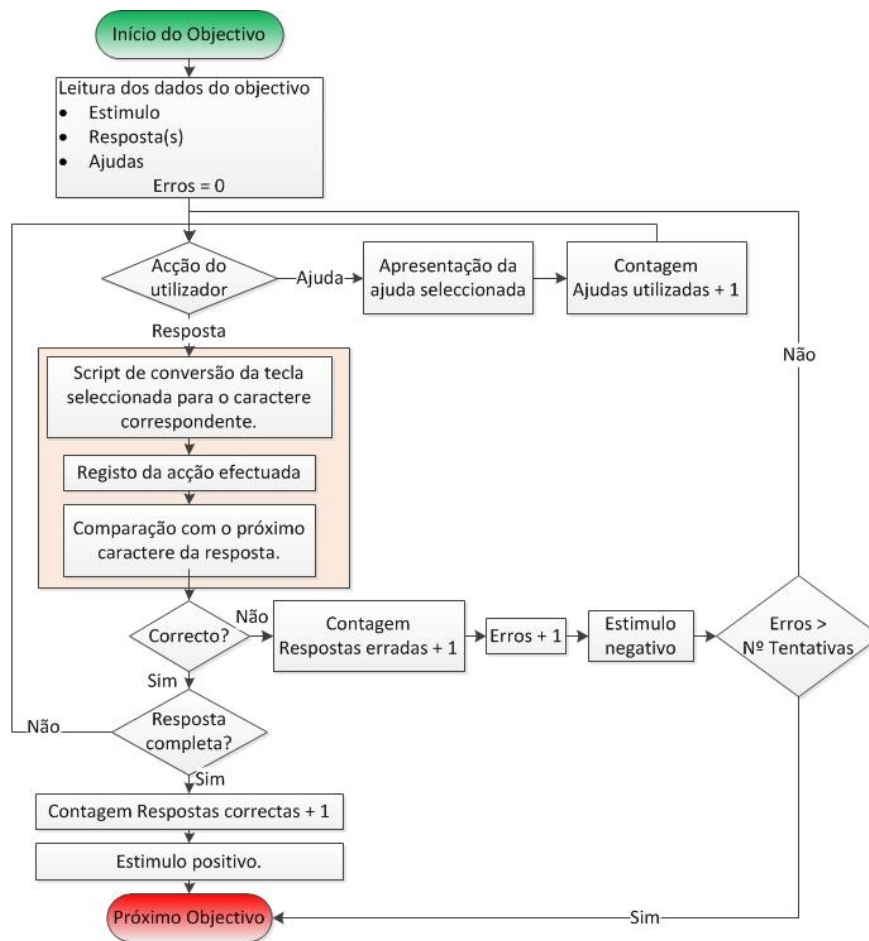


**Figura 61: Realização de exercícios - Apresentação de resultados.**

A arquitectura de funcionamento é igual para todos os exercícios, sendo alterado o modo como são efectuadas e avaliadas as acções do utilizador. Em seguida está descrito o modo de funcionamento para cada categoria de exercícios:

### **5.5.1. Exercícios de escrita.**

Nos exercícios inseridos nesta categoria, pretende-se escrever de forma correcta uma palavra ou uma frase consoante o exercício em questão. Todos estes exercícios se encontram divididos em divisões da habitação e o seu funcionamento encontra-se descrito em seguida no fluxograma 14:



Fluxograma 14: Exercícios de escrita.

### Validação de respostas:

Nestes exercícios a validação das respostas não é efectuada depois de o utilizador escrever a palavra completa, esta validação é realizada letra a letra. Cada carácter inserido pelo utilizador é comparado com o próximo carácter esperado da resposta, caso esteja correcto então o carácter inserido é apresentado juntamente com os restantes caracteres inseridos anteriormente, caso esteja errado esse carácter não é apresentado sendo reproduzido um som a indicar o erro.

Este processo é repetido até que o utilizador complete correctamente a resposta ou até que seja excedido o número de tentativas pré-definidas. Quando é escrita correctamente toda a resposta então é reproduzido um estímulo positivo com o objectivo de motivar o utilizador.

#### 5.5.1.1. Substantivos.

Neste exercício o estímulo utilizado são objectos em 3 Dimensões, os objectos utilizados são todos carregados quando é inicializado o exercício, no entanto cada objecto apenas é apresentado e colocado na posição correcta quando for necessário (figura 62).



Figura 62: Exercícios de escrita - Substantivos.

A validação das respostas é realizada letra a letra, sendo no entanto possível definir várias respostas correctas. Ao ser seleccionado um carácter por parte do utilizador, este vai ser comparado com todas as respostas possíveis de modo a verificar se é uma solução ou se conta como uma tentativa incorrecta.

#### 5.5.1.2. *Verbos Infinitivo.*

Os estímulos utilizados neste exercício são vídeos em que são apresentadas acções, sendo os vídeos utilizados carregados a partir de ficheiros cuja localização é indicada nos dados de cada objectivo (figura 63).

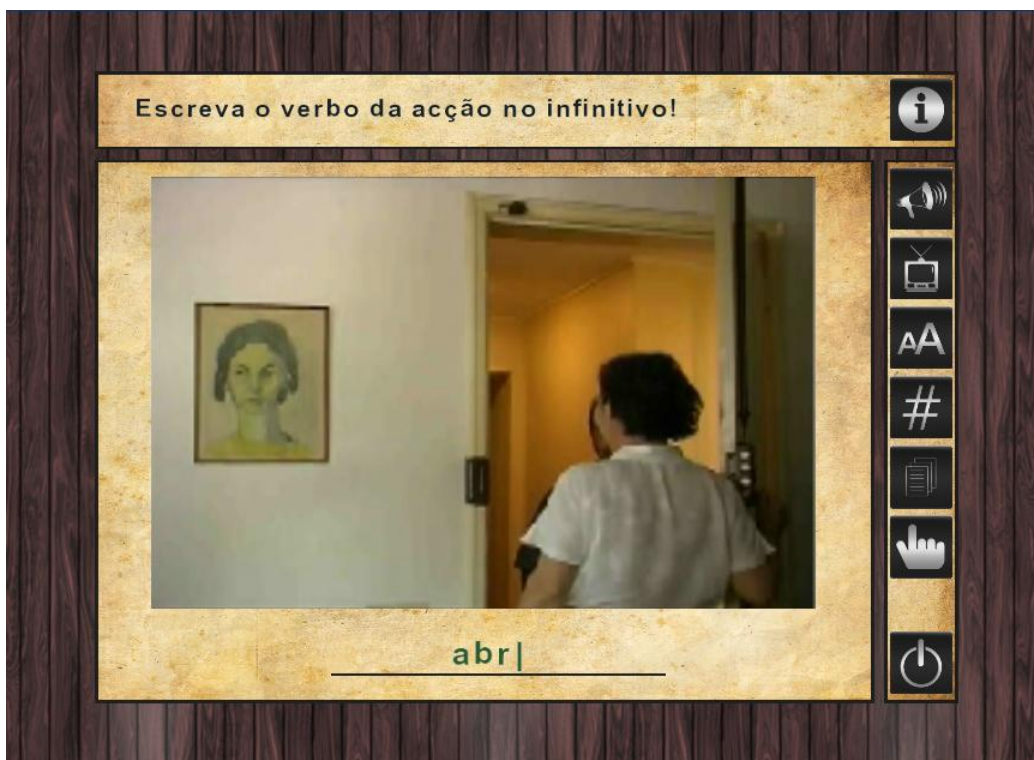


Figura 63: Exercícios de escrita - Verbos infinitivo.

Tal como no exercício anterior, podem ser inseridas várias hipóteses como resposta correcta, sendo seleccionada automaticamente a que se adequa ao texto inserido pelo utilizador.

#### 5.5.1.3. Frases.

Nos exercícios de frases pretende-se preencher um espaço em vazio ou escrever de forma correcta uma frase. Para que exista um contexto relacionado com a frase, é seleccionada uma imagem a apresentar como fundo, podendo ser inserida uma imagem por objectivo ou então utilizar uma mesma imagem partilhada por diversos objectivos.

Nestes exercícios existe apenas uma resposta correcta, sendo que nos exercícios em que é pretendido que o utilizador escreva uma frase de forma correcta é necessário que toda a frase se encontre correctamente escrita para que o objectivo seja cumprido, a validação não é realizada palavra a palavra.

Em seguida são apresentadas imagens representativas dos exercícios incluídos na categoria “Frases”. Na figura 64 é possível observar o exemplo do exercício “Inserir Nomes”, na figura 65 o exercício “Inserir verbos no presente” e na figura 66 é apresentado o exercício “Inserir Partículas”.

Escreva o nome que completa a frase!

Para abrir a porta poe-se a chave na \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ fechadur \_\_\_\_\_

i

AA

#

Hand icon

Power icon

Figura 64: Frases - Inserir nomes.

Escreva o Verbo no Presente que completa a frase!

A avó (comer) \_\_\_\_\_ à mesa



\_\_\_\_\_ c| \_\_\_\_\_

i

AA

#

Hand icon

Power icon

Figura 65: Frases - Inserir verbos no presente.

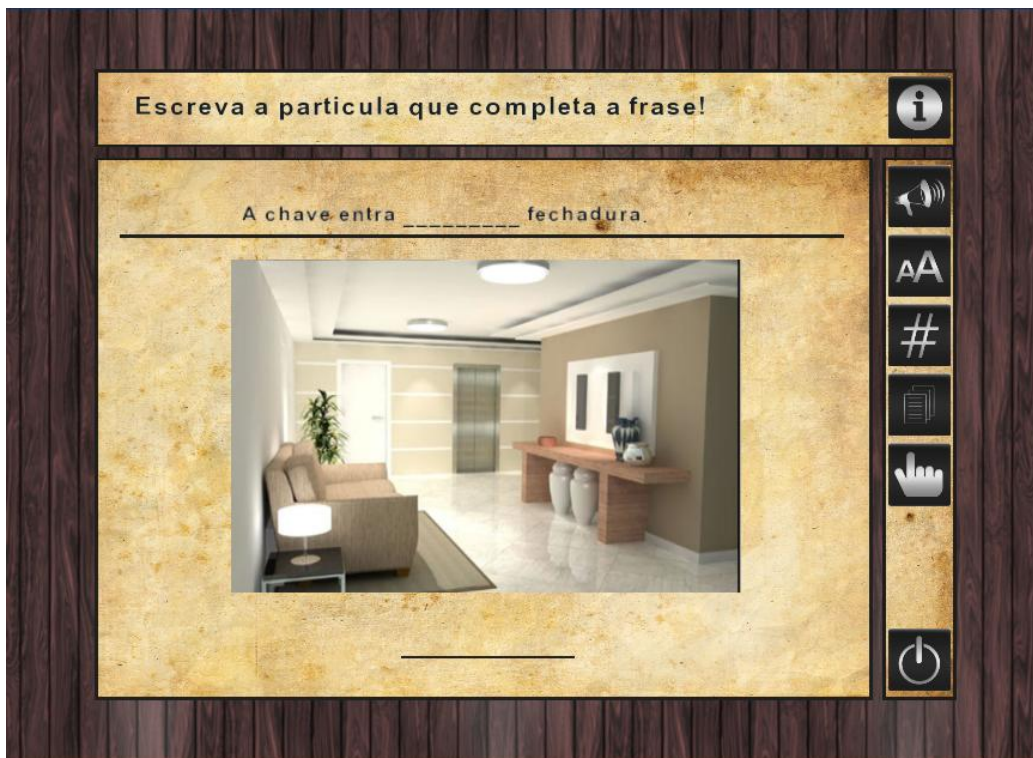


Figura 66: Frases - Inserir Partículas.

Na figura 67 é apresentado um exemplo do exercício “Erros fonológicos”, enquanto que na figura 68 encontra-se um exemplo do exercício “Palavras desordenadas”.

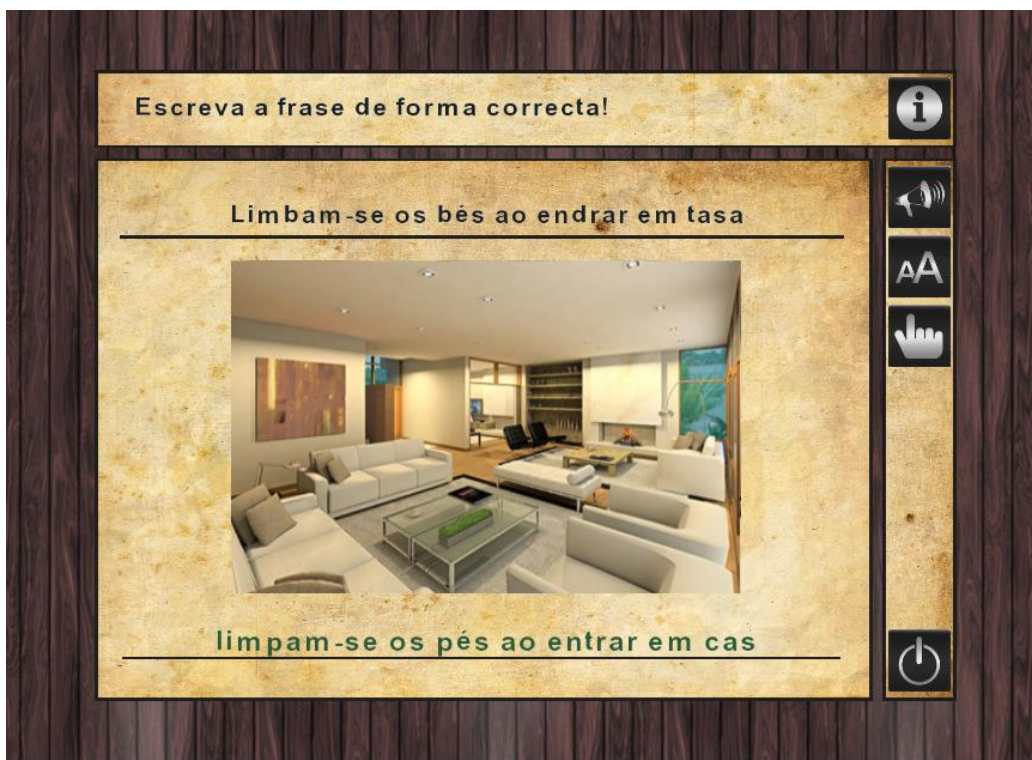


Figura 67: Frases – Erros fonológicos

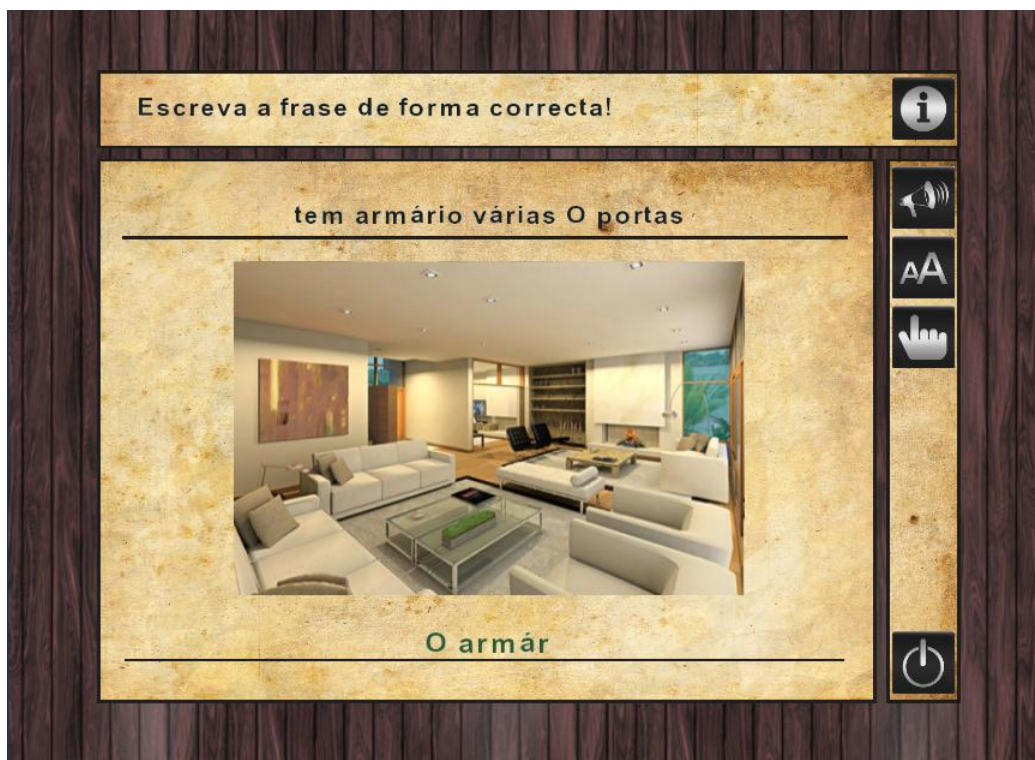


Figura 68: Frases - Palavras desordenadas.

