



**Universidade
de Aveiro
2017**

Departamento de Electrónica,
Telecomunicações e Informática (DETI).
Departamento de Engenharia Mecânica (DEM)

**Isac Bartolomeu
Cossa**

GERAÇÃO DE FALA PARA MANEQUIM DE SIMULAÇÃO CLÍNICA



**Universidade
de Aveiro
2017**

Departamento de Eletrónica,
Telecomunicações e Informática (DETI).
Departamento de Engenharia Mecânica (DEM)

**Isac Bartolomeu
Cossa**

GERAÇÃO DE FALA PARA MANEQUIM DE SIMULAÇÃO CLÍNICA

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Automação Industrial, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor António Guilherme Rocha Campos, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática e do Prof. Doutor Pedro Miguel Ferreira de Sá Couto, Professor Auxiliar do Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro.

O júri / The jury

Presidente / President

Professor Doutor José Paulo Oliveira Santos

Professor auxiliar da Universidade de Aveiro (Presidente)

Vogais / Committee

Professor Doutor Mário Jorge Ferreira Rodrigues

Professor Adjunto da Universidade de Aveiro (arguente)

Professor Doutor António Guilherme Rocha Campos

Professor auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)

**Agradecimentos /
Acknowledgements**

A Deus todo-poderoso que têm guiado minha jornada nesta terra, e em tempos difíceis nunca escondeu de mim a sua face “Eis o fim de mais uma fase do nosso longo percurso”.

A todos professores que muito me ensinaram nesta jornada, e um especial agradecimento ao Prof. Doutor António Guilherme Rocha Campos e o Prof. Doutor Pedro Miguel de Sá Couto pela disponibilidade, paciência e apoio na realização deste projeto.

Ao professor João Lindo Simões e seus alunos do SIMULA pela disponibilidade e preciosa ajuda durante os testes do projeto.

Palavras-chave

Simulação clínica, manequim, síntese/geração de fala, escala de coma de Glasgow.

Resumo

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um sistema de geração de fala para manequim de simulação clínica de baixa fidelidade. As vantagens deste tipo de sistema são imensas, aumentando o realismo de situações que necessitem um diálogo entre o formando e um paciente simulado, tendo em consideração o género, a idade, ou nível de consciência deste último. Para tal, foi realizada uma pesquisa com o intuito de avaliar as plataformas já existentes para a geração/síntese de fala artificial e a sua potencial aplicação em manequins de simulação para formação de profissionais de saúde.

A opção pela síntese de fala revelou-se impraticável no horizonte temporal desta dissertação, tendo-se optado pela gravação em estúdio de um adequado repositório de sons e frases. No entanto, são apresentadas várias formas de gerar fala artificial, em língua portuguesa, com possibilidade de implementação em manequins de simulação em trabalho futuro.

Após formulação dos requisitos, foi desenvolvido um sistema de geração de voz artificial para uma aplicação específica selecionada pela sua importância prática: a avaliação do nível de consciência de um paciente usando a Escala de Coma de Glasgow na componente Resposta Verbal. Para permitir automatizar a seleção de respostas do sistema, foi estabelecido um modelo matemático baseado em cadeias de Markov para as flutuações do nível de consciência.

Esse sistema, além de permitir ao formador controlar todas as respostas do manequim às questões colocadas pelo formando, faz a respetiva avaliação e apresenta a sua classificação. A solução encontrada permite ao formando, em conjunto com o formador, avaliar o seu desempenho e integrar os conhecimentos adquiridos, aumentando os benefícios educacionais desta plataforma.

Para validação, a plataforma foi aplicada numa situação real de ensino usando um manequim de baixa fidelidade, envolvendo sete estudantes de enfermagem e um formador da mesma área. Questionários de avaliação por parte dos formandos e do formador permitiram concluir que o projeto é relevante e deveria ser integrado em aulas de enfermagem. O trabalho futuro passará pelo desenvolvimento de um modelo de consciência mais elaborado, reconhecimento automático das questões e uma expansão do projeto para outras áreas de enfermagem, como por exemplo, aplicações relacionadas com entrevistas em cuidados primários. A mais longo prazo, é desejável a integração de síntese de fala.

keywords

Clinical Simulation, Mannequin, Speech Synthesis / Generation, Glasgow Coma Scale

abstract

This work concerns the development of a voice generation system to upgrade a low-fidelity clinical simulation mannequin. By increasing the realism of situations requiring dialogue with the trainee, this kind of system promises tremendous advantages; the gender, age and level of consciousness of the virtual patient can be taken into account.

A survey was carried out to evaluate existing speech synthesis/generation platforms and their potential for use on simulation mannequins for health professional training. Applying speech synthesis tools would be ideal, but proved impractical in the available time frame, which forced the alternative path of creating an appropriate repository of studio-recorded sounds and sentences. Still, several synthesis techniques are presented for artificial speech generation in the Portuguese language, which may be implemented in simulation mannequins in the future.

Following formulation of requirements, the system was developed for a specific application, selected for its practical importance: the evaluation of level of consciousness based on the 'verbal response' component of the Glasgow coma scale. A Markov chain model of consciousness level fluctuations was established to govern the response generation algorithm.

The developed platform allows the instructor to create simulation scenarios and control the mannequin's responses. In addition, it supports trainee performance assessment, which enhances its educational value.

For validation, the platform was tested on a real training situation using a mannequin equipped with a miniature loudspeaker. The tests involved seven nursing students and their instructor. Analysis of the questionnaires returned by both trainees and instructor strongly supports the relevance of the project as a nurse training tool.

Main future work threads include the development of a more elaborate consciousness level model, automatic trainee question detection through speech recognition and project extension to other relevant application areas, such as those related to medical screening in primary health care. The integration of speech synthesis is also envisaged in the longer term.

Índice

Capítulo 1 Introdução	1
1.1. Processamento de sinais de voz	1
1.2. Simulação clínica	1
1.3. Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA)	2
1.4. Objetivos e estrutura da dissertação	3
Capítulo 2 Síntese de fala em simulação clínica	5
2.1. Ambientes de simulação clínica	5
2.2. Manequins de simulação clínica	7
2.3. Modos de comunicação	11
2.4. Componentes da fala humana	11
2.5. Sistemas de síntese de fala	13
2.6. Modelos de representação em sistemas Text-to-Speech (TTS)	14
2.6.1. Modelo de forma comum	14
2.6.2. Outros modelos	15
2.7. Síntese de fala em manequins de simulação	16
Capítulo 3 Software de geração/síntese de fala	19
3.1. Balabolka	20
3.2. Voice Dream Reader	20
3.3. WordFlashReader	21
3.4. Espeak	22
3.5. Loquendo	22
3.6. Festvox	23
3.6.1. Pronúncia	24
3.6.2. Requisitos básicos do Festvox	24
3.6.3. Definição de voz num novo idioma	24
3.6.4. Definição de voz em idioma já existente	25
3.6.5. Escolha de Orador	25
3.7. Análise e seleção de Modelos de Síntese de fala	25
Capítulo 4 Requisitos e Modelação do Sistema	27
4.1. Requisitos para uma ferramenta de geração de fala na área da saúde	27
4.2. Escala de Coma de Glasgow (ECG)	28
4.3. Cenário de utilização	30
4.4. Respostas do manequim	31
4.5. Melhoria da qualidade das respostas	33
4.6. Modelo para o nível de consciência	34

Capítulo 5 Implementação do software desenvolvido _____	39
5.1. Painel Principal _____	39
5.2. Painel do Instrutor _____	39
5.3. Painel de Perguntas _____	43
5.3.1. Modo Automático _____	43
5.3.2. Modo Manual _____	44
5.3.3. Geração da resposta do manequim _____	45
5.4. Painel de Resultados _____	45
Capítulo 6 Testes realizados e resultados obtidos _____	49
6.1. Testes do sistema _____	49
6.2. Resultados _____	50
6.2.1. Formandos _____	50
6.2.2. Formador _____	52
Capítulo 7 Conclusões e Trabalho Futuro _____	55
7.1. Recapitulação e discussão _____	55
7.2. Trabalho Futuro _____	57
Referências Bibliográficas _____	59
Anexos _____	63
Anexo A _____	63
Anexo B _____	66
Anexo C _____	67
Anexo D _____	68

Índice de Figuras

Figura 1: Treino de cuidados médicos em equipa com manequim de simulação.	6
Figura 2: Simulador de ressuscitação cardiopulmonar	9
Figura 3: Braço para treino de punção venosa.....	9
Figura 4: Sistema TTS	13
Figura 5: Sistema STS	14
Figura 6: TTS: modelo de forma comum	14
Figura 7: Ambiente de trabalho do Balabolka	20
Figura 8: Ambiente de trabalho do Voice Dream Reader	21
Figura 9: Ambiente de trabalho WordFlashReader	21
Figura 10: Ambiente de trabalho do Espeak.....	22
Figura 11: Ambiente de trabalho Demo do Loquendo.	23
Figura 12: (a) Sinal amplificado com ruído (b) Sinal amplificado com ruído filtrado.....	34
Figura 13: Representações de uma cadeia de Markov: diagrama de transição de estados e respetiva matriz.	35
Figura 14: Cadeia de Markov: diagramas geral (a) e com valores para pacientes com nível de consciência 5 (b), 4 (c), 3 (d), 2 (e) e 1 (e).....	38
Figura 15: Painel Principal	39
Figura 16: Painel do Instrutor	40
Figura 17 Painel com percentagem (a) padrão e (b) alterada	42
Figura 18: Painel de Perguntas com Geração Automática de Respostas.....	43
Figura 19: Painel de Perguntas com Geração Manual de Respostas	45
Figura 20: Configuração inicial do painel dos resultados	46
Figura 21: Funcionamento do Painel de Resultados.....	47

Índice de Tabelas

Tabela 1: Manequins e acessórios afins de simulação clínica.....	7
Tabela 2: Categorização de manequins de simulação clínica.....	10
Tabela 3: Modelos de manequim com sistema de fala.....	17
Tabela 4: Características dos sistemas de síntese de fala.....	19
Tabela 5: Escala de Coma de Glasgow (ECG): critério de resposta verbal.....	32
Tabela 6: Resultados da avaliação dos formandos.....	50
Tabela 7: Pontuações no questionário do formando e sumário das perguntas ...	51

Capítulo 1 Introdução

1.1. Processamento de sinais de voz

As tecnologias de processamento de voz têm sido objeto de crescente investigação e desenvolvimento ao longo dos últimos 50 anos. O objetivo é construir sistemas capazes de replicar as capacidades humanas no que concerne a **reconhecimento de fala** (*speech recognition*), por um lado, e **geração/síntese de fala** (*speech generation/synthesis*), por outro. Ambas encontram grande utilidade prática em múltiplas aplicações envolvendo interação homem-homem e homem-máquina.

A temática de processamento de sinais de voz é tratada de forma clara e coesa em [1], essa abordagem é apresentada neste subcapítulo.

A disponibilização ao público de sistemas de reconhecimento de fala ocorreu pela primeira vez em 1992, pela AT&T. Desde então, a contínua evolução destes sistemas fê-los integrar rapidamente a vida quotidiana, aplicados em centros de chamadas de empresas, na Banca e em máquinas de ditado, possibilitando a criação de documentos escritos sem necessidade de os digitar, nomeadamente na elaboração de relatórios jurídicos e médicos.