### 5.5.2. Exercícios de texto.

Nos exercícios de texto é apresentado de forma escrita um texto com diversos espaços em branco, em que o utilizador deverá preencher correctamente todos esses espaços. Nestes exercícios todos os espaços em branco fazem parte do mesmo objectivo, sendo necessário preencher correctamente todos os espaços para que o objectivo seja cumprido.

Tal como nos exercícios de escrita, a validação das respostas é efectuada letra a letra, no entanto como cada objectivo possui várias palavras, o número de tentativas seleccionado pelo utilizador é referente a cada uma dessas palavras e não a todo o objectivo. Se forem escolhidas duas hipóteses o utilizador poderá falhar duas vezes por palavra, podendo no total do texto cometer mais que esses dois erros sem que automaticamente passe ao próximo texto.

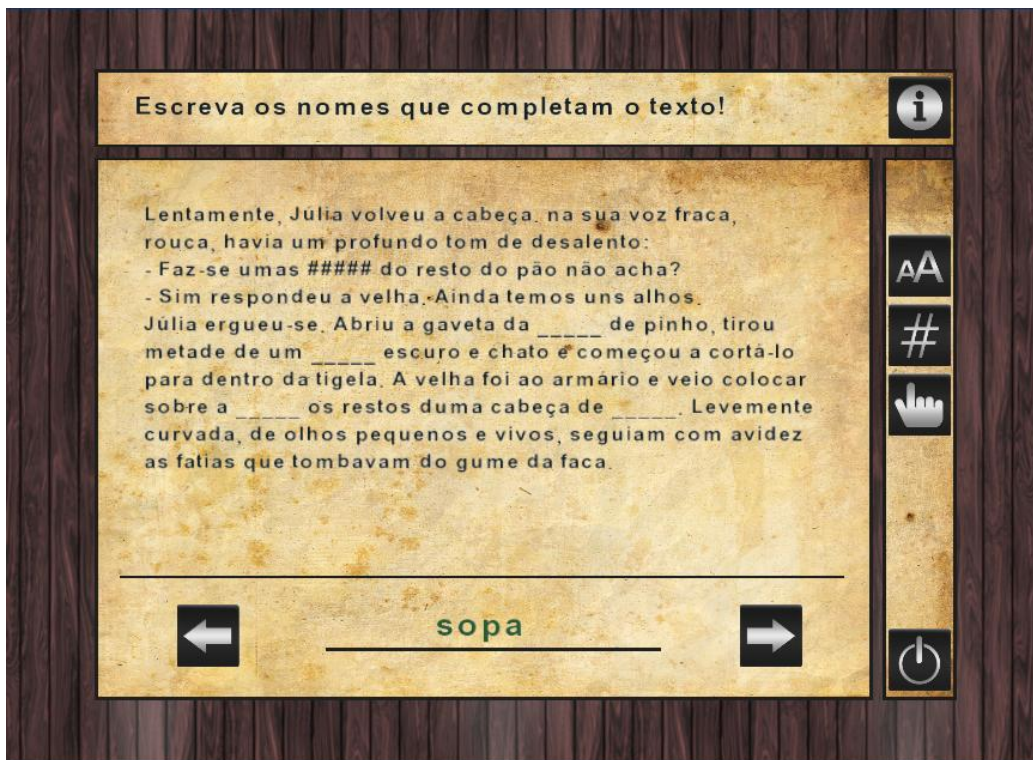
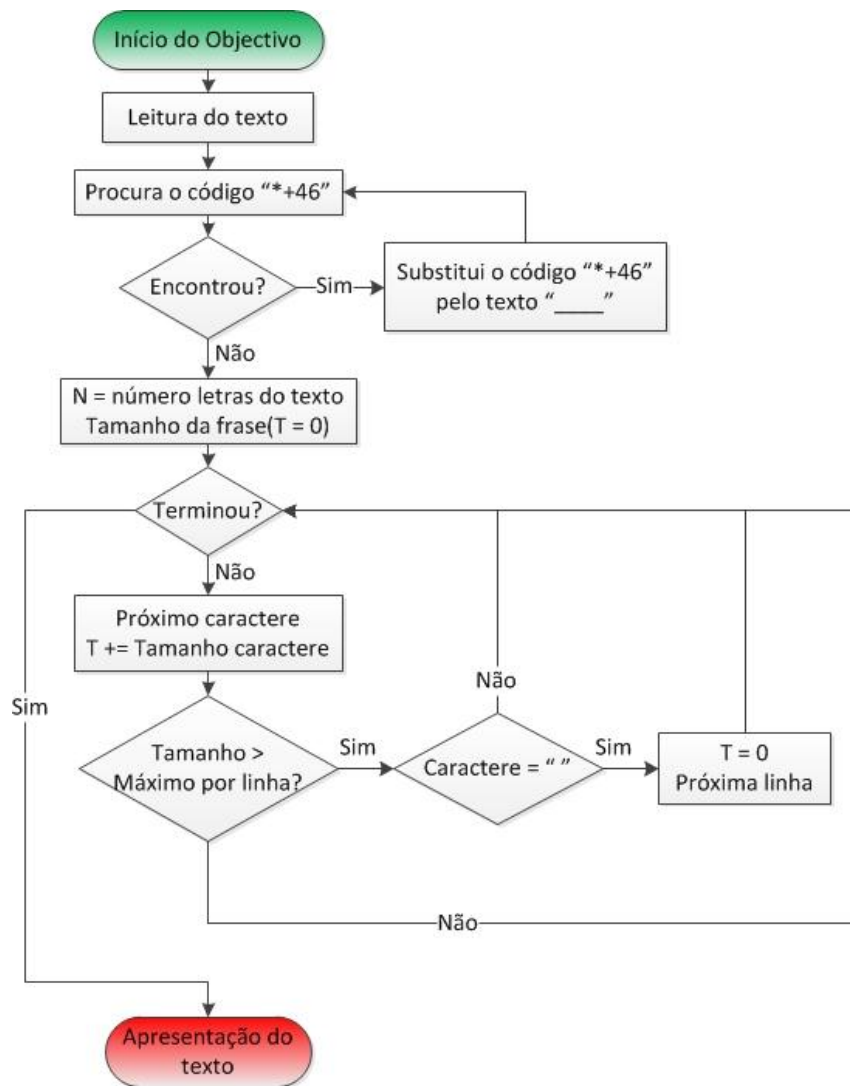


Figura 69: Exercícios de texto – Inserir nomes.

O espaço que o utilizador se encontra a preencher é indicado através do texto “#####” a piscar, no entanto o utilizador poderá alterar livremente qual o espaço que pretende preencher navegando pelo texto utilizando as duas setas apresentadas ao lado do texto inserido. Sempre que o utilizador preencher correctamente um espaço, este será substituído pela palavra correcta (figura 69).

Uma vez que o Blender não possui quaisquer funcionalidades de texto, foi necessário criar alguns processos para a apresentação do texto e realizar a correspondência entre cada um dos espaços e a resposta correcta. Quando é criado o objectivo a localização dos espaços em branco a preencher são identificados pelo código “\*+46”, sendo que o primeiro código corresponde à primeira resposta, o segundo código à segunda resposta, sendo o funcionamento igual para o restante número de espaços.

A funcionalidade de apresentação do texto e indicação dos espaços a preencher encontra-se explicada no fluxograma 15:



Fluxograma 15: Exercícios de texto.

A indicação do espaço em branco que o utilizador deverá preencher é realizada utilizando uma variável auxiliar que controla qual o número do espaço que é pretendido. Esse número é correspondente à posição da lista de respostas existentes, se o utilizador se encontrar a preencher o segundo espaço em branco então a resposta correcta é a que se encontra na segunda posição da lista de respostas, o espaço actual a preencher é alterado mudando unicamente esta variável auxiliar.

Para os quatro exercícios de texto é utilizado o mesmo ficheiro e suas funções, a única alteração entre estes 4 exercícios é o ficheiro de objectivos utilizado e o texto das ajudas.

### 5.5.3. Selecção de palavras.

Com os exercícios de selecção de palavras pretende-se que o utilizador selecione a partir de uma lista de palavras apresentadas, aquela que satisfaz uma determinada condição.

Ao ser inicializado um novo objectivo, cada uma das palavras que compõem esse objectivo é atribuída a um plano pré-definido. A primeira palavra é atribuída ao plano 1, a segunda palavra ao plano 2, e sucessivamente até que todas as palavras sejam apresentadas. A resposta

do utilizador é obtida através da selecção de um dos planos, comparando a palavra atribuída ao plano seleccionado com a resposta esperada é possível validar se esta é correcta.

Na figura 70 é apresentado um exemplo do exercício “Responsive Naming”, encontrando-se na figura 71 um exemplo do exercício “Palavra intrusa”.

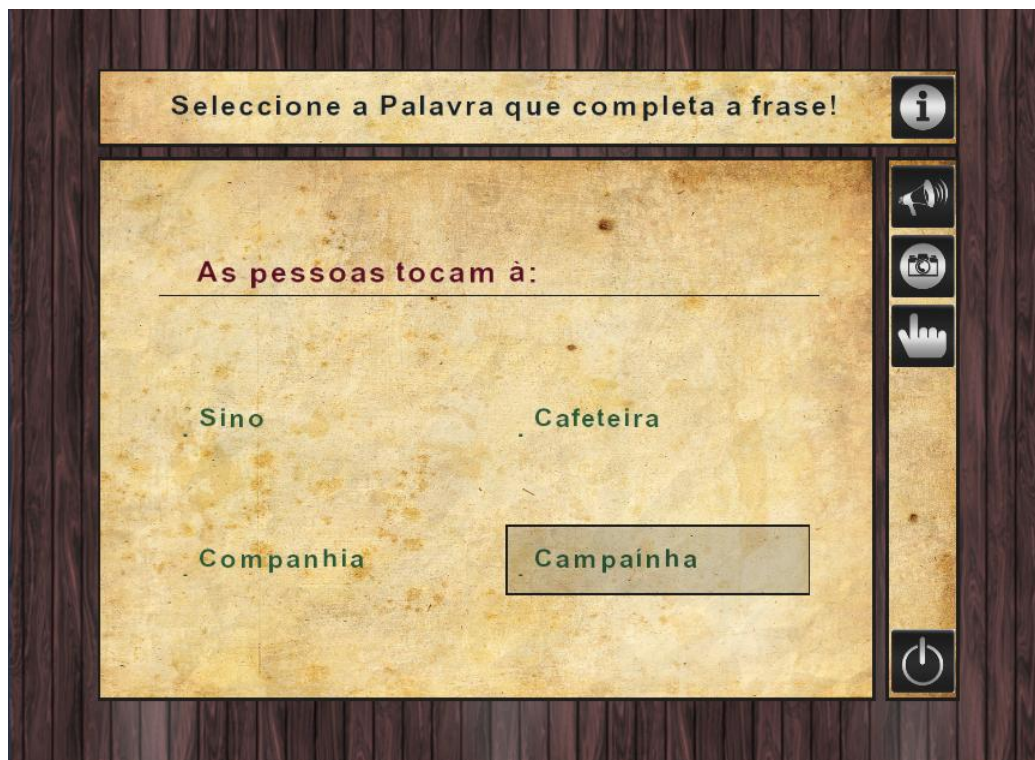


Figura 70: Selecção de palavras - Responsive naming.

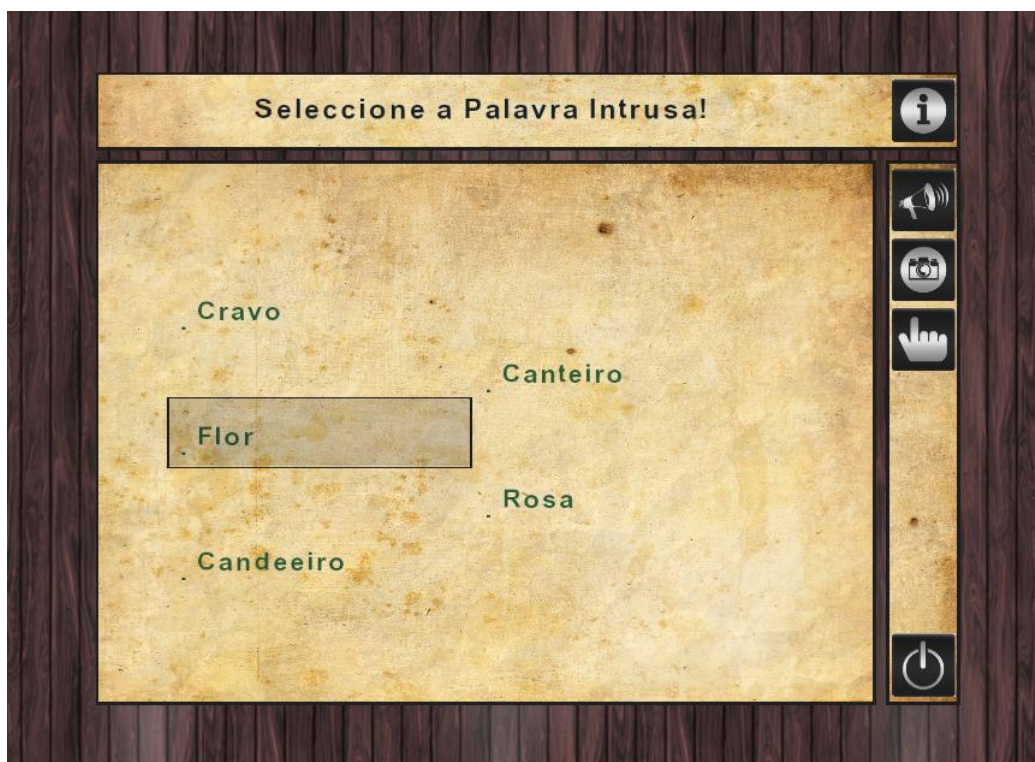


Figura 71: Selecção de palavras - Palavra intrusa.

#### 5.5.4. Identificação de objectos.

Nos quatro exercícios que fazem parte desta categoria a única diferença entre eles é o estímulo apresentado. No caso dos exercícios de compreensão escrita o estímulo, nome do objecto ou questão, é apresentada de forma escrita sendo que nos exercícios de compreensão auditiva o estímulo é apresentado sobre a forma de um som.

O desenvolvimento destes exercícios foi dividido em duas fases, a primeira consistiu em desenvolver um modelo representativo do utilizador, enquanto a segunda fase consistiu em desenvolver os objectos que compõem o ambiente virtual em que os exercícios estão inseridos.

##### 5.5.4.1. Modelo de utilizador.

Foi necessária a criação de um componente que servisse como os olhos do utilizador, ou seja uma interface que pudesse ser controlada de modo independente que permitisse visualizar o ambiente e realizar movimentos semelhantes aos da cabeça humana.

Para a obtenção das funcionalidades pretendidas foi utilizado um componente “Camera” que permite visualizar o ambiente, este componente tal como o nome indica, funciona como se tratasse de uma câmara de filmagem em que esta é visualizada em tempo real. A este componente foram adicionados movimentos horizontais e verticais em relação a um eixo da câmara de modo a simular os movimentos da cabeça em relação ao pescoço. Estes movimentos foram limitados de modo a se obter um movimento realista, idêntico ao permitido pela cabeça humana (figura 72).

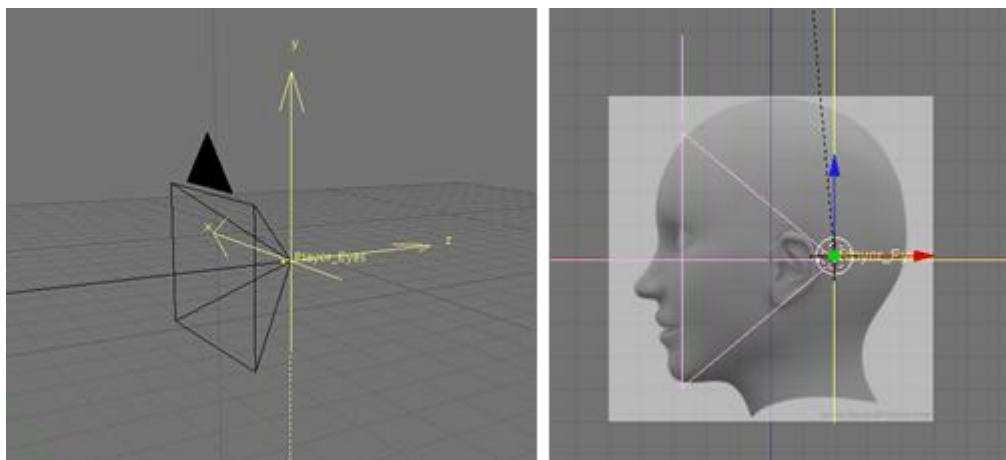
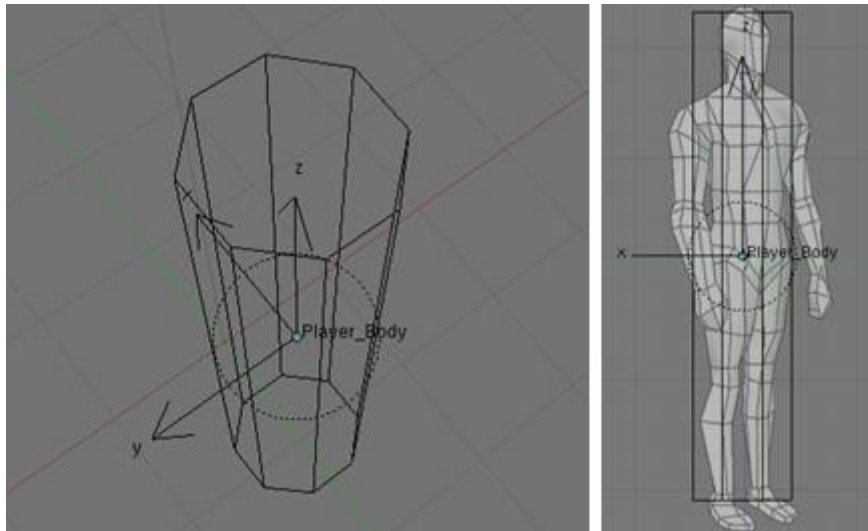


Figura 72: Modelo de utilizador - Cabeça.

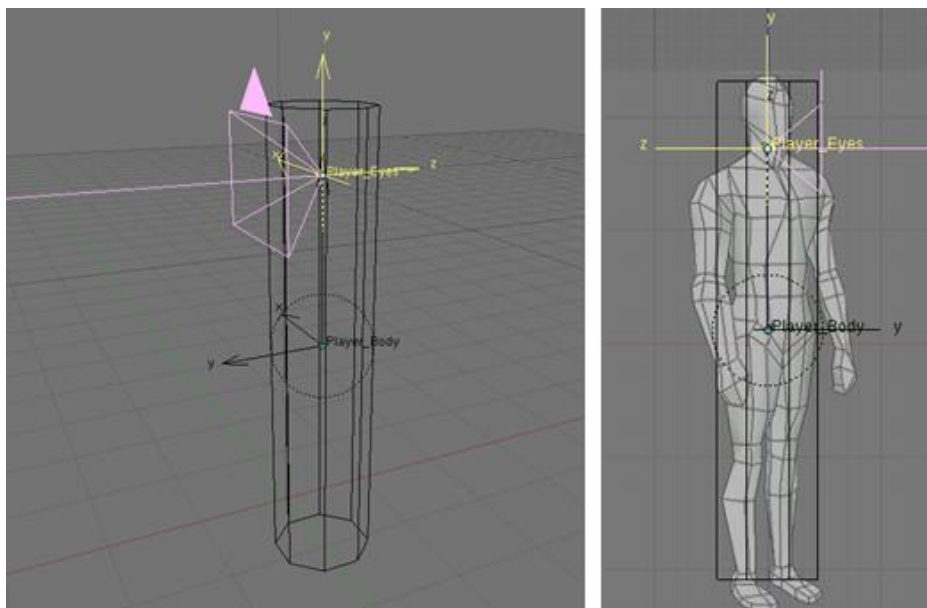
Para realizar a deslocação pelo ambiente virtual foi necessário criar um objecto com as dimensões aproximadas de uma pessoa, este objecto tem como finalidade efectuar os movimentos pretendidos de deslocação no plano horizontal. Este objecto pretende ainda interagir com o ambiente virtual de modo a detectar colisões de modo a que o utilizador não acesse outros objectos e mantenha constante uma postura pré-definida.



**Figura 73: Modelo de utilizador - Corpo.**

Foi colocada a hipótese de criar um modelo em 3D com as características semelhantes às de um humano, no entanto a criação de um modelo complexo sobre o qual existe a necessidade de efectuar várias operações cria problemas adicionais de fluidez devido à necessidade adicional de processamento. Sendo que o modelo utilizado como base nunca se encontra visível, optou-se por utilizar uma forma geométrica mais simples como a apresentada na figura 73.

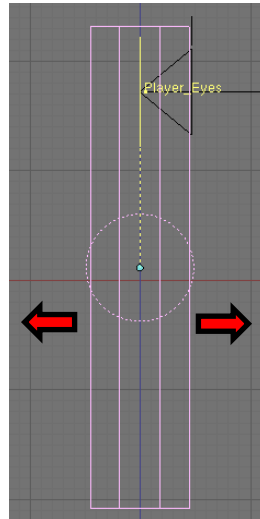
De modo a se obter um modelo completo que permita a navegação e interacção com o ambiente virtual dos exercícios, foi então conjugado o modelo representativo da cabeça e o modelo representativo do corpo (figura 74). Como se pretende que a cabeça possua movimentos independentes do corpo, o modelo da cabeça foi atribuído como “child” do modelo do corpo, deste modo ao ser efectuado um movimento por parte do corpo o modelo da cabeça acompanha o mesmo movimento, se por outro lado for realizado um movimento por parte da cabeça este não se reflecte no modelo do corpo.



**Figura 74: Modelo de utilizador.**

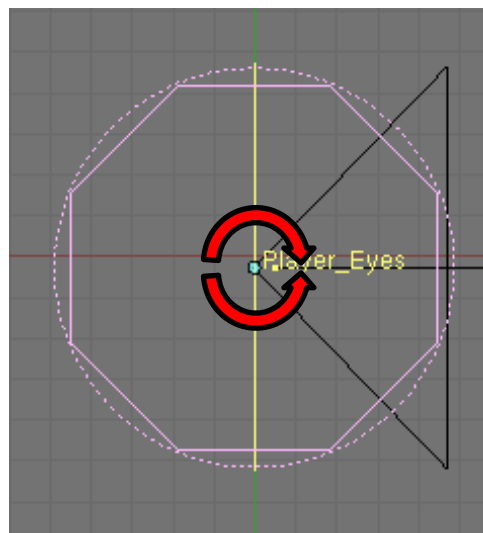
De modo a manter simples o método de controlo por parte do utilizador, foram implementados 3 movimentos de modo a ser possível navegar e interagir com todo o ambiente virtual;

- a) Deslocação frente/trás sobre o modelo do corpo, deslocação que é acompanhada pelo modelo da cabeça (figura 75).



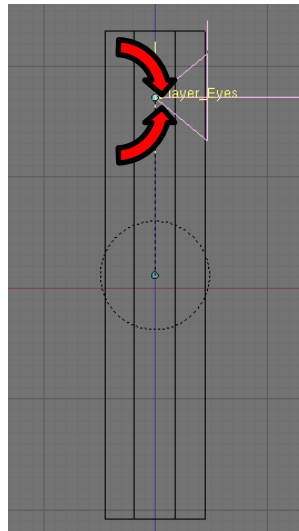
**Figura 75: Modelo de utilizador - Deslocação Frente/Trás.**

- b) Rotação esquerda/direita segundo o eixo vertical sobre o modelo do corpo cujo movimento também é acompanhada pelo modelo da cabeça (figura 76).



**Figura 76: Modelo de utilizador - Rotação vertical.**

- c) Rotação cima/baixo segundo o eixo horizontal apenas por parte do modelo da cabeça (figura 77).



**Figura 77: Modelo de utilizador - Rotação horizontal da cabeça.**

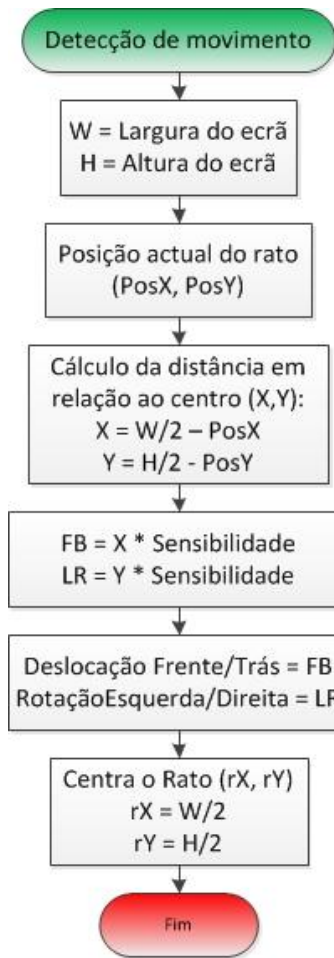
A limitação a 3 movimentos é derivada da limitação de controlos existentes no rato ou num “Joystick”, um dos objectivos para a implementação dos comandos é que todas as funcionalidades pudessem ser efectuadas sem ser necessário combinar mais do que um controlador, por exemplo a utilização combinada do rato e do teclado para realizar movimentos mais complexos.

Através dos movimentos realizados sobre o modelo do corpo é possível navegar por todo o ambiente virtual, existindo apenas a limitação de essa deslocação ser efectuada sempre sobre o mesmo plano horizontal. O movimento segundo o modelo da cabeça serve para o utilizador conseguir olhar para cima ou para baixo.

#### **5.5.4.2. Controlo através do Rato.**

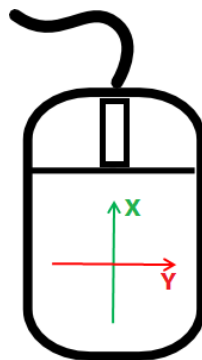
O método de controlo utilizando o rato utiliza a detecção de eventos por parte do motor de jogo do Blender, é utilizada a detecção dos seguintes eventos:

- Movimento do rato – A movimentação pelo ambiente virtual é realizada através da detecção da deslocação efectuada pelo rato, em que esse movimento se traduz numa deslocação do modelo de utilizador. O cálculo da deslocação efectuada é feito através da comparação da posição actual com o centro do monitor, e o seu funcionamento encontra-se explicado no fluxograma 16:



**Fluxograma 16: Controlo através do rato.**

Na figura 78 seguinte está indicado o sistema de eixos utilizado para a detecção da deslocação do rato.



**Figura 78: Sistema de eixos do rato.**

- Rotação do botão do meio para baixo – É efectuada uma rotação para cima sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para cima.
- Rotação do botão do meio para cima – É efectuada uma rotação para baixo sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para baixo.

- Botão esquerdo do rato – É iniciado o script responsável pela realização de acções (selecção de objectos).
- Botão direito do rato – É inicializado o menu de ajudas.

#### 5.5.4.3. Controlo através do Joystick.

Na figura 79 está apresentado o sistema de eixos do Joystick, encontrando-se também assinalados todos os botões utilizados. O controlo de acções através do Joystick é realizado utilizando os seguintes eventos:



Figura 79: Sistema de eixos do Joystick.

- Movimento do Joystick – Quando é utilizado o Joystick como controlo apenas são consideradas deslocações a partir de um valor pré-definido. Se a deslocação do Joystick sobre o eixo dos X for maior que esse valor pré-definido então é efectuado o movimento frente/trás sobre o modelo 3D do utilizador, movimento que é mantido enquanto a posição sobre o eixo dos X do Joystick não for menor que o valor pré-definido.

Em relação ao eixo dos Y, o método de avaliação é idêntico, mas traduz-se num movimento de rotação para a esquerda ou direita. A amplitude do movimento efectuado sobre o modelo 3D é sempre a mesma independentemente da amplitude do movimento efectuado sobre o Joystick.

- Botão A para cima - É efectuada uma rotação para cima sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para cima.
- Botão A para baixo - É efectuada uma rotação para baixo sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para baixo.

- Botão B - É iniciado o script responsável pela realização de acções (selecção de objectos).
- Botão C – É inicializado o menu de ajudas.

#### 5.5.4.4. *Controlo através do Teclado.*

Para a utilização do teclado como método de controlo foi necessária a utilização dos métodos de detecção de eventos do teclado por parte do Blender. Através da detecção destes eventos é possível detectar qual a tecla que foi pressionada e distinguir o processo de pressionar a tecla do processo contrário de largar a tecla, existindo ainda a vantagem de apenas detectar eventos de teclas previamente seleccionadas, deste modo a utilização das restantes teclas é ignorada pelo motor de jogo do Blender reduzindo a necessidade de processamento.

As teclas utilizadas para a realização de exercícios no ambiente virtual são as seguintes:

- Seta para cima ‘Up’ – É realizada uma deslocação do modelo de utilizador para a frente.
- Seta para baixo ‘Down’ – É realizada uma deslocação para trás.
- Seta para a esquerda ‘Left’ – É realizada uma rotação do modelo do utilizador para a esquerda.
- Seta para a direita ‘Right’ – É realizada uma rotação do modelo para a direito.
- Tecla ‘F’ – É obtido o efeito de olhar para cima através de uma rotação do modelo da cabeça do utilizador.
- Tecla ‘V’ – É obtido o efeito de olhar para baixo através de uma rotação no mesmo sentido.
- Tecla ‘Espaço’ – É inicializado o script responsável pela realização de acções.
- Tecla ‘alt’ – É apresentado o menu de ajudas.

Ao serem seleccionadas as teclas com setas, o movimento que se lhes encontra associado é mantido enquanto a tecla se mantiver pressionada, sendo esse movimento terminado no momento em que a tecla deixa de estar activa. As funcionalidades das restantes teclas, à excepção da tecla ‘Espaço’, são efectuadas apenas no momento em que a tecla deixa de estar pressionada.