Na área de geração/síntese de fala tem sido mais difícil obter resultados satisfatórios. Os investigadores enfrentam a dificuldade de imitar os processos físicos de geração de fala, através de modelos articulatórios do trato vocal humano, ou gerar modelos de síntese analógica das propriedades e variáveis temporais da fala. Os esforços de investigação prosseguem, mas a fala sintética ainda soa ainda pouco natural, aquém da qualidade exigível em grande parte das aplicações práticas.

Os sistemas de fala artificial têm grande potencial em processos de ensino/aprendizagem em contexto de simulação.

1.2. Simulação clínica

Os simuladores, de uma forma geral, procuram recriar um determinado ambiente real tão fielmente quanto possível. No caso particular da formação de profissionais de saúde (médicos, enfermeiros,...), é cada vez mais frequente o recurso a manequins para simular os pacientes [2]. Na maior parte das vezes, trata-se de manequins de baixa fidelidade; apesar do empenho dos instrutores para criar cenários de treino realistas, os alunos sentem dificuldades na transição do laboratório de aprendizagem para o contexto

real com o paciente [3]. No sentido de minorar este problema, tem-se assistido à tendência de desenvolver e computadorizar os modelos de manequins de baixa fidelidade no sentido de os tornar mais interativos [3].

O aumento do interesse pela simulação, que a torna hoje um meio incontornável nos processos de ensino-aprendizagem de medicina e enfermagem, deve-se, entre outras, a três ordens de razões: o aumento da complexidade nos cuidados de saúde, o desenvolvimento tecnológico e a familiaridade e interesse dos estudantes pelas novas tecnologias [4].

Segundo formadores da área da saúde, nos laboratórios das escolas médicas e de enfermagem onde são usados manequins para simulação, tem-se verificado um afeiçoamento dos estudantes a esses materiais de ensino. Há casos em que os estudantes atribuem nomes e simulam conversas correntes com os manequins durante os processos de aprendizagem, como se os mesmos fossem responder ou acompanhar o processo de tratamento em simulação.

1.3. Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA)

O Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA) dedica-se à formação, através de treino experimental de estudantes e profissionais de saúde. Tem, também, como missão fomentar a investigação científica e multidisciplinar.

No âmbito da formação, o SIMULA vem mostrando-se crucial para os estudantes de enfermagem da Universidade de Aveiro, disponibilizando os equipamentos dos seus laboratórios. Estes apresentam manequins de alta e baixa fidelidade, onde os estudantes de níveis mais avançados de formação, para casos particulares e/ou complexos, usam os primeiros. Estes manequins, para além do seu preço elevado, caracterizam-se por serem muito mais sensíveis, isto é, requerem maiores cuidados na sua manipulação, mas com a vantagem de serem mais sofisticados e mais próximos dos seres humanos, permitindo uma simulação de casos mais específicos e de maior complexidade. Os estudantes dos primeiros anos de formação realizam as suas primeiras experiências com os manequins de baixa fidelidade, que são menos complexos e mais robustos. Estes equipamentos, de baixo custo, apresentam poucos mecanismos de simulação; há, por isso, interesse em melhorar o seu desempenho.

1.4. Objetivos e estrutura da dissertação

O objetivo geral do presente trabalho é o desenvolvimento de um sistema de voz artificial para equipar manequins de simulação clínica num laboratório de ensino de uma escola médica ou de enfermagem. Este sistema visa aumentar o realismo – e, consequentemente, o valor didático – da interação entre os alunos e os manequins existentes nesses laboratórios. Tendo em vista este objetivo geral, tomamos o seguinte conjunto de objetivos específicos:

- ✓ Identificação e análise dos requisitos do sistema de voz artificial em vista.
- ✓ Desenvolvimento de algoritmos baseados nos requisitos estabelecidos.
- ✓ Definição de um sistema que permita ao instrutor o controlo dos cenários de treino através de situações pré-programadas ou intervenções em tempo real (ou uma mistura de ambas).
- ✓ Implementação, integração, teste e avaliação do sistema no Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA).

O presente relatório apresenta os seus conteúdos divididos em 7 capítulos descritos a seguir:

O primeiro capítulo, atribuído a introdução, fez uma breve abordagem das temáticas de síntese de fala e da simulação clínica. Pensou-se ser importante apresentar, ainda neste capítulo, o centro de simulação clínica da universidade de Aveiro (SIMULA) onde será testado o projeto, e finaliza-lo apresentando os objetivos gerais e específicos da tese.

Concluída a introdução, o segundo capítulo é dedicado a apresentação de algumas aplicações da síntese de fala na simulação clínica, descrevendo esses ambientes e a finalidade a que se destina, a síntese, nesses processos.

Posteriormente, aborda-se sobre os tipos de síntese de fala e seu funcionamento geral. Como introdução a este último, e com o intuito de colocar o leitor mais familiarizado com essa matéria, fez-se uma apresentação dos modos de comunicação e das componentes da fala humana. O capítulo termina com a apresentação dos diferentes sistemas de geração de fala, usados em manequins comercializados.

Conhecidos os processos envolventes na síntese de fala, o terceiro capítulo apresenta diferentes software de síntese de fala disponíveis no mercado. Para concluir o

capítulo, faz-se uma análise desses softwares e de outras possíveis soluções de geração de fala para manequins. O objetivo é escolher a mais adequada para a aplicação pretendida.

Dada a relevância deste projeto para várias áreas da saúde e da necessidade de validação do mesmo, o quarto capítulo é dedicado a escolha de uma situação concreta simulada na formação de profissionais da saúde e da determinação dos requisitos para a sua validação.

No capítulo cinco será descrito o sistema desenvolvido. Apresentar-se-á neste capítulo todas as funcionalidades do software, desde a introdução de parâmetros para o contexto da simulação até a avaliação final do estudante. O capítulo seis apresenta os testes realizados e os respectivos resultados obtidos.

Por fim, no sétimo capítulo, serão apresentadas as conclusões e recomendações para futuras pesquisas ou melhoria da tese.

Capítulo 2 Síntese de fala em simulação clínica

Neste capítulo, começamos por descrever de uma forma geral os ambientes de simulação clínica relevantes para este trabalho e discutir brevemente o seu funcionamento. Segue-se o indispensável estudo dos sistemas disponíveis em modelos de manequins de simulação clínica existentes no mercado. Por fim, analisamos o estado da arte em matéria de tecnologias de processamento de fala utilizáveis neste contexto.

2.1. Ambientes de simulação clínica

A simulação no treino de profissionais de saúde tem evoluído de forma significativa nas últimas décadas, dando um grande contributo à formação de médicos, enfermeiros e outros especialistas em diferentes áreas de atuação.

Essa evolução tem sido conseguida por combinação de diferentes disciplinas (robótica, tecnologias de informação; ciências biomédicas; didática, psicologia). Os simuladores podem ser capazes de dar resposta em quadros clínicos e cenários fisiopatológicos fidedignos, em tempo real, propiciando um ambiente “realista” para os formandos. O realismo dos ambientes de simulação é de grande importância, pois contribui para o aperfeiçoamento do trabalho em equipa e a melhoria das competências dos profissionais clínicos [5].

A simulação, em termos gerais, pode ser definida como uma *“técnica para substituir ou ampliar experiências reais, replicando aspetos substanciais do mundo real de uma forma totalmente interativa”* [6]. Um simulador pode ser definido, segundo Tanoeiro e Taqueti, citados em [6], como *“qualquer dispositivo que reproduz parte de um sistema ou processo”*. Particularizando, e no âmbito dos cuidados de saúde, a definição pode abranger um processo de formação interativo em que os pacientes reais são substituídos por manequins: *“um simulador clínico é um dispositivo que imita/reproduz um paciente real ou uma parte do corpo humano, capaz de interagir com o aluno”* [6]. Esta situação – ilustrada na Figura 1 [2] – entronca no domínio da aproximação à realidade, criando cenários de cuidados a um hipotético paciente num ambiente que promove o treino seguro e facilita a análise das ações realizadas [7].



Figura 1: Treino de cuidados médicos em equipa com manequim de simulação

O ambiente de simulação clínica corresponde a tudo o que se encontra ou acontece durante a simulação de um procedimento clínico. Segundo [2], salientam-se os seguintes aspetos:

- ✓ O instrutor deve “apresentar” ao(s) instruendo(s) o manequim para existir uma certa “familiaridade/realidade” com o equipamento – ele torna-se uma “peça” fundamental para o exercício pedagógico.
- ✓ O ambiente de simulação deve ser adequado para um trabalho confortável de um pequeno grupo de formandos, com boa ventilação, acústica e iluminação.
- ✓ Os formandos passam a maior parte do tempo em pé para maior flexibilidade na realização de tarefas colaborativas e melhores condições de aprendizagem por observação.
- ✓ O material necessário é específico para cada situação e necessita estar disponível e em boas condições de uso.





Segundo [2], a relação entre o instrutor e instruendo em simulação clínica deve envolver pouca ou nenhuma troca de palavras, bastando apenas a troca de ferramentas adequadas para que o formando perceba as orientações do formador. Por isso, a intervenção prática deve ser antecedida de toda a informação teórica necessária.


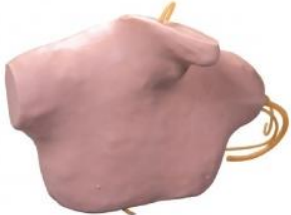


As discussões em pequenos grupos trazem grandes vantagens na interação entre o instrutor e o instruendo, facilitando a compreensão das necessidades individuais dos instruídos [2].

2.2. Manequins de simulação clínica

Existem vários tipos de manequins, adaptados aos diferentes procedimentos médicos ou de enfermagem sobre os quais se pretende dar instrução. A Tabela 1 apresenta alguns exemplos [8][9].

Tabela 1: Manequins e acessórios afins de simulação clínica.

Procedimento	Exemplos de modelo
Injeção intramuscular	
Cateterização	
Exame ocular	
Medição de pressão arterial	

<p>Injeção deltóide e intravenosa</p>	
<p>Punção venosa e cateterismo</p>	
<p>Exame da próstata</p>	
<p>Ressuscitação cardiopulmonar</p>	

O exemplo mais óbvio da importância da simulação clínica é talvez a ressuscitação cardiopulmonar. A sua aplicação eficaz é, desde anos a esta parte, uma preocupação dominante das autoridades de saúde pública. O tempo de atendimento até ao primeiro choque/desfibrilação é crucial para o sucesso da ressuscitação [10]. Identificar em tempo útil as situações de ataque cardíaco e/ou falência cardiopulmonar

em que esse procedimento deve ser aplicado e aplicá-lo com eficácia permite melhorar drasticamente os prognósticos das vítimas, evitando mortes e prevenindo sequelas graves em imensos casos. O treino de desfibrilação em manequim de simulação clínica – vide Figura 2 [11] – constitui por isso um fator de salvamento de vidas.



Figura 2: Simulador de ressuscitação cardiopulmonar

A evolução natural destes equipamentos é no sentido de aumentar o realismo da interação, o que implica um nível de sofisticação cada vez mais elevados. Tomando o exemplo do treino de injeções e punções venosas – vide Figura 3 [8] – os manequins podem ser dotados de funcionalidades como: articulações giratórias no braço, cotovelo e punho; painel indicador de “*feedback*” imediato para cada vaso sanguíneo; sistema de fluido pressurizado variando a palpabilidade das veias; viscosidade do sangue semelhante à realidade; pulsações arteriais automáticas [12].



Figura 3: Braço para treino de punção venosa

Naturalmente, o mercado de manequins para simulação clínica tem registado, nos últimos anos, crescente diversificação e sofisticação da oferta. Os modelos podem ser categorizados de acordo com o seu nível de sofisticação (fidelidade). A Tabela 2 apresenta e caracteriza alguns exemplos [13] [14] [15].

Tabela 2: Categorização de manequins de simulação clínica

Nível de sofisticação	Modelo	Fabricante	Funções Simuláveis
Baixa-fidelidade	Resusci Anne QCPR	Laerdal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reanimação Cardiopulmonar (RCP) ➤ Análise de vias Respiratórias ➤ Análise da Circulação ➤ Pressão arterial / pulsos ➤ Análise ocular
Alta-fidelidade	SimMan 3G	Laerdal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Intervenção nas Vias Aéreas ➤ Análise da Circulação ➤ Análise da Cardíacas ➤ Acesso Vascular ➤ Reanimação Cardiopulmonar (RCP) ➤ Características oculares ➤ Administração de fármacos ➤ Sons
Alta-fidelidade	CAESAR	CAE Healthcare	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trauma ➤ Intervenção nas Vias aéreas ➤ Análise Neurológicas ➤ Análise da Respiração ➤ Análises Cardíacas ➤ Análise da Circulação ➤ Acesso vascular ➤ Administração de fármacos ➤ Sons ➤ Análise das Articulação

No sentido de otimizar a relação benefício/custo, é desejável que o desenvolvimento de novas funcionalidades se baseie no *feedback* dos próprios utilizadores destes modelos – profissionais de saúde, instrutores e instruendos [12].

2.3. Modos de comunicação

Para uma melhor compreensão da temática da síntese de fala começemos por um enquadramento teórico sobre comunicação. Esta é vital para a generalidade dos animais e particularmente para os seres humanos. Pode ser definida como o processo de criação de informação destinada a ser interpretada. A informação pode ser transmitida por muitas vias, nomeadamente sons (e.g. latidos, rugidos, voz humana) e gestos (e.g. movimentos da cabeça).

A comunicação humana pode utilizar três principais modos [1]. O modo mais básico é a **comunicação afetiva**, que consiste em exteriorizar um estado emocional primário (por exemplo, dor). Uma das características deste tipo de comunicação consiste no facto de a intensidade da emoção (e.g. dor) se traduzir de forma direta na intensidade da exteriorização (e.g. grito ou choro) [1]. Embora fundamental e poderosa, a comunicação afetiva apresenta limitações. Para a expressão de sentimentos mais complexos (por exemplo fome ou cansaço) é necessário recorrer a outros mecanismos.

A **comunicação icónica** pode ser definida como aquela em que a forma criada – por exemplo, acústica (tipo de som) ou visual (sinais com as mãos ou expressão facial) – evoca o significado pretendido. Tomando como exemplo o caso do cansaço, podemos comunicá-lo pelo gesto de dormir, em que se fecham os olhos e se inclina a cabeça para o lado sobre as mãos juntas [1].

No modo mais evoluído, a **comunicação simbólica**, em vez de usar associações naturais entre forma e significado, opta-se por estabelecer uma série de associações convencionais. Estas podem ser desprovidas de lógica aparente: a agitação da mão esquerda pode significar ‘lápiz’ e a da mão direita ‘caneta’. A vantagem é facilitar a adoção de formas claras e distintas umas das outras, reduzindo as situações de equívoco e aumentando a rapidez; a desvantagem principal é a necessidade de memorizar as convenções [1].

2.4. Componentes da fala humana

Na comunicação humana através da fala, é importante fazer a distinção entre duas componentes: **verbal** e **prosódica**. Elas podem ser estudadas de forma conjunta ou independente, mas a interação entre elas é fundamental na comunicação falada [1].

A **componente verbal**, como o nome indica, refere-se à informação veiculada estritamente pelas palavras e pela sua organização em sequência para formar frases.

Conquanto possam reconhecer-se traços do modo icónico (onomatopeias), trata-se predominantemente de comunicação simbólica, regida por um conjunto de convenções (léxico, regras gramaticais). O **fonema** é a unidade elementar do modelo simbólico desta componente da fala. A sua síntese compreende assim (pelo menos) dois níveis: geração de palavras por combinação de fonemas e de frases por combinação de palavras [1].

Outra forma de representação da linguagem verbal é através de níveis linguísticos. Enquanto na representação anterior usavam-se unidades primárias da “forma” para descrever as unidades básicas da linguagem (fonemas), nesta nova representação usam-se unidades secundárias, concretamente morfemas e sintaxe. Os primeiros são usados para descrever a formação de palavras ou sua estrutura interna, enquanto a sintaxe é fundamental na disposição dessas palavras nas frases e na relação lógica entre si nos discursos [1].

Já a **componente prosódica** (ou simplesmente prosódia) reside não nas palavras em si, mas na forma como elas são ditas. É usada, nomeadamente, para expressar emoções, surpresas, enfatizar uma palavra ou indicar o fim das frases. O seu papel varia em diferentes línguas, mas não é primariamente simbólica nem formada por unidades que se combinem em sequência. Possibilita, em conjugação com a componente verbal, muitas cambiantes de interpretação. Tomemos como exemplo a palavra “maravilhoso”; se ela for dita em tom de desgosto (discórdia entre a componente prosódica e verbal) fica para o ouvinte a missão de adivinhar se está perante uma situação de sarcasmo.

A componente prosódica tem, em geral, dois propósitos principais: afetivo ou aumentativo. A **prosódia afetiva** demonstra emoções primárias como a dor ou raiva. Por exemplo, quando alguém diz algo ao magoar-se (e.g. “cortei o braço!”) tende a fazê-lo gritando e não em tom calmo e sereno [1]. A **prosódia aumentativa** tem por objetivo reforçar a componente verbal. Recorre, nomeadamente, a diferenças de volume sonoro ou pausas para enfatizar certas palavras, chamando atenção sobre elas. Por exemplo, se alguém pergunta “Vais ao cinema no próximo sábado?” e recebe como resposta “Não, estarei em casa”, se durante a pronuncia da frase não se apresentar uma pausa a seguir ao “Não”, de modo a enfatiza-la, o ouvinte pode fazer uma interpretação oposta da pretendida [1].

2.5. Sistemas de síntese de fala

Os sistemas de síntese de fala geram conteúdo oral (voz artificial) automaticamente a partir de conteúdo escrito (ficheiro de texto). São, por isso, também designados sistemas *Text-to-Speech* (TTS). A sua operação é ilustrada no diagrama de blocos da Figura 4 [16].

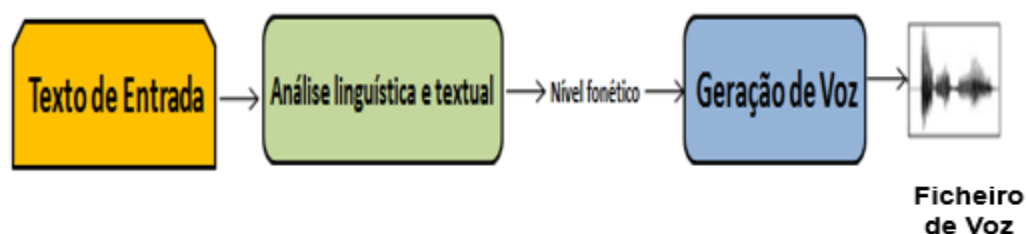


Figura 4: Sistema TTS

Esses sistemas são constituídos por duas componentes principais: *front-end* e *back-end*. O *front-end* recebe o texto puro e converte-o em símbolos. O *back-end*, utilizando algoritmos de processamento digital de sinal, transforma essa informação simbólica em voz.

Sistemas de reconhecimento de voz, também designados *Speech-to-text* (STT), geram informação simbólica (texto) automaticamente a partir de conteúdo oral (voz natural).

Alguns sistemas de síntese de fala apresentam reconhecimento de voz incorporado. A função desse reconhecimento é de contribuir com informação adicional para uma melhor configuração de parâmetros para síntese de fala, isto é, são usados para o acerto de parâmetros do TTS, melhorando a qualidade desses sistemas. Esta configuração é designada *Speech-to-Speech* (STS).

O diagrama de blocos da Figura 5 [16] ilustra o exemplo de uma configuração de *Speech-to-Speech* (STS). Parte de um ficheiro de voz que é submetido a um modelo para extrair os parâmetros de configuração do sintetizador que irá imitar essa voz.

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos no sentido de melhorar a naturalidade e a inteligibilidade, pois estes são fatores considerados na avaliação da qualidade da voz sintética. Porém, apesar de alguns avanços alcançados, a qualidade em termos de naturalidade ainda apresenta lacunas nos aspetos de entoação e emotividade [17].

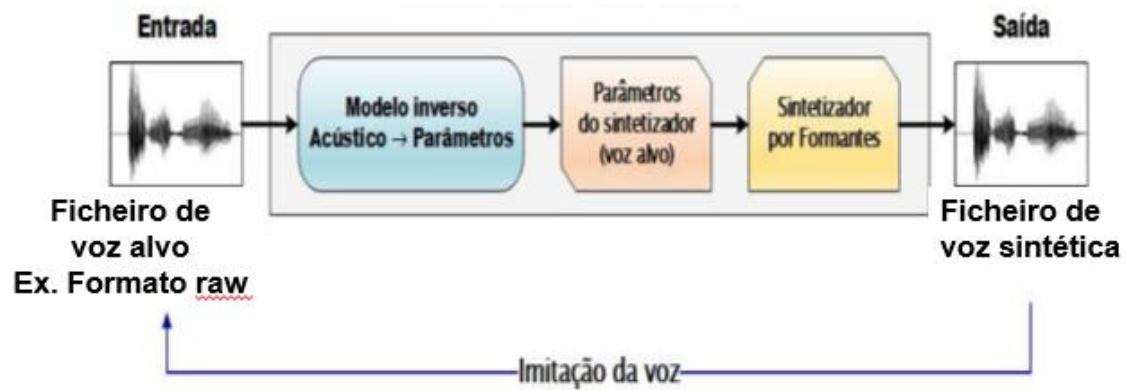


Figura 5: Sistema STS

2.6. Modelos de representação em sistemas *Text-to-Speech* (TTS)

2.6.1. Modelo de forma comum

Este modelo, como ilustra a Figura 6, compreende dois blocos principais: análise de texto (identificação das palavras no texto escrito) e síntese de fala (identificação dos fonemas e síntese do sinal áudio) [1].