#### 5.5.4.5. *Controlo através do WiiMote.*

Para a utilização do comando da Nintendo Wii, é realizada uma correspondência entre os dados recebidos do WiiMote e eventos do rato. Visto do lado do motor de jogo do Blender, tanto a utilização do rato como do WiiMote são iguais, existindo apenas um ajuste em relação à sensibilidade de cada um dos controlos.

Para que os comandos realizados através do WiiMote sejam traduzidos em eventos do rato foi criada uma aplicação externa desenvolvida em C#. Esta aplicação é inicializada automaticamente pelo motor de jogo do Blender ao se dar início a um exercício, e é terminada

também de forma automática quando o exercício é terminado. Na criação da aplicação responsável pela comunicação com o WiiMote foi utilizada uma biblioteca de funções com o nome de “WiiMotLib”, esta biblioteca é responsável pela recepção e envio de dados entre o PC e o WiiMote.

Apesar de o WiiMote possibilitar a detecção do local do ecrã para onde se encontra a apontar, optou-se por não utilizar esta funcionalidade devido à necessidade de existir alguma precisão durante a sua utilização. Foram seleccionados dois tipos de controlo obtidos a partir do WiiMote, a utilização de botões e a utilização dos dados detectados a partir do acelerómetro.

Em relação aos dados obtidos do acelerómetro existem duas possibilidades de utilização, através da aceleração dinâmica e da aceleração estática. Para o efeito pretendido optou-se pela utilização de medições relativas à aceleração estática, deste modo a navegação pelo ambiente virtual é efectuado consoante a inclinação que é aplicada ao WiiMote. Os eixos considerados para a utilização do WiiMote encontram-se apresentados na figura 80:



Figura 80: Eixos WiiMote.

Pretende-se que uma inclinação em relação ao eixo dos X corresponda a uma deslocação no ambiente virtual para a frente ou para trás. Se o comando for inclinado para a frente então o modelo do utilizador deverá deslocar-se também para a frente, existindo uma deslocação para trás quando for efectuada uma rotação para trás segundo o mesmo eixo. Em relação ao eixo dos Y, ao se inclinar o comando para a esquerda vai existir uma rotação para a esquerda do modelo do utilizador, enquanto uma inclinação para a direita vai provocar uma rotação nesse mesmo sentido.

Sendo os dados do acelerómetro responsáveis pela deslocação pelo ambiente virtual, a utilização de botões é responsável pelas restantes funcionalidades implementadas. A identificação dos botões utilizados encontra-se na figura 81:

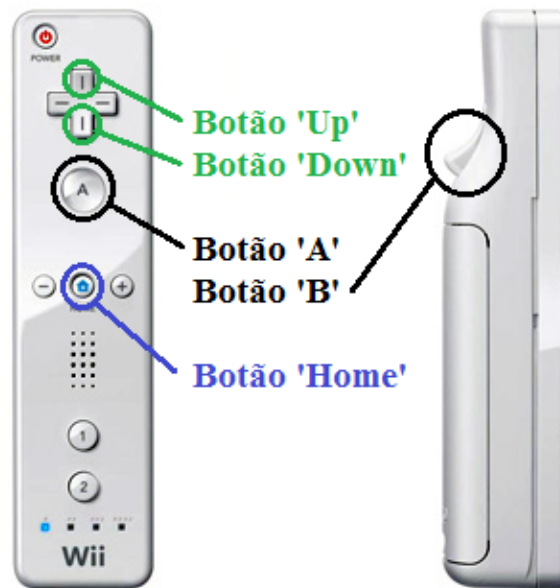


Figura 81: Botões WiiMote.

As funcionalidades de cada um dos botões assinalados são as seguintes:

- Botão 'Up' - Efectua uma rotação para cima sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para cima.
- Botão 'Down' - É efectuada uma rotação para baixo sobre o modelo da cabeça do utilizador, pretende-se obter o efeito de olhar para baixo.
- Botão 'A' e botão 'B' - É iniciado o script responsável pela realização de acções (selecção de objectos), optou-se por utilizar dois botões com a mesma funcionalidade de modo a facilitar a utilização por parte dos pacientes.
- Botão 'Home' – É inicializado o menu de ajudas.

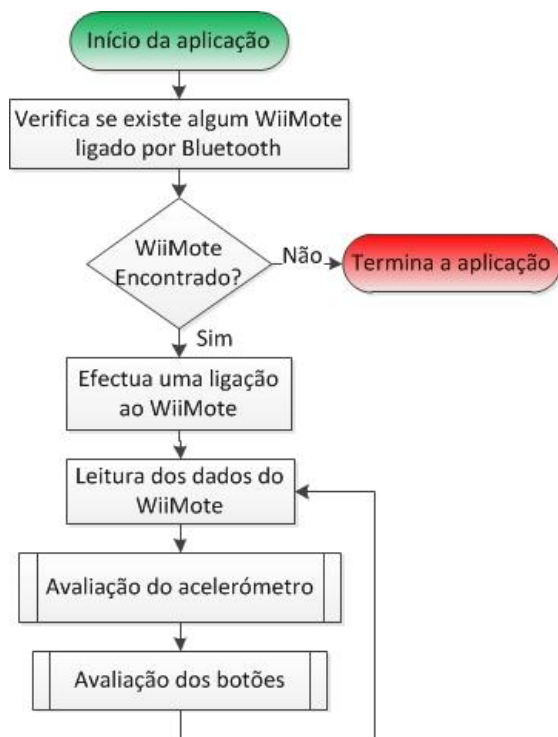
Como referido anteriormente, a utilização dos comandos obtidos do WiiMote por parte do Blender é realizada através dos eventos do rato, a tabela 34 apresenta a relação entre estes dois controladores.

Comandos do rato	Comandos do WiiMote
Deslocação esquerda/direita.	Inclinação esquerda/direita.
Deslocação frente/trás.	Inclinação frente/trás.
Botão do meio.	Botão 'Home'.
Rotação do botão do meio para cima.	Botão 'Up'.
Rotação do botão do meio para baixo.	Botão 'Down'.
Botão esquerdo.	Botão 'A' e botão 'B'.

Tabela 34: Correspondência rato/WiiMote.

Ao ser inicializada a aplicação de comunicação com o WiiMote, esta vai detectar se existe algum comando ligado por Bluetooth. Se não for detectado nenhum comando a aplicação de comunicação é terminada sendo possível no entanto continuar a execução do exercício através da utilização do rato. Caso o comando seja detectado então é estabelecida uma ligação a

esse WiiMote e inicializado um procedimento que se encontra constantemente a monitorar o estado do acelerómetro e dos botões existentes no WiiMote.



Fluxograma 17: WiiMote - Comunicação.

O controlo através dos dados do acelerómetro é baseado em intervalos, deste modo pretende-se reduzir ao máximo a sensibilidade necessária durante a utilização do WiiMote. Os valores numéricos recebidos do acelerómetro do WiiMote tanto para o eixo dos X como dos Y variam entre 101 e 154, sendo que uma inclinação de 0 graus corresponde ao valor numérico de 127. Os intervalos utilizados estão apresentados na figura 82, e traduzem-se em movimentos com 2 amplitudes diferentes.

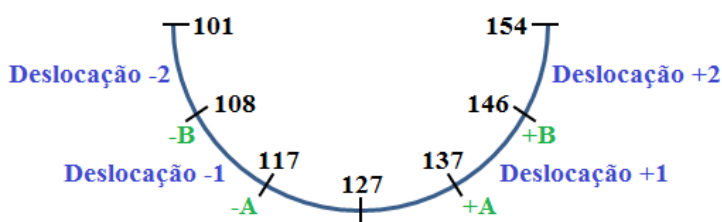
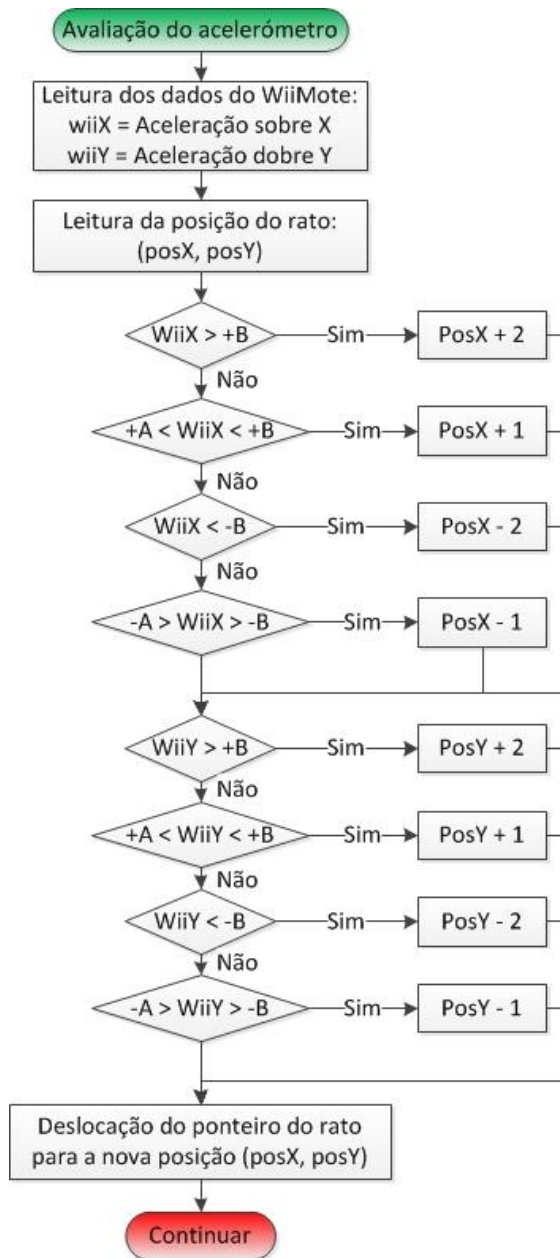


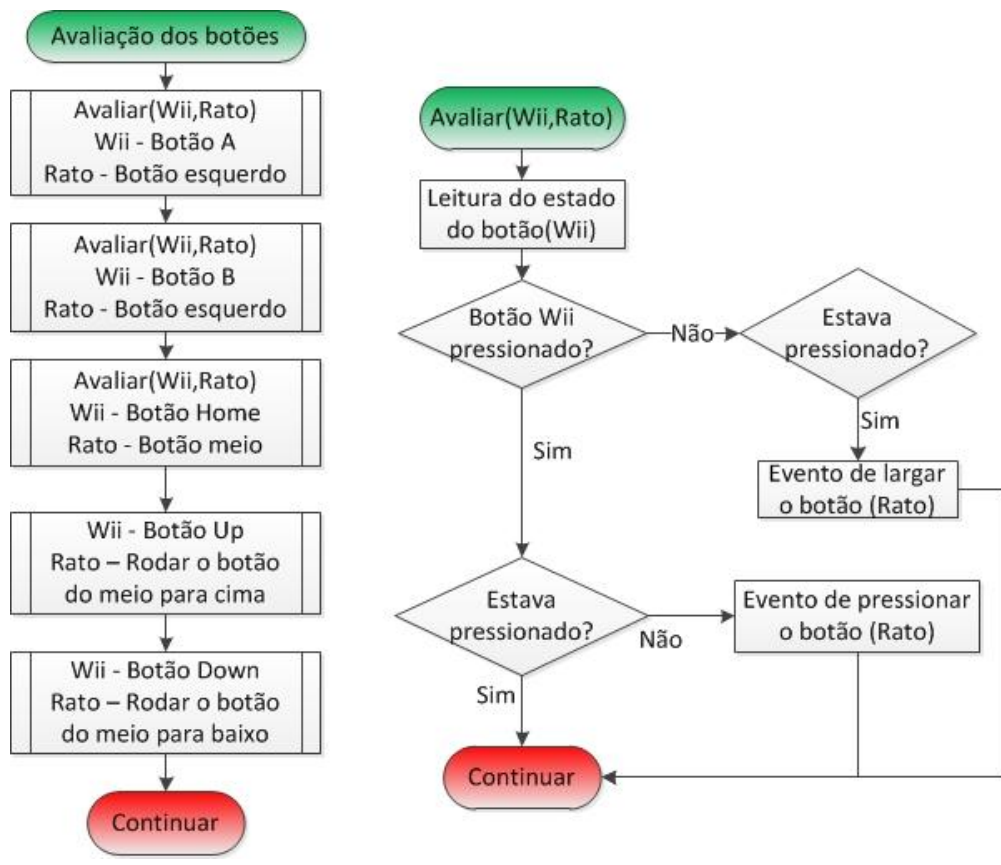
Figura 82: WiiMote - Intervalos de funcionamento.

É de notar que as inclinações correspondentes aos valores que se encontram no intervalo  $[-A, A]$  não provocam qualquer deslocação. No fluxograma 18 está apresentado o funcionamento relativo à leitura dos dados do acelerómetro e respectiva criação de eventos do rato.



Fluxograma 18: WiiMote - Acelerómetro.

Em relação à utilização dos botões presentes no WiiMote, é importante distinguir o evento de pressionar um botão do evento em que esse mesmo botão deixa de estar pressionado. Esta distinção é necessária para os exercícios em que é necessária a deslocação de objectos. O método de funcionamento da leitura dos botões existentes no WiiMote encontra-se descrito no fluxograma 19:



Fluxograma 19: WiiMote - Botões.

5.5.4.6. *Ambiente Virtual.*

O desenvolvimento do ambiente virtual consistiu na criação de uma habitação com diversos objectos. Na criação da habitação e suas diversas divisões foi necessário criar modelos de objectos possíveis de ser seleccionados ou manipulados, e alguns modelos que apenas fazem parte da apresentação e contexto do ambiente tais como o chão ou as paredes. De modo a distinguir quais os objectos passíveis de ser seleccionados foi adicionada uma propriedade com o nome de “object” a todos os objectos que possuem essa finalidade, deste modo os objectos que não possuam esta propriedade são ignorados durante a execução dos exercícios.

As propriedades dos objectos são características que podem ser associadas aos modelos 3D, deste modo é possível definir atributos específicos para cada um dos modelos de modo a se obterem comportamentos diferentes.

De modo a identificar os objectos pretendidos é necessário um método de atribuir um nome aos diversos modelos que representam esse objecto. Cada modelo criado em 3 dimensões possui um nome único, no entanto esse nome é a sua identificação utilizada pelo Blender para gestão de modelos, e existe ainda o problema de poderem existir diversos modelos em que se pretende atribuir o mesmo nome, como no caso de existirem diversas gavetas na habitação. De modo a resolver esse problema foi adicionada uma propriedade “nick”, onde é inserido o nome pretendido para identificar o objecto, podendo deste modo existir modelos diferentes com o mesmo nome. Na figura 83 é possível observar as propriedades para um modelo 3D.