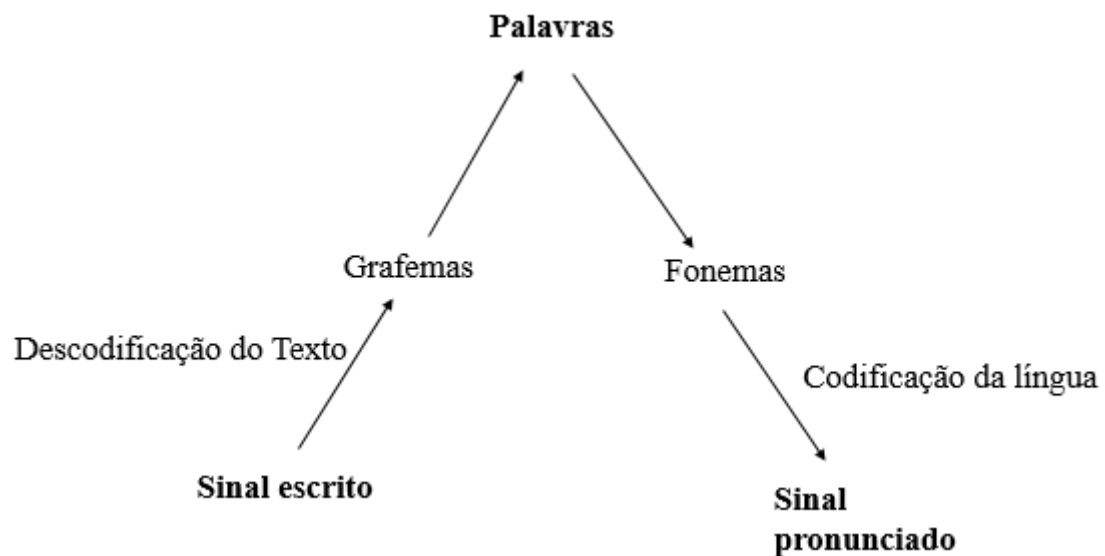


Figura 6: TTS: modelo de forma comum

O sistema de análise de texto consiste em resolver a ambiguidade da informação do texto escrito (sinal de entrada) de modo a encontrar uma mensagem limpa e inequívoca. Esta componente descodifica o sinal de texto e encontra a sua forma.

O sistema de síntese de fala consiste em pegar o resultado do sistema anterior e codificá-lo com sinal diferente (voz). Neste modelo o resultado é apresentado na mesma ordem do texto de entrada, sem a realização de qualquer tipo de análise (prosódia neutra), o que pode torná-lo ruidoso, ambíguo e redundante. A ideia central deste modelo consiste em ter uma “forma comum” e única de representação intermédia entre os dois sinais processados nesses sistemas.

As principais características do modelo de forma comum são:

- ✓ A tarefa principal do sistema de análise de texto é encontrar a “forma comum”.
- ✓ A tarefa do sistema de síntese é de gerar o sinal de voz a partir da “forma”.
- ✓ A informação prosódica não poder ser, em geral, descodificada a partir do texto. Assim, codificação é feita com prosódia neutra.

2.6.2. Outros modelos

Para além do modelo de forma comum, podem ser destacados os seguintes:

✓ Modelo de grafemas e fonemas

O modelo de grafemas e fonemas é semelhante ao de forma comum, mas a conversão de grafemas para fonemas é direta; não passa pela identificação de palavras (forma comum). Esta abordagem é muito atraente para línguas em que existe correspondência direta grafema-fonema. Nos casos da língua portuguesa bem como da inglesa, por exemplo, esta situação não acontece, dificultando este processo. Em línguas como a chinesa, este modelo torna-se impraticável [1].

✓ Modelo de texto como linguagem

Neste modelo o texto de entrada é transformado numa mensagem linguística, de seguida, esta mensagem passa por um processo de normalização para eliminar possíveis ambiguidades, e por fim é codificada em sinal de voz. [1]

✓ **Modelo de sinal para sinal**

No modelo sinal para sinal o texto de entrada é convertido diretamente em sinal de saída (voz). Diferentemente do modelo de texto como linguagem, este não busca uma mensagem linguística, mas sim tenta codificar o sinal de voz a partir texto de entrada inicial [1].

2.7. Síntese de fala em manequins de simulação

O aumento de sofisticação dos manequins de simulação clínica passa pela inclusão, entre outros, de sistemas de fala artificial. Estes contribuem para um ambiente de simulação muito mais realista, sobretudo do ponto de vista da interação emocional, pois o manequim pode comunicar o seu estado físico ou “emocional” durante o procedimento [18]. Deste modo, a formação dos profissionais de saúde em aspetos técnicos de intervenção física pode mais facilmente ser complementada do ponto de vista da intervenção a que chamaremos ‘social’. Esta implica capacidade de comunicação e sensibilidade relativamente à informação transmitida oralmente pelos pacientes, que pode aliás ser de grande relevância clínica. Por exemplo, no treino de cuidados de enfermagem é muito importante a avaliação do desempenho dos instruídos face à perda lenta de consciência por parte dos pacientes em diversas situações.

A síntese de fala pode ser usada como suporte ao ensino da atenção psicossocial. Pacientes com esquizofrenia ou outras doenças psicológicas apresentam, frequentemente, alucinações auditivas. A aplicação da síntese de fala em manequins traria uma mais valia para este ensino de saúde mental, a partir de narrativas virtuais de situações comuns no atendimento psiquiátrico, o instruído pode tomar decisões clínicas escolhendo alternativas de conduta [18].

Alguns modelos de manequins disponíveis no mercado incorporam sistemas de fala. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos [13] [14] [15]. Naturalmente, a fala não é a sua única funcionalidade; antes aparece como um acréscimo às funcionalidades consideradas principais. Por esse motivo, normalmente não é disponibilizada informação técnica detalhada sobre os sistemas de fala. Em geral, eles baseiam-se na fala do próprio instrutor ou então num banco de sons vocais (e.g. palavras) pré-gravados que são combinados de modo a formar frases. Este método é comum em aplicações de

atendimento automático (encaminhamento de chamadas, máquinas de venda, serviços bancários...). As desvantagens residem na impossibilidade prática de dispor de todo o léxico (na língua portuguesa, estima-se que seria necessário gravar mais de 350.000 vocábulos) e na restrição às vozes disponíveis na base de dados, acrescentado ao facto de as mesmas soarem muito artificial.

Tabela 3: Modelos de manequim com sistema de fala

Fabricante	Modelo	Funções
CAE Healthcare	Caesar	➤ Sons e vozes pré-gravados
CAE Healthcare	Metiman - MPHman	➤ Sons vocais gerados pelo instrutor através de microfone sem fio
Laerdal	Resusci Anne	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sons vocais pré-gravados ou gravados pelo utilizador ➤ Sons vocais gerados pelo instrutor através de microfone.
Laerdal	SimMan 3G	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sons gravados previamente ➤ Sons vocais gerados pelo instrutor

Capítulo 3 *Software de geração/síntese de fala*

Tem-se desenvolvido *software* de síntese de fala para diferentes finalidades, como o auxílio a pessoas com necessidades especiais e a leitura automática de apresentações do tipo “*powerpoint*” ou livros digitais. Neste capítulo, serão apresentados alguns desses pacotes de *software* de conversão TTS (*Text-to-Speech*) dando ênfase aos que apresentam maior potencial de aplicação neste trabalho. Esta pesquisa baseou-se no motor de busca da *Google*, com expressões como “software de síntese” de fala ou “aplicações de síntese de fala”. Foi possível encontrar páginas como as referências [19] e [20].

A Tabela 4 resume algumas informações dos pacotes de software, em seguida analisados com maior detalhe.

Tabela 4: *Características dos sistemas de síntese de fala.*

Software	Método de Síntese	Sistema Operativo	Língua Portuguesa
Balabolka	Síntese de fonemas	Windows, Linux e MacOS.	Disponível
Voice Dream Reader	Informação não disponível	MacOS e Windows	Disponível
WordFlashReader	Informação não disponível	Windows e Linux	Não disponível
Espeak	Síntese de formantes	Windows e Linux	Disponível
Loquendo	Informação não disponível	Windows, Linux e MacOS.	Não disponível
Festvox	Síntese de UniSyn Síntese de difones	Linux, FreeBSD e Solaris	Permite desenvolvimento

3.1. Balabolka

Este é um pacote de *software* de utilização livre para usuários de síntese de fala, desenvolvido para operação em ambientes *Windows* – vide Figura 7 – *Linux* e *MacOS*. Recorre a segmentos (fonemas) pré-gravados da voz humana para formar as palavras que pronuncia. Permite alterações de parâmetros da voz (e.g. velocidade, tonalidade ou volume) [21]. Esta aplicação está padronizada para a língua inglesa, e não estão disponíveis traduções. Para síntese a partir de texto em língua Portuguesa, seria necessário dispor de bibliotecas de pronúncia para a voz escolhida [22].

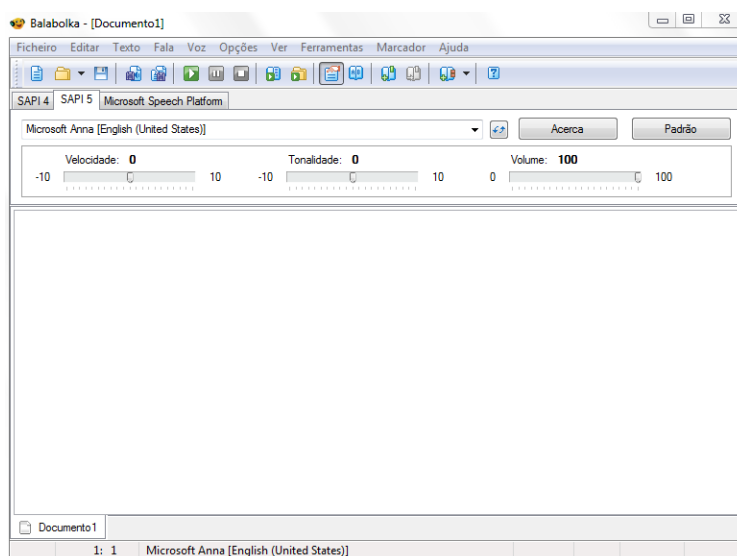


Figura 7: Ambiente de trabalho do Balabolka

3.2. Voice Dream Reader

Este pacote de *software* – vide Figura 8 [23] – permite a leitura de texto inserido no ecrã, ou armazenado em ficheiros de variados formatos (pdf, txt, doc, epub, htm, livros digitais (*ebook*),...). Suporta até 20 idiomas diferentes, incluindo o Português, e permite a pausa e continuação da leitura, partilha do texto escrito nas redes sociais, etc. Não é gratuito; foi desenvolvido para o sistema operativo MacOS, mas há versões que operam em ambiente Windows [21].

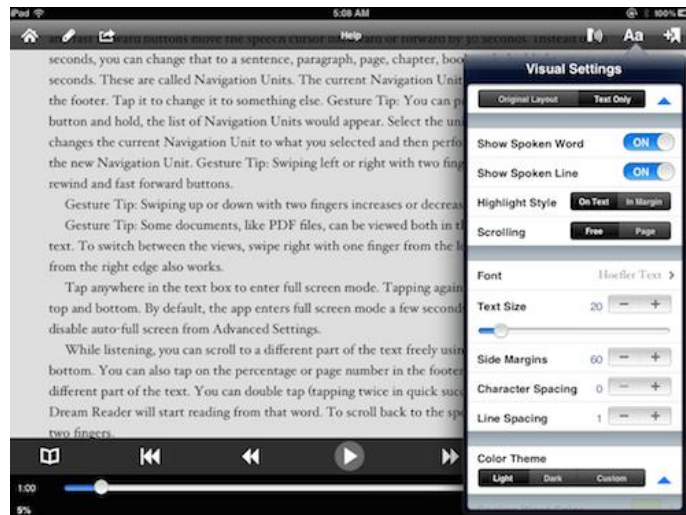


Figura 8: Ambiente de trabalho do Voice Dream Reader

3.3. WordFlashReader

Este programa gratuito, desenvolvido para os sistemas operativos Windows e Linux, usa apresentação do tipo RSVP (*Rapid Serial Visual Presentation*) que consiste em apresentação de sucessivos fragmentos de texto num ponto do ecrã – vide Figura 9. Recomendado para ficheiros de texto e *html*, funciona também com ficheiros PDF [24]. Foi desenvolvido para operação em inglês (UK e US), italiano, espanhol e francês.

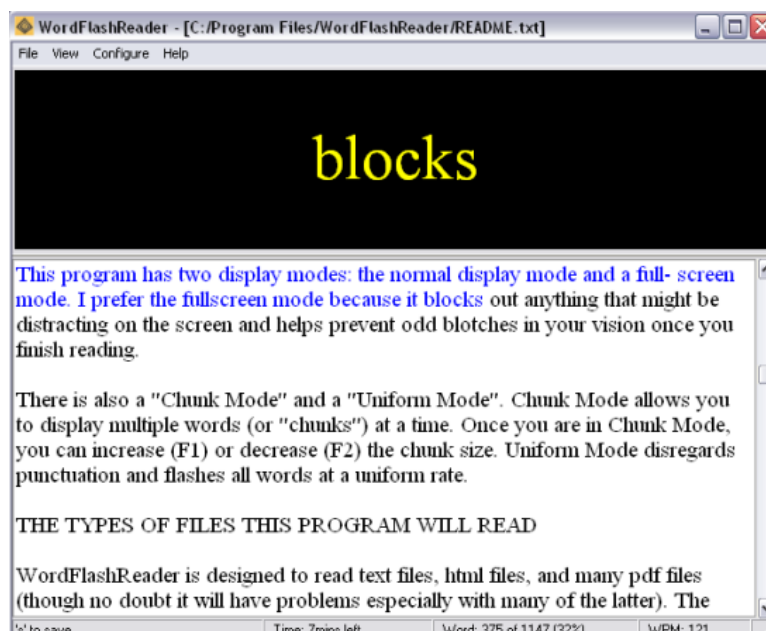


Figura 9: Ambiente de trabalho WordFlashReader

3.4. Espeak

Este pacote de *software* suporta vários idiomas, incluindo o Português. É gratuito e foi desenvolvido para funcionar em ambiente Windows e Linux. Utiliza o método de síntese de formantes¹, que permite suportar vários idiomas com recursos computacionais reduzidos. Inclui vozes diferentes com características configuráveis. Apesar de o discurso não soar tão natural ou suave como o dos sintetizadores baseados em gravações, apresenta-se bastante inteligível e é possível variar a sua velocidade [25].

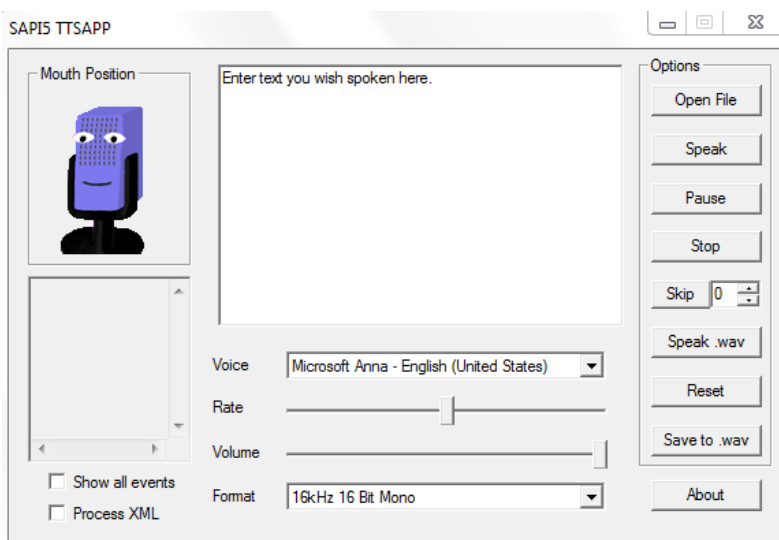


Figura 10: Ambiente de trabalho do Espeak.

3.5. Loquendo

Este pacote de *software*, que não é gratuito, suporta mais de 30 idiomas, incluindo Português, e mais de 70 vozes. É compatível com todos os principais sistemas operacionais e padrões de voz, e dispõe de uma ampla gama de configurações para atender aos requisitos de várias aplicações [26].

¹ Modelo de síntese que, ao em vez de usar amostras de fala humana, usa um modelo acústico com base na variação temporal de parâmetros como frequência fundamental e níveis de ruído da para gerar a fala.

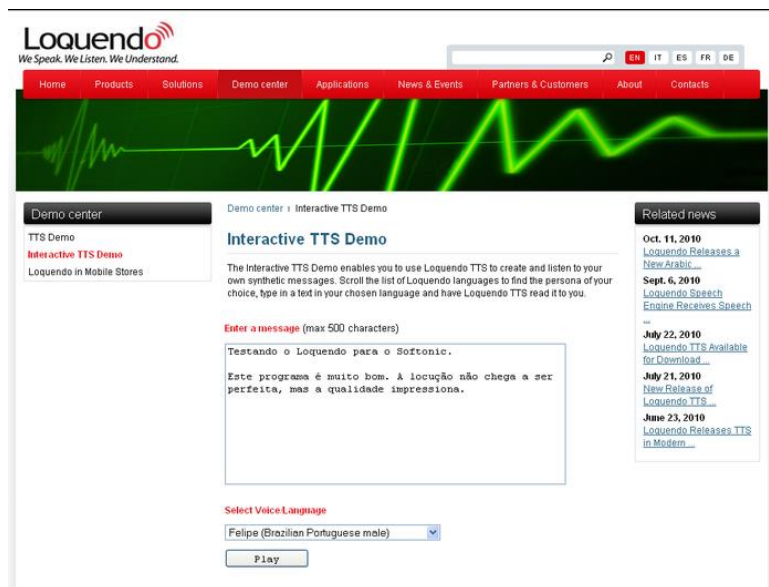


Figura 11: Ambiente de trabalho Demo do Loquendo.

3.6. Festvox

O pacote de *software* Festvox (também conhecido por “Festival”) foi desenvolvido em C++ na universidade de Edimburgo. Foi concebido para funcionar em Unix (Linux, FreeBSD e Solaris), mas também pode ser executado outras plataformas, desde que tenham um ambiente semelhante, como é o caso de *cygwin* sob Windows ou OSX. É gratuito e suporta várias línguas, permitindo também a construção de novas vozes [27] [28] [29]. Tem a particularidade de apresentar uma arquitetura aberta, tendo sido projetado com três finalidades principais em vista:

- ✓ **Pesquisa:** pretende constituir um veículo de desenvolvimento e teste de novas tecnologias de síntese de fala.
- ✓ **Desenvolvimento de aplicações:** pode integrar aplicações envolvendo voz artificial onde a síntese não é a principal área de interesse.
- ✓ **Uso comum:** pode ser usado como um pacote de *software* TTS, sem necessidade de configuração por parte do utilizador.

Apresenta, a par das funções especificamente relacionadas com síntese de fala (formas de onda, sons, pronúncias), funções de carácter geral (e.g. “decision trees”) e conjuntos de recursos (“feature sets”). Suporta os principais métodos de síntese.

3.6.1. Pronúncia

O processo básico de síntese no *Festvox* pode ser visto como um conjunto de módulos, em que, cada gerência um determinado número de unidades (palavras, segmentos, sílabas, etc.) e as respectivas relações. Uma unidade pode figurar em várias relações.

O bloco básico de construção de voz é o enunciado. A sua estrutura é preenchida por módulos, até que, as relações contidas formem uma pronúncia. Com as linguagens de programação C++ e *Scheme* é possível criar os módulos e aceder às pronúncias, relações e unidades.

3.6.2. Requisitos básicos do *Festvox*

Para construção de vozes em novos idiomas ou em idiomas já existentes é necessário responder a alguns requisitos básicos, nomeadamente:

- a) Ter um microfone de alta qualidade (usado em caso de construção de novas vozes).
- b) Estar num estúdio de gravação profissional ou mesmo numa sala adequada para gravação de qualidade (para a gravação de novas vozes, para além de um microfone de alta qualidade, é fundamental estar num ambiente de gravação bem insonorizado).
- c) Ter um computador com processador de grande desempenho (os processos de funcionamento do *Festvox*, em vozes novas ou já existentes, podem ser pesados computacionalmente).

3.6.3. Definição de voz num novo idioma

Para criar novos idiomas é necessário definir:

- ✓ Fonemas.
- ✓ Regras de processamento de sinal/código/símbolo (números, etc.).
- ✓ Método prosódico.
- ✓ Pronúncia de palavras (regras de léxico e/ou letra-a-som).
- ✓ Entoação (acentos e contorno da frequência fundamental F0).
- ✓ Durações (gama de frequência dos fonemas do orador)
- ✓ Sintetizador de forma de onda

Há casos em que se pode recorrer a soluções simples já existentes. Um exemplo é a definição da duração do fonema para uso de línguas. Contudo, haverá necessidade da introdução deste valor.

3.6.4. Definição de voz em idioma já existente

A qualidade de uma voz depende do método de geração da forma de onda, da entoação e pronúncia do orador e da duração do fonema. Para criação de uma nova voz recomenda-se a definição dos seguintes parâmetros:

- ✓ Síntese de forma de onda
- ✓ Entoação específica do orador
- ✓ Duração específica do fonema.

3.6.5. Escolha de Orador

A escolha do orador certo para a gravação é um dos aspetos importantes deste processo. Em geral, são preferíveis vozes claras e consistentes. O recurso a oradores profissionais pode ser vantajoso; conhecimentos básicos de tecnologia de fala (e.g. noção de fonema) podem também trazer mais-valia.

É importante frisar que a construção de voz sintética a partir de gravações ainda não foi investigada do ponto de vista dos direitos autorais. É por isso prudente, para evitar problemas futuros, que o orador seja informado do objetivo final da base de dados e expresse a sua concordância com o nível de uso que se pretende dar-lhe.

3.7. Análise e seleção de Modelos de Síntese de fala

Dos pacotes de *software* pesquisados concluiu-se que o melhor para o estudo e desenvolvimento de síntese de fala é o *Festvox*, pois apresenta uma arquitetura aberta concebida para esse efeito, e permite a construção de novas vozes em diferentes línguas. Constatou-se, no entanto, que não estão disponíveis, ainda, bibliotecas para língua portuguesa. Seria possível criá-las, mas esse processo, além de moroso e delicado, desviaria o foco principal do projeto.

Os pacotes de *software* com bibliotecas em língua portuguesa, como *Espeak* e *Balabolka* apresentam uma voz muito artificial e não permitem alteração prosódica. Trata-se de *software* com arquitetura fechada, destinado ao utilizador final e não

vocacionado para investigação em síntese de voz, o que os torna pouco atrativos para a aplicação pretendida.

Os esforços para encontrar soluções incluíram contactos com especialistas da área no 18º encontro da APEA (Associação Portuguesa de Engenharia de Áudio), que decorreu na Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto (FEUP). Estes contactos confirmaram a ideia de que os pacotes de *software* gratuito para síntese de fala, apesar de disponíveis em grande número, não apresentam vozes convincentes. Quanto aos pacotes de *software* pagos, apresentam de facto vozes mais convincentes; porém, aos custos elevados dos próprios programas, acrescem os das bibliotecas para cada língua, que são comercializadas em separado. Além disso, não garantiriam controlo prosódico para refletir emotividade ou mesmo excitação na voz do paciente – aspetos fundamentais para o realismo da cena.

Para este projeto em particular, a sugestão apresentada foi o recurso a frases pré-gravadas, podendo-se aplicar síntese apenas em resposta a algumas perguntas inesperadas que não teriam a mesma qualidade na resposta.