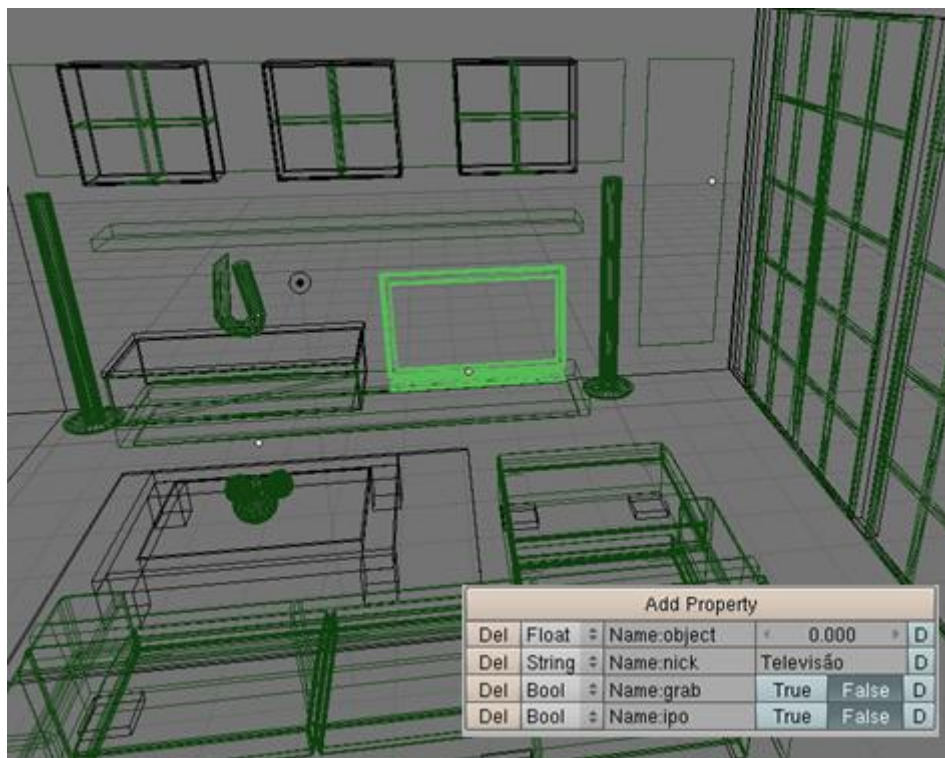


Figura 83: Ambiente virtual.

#### 5.5.4.7. *Seleção de Objectos*

Depois de criado o ambiente virtual e um método de navegação pela habitação, foi necessário um método de identificar qual o objecto que o utilizador pretende seleccionar. A solução encontrada foi a utilização de um sensor do tipo “Ray”, figura 84, que funciona como se fosse um raio de luz colocado no centro da câmara, identificando o primeiro objecto em que a luz incide. Este sensor tem uma característica em que é possível definir se detecta todos os objectos ou apenas objectos com uma determinada propriedade, deste modo é possível indicar ao sensor para apenas detectar os objectos que se pretende que sejam seleccionáveis através da propriedade “object”.

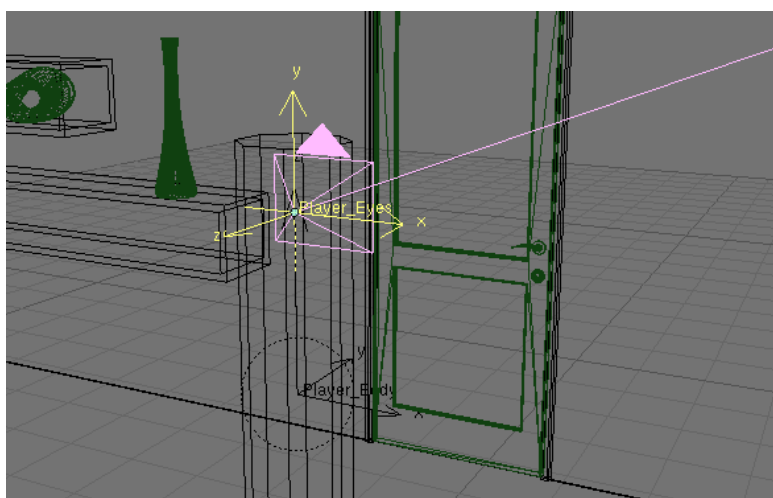


Figura 84: Seleção de objectos.

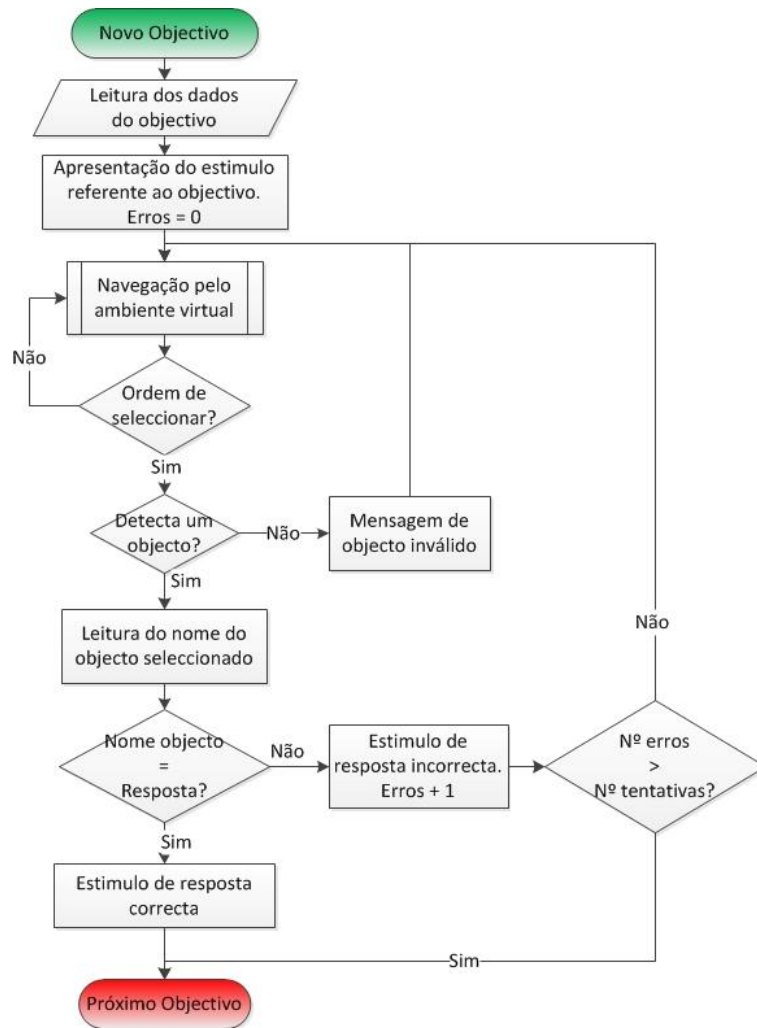
Durante a execução dos exercícios é necessária a apresentação de diversa informação, informação que deverá encontrar-se numa posição fixa independentemente das deslocações efectuadas pelo utilizador (figura 85). Para que fosse obtido o efeito desejado foi criada uma cena adicional em que é inserida a informação pretendida para cada exercício, esta cena por sua vez é sobreposta ao ambiente virtual obtendo-se uma combinação dos dois cenários, em que a cena que contem a informação é fixa e não responde a comandos do utilizador.



**Figura 85: Ambiente virtual - Informação.**

Para que seja facilmente perceptível qual o local para onde o sensor se encontra a apontar foi adicionado o modelo de uma circunferência que funciona como indicador. Tal como a restante informação apresentada, este indicador encontra-se fixo no centro da cena que é sobreposta ao ambiente virtual, correspondendo essa localização sempre com o ponto para o qual se está a apontar independentemente da posição do modelo da cabeça e do corpo.

De modo a realizar a validação da resposta efectuada pelo utilizador o nome do objecto seleccionado, nome que é indicado na propriedade “nick”, é comparado com a resposta esperada. O processo de selecção de um objecto e validação da resposta encontra-se descrito no fluxograma 20:



Fluxograma 20: Selecção de objectos.

### 5.5.5. Questões Sim/Não.

Para as tarefas com perguntas Sim/Não é utilizado o mesmo ambiente virtual e modo de navegação que foi criado para a identificação de objectos, as perguntas apresentadas estão relacionadas com o ambiente virtual e pretende-se que o utilizador responda de forma afirmativa ou negativa a uma questão (figura 86).

Pretende-se que o utilizador se desloque pela divisão seleccionada até que encontre dados que lhe permitam responder à questão, a resposta é dada seleccionando um de dois botões pré-definidos. No caso do rato ao ser seleccionado o botão esquerdo é dada uma resposta afirmativa, por sua vez o botão direito dá uma resposta negativa, essa resposta é simplesmente comparada com a resposta esperada.



Figura 86: Questões Sim/Não.

### 5.5.6. Realização de tarefas.

Para a realização de tarefas existem dois métodos de interagir com o ambiente, o primeiro método consiste em agarrar um objecto e movimentá-lo, enquanto o segundo método consiste em despoletar uma animação pré-definida de um objecto (figura 87).

De modo a distinguir as acções possíveis para cada objecto existem duas propriedades que indicam as acções que podem ser realizadas sobre esse objecto. A propriedade "grab" indica se o objecto pode ser movimentado, enquanto a propriedade "ipo" indica se existe alguma animação atribuída ao objecto.

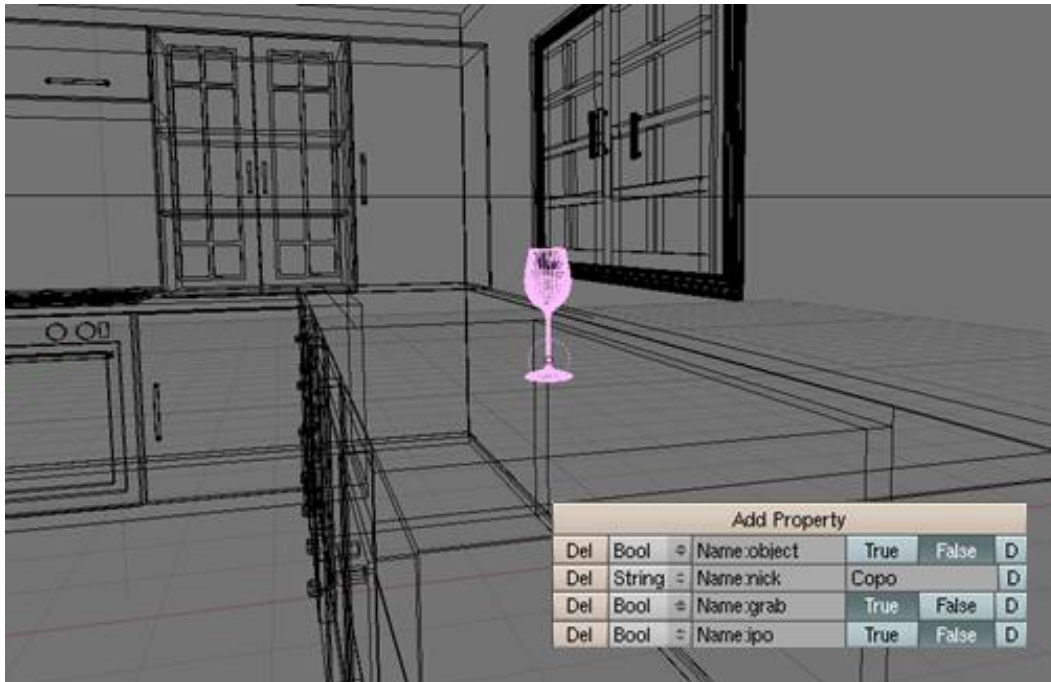


**Figura 87: Realização de tarefas.**

Apesar de o ambiente virtual ser o mesmo que utilizado nos exercícios de identificação de objectos, existe uma diferença quanto ao método de selecção do objecto a interagir. Para a realização de tarefas pretende-se simular acções realizadas utilizando a mão, de modo a se criar uma interface mais realística foi reduzido o alcance do sensor de detecção de objectos, deste modo para o utilizador interagir com um objecto terá de se aproximar deste tal como seria necessário no mundo real.

#### **5.5.6.1. Deslocação de objectos.**

Para definir os objectivos em que se pretende deslocar um objecto existe a necessidade de indicar 4 campos, o primeiro consiste na frase que indica qual o objectivo pretendido, o segundo é o nome do objecto a movimentar, o terceiro é indicativo da posição relativa desse objecto em relação a um outro objecto, enquanto o quarto campo indica o nome do objecto em relação ao qual foi movimentado o objecto inicial (figura 88).



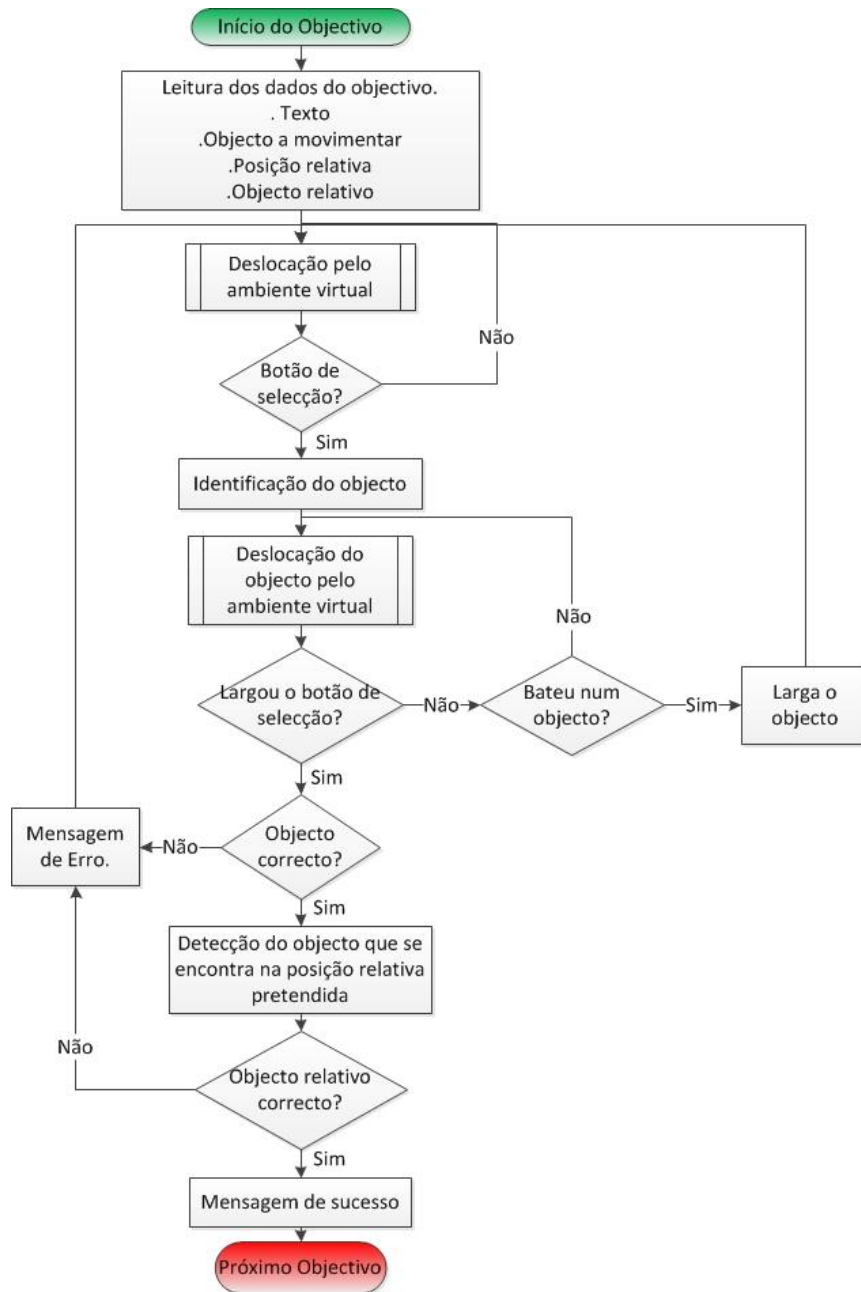
**Figura 88: Deslocação de objectos.**

Através da indicação da posição relativa de um objecto em relação a outro pretende-se arranjar um método de classificar a acção realizada por parte do utilizador. Deste modo é possível classificar as acções de forma dinâmica sem ser necessário recorrer à inserção de coordenadas de modo a detectar se o objecto se encontra na posição correcta.

Se for pretendido que o utilizador coloque um copo em cima da mesa, e existirem duas mesas, é indiferente sobre qual das mesas vai ser colocado o copo estando a acção correcta em qualquer um dos casos. Deste modo ao se indicar os campos “Copo” como objecto a movimentar, “cima” como a posição relativa, e “Mesa” como o objecto relativo consegue-se avaliar o resultado da acção apenas verificando se o objecto copo foi colocado por cima de um objecto com o nome de “Mesa”. Outra das vantagens é a facilidade com que podem ser inseridos novos objectivos conjugando os vários objectos já existentes.