Capítulo 4 Requisitos e Modelação do Sistema

Após as informações apresentadas sobre a temática de síntese de fala, pacotes de *software* existentes no mercado com esta finalidade e sua aplicação na área da saúde, este capítulo debruça-se sobre os requisitos e metodologia do projeto, em particular no que toca os métodos de geração de fala utilizados.

4.1. Requisitos para uma ferramenta de geração de fala na área da saúde

As falhas na elaboração dos requisitos estão entre as principais razões de fracasso de uma ferramenta de software. Destacam-se os requisitos mal organizados, mal expressos ou desnecessários para os clientes e a dificuldade para lidar com requisitos frequentemente mutáveis. Os requisitos funcionais referem-se ao que o sistema deve fazer, ou seja, suas funções e informações. Entre os requisitos não funcionais podem destacar-se o desempenho, a usabilidade e a fiabilidade ou robustez.

Pretende-se construir uma ferramenta para a geração de fala em simulação clínica. Ela deve ser efetivamente útil para o ensino de deteção de patologias e/ou análise de diagnóstico de pacientes nesse ambiente. Tendo esse objetivo em vista, podemos definir requisitos funcionais de carácter geral em três áreas:

a) Relativos ao instrutor ou formador

Deverá ser possibilitada a especificação de cenários de treino pré-definidos e/ou alteráveis em tempo real. As características dos pacientes também devem poder ser especificadas, nomeadamente em termos de sexo, idade e condição social, bem como, naturalmente, em termos da patologia sobre que incide o procedimento de treino pretendido. O software deverá ser flexível para permitir fácil alteração dos cenários de simulação e resposta a situações não planeadas por parte do instrutor, fornecendo-lhe um conjunto de opções para esse fim.

b) Relativos ao formando

A ferramenta desenvolvida deverá dar a sensação de se estar em comunicação com um paciente real. Esta sensação deve ser atingida através da criação de uma conversa entre o formando e o paciente simulado, através de um esquema de perguntas (do primeiro) e de respostas (por parte do segundo). O sistema deverá avaliar a prestação do formando e dar-lhe *feedback* sobre ela.

c) Relativos à ferramenta.

O mecanismo de fala (por exemplo altifalante) deverá poder ser integrado num manequim de simulação clínica de baixa fidelidade. As interfaces com o(s) utilizador(es) deverão de tipo gráfico (GUI), amigáveis e intuitivas. As respostas do manequim deverão ter em consideração, por exemplo, o género do formando, adaptando as suas respostas se trata de alguém do sexo masculino de alguém do sexo feminino.

Como indicado já no capítulo anterior, a aposta inicial apontava para o recurso a síntese de fala e realizou-se um estudo exploratório sobre a utilização do *software Festvox*. Esta situação apresentou várias dificuldades, desde logo a elaboração de um *corpus* em português europeu. A alternativa – geração de fala através da gravação de respostas (típicas e não típicas) para uma determinada situação clinicamente relevante – exigiu a especificação de uma aplicação concreta de interesse no domínio da simulação clínica. A escolha, feita com o acordo de um Docente de Enfermagem da UA, especialista na área, recaiu na avaliação do nível de consciência de pacientes usando a Escala de Coma de Glasgow, mais concretamente o seu parâmetro “Resposta Verbal”.

4.2. Escala de Coma de Glasgow (ECG)

A Escala de Coma de Glasgow (ECG) foi desenvolvida por Taeasdale e Jennet, em 1974 na Universidade de Glasgow, na Escócia. É usada para diagnosticar disfunções neurológicas e determinar a sua severidade, através de uma avaliação do nível de consciência dos pacientes. A avaliação é quantitativa, o que permite padronizar a linguagem entre os profissionais de saúde [30].

As disfunções neurológicas podem ter diversas causas. O Trauma Crânio-Encefálico (TCE) é uma das principais, sendo aliás uma das maiores causas de mortalidade por lesões traumáticas [30]. Os mecanismos fisiológicos dos TCE são complexos. Existem também causas não traumáticas de alteração de consciência: lesões estruturais, de que se destacam abscessos, tumores cerebrais, sequelas de acidentes vasculares cerebrais, hidrocefalias e aneurismas; e não estruturais, causadas nomeadamente por hipoxia, alterações hidroeletrolíticas, hipertermia e hipotermia, encefalopatia hepática, intoxicações por álcool, drogas ilícitas, sedativos hipnóticos e metais pesados.

A Escala de Coma de Glasgow auxilia no atendimento a pacientes em todas estas situações. Esta escala tem uma gama de 3 (mínimo) a 15 (máximo) pontos que são atribuídos por observação de ações espontâneas e de resposta a estímulos verbais e/ou dolorosos. A pontuação é distribuída por três parâmetros de avaliação (**abertura ocular, resposta verbal e resposta motora**) tendo em conta os seguintes critérios:

✓ **Abertura Ocular** (1 a 4 pontos): se o paciente apresentar uma abertura ocular espontânea durante o procedimento, atribui-se a pontuação máxima (4). Se a abertura ocular é apresentada como resposta a uma ou várias solicitações verbais, a pontuação é 3. Se a abertura ocular só ocorre em resposta a estímulos dolorosos, a pontuação é 2. À ausência total de abertura ocular, apesar da aplicação de vários estímulos, corresponde a pontuação mínima (1).

✓ **Resposta Verbal** (1 a 5 pontos): a pacientes orientados no tempo e no espaço, que apresentam respostas coerentes a perguntas do tipo “sabe como se chama?”, “Sabe que dia é hoje?”, atribui-se a pontuação máxima (5). A pacientes que respondem, mas de forma incoerente ou confusa, atribuem-se 4 pontos. São atribuídos 3 pontos a pacientes cujas respostas não são relacionadas com as questões apresentadas. Tomando como exemplo as questões acima, seriam assim consideradas as respostas “Tenho fome” ou “Quero ir embora”. Existem pacientes que apresentam respostas incompreensíveis, como gemidos ou murmúrios, mesmo após aplicação de estímulos dolorosos; a esses pacientes são atribuídos 2 pontos. A pacientes que não apresentam resposta verbal, mesmo depois de aplicados vários estímulos, é atribuída a pontuação mínima (1).

✓ **Resposta Motora** (1 a 6 pontos): representa a capacidade de controlar o movimento de partes do corpo, por exemplo mexer os dedos ou levantar o(s) braço(s). A pontuação máxima (6) é atribuída aos pacientes com capacidade de responder adequadamente a instruções para executar movimentos desse tipo. Se o paciente, após sentir um estímulo doloroso localiza a fonte e tenta removê-la, recebe 5 pontos. Se, nas mesmas condições, o paciente afasta, por reflexo, a parte do corpo afetada, mas não procura remover a fonte do estímulo, a pontuação é quatro (4). Os pacientes que, como resposta motora, apresentam movimentos de flexão, têm 3 pontos. Se a resposta motora for um movimento de extensão, a pontuação é 2. Nos dois últimos casos, o estímulo deve ser aplicado

com o paciente em postura adequada, isto é, com os braços, punhos e dedos fletidos e próximos do corpo, as pernas em extensão e os pés em flexão. Os pacientes que não respondem a nenhum estímulo têm a pontuação mínima (1).

4.3. Cenário de utilização

O procedimento de formação em avaliação de consciência com base na Escala de Coma de Glasgow decorre num ambiente constituído por duas salas separadas por um vidro – vide a Figura 12 [31]. O formando (estudante de enfermagem) toma lugar na primeira, equipada com uma maca sobre a qual se encontra deitado um manequim de corpo inteiro (paciente simulado) equipado com um altifalante. Na outra sala estará o formador (professor de enfermagem), controlando as respostas do manequim por meio da interface gráfica da aplicação a desenvolver.

O formando receberá o guião da experiência (que inclui um questionário para interpelação do manequim e um formulário de avaliação de nível de consciência de pacientes com base na Escala de Coma de Glasgow). Na interação com o manequim, aplicará o protocolo de abordagem de um paciente internado (ex. dirigir-se ao seu lado direito, ajustar as grades da maca...) e seguirá o questionário do guião.

Na segunda sala, o formador acompanhará a intervenção do formando e fará o controlo dos momentos de resposta do manequim através da aplicação a desenvolver.

Durante a interpelação, e com base nas respostas do manequim, o formando irá preencher o formulário de avaliação do nível de consciência, atribuindo uma pontuação de acordo com a Escala de Coma de Glasgow. No final do procedimento, apresentará esse diagnóstico ao formador. Este introduzirá os dados na aplicação para obter a classificação do formando.



Figura 12: Cenário previsto para utilização

4.4. Respostas do manequim

As respostas do manequim serão com recurso a frases pré-gravadas, o que pressupõe um conhecimento detalhado sobre a Escala de Coma de Glasgow, no que concerne ao tipo, número de perguntas e possíveis respostas para cada estado de consciência do paciente. Com a ajuda de um docente na área de Enfermagem ligado ao SIMULA, foi possível obter informações detalhadas sobre essa matéria. Empregam-se normalmente 5 ou 6 questões para avaliação. Naturalmente, tendo em conta os diferentes níveis de consciência que se pretende contemplar, haveria uma infinidade de respostas possíveis. A Tabela 5 mostra as perguntas selecionadas e, para cada nível de consciência, exemplifica as respostas possíveis.

Tabela 5: Escala de Coma de Glasgow (ECG): critério de resposta verbal

Resposta	Pontuação	Pergunta	Possível Resposta
Orientada	5	Bom dia, sabe como se chama?	Bom, dia! Chamo-me António.
		Sabe quem eu sou?	Claro que sim! É um(a) enfermeiro(a).
		Sr. António, sabe onde se encontra?	Estou no Hospital! (resposta orientada)
		Em que serviço?	No serviço de Medicina!
		Sabe que dia é hoje?	O dia de semana. (e.g. “É segunda-feira!”)
		Sabe em que mês estamos?	O mês correspondente. (e.g. “Estamos em Abril.”)
Confusa	4	Bom dia, sabe como se chama?	Bom, dia! Chamo-me Manuel.
		Sabe quem eu sou?	Claro que sim! És o(a) meu (minha) filho(a). És o(a) João/Maria!
		Sr. António, sabe onde se encontra?	Estou na minha casa! No meu quarto
		Sabe que dia é hoje?	Dia de semana errado Ex. “Hoje é domingo!”
		Sabe em que mês estamos?	Mês errado, Ex. “Estamos em Agosto.”
Inapropriada	3	Bom dia, sabe como se chama?	Quero levantar-me!
		Sabe quem eu sou?	Já disse, quero levantar-me!
		Sr. António, sabe onde se encontra?	Quero comer. Quero pão.
		Sabe que dia é hoje?	Oh Maria! Onde estás Maria?
		Sabe em que mês estamos?	Traz-me Pão.
Incompreensível	2	Para todas perguntas	Murmúrios ininteligíveis.
Nenhuma	1	Para todas perguntas	Sem resposta

No projeto, para cada pergunta, foram definidas várias respostas diferentes para cada nível de consciência (anexo A). As gravações foram realizadas por um orador adulto de sexo masculino, no estúdio do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro (DeCA). O material usado para as gravações incluía um microfone profissional, um pedestal e um computador portátil com o *software* Audacity.

O uso de um estúdio profissional de gravação, teve em vista a atenuação/eliminação de perturbações ambientais (ruído exterior, reverberação, etc.). O orador tinha a missão de dar a voz que será apresentada pelo manequim. O microfone, suportado pelo pedestal, foi posicionado de forma a permitir uma postura adequada do orador no momento da gravação. O *software* Audacity teve como função gerir a captação e armazenar as gravações efetuadas.