Os comandos utilizados para movimentar um objecto consistem apenas na utilização de um botão, ao ser seleccionado o objecto comporta-se como se estivesse agarrado pelo utilizador, mantendo esse comportamento enquanto o botão se encontra seleccionado, podendo então o objecto ser movimentado da mesma forma que são efectuados os restantes movimentos pelo ambiente virtual. O objecto é largado quando o utilizador deixar de pressionar o botão de selecção, depois de o objecto ser largado é avaliado o resultado da acção efectuada. Ao embater contra outro objecto, o objecto que se encontra activo é largado automaticamente não sendo avaliado o seu estado final.

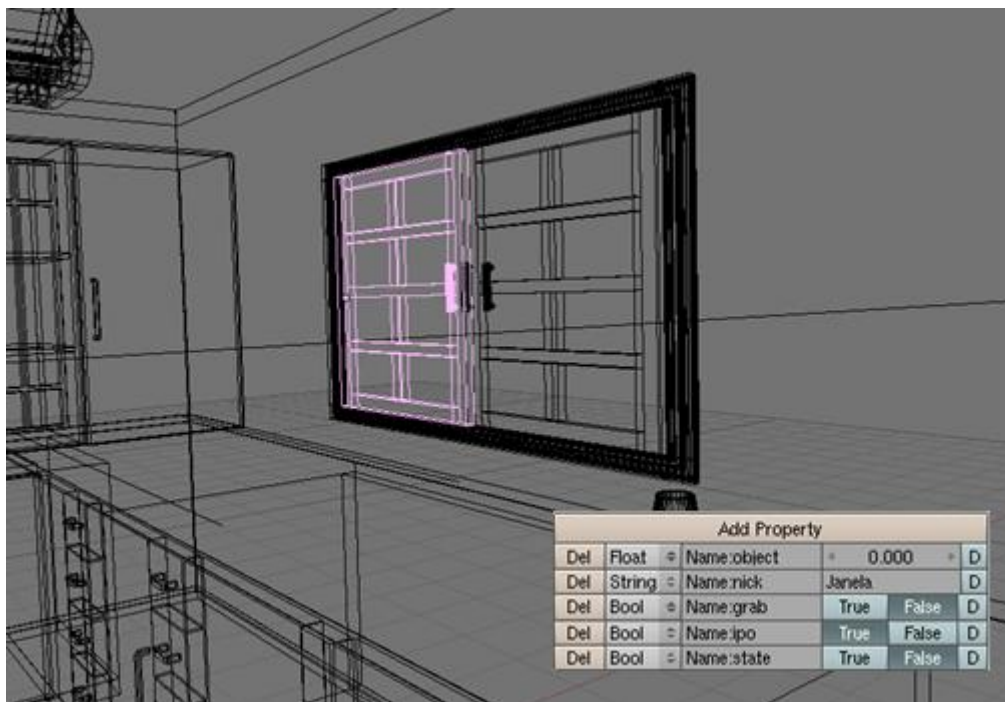
O fluxograma 21 representa o funcionamento deste exercício:



Fluxograma 21: Deslocação de objectos.

#### 5.5.6.2. Realização de uma acção pré-definida.

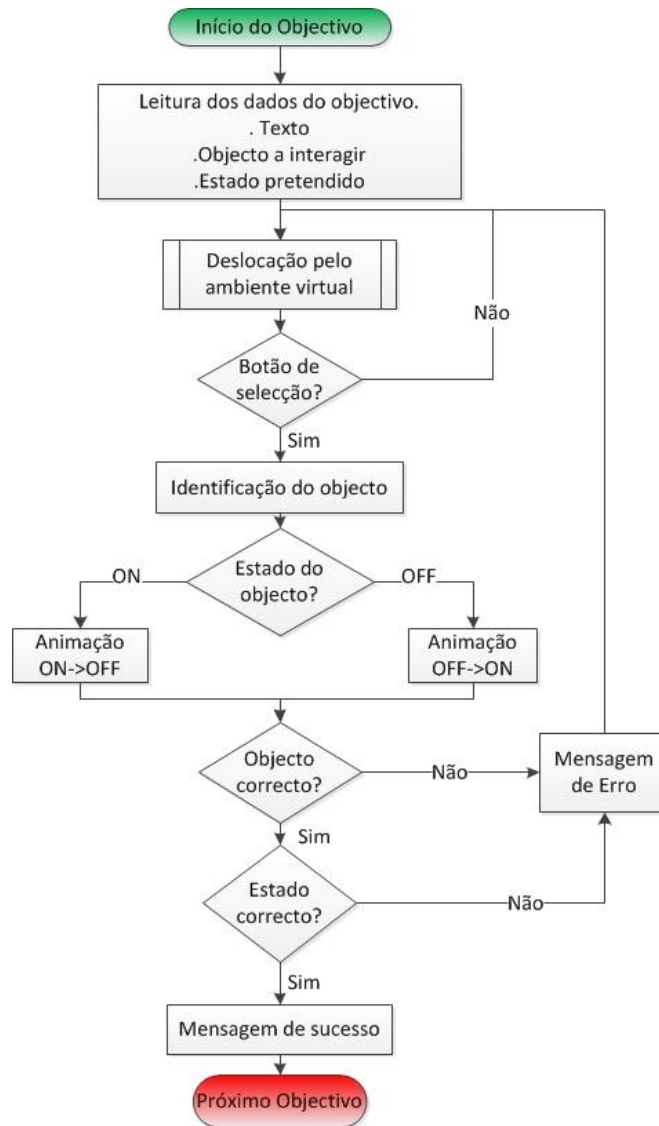
As acções pré-definidas foram realizadas para a execução de acções tais como; abrir, fechar, ligar ou desligar. Para este tipo de acções não se pretende movimentar nenhum objecto, apenas que ele realize ou deixe de realizar uma funcionalidade como ligar a luz. Estas acções consistem portanto em dois estados, “ON” e “OFF”, sendo o estado “ON” indicativo de efectuar a acção e o estado “OFF” para voltar ao estado inicial. Se o objectivo consistir em abrir a janela, então basta indicar o nome do objecto, “Janela”, e o estado pretendido, “ON”.



**Figura 89: Realização de animações.**

Para que seja alterado o estado do objecto o utilizador apenas deverá seleccionar esse objecto, sendo a animação inicializada e o seu estado alterado. Para ser mantido o registo do estado actual de cada um dos objectos com esta funcionalidade foi necessário adicionar a propriedade “state”, que indica se o objecto se encontra em estado “ON” ou “OFF” (figura 89).

O método como é realizada uma animação de um objecto encontra-se descrito no fluxograma 22:




Fluxograma 22: Realização de uma animação.

### 5.5.7. Ajudas

Durante a execução dos exercícios da aplicação existem diversas ajudas que podem ser disponibilizadas pelo utilizador. Estas ajudas pretendem oferecer algum acompanhamento ao paciente, possibilitando a resolução de tarefas nas quais apresenta maiores dificuldades. Este método permite evitar que o paciente se sinta desmotivado por não conseguir chegar a uma solução, estimulando uma recuperação mais rápida.

As ajudas apresentadas dependem do exercício em questão, na tabela 35 encontram-se todas as ajudas presentes nos diversos exercícios.

	Nome	Descrição
	Informação.	Ao ser seleccionada esta opção é apresentada ao utilizador uma descrição do exercício.








	Audição.	Com esta ajuda é reproduzido um som, sendo que a ajuda fornecida depende do exercício em que é utilizada. É fornecida uma das seguintes ajudas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nome de um ou vários objectos.</li> <li>• Repetição de uma questão.</li> <li>• Frase correcta.</li> </ul>
	Imagem.	É apresentada uma imagem de um objecto.
	Número de letras.	É indicado o número de letras da resposta pretendida. O número de letras é indicado substituindo os caracteres da resposta pelo carácter ‘*’.
	Escolha múltipla.	São apresentadas 3 hipóteses de resposta em que uma delas se encontra correcta.
	Próxima letra.	É indicada a próxima letra da resposta.
	Demonstração.	É indicada a resposta correcta.
	Vídeo.	É reproduzido um vídeo relacionado com o exercício.

Tabela 35: Ajudas

## 6. Capítulo: Conclusões.

### 6.1. Conclusão.

O principal objectivo desta dissertação foi o de criar uma ferramenta com a finalidade de ajudar pessoas a recuperar capacidades de linguagem úteis para o seu dia-a-dia, servindo este objectivo como um factor motivacional adicional. Para a criação de uma ferramenta terapêutica foi necessário um grande esforço para a compreensão do que, de facto, é a afasia e como afecta as capacidades do paciente afásico.

De forma simplificada a afasia é definida como uma perturbação linguística adquirida, resultante de uma lesão cerebral que pode comprometer diversos aspectos da comunicação, sendo o seu impacto no dia-a-dia do doente afásico bastante significativo. É ainda importante reter que para existir recuperação destes pacientes é necessário um grande número de horas de terapia, necessitando esta de ser efectuada de forma regular.

A afasia não tem cura, não existe um medicamento ou uma operação que cure um paciente afásico. É unicamente através da terapia que estes pacientes readquirem as capacidades de comunicação afectadas, sendo que em muitos casos nunca existe uma recuperação completa. É devido a esta necessidade de terapia constante que o desenvolvimento desta ferramenta ganha importância, principalmente devido à possibilidade de ser utilizada em casa e de forma independente ou com o apoio da família.

O desenvolvimento desta dissertação foi efectuada em colaboração com um grupo de investigação em terapia da fala do Hospital de Sta. Maria tendo sido precioso e essencial o contributo do Dr. José Fonseca. Unicamente através desta colaboração foi possível criar uma ferramenta verdadeiramente útil para os pacientes afásicos que utilizam esta aplicação como uma forma de melhorar as suas capacidades de comunicação, servindo ainda como uma ferramenta de acompanhamento que se torna numa mais-valia para os terapeutas responsáveis por estes pacientes.

Desde o início desta colaboração que foram identificadas algumas necessidades básicas a ter em conta e que levaram à criação deste produto.

- Necessidade de criar uma aplicação em Português e vocacionada para a população Portuguesa.
- Uma interface o mais realística possível, sendo criado um ambiente 3D com esse propósito.
- Facilidade de utilização e instalação da ferramenta.
- Possibilidade de adicionar novos objectivos.
- Registo das acções efectuadas durante a execução dos exercícios, e posterior exportação de dados.

Foi um grande desafio criar um produto adequado a um público-alvo com pouca ou nenhuma experiência na utilização de ferramentas informáticas sendo necessário a integração de diversas tecnologias de forma a simplificar a sua utilização.

O processo de criação do ambiente virtual em 3 dimensões, existindo a necessidade de apresentar um elevado nível de realismo, foi bastante moroso e acabou por ocupar uma grande

parte do tempo de desenvolvimento da aplicação. Contudo a integração de um ambiente virtual em 3 dimensões representa uma grande inovação em relação às já existentes aplicações informáticas utilizadas na recuperação de pacientes afásicos.

Com a criação desta ferramenta terapêutica e de diagnóstico não se pretendeu criar um produto final e completo, foi pretendido criar uma arquitectura e uma base sobre a qual podem ser adicionados novos exercícios e objectivos consoante a experiência adquirida com a utilização de diversos pacientes. O conjunto de exercícios a incluir foram seleccionados em conjunto com o Dr. José Fonseca de forma a englobar as necessidades do maior número de pacientes com um diversificado número de sintomas, no entanto existe a necessidade de serem consecutivamente criados os diversos objectivos que compõem esses mesmos exercícios. De forma a criar um produto final e pronto para ser comercializado é necessário tempo para serem criados e efectuados testes em relação ao seu conteúdo, sendo necessária a criação de um grande número desses objectivos para que o produto final seja de facto uma mais-valia para os pacientes afásicos.

Nesta dissertação não são incluídos resultados obtidos através de testes realizados em conjunto com pacientes afásicos. Este facto deve-se às dificuldades existentes na aquisição de todas as autorizações legais necessárias para a sua realização, nomeadamente autorizações de consentimento informado, garantindo-se que os pacientes possuem total compreensão do que lhes é solicitado. Existe ainda a possibilidade de criar falsas expectativas nos pacientes apresentando-lhes um produto ainda em fase de desenvolvimento, colocando em causa o seu bem-estar psicológico.

Apesar de não ser possível apresentar resultados de testes realizados em conjunto com pacientes afásicos, a aplicação criada no decorrer desta dissertação beneficia da experiência adquirida durante a utilização da versão anterior ao longo de vários anos. O formato dos exercícios criados nesta nova versão é baseado num formato já existente na versão anterior encontrando-se comprovado o valor destes.

Tendo como principal objectivo ajudar pessoas na sua batalha para a recuperação da afasia, a elaboração desta dissertação é um motivo de grande satisfação e orgulho. É realmente gratificante saber que todo o trabalho despendido foi canalizado para a criação de uma ferramenta que terá aplicabilidade prática e poderá ter uma influência positiva na vida de várias pessoas. Foi ao mesmo tempo um desafio pessoal conseguir compreender todos os requisitos pretendidos e encontrar forma de os implementar, tendo sido necessária a utilização e integração de diversas ferramentas e tecnologias sobre as quais existia pouco ou nenhum conhecimento, sendo necessário um longo período de aprendizagem para a sua correcta utilização.

Não sendo esta uma dissertação com uma grande carga teórica, tratou-se essencialmente de encontrar uma solução para um problema, servindo esta experiência como uma grande preparação para o que é pedido a um Engenheiro no mundo do trabalho. Para além dos desafios técnicos da criação e desenvolvimento da aplicação, o trabalho mais importante consistiu de facto em identificar e compreender as necessidades do objectivo apresentado, sendo o segundo passo o de pesquisar e testar diversas soluções e métodos até ser encontrada a arquitectura mais adequada.

Durante o desenvolvimento desta dissertação foram publicados dois artigos. O primeiro artigo tem o título de “Plateforme de traitement multimodal des symptômes aphasiques.” [Rybarczyk 2011a] e foi apresentado em Toulouse, França, na conferência “Symposium sur

l'Ingénierie de l'Information Médicale". É motivo de grande satisfação o facto de este artigo ter suscitado o interesse e aprovação de diversos especialistas, sendo deste modo reconhecido o esforço despendido na elaboração desta dissertação e a sua contribuição na melhoria da qualidade de vida dos pacientes afásicos.

O segundo artigo tem o título de "Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics." [Rybarczyk 2011b], e foi aceite para ser apresentado durante a conferência "Experiment@ International Conference" a realizar nos dias 17-18 de Novembro de 2011 em Lisboa, Portugal.

## 6.2. Perspectivas futuras.

Um dos factores tidos em conta na criação desta ferramenta foi a sua possibilidade de evolução. Numa aplicação informática adaptada à utilização na área da saúde é necessário ter em conta a sua constante evolução e investimento em investigação, devido a este facto os dados e terapias que hoje em dia são consideradas como válidas, podem ser consideradas inadequadas em pouco tempo sendo necessária a adaptação das ferramentas existentes. É devido a este facto que praticamente todos os produtos informáticos existentes relacionados com a afasia têm vindo a ser desenvolvidos ao longo de vários anos.

Para além da adição e edição de objectivos e estímulos resultantes da experiência obtida através do feedback resultante da utilização da aplicação por parte de pacientes, existem dois pontos que se consideram importantes em relação a novas possibilidades para a evolução desta ferramenta.

O primeiro ponto está relacionado com o reconhecimento de voz, considera-se que no futuro e com a evolução desta área poderão ser incluídos exercícios de expressão oral sendo uma grande mais-valia para os pacientes afásicos. Como foi referido várias vezes ao longo desta dissertação, na utilização de uma ferramenta terapêutica de forma desacompanhada é muito importante o feedback instantâneo de modo a motivar o paciente e ajudar na sua evolução através de estímulos positivos só possíveis através de uma avaliação e quantificação correcta das acções realizadas. A criação de uma ferramenta de reconhecimento de voz para a utilização com pacientes afásicos poderia ser facilmente utilizada em conjunto com os exercícios de escrita já existentes, sendo alterado apenas o método de introdução de dados, sendo mantido todo o restante ambiente gráfico e de motor de jogo. O ponto crítico na utilização de um sistema destes seria a sua capacidade em validar e traduzir para texto, de forma correcta, as respostas obtidas do paciente.

O segundo ponto encontra-se relacionado com a utilização de ferramentas de realidade virtual e outros mecanismos de interacção realística. Ao se criar uma ferramenta para interagir com pacientes afásicos é necessário ter em conta as suas possíveis limitações físicas e outras dificuldades resultantes de lesões cerebrais, para além destas óbvias dificuldades é necessário ainda ter em conta que em muitos casos estes pacientes possuem poucos ou nenhuns conhecimentos informáticos.

Para a execução dos exercícios em ambiente 3D a criação de um sistema de visualização de realidade virtual seria uma grande mais-valia para estes pacientes, trazendo um maior realismo e facilidade de movimentação. A não utilização destes sistemas em conjunto com a ferramenta

desenvolvida prende-se principalmente pelos elevados custos adicionais que estes sistemas trariam ao projecto. Uma vez que já existe todo um ambiente em 3D a sua integração deverá ser bastante simples, necessitando de um tempo de desenvolvimento bastante reduzido.

Em conjunto com o sistema de visão de realidade virtual seria interessante a sua integração com acelerómetros e giroscópios de modo a permitir que os movimentos da cabeça do utilizador se traduzissem em movimentos no ambiente 3D. Para além deste controlo utilizando os movimentos da cabeça, o desenvolvimento de uma luva utilizando sensores de pressão permitiria que a realização de tarefas no ambiente virtual fosse mais realista diminuindo as dificuldades que alguns pacientes possuem em compreender a relação entre os movimentos realizados e a sua tradução no ambiente virtual.

Apesar de não ser possível neste momento apresentar resultados de avaliação da ferramenta, encontra-se em fase inicial um teste de software com profissionais de saúde especializados em terapia da fala. O questionário de avaliação encontra-se anexado a este documento.

## 7. Referências Bibliográficas

### 7.1. Artigos

- [Benson 1996] Benson, D.F., Ardila, A. (1996). *Aphasia – A Clinical Perspective*. New York: Oxford University Press, Inc.
- [Castro-Caldas 1995] Castro-Caldas, A., Leal, M., Farrajota, L., & Fonseca, J. (1995). Técnicas de Reabilitação Usadas em Doentes Afásicos. *Integrar*, 6, 14-19.
- [Edmans 2004] Edmans, J.A., Gladman, J., Walker, M., Sunderland, A., Porter, A., & Stanton Fraser D. (2004). Mixed reality environments in stroke rehabilitation: development as rehabilitation tools, The 5th international Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (pp. 3-10), Oxford, UK.
- [Fonseca 1997] Fonseca, J., Leal, G., Farrajota, L., Carneiro, J., Castro-Caldas, A. (1997). “Lisling – Multimedia program for aphasics training”, in *Proc. AAATE’97*, Chalkidike, Greece.
- [Fridriksson 2002] Fridriksson, J., et al. (2002). Aphasia severity: Association with cerebral perfusion and diffusion. *Aphasiology*.
- [Howard 1987] Howard, D., Hatfield, F. (1987). *Aphasia Therapy: Historical and Contemporary Issues*. London: Lawrence Erlbaum Associates Ltd
- [Jakubovicz, 1996] Jakubovicz, R., Cupello, R. (1996). *Introdução à afasia – Elementos para diagnóstico e terapia (6ª edição)*. Rio de Janeiro: Revinter.
- [Leal, 2005] Leal, G., Martins, I.P. (2005). Avaliação da afasia pelo Médico de Família. *Rev Port Clin Geral* 2005;21:359-64
- [Liechty, 2004] Liechty, J.A., Garber, D.W. (2004). Dealing with aphasia: Three simple rules. *Rehabilitation Nursing*, 29(1), págs.3-4.
- [Peña-Casanova 1995] Peña-Casanova, J., Pamies, M. (1995). *Rehabilitation de la afasia y transtornos asociados*. 2ª ed. Barcelona: Masson, S.A.
- [Robertson 1990] Robertson, I. (1990). Does computerized cognitive rehabilitation work? A review. *Aphasiology*, Vol. 4, págs.381-405.
- [Reis 2001] Reis, A., Petersson, K.M., Castro-Caldas, A. and Ingvar, M. (2001). Formal schooling influences two-but not three-dimensional naming skills. *Brain and Cognition*, Vol. 47, págs.397-411.
- [Rybarczyk 2011a] Rybarczyk, Y., Martins R. & Fonseca J. (2011). Plateforme de traitement multimodal des symptômes aphasiques. Symposium sur l’Ingénierie de l’Information Médicale. Toulouse, France.
- [Rybarczyk 2011b] Rybarczyk Y., Martins R., & Fonseca J. (2011). Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics. Experiment@ International Conference. Lisbon, Portugal.

[Sik Lányi 2006]

Sik Lányi, C., Geiszt, Z., Magyar, V. (2006). Using IT to inform and rehabilitate aphasic patients. *Informing Science Journal*, vol.9, pág 163-179.

## 7.2. Páginas na Internet.

- [1] <http://www.aphasia.org/>  
(Acedido dia 10 de Janeiro de 2011)
- [2] <http://www.aphasia.com/>  
(Acedido dia 11 de Novembro de 2010)
- [3] <http://www.aphasia-software.com/>  
(Acedido dia 23 de Março de 2011)
- [4] <http://www.bungalowsoftware.com/>  
(Acedido dia 23 de Março de 2011)
- [5] <http://www.anafasicos.org/>  
(Acedido dia 15 de Outubro de 2010)

# Multimedia therapeutic tool for Portuguese aphasics

Yves Rybarczyk<sup>#1</sup>, Ricardo Martins<sup>#2</sup>, José Fonseca<sup>\*3</sup>

<sup>#</sup>*Department of Electrical Engineering, New University of Lisbon  
Quinta da Torre 2829-516 Monte de Caparica, Portugal*

<sup>1</sup>[y.rybarczyk@fct.unl.pt](mailto:y.rybarczyk@fct.unl.pt)

<sup>2</sup>[ricardomartins46@hotmail.com](mailto:ricardomartins46@hotmail.com)

<sup>\*</sup>*Language Research Laboratory, Medical Faculty of Lisbon  
Av. Prof. Egas Moniz 1649-028 Lisboa, Portugal*

<sup>3</sup>[jfonseca@fm.ul.pt](mailto:jfonseca@fm.ul.pt)

**Abstract**— The system described in this article is designed for the treatment of the lusophone population of aphasic patients. Since this syndrome affects different functional modalities (written and spoken comprehension and expression) an implementation of a multimedia software has been necessary. Thus, the clinical material – developed by speech and language therapists – is displayed in the form of auditive, writing or virtual environments stimuli, following their relevance to the chosen task. Exercise results integrate multimodal contents and are essentially recorded into XML files, for a better flexibility of the data processing.

**Keywords** — Stroke rehabilitation technology, serious games, 3D virtual environment, Human-Machine Interaction (HMI).

## I. INTRODUCTION

### A. Characteristics of aphasia

Aphasia is the loss or impairment of language functions, such as oral expression, auditory comprehension, reading and writing. It is caused by brain damage. Aphasia disorders that impair motor programming (involved in expression and writing) are localized in anterior brain areas. On the other hand, posterior lesions generate auditive and reading comprehension impairments [1, for a review]. An aphasic syndrome can be more or less debilitating. In an initial stage some patients can only complete simple tasks of object identification, whereas other ones just need to exercise the comprehension of complex sentences. Although the tool described here is useful in both situations, it is particularly relevant for the most severe cases.

### B. Rehabilitation techniques

1) *Traditional approach*: Multiple studies show speech therapy efficacy on aphasia recovery [2]. In this kind of treatment, the speech-language therapist stimulates the patient with questions, which the patient must answer. Indeed, an important factor in aphasia rehabilitation is the repetition of task completion [3]. Pencil and paper tests and bidimensional pictures (which illustrate objects and actions) are the most common materials used in recovery process. However, these rudimentary and relative representations of the physical world limit the evaluation of the patient's real speaking and comprehension skills. For instance, it is known that the visual discrimination of objects is more difficult when it is based on a two dimensional than on a normal three dimensions view, especially in persons with a low educational level [4].

2) *IT approach*: Since the 80's, the implementation of software as a form of aphasia treatment has been tried, using programs with a single as well as global language purpose [5] [6]. Several studies show how efficient IT is on aphasia treatment [7]. However, their diffusion has not been an easy process. Indeed, the IT developed until now has the disadvantages of being too expensive and using equipments too specialized to be used on a large scale and outside the clinical structure. Moreover, none of them allows a global treatment of the different aphasic syndromes, because they do not implement the auditive modality and/or display stimuli with a too basic grammatical construction [8].

The goal of this article is to describe a new generation of multimedia platforms for the aphasia treatment. In order to take into account the inter-individual differences of each clinical case, our tool enables the patient to train on the

four modalities implicated in the aphasic syndrome, which are: reading, spoken understanding, spoken expression and writing. Furthermore, a particular caution was taken in the human-machine interface to ensure that it must be adapted to a large number of users (indeed, the syndrome is often correlated with other cerebral strokes that affect, particularly, the motor areas) and that it uses relatively ordinary materials to avoid a significant increase the platform cost. Finally, a huge spectrum of exercises of different complexity degrees was implemented in order to follow the progressive recovering of the patient. The results in each modality are almost exclusively recorded in a XML format, for a better management of the subsequent data processing.

## II. SYSTEM DESIGN

### A. Context of use

The objective of the software developed here is to improve the rehabilitation process of aphasic patients through a user-friendly virtual environment which is adapted to the everyday life needs of the users. Moreover, it ensures the recording and managing of a large number of information regarding the performance obtained in the various sessions of training, in order to carry out a future statistical analysis of the data. Although the patient could use the tool in an independent way, the assistance of a third party can be necessary, at least for the first sessions of practice. To notice that the tool is designed to be used at home (under the supervision of a relative) as well as in a clinical structure (under the orientation of a language therapist). This last condition is facilitated by the presence of an interface that enables the recording of different patients in a database. After his/her registration, the individual can initiate a task in one of the four symptomatic modalities of the aphasia: written comprehension, spoken comprehension, written expression or spoken expression. Each of the four themes is subdivided into sub-themes in relation with the modality in question. From the clinical material's point of view, the software loads multimedia information such as 3D immersive environments, video clips, voice synthesis and written stimuli.

### B. Written comprehension

This modality is composed by five types of exercise. Three of them are displayed in the form of a tridimensional modeling of the home rooms: "noun matching", "sentence matching" and "sentence yes/no". The other two are only presented in the form of written items: "responsive naming" and "word intruder".

3) *From a 3D environment:* For these exercises the user has to choose the room where s/he wants to train (Fig. 1). Once the room is selected, s/he can use a control device (e.g., a joystick) to move inside the tridimensional environment in order to complete the orders that are written on the screen. In the case of a "noun matching", an object's name is displayed and the individual has to point/click on the object in question (Fig. 2). For a "sentence matching", the object to be found out is suggested by a sentence that defines this object. For instance, if the order "The place where we sit down for watching television" appears, the patient must point/click on the "sofa". At last, for a "sentence yes/no" task, a phrase is displayed on the screen and the user has to click on the "yes" or "no" following the affirmation, which is right or wrong in relation to the reality of the room. An example of possible sentence is: "The window is open...".

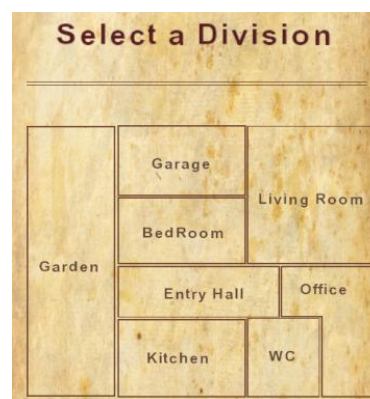


Fig. 1 Choice of the room

Also, the patient can use visual or/and audio helps when s/he has some difficulties to carry out the requested task. These supports are accessible through an icon and they consist of a picture of the object, when it is a visual cue, and the spelling of the object's name, when it is a phonetic cue. At the end of the stimuli set that composes an exercise, the performance of the individual is displayed on the computer screen, as well as the quantity of helps used.



Fig. 2 3D representation of the kitchen

2) *From a written text*: For a “responsive naming” task, an incomplete sentence and four possible words appear on the screen (Fig. 3). The patient has to choose one of the four words in order to complete the sentence in a logical way. Finally, for the research of the “word intruder”, five words are displayed. Only four words have a semantic relationship (Fig. 4). The user has to click on the word that is not semantically related to the other ones. In these tasks as well as in the previous ones, the patient can ask for visual and/or audio cues to help him/her solve the exercise.

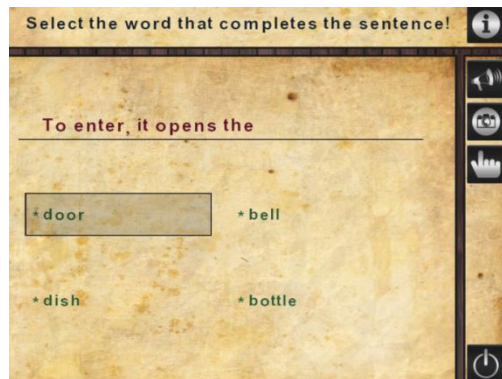


Fig. 3 Responsive naming (helps on the right)

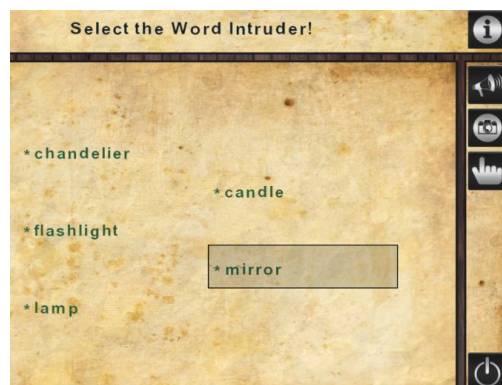


Fig. 4 Word intruder (helps on the right)

### C. Spoken comprehension

Aphasia can also affect the auditive modality. In order to deal with this dimension, a second thematic is dedicated to the oral comprehension of the patient. This theme is divided into the three following sub-themes: “objects identification”, “sentence yes/no” and “simple orders”. The exercise set which is displayed in this condition is relatively similar with the one of the previous section. The main difference is that tasks are no more based on written stimuli but on phonetic ones instead (voice synthesis). Here, all exercises are carried out in a virtual environment of one of the home rooms the user selected. During the “object identification”, the patient listens to an object’s name and s/he has to point/click on the place where the object is. In a “sentence yes/no” task, the user is asked to

answer “yes” or “no” to a sentence displayed in the form of a voice synthesis, depending if the affirmation is right or wrong. At last, the “simple orders” are audio sentences that indirectly refer to an object the patient must locate in the room. An example of simple order is: “When we open it, the water flows”. Helps are also available in order to provide, if necessary, visual and/or written cues to assist the patient in the task.