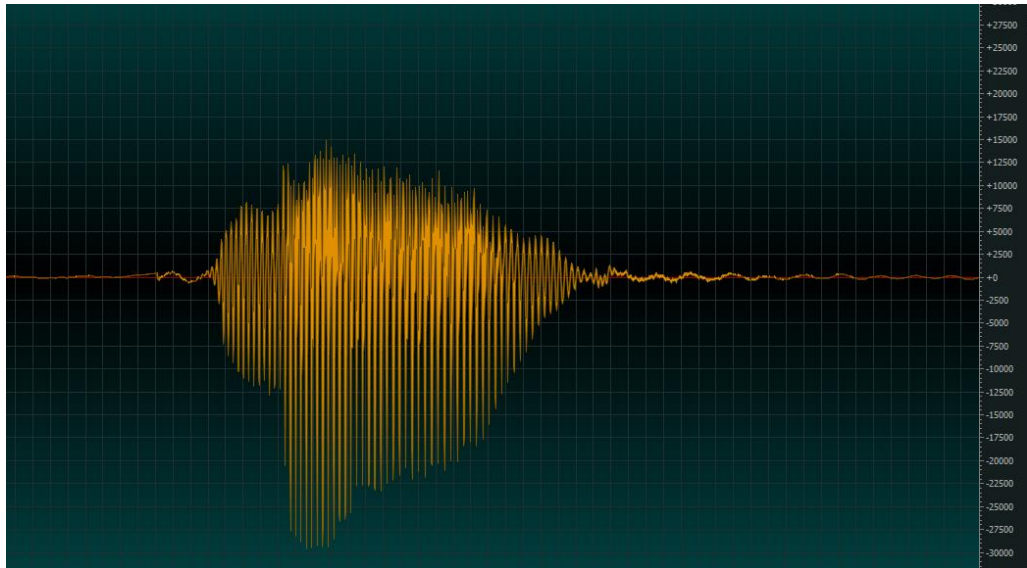
Todas as respostas foram gravadas, pelo menos uma vez, simulando pacientes calmos. Para melhorar o realismo da cena, algumas delas (as classificadas como ‘inapropriadas’ na Escala de Coma de Glasgow) foram também gravadas simulando um maior nível de excitação do paciente.

4.5. Melhoria da qualidade das respostas

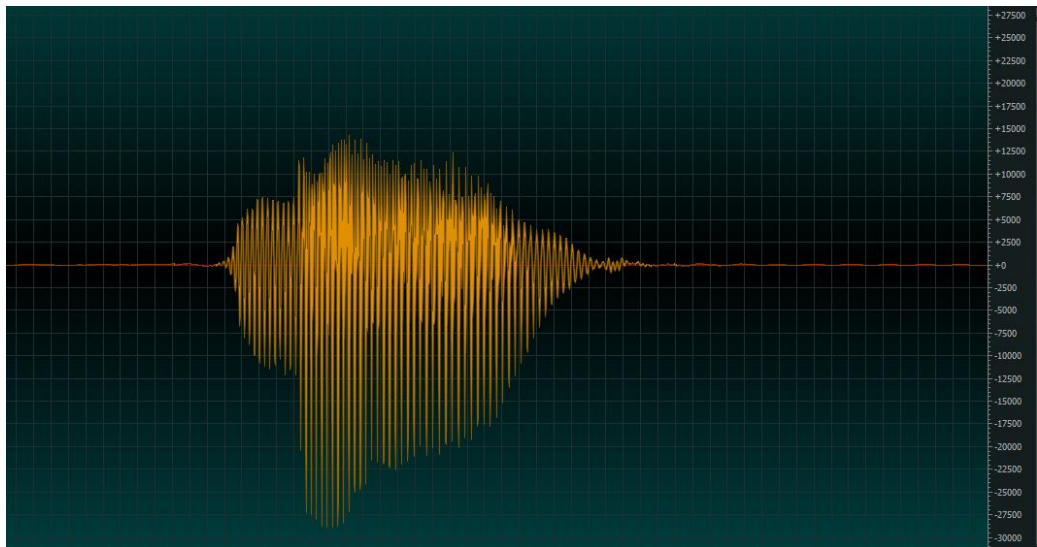
A qualidade das frases enunciadas pelo manequim tem uma contribuição significativa para o realismo da cena. Considerando esse aspeto, realizou-se um tratamento às frases gravadas com recurso ao pacote de *software* Ocenaudio.

O primeiro procedimento foi a separação das frases, dado que foram originalmente gravadas em contínuo (3 ficheiros “.wav” para todas as respostas). De modo a dar uma maior gama de volume às vozes, seguiu-se a amplificação do sinal. Após vários testes auditivos com diferentes valores de ganho, o valor médio usado para este parâmetro foi de 650%. De salientar que este valor foi obtido numa gama limitada, para evitar *clipping* do sinal (corte da crista da onda mudando o seu valor original).

Existe algum ruído introduzido na captação, embora muito fraco e não perceptível ao ouvido humano. Com a amplificação do sinal gravado, foi também, embora de forma indesejada, amplificado esse ruído, tornando-o perceptível. Aplicou-se por isso a função de remoção de ruído disponível no *Ocenaudio*. A Figura 13 ilustra este processo.



(a)



(b)

Figura 13: (a) Sinal amplificado com ruído (b) Sinal amplificado com ruído filtrado

4.6. Modelo para o nível de consciência

Pacientes num determinado nível de consciência podem, durante a interpelação, não apresentar todas as respostas correspondentes ao nível em questão. Na prática, é comum um doente apresentar uma ou outra resposta correspondente a níveis próximos. Tomando como exemplo um paciente confuso, para além de apresentar respostas maioritariamente confusas, pode ocasionalmente apresentar respostas orientadas ou inapropriadas. Esta situação foi tida em conta no algoritmo de geração de respostas do

manequim, através da aplicação de um processo aleatório de Markov. Trata-se de um processo em que a ocorrência de um evento depende apenas do evento anterior; pode ser apresentado em formato de cadeias, ditas *Cadeias de Markov* [33].

Uma Cadeia de Markov contém um estado inicial e um conjunto finito de estados com probabilidade de transição entre eles. Pode ser representada de duas formas: diagrama de transição de estados e formato matricial [33], como ilustra a Figura 14 [33] para uma cadeia com 3 estados, representados por (S_i), e correspondentes 9 transições (P_{ij}).

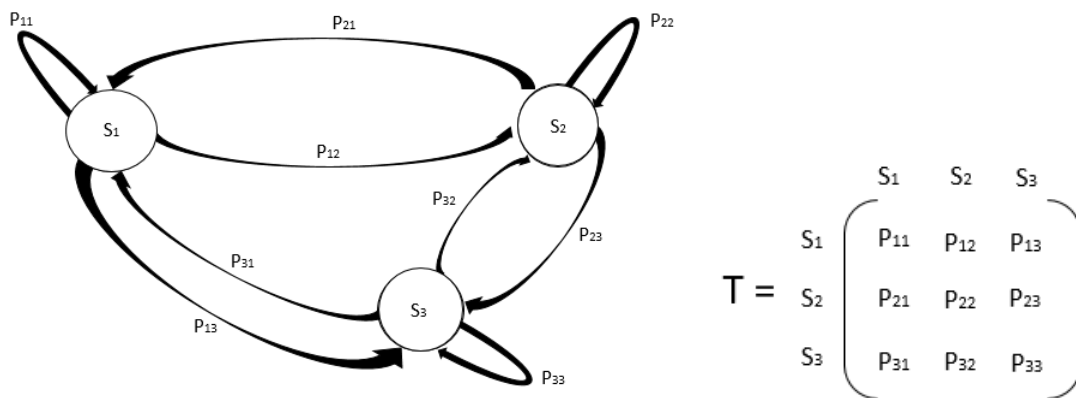
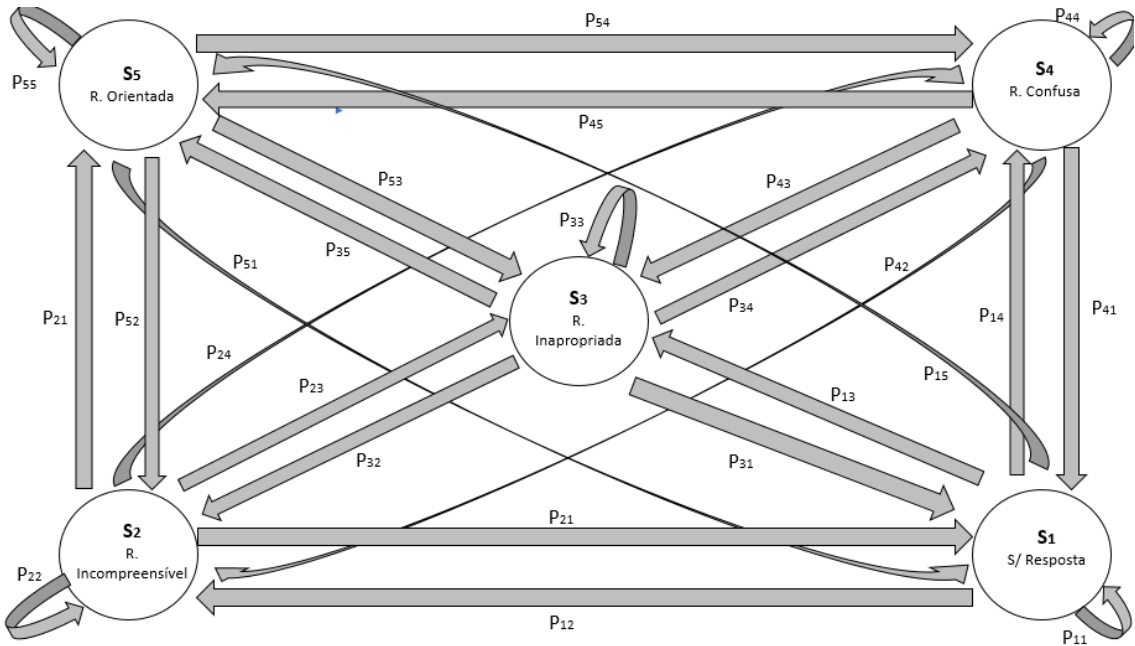


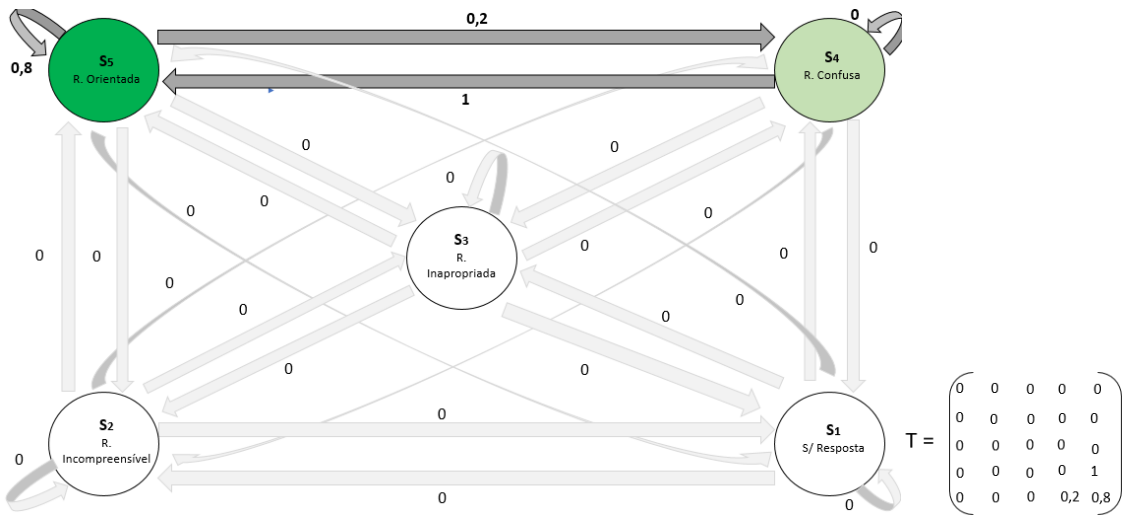
Figura 14: Representações de uma cadeia de Markov: diagrama de transição de estados e respetiva matriz.

A matriz de transição T é forçosamente quadrada. Os seus valores representam probabilidades, pelo que pertencem ao intervalo $[0 \ 1]$. Os valores da linha i de T representam todas as probabilidades de transição a partir do estado S_i . A sua soma é forçosamente igual à unidade (1). A intersecção entre a linha k e a coluna k (P_{kk}) representa a possibilidade de permanecer no estado k . A intersecção entre a linha i e a coluna j (P_{ij}) com $i \neq j$, representa a probabilidade de transição de S_i para o estado S_j .

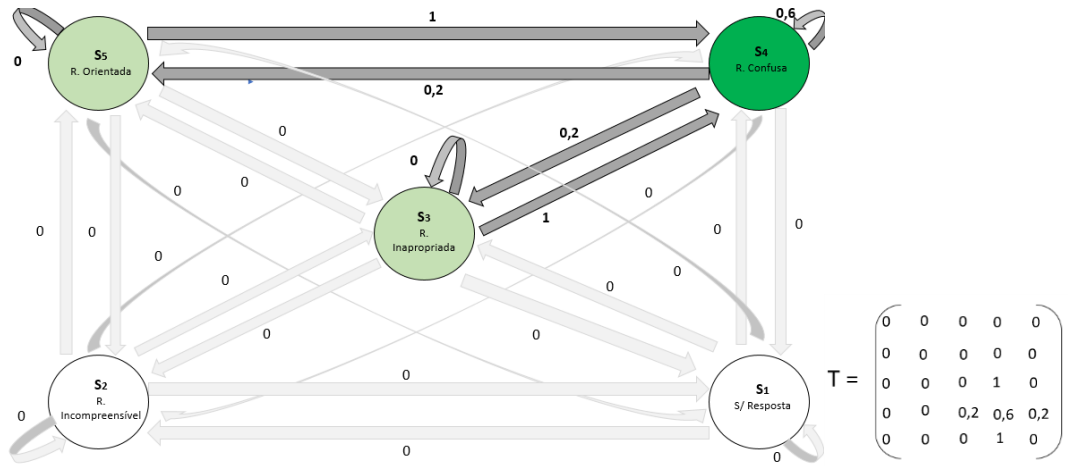
No modelo usado, é criada uma cadeia de Markov com cinco estados correspondentes aos tipos de resposta (O, C, I, In, SR). Para cada um dos 5 níveis de consciência da ECG, o estado inicial é o tipo de resposta correspondente, sendo a matriz de probabilidades de transição configurada por omissão com os valores indicados na Figura 15 (5 diagramas/matrizes). Estes valores foram estimados empiricamente com a ajuda de um Docente de Enfermagem com grande experiência na aplicação da escala e coma de Glasgow. Todavia, naturalmente, o programa oferece ao formador a opção de alterar os valores destas configurações.



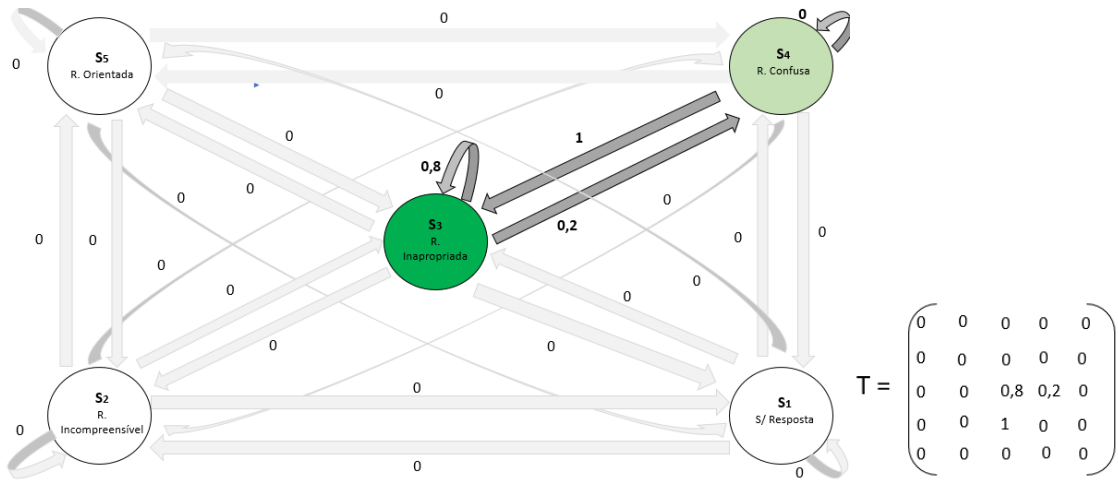
(a)



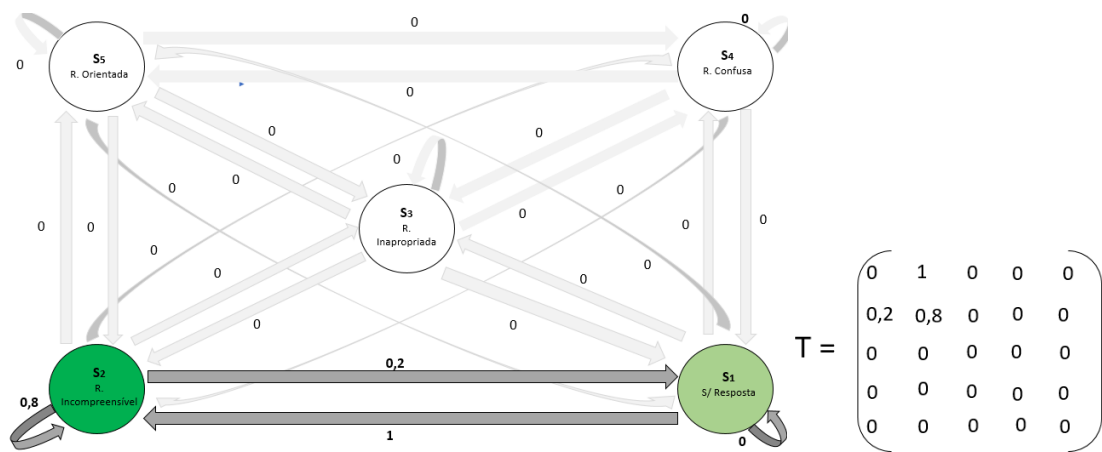
(b)



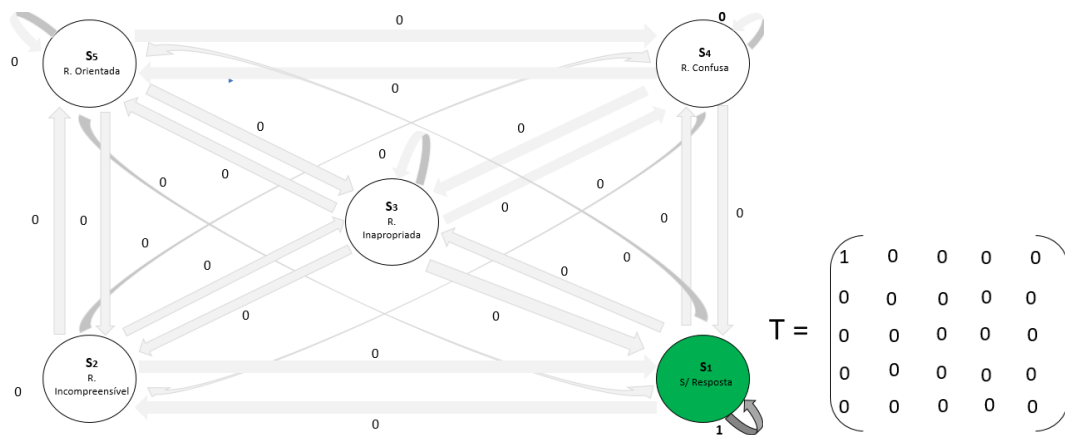
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 15: Cadeia de Markov: diagrama geral (a) e com valores para pacientes com nível de consciência 5 (b), 4 (c), 3 (d), 2 (e) e 1 (e).

Para situações como a de recuperação ou perda lenta de consciência, a cadeia de Markov poderia necessitar de ser configurada de forma diferente da apresentada. Este trabalho ainda está em análise.

Capítulo 5 Implementação do software desenvolvido

Neste capítulo, apresenta-se o *software* desenvolvido para o cumprimento dos requisitos definidos no capítulo anterior. Ele permite ao manequim responder a 6 perguntas no caso de pacientes com nível de consciência máximo (‘orientado’) e a 5 perguntas nos restantes casos.

5.1. Painel Principal

O programa é apresentado num “Painel Principal” – vide Figura 16 – que se encontra dividido em 3 parte principais: *Instrutor*, *Perguntas* e *Respostas*.

The screenshot shows the main interface of the Glasgow Coma Scale assessment software. It is titled "Avaliação do Nível de Consciência usando Escala de Coma de Glasgow". The interface is divided into three main sections: "Instrutor (1º Passo)", "Perguntas (2º Passo)", and "Resultados (3º Passo)".

- Instrutor (1º Passo):** Contains settings for "Definições" (Gender: Enfermeiro, Enfermeira), "Geração da Resposta" (Automática, Manual), and "Nível de consciência do paciente" (4-Respostas Confusas). It includes buttons for "Modelo", "Validar automática", and "Reiniciar".
- Perguntas (2º Passo):** Contains "Interação com o Manequim" with five questions and their corresponding "Respostas Correctas" (4-Confusa, 3-Inapropriada, 4-Confusa, 4-Confusa, 5-Orientada). It also includes "Respostas Alternativas" (Sim, Não, Talvez, Não Percebi/ pode repetir??) and a "Back" button.
- Resultados (3º Passo):** Contains "Avaliação do Aluno" with a table for recording responses (R1-R5) and classifications. It includes a "Resultado" field and a percentage indicator.

The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Help, About) and a footer with the date "06.04.21" and "Quinta-feira".

Figura 16: Painel Principal

5.2. Painel do Instrutor

O Painel do instrutor (formador) permite introduzir um conjunto de instruções para o início da simulação. A Figura 17 apresenta uma visão geral deste painel.

Instrutor (1º Passo)

Definições

Género

Enfermeiro Enfermeira

Geração da Resposta

Automática Manual

Nível de consciência do paciente

4-Respostas Confusas ▾

Modelo

Validar (Automática) Reiniciar

Figura 17: Painel do Instrutor

A escolha do *Género* do profissional de saúde permite ao programa ter a informação do género dos formandos, o que será fundamental durante a interação do manequim com estes.

Ainda neste painel, usando as opções de *Geração