### D. Written expression

So far, it is the most advanced theme of our tool. It is based on a clinical material implemented in multimedia information systems. In short, the stimuli are represented by a set of three kinds of content: “3D models”, “video clips” and “written information”.

1) *From a tridimensional object*: An object of the everyday life, which is modeled in 3D, is displayed on the screen. The patient has to write, through the computer keyboard, the name of the object in question (Fig. 5). A large set of supports is accessible to the user. For instance, s/he can listen to the object’s name or see a picture of it. From a word spelling point of view, some cues indicate the number of characters of the word and other cues show the next letter that composes the word. For individuals who need more assistance, an option allows to display three possibilities from which only one is the correct answer.

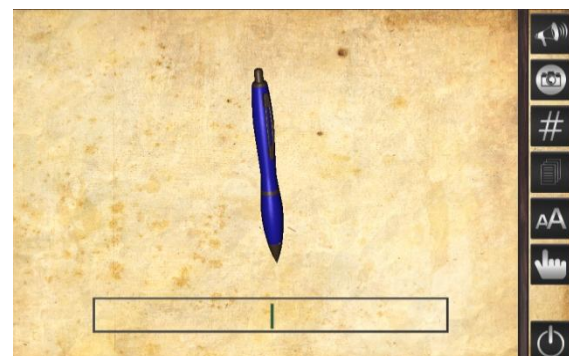


Fig. 5 To write a noun. On the right, the icons that represent the helps provided to the user. So, from the top to the bottom, the respective assistances are: to listen to the object’s name, to see the object’s picture, the number of characters that spells the name, three possible names, the next letter that composes the name, the expected answer and the option to close the session

2) *From a video clip*: A video clip of people carrying out an action is displayed on the screen. The patient’s task is to write the verb that matches this action. Thus, if the footage shows an individual who is dialing a telephone number, the user must write the verb “to phone”. Some scenes can be misunderstanding because of the subjectivity of the action. In these situations, the modeling of the data

processing enables to consider different answers as true.

3) From a written information: Here, the user has to complete/restructure, in the correct form, a sentence or a whole paragraph. In the case of a sentence completion, the exercise can consist of introducing a noun, a conjugated verb or a preposition. In this kind of task, a sentence with a gap appears on screen and the patient has to fill it in. In regards to the sentence reconstruction, the task can involve i) a correction of phonologic errors (some words are badly spelled) or ii) a phrase rewriting through a dislocation of some words in order to construct a semantically correct sentence. Finally, more complex tasks require the patient to introduce words of different types (nouns, verbs, adjectives, ...) in a text as large as a paragraph.

#### E. Spoken expression

This modality has a more complex development. Indeed, to work in a completely autonomous way, it needs a voice recognition program. However, despite fundamental progress in this area, voice recognition is still difficult to implement and faces reliability limitations [9]. This is the reason why the version of the platform presented in this article only allows a recording of the user's spoken response, for further analysis. All the same, two kinds of exercise are currently implemented in the software: "objects naming" and "actions naming". In the first case, the patient must pronounce, in the microphone, the name of the 3D object displayed on the screen. In the other case, s/he has to orally express the verb of the action s/he watches in a video clip.

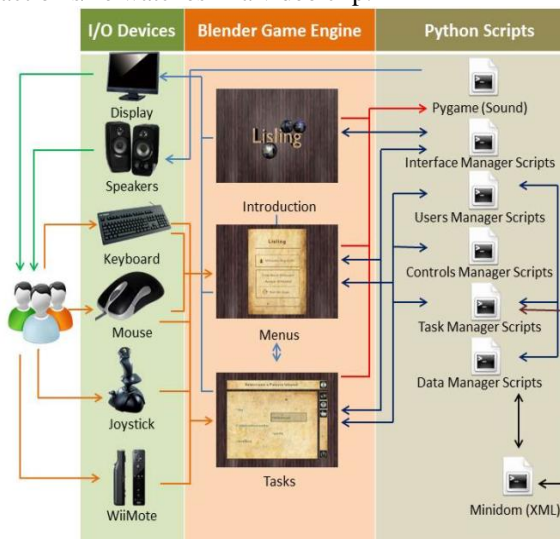


Fig. 6 Layers of the platform architecture

### III. SOFTWARE ARCHITECTURE

The architecture of the multimedia platform is organized in these four layers: input/output devices, game engine, Python scripts and data management system (Fig. 6).

#### A. I/O devices

The fact that motor disabilities can usually be associated with an aphasic syndrome imposes an implementation of control interfaces, which are adapted to a large number of patients. These commands have to be as natural and intuitive as possible, because even patients without any experience in computers must be able to use the platform. In addition, the material cost was also a test of choice. Thus, besides the traditional input systems existing in a common computer (keyboard and mouse), a joystick and a Wii command were interfaced with the software. On one hand, the joystick is particularly useful to make the navigation inside the 3D environment easier. On the other hand, the Wii command may provide an upgrade in terms of degrees of freedom of movement, without loss of pointing precision. In return, this last device needs more configurations to connect with a personal computer (adaptation of the infrared sensor bar). In terms of outputs, the computer screen and speakers respectively enable to display visual and audio clinical materials which are used in the therapy.

#### B. Blender game engine

The object modeling, which is used to build the 3D environment of the home rooms, is carried out through Blender open source software. This platform takes the advantage to gather modeling, animation, video edition, scenes composition, interactive applications and game engine in a unique tool. Blender game engine allows, particularly, detecting collisions and reproducing physical properties such as gravity, friction forces, objects deformation... which are useful for a realistic simulation of the interactions with the tridimensional models. For our application, the game engine is also implicated in the creation/management of users, menus and specific files of each task.

#### C. Python scripts

Although Blender game engine is very rich, programming of additional Python scripts was necessary in order to add specific functionalities of the rehabilitation platform. These scripts are involved in the following operations:

- Menu management (linkage between Blender files and the scenes that compose them),

- Users management (creation/updating of the users and the recording of their respective data),
- Task management (loading of the data related to the exercises, checking of the responses and presentation of additional information such as actions and requested helps),
- Control management (listening of the inputs from the different control devices and translation of these values into specific actions in regards to the exercise in question).

#### D. Data management

Three kinds of data are created by the application: user data, session data and task data. User data are related to the identification, the personal information and preferences of each recorded patient.

```
<SESSION>
  <patient_id>2</patient_id>
  <session_id>5</session_id>
  <TASK>
    <task_id>3</task_id>
    <task_name>Written Comprehension
  </task_name>
    <exercise_name>Sentence Yes/No
  </exercise_name>
    <theme>Kitchen</theme>
```

Fig. 7 XML structure of the session data for the <SESSION> (identification of the user and session number) and <TASK> (task identification) tags

The session data collect all the actions and tasks carried out by a patient. The information is recorded in form of a XML file. Fig. 7 shows the main elements recorded under the <TASK> tag, which are the task name, the sub-task name and the room where the exercise is executed. The <OBJECTIVE> block is related to each objective requested to a user (in Fig. 8, the goal is to locate a “glace”). For each objective, the user can give various answers, which can be right or wrong. These attempts are recorded in the <ATTEMPT> structure (in Fig. 8, because the patient’s response is “glace”, the recorded result is “correct”). At last, the <HELP> structure saves all helps used by the patient (in the example below, the user asked to display a picture of the searched object).

```
<OBJECTIVE>
  <objective_id>glace</objective_id>
  <ATTEMPT>
    <att_response>glace</att_response>
    <att_result>correct</att_result>
    <HELP>
      <help_name>picture</help_name>
    </HELP>
  </ATTEMPT>
</OBJECTIVE>
```

Fig. 8 XML structure of the session data for the <OBJECTIVE> (e.g., researched object), <ATTEMPT> (patient’s response) and <HELP> (asked helps) tags

There is one XML file for each task that is implemented in the software. These files contain the data – which are previously inserted into the program – of all the objectives and their respective answers. Thanks to this architecture it is easy to insert new objectives, since we just have to add the structure corresponding to this objective to the XML file of task management. The next paragraphs describe typical examples of these files for three different tasks.

**Sentence yes/no.** The file of this kind of exercise is common for all tasks of written and spoken comprehension. Each objective is inserted into a structure that is related to a home room (in the example presented in Fig. 9, this is the living room). A specific tag (<question\_id>) identifies the objective, which enables afterwards to cross-check the data between the responses the user gave and the answers that are expected by the system.

```
<LIVING_ROOM>
  <YESNO>
    <question_id>5</question_id>
    <question_text>Does the window is open?
  </question_text>
    <question_sound>sn5.ogg</question_sound>
    <answer>No</answer>
  </YESNO>
</LIVING_ROOM>
```

Fig. 9 XML structure of a “Sentence yes/no” task file. The <question\_text> and <question\_sound> tags respectively enable to display the question in written or spoken form. The <answer> tag indicates what the correct answer is

**To write a verb.** The patient has to write a verb in the infinitive matching the action displayed in a video clip. The <ANSWER> structure lists a set of different possible answers (the XML structure in Fig. 10 refers to a clip where an individual opens the door to another one). This task may also be carried out through a multiple choice exercise.

```
<MOVIE>
  <id>3</id>
  <film>vi3.flv</film>
  <ANSWER>
    <response>open</response>
    <response>welcome</response>
    <response>greet</response>
  </ANSWER>
  <multiple_choices>close,open,hit
</multiple_choices>
</MOVIE>
```

Fig. 10 XML structure of a “To write a verb” task file

**To write an object’s name.** The user has to write the name of the object that is presented in the form of a 3D model. Once again, various responses are acceptable. Fig. 11 shows the XML structure for the pen object (<obj\_name> and <obj\_sound> for the respective

identification of the loaded model and sound). Different kinds of supports are available, such as multiple proposals (<help\_multiple>), the sound of the first syllable (<help\_1\_sound>), the first syllable of the word (<help\_1\_sil>), the number of characters (help\_n\_letters) or the object's picture (<help\_picture>). The <ANSWERS> block lists all the responses that are considered as correct.

```
<OBJECT>
  <obj_id>2</obj_id>
  <obj_name>pen</obj_name>
  <obj_sound>pen.ogg</obj_sound>
  <help_multiple>pen,tooth-brush,knife
</help_multiple>
  <help_1_sound>pen_1.ogg</help_1_sound>
  <help_1_sil>pe</help_1_sil>
  <help_n_letters>***</help_n_letters>
  <help_picture>pen.jpeg</help_picture>
<ANSWERS>
  <ans>pen</ans>
  <ans>Biro</ans>
  <ans>ball-point</ans>
  <ans>fountain pen</ans>
</ANSWERS>
</OBJECT>
```

Fig. 11 XML structure of a "To write an object's name" task file

#### IV. CONCLUSIONS

The software developed ensures a complete linguistic rehabilitation of aphasic patients, in the sense that it enables the user to practice both grammatical and functional aspects of the language and to train all the modalities implicated in the linguistic communication (spoken and written). A game engine is used to display the clinical exercises through a 2D and 3D environment. This serious game approach is chosen to enhance the exercise frequency – thanks to a playful platform – which is the main factor implicated in aphasic recovering [10] [11]. Various human-machine interfaces are available in order to be customizable according to each case of aphasic symptoms – with the possible brain damages that can also affect the patient's motor control – and to be adapted to the different kind of exercises. For a better flexibility of the data processing, the information is structured in the form of XML files. We take advantage of this format to make the integration of new contents easier, in order to create a dynamic tool. The objective is to allow the platform customization through the possibility that the user will have to load some personal items. The next step will be to test the software in an aphasic population to evaluate the relevance of session training on the patient's daily activities, and to compare the performance with a traditional speech therapy.

#### REFERENCES

- [1] H. Damasio, *Neuroanatomical correlates of the aphasia*. Acquired Aphasia. San Diego, CA: Academic Press, 1991.
- [2] A. Basso, *Aphasia and its Therapy*. New York, NY: Oxford University Press, 2003.
- [3] S.K. Bhogal, R. Teasell, and M. Speechley, "Intensity of aphasia therapy, impact on recovery", *Stroke*, vol. 34, pp. 987-993, 2003.
- [4] A. Reis, K.M. Petersson, A. Castro-Caldas, and M. Ingvar, "Formal schooling influences two-but not three-dimensional naming skills", *Brain and Cognition*, vol. 47, pp. 397-411, 2001.
- [5] Y. Rybarczyk, and J. Fonseca, "Tangible interface for a rehabilitation of comprehension in aphasic patients", in *Proc. AAATE'11*, 2011, Maastricht, Netherlands.
- [6] J. Fonseca, G. Leal, L. Farrajota, J. Carneiro, and A. Castro-Caldas, "Lisling – Multimedia program for aphasics training", in *Proc. AAATE'97*, 1997, Chalkidike, Greece.
- [7] I. Robertson, "Does computerized cognitive rehabilitation work?", *Aphasiology*, vol. 4, pp. 381-405, 1990.
- [8] C. Sik Lányi, Z. Geiszt, and V. Magyar, "Using IT to inform and rehabilitate aphasic patients", *Informing Science Journal*, vol. 9, pp. 163-179, 2006.
- [9] D. Pogue, "Talk to the machine", *Scientific American*, vol. 303, p. 18, 2010.
- [10] L.R. Cherney, A.S. Halper, A.L. Holland, J.B. Lee, E. Babbitt, and R. Cole, "Improving conversational script production in aphasia with virtual therapist computer treatment software", *Brain and Language*, vol. 103, pp. 246-247, 2007.
- [11] W.M.E. Van de Sandt-Koenderman, "Aphasia rehabilitation and the role of computer technology: can we keep up with modern times", *International Journal of Speech-Language Pathology*, vol. 13, pp. 21-27, 2011.

## Anexo B: Questionário de avaliação.

### Questionário de avaliação

Sexo: Fem \_\_\_ Masc \_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Anos de prática profissional: \_\_\_\_\_

Instruções para responder às perguntas de 1 a 13:

**Numa escala de 7 valores (crescente da esquerda para a direita) avalie, através da colocação de uma cruz no quadrado adequado, o nível de satisfação para cada pergunta.**



Questões:

1. Acha que a ferramenta será fácil/intuitiva de utilizar pelos doentes (nomeadamente na realização das tarefas pedidas)?

						
---	--	--	---	--	--	---

2. Como avalia a facilidade de navegação na ferramenta (no sentido de encontrar facilmente as opções procuradas pelo utilizador)?

						
---	--	--	---	--	--	---

3. A ferramenta é atractiva/apelativa (no sentido do utilizador ter vontade de a usar com frequência)?

						
---	--	--	---	--	--	---

4. Do ponto de vista terapêutico a ferramenta está adequadamente organizada/estruturada?

						
---	--	--	---	--	--	---

5. Como avalia a qualidade visual/gráfica?



6. Como avalia a qualidade sonora?



7. Como avalia o nível de abrangência da estimulação nos diferentes domínios da linguagem (expressão e compreensão), em comparação com o método tradicional?



8. Acha que a ferramenta lhe poderia ser útil/complementar na sua actividade profissional?



9. O programa é globalmente adequado para o tratamento de adultos afásicos?



10. Os diferentes tipos de exercícios são adequados?



11. Os diferentes tipos de exercícios são suficientes?



12. Os tipos de ajuda são adequados?



13. Os tipos de ajuda são suficientes?



14. Gostaria de sugerir a inclusão de outros exercícios? Sim\_\_\_ Não\_\_\_

---

---

---

15. Gostaria de sugerir a inclusão de outras ajudas? Sim\_\_\_ Não\_\_\_

---

---

---

16. Parece-lhe que o programa possa ser utilizado com crianças com patologia da linguagem?  
Sim\_\_\_ Não\_\_\_

17. Em caso afirmativo acha necessário fazer algum tipo de alterações? Sim\_\_\_ Não\_\_\_

Sugestão:

---

---

---

18. Outros comentários acerca da ferramenta:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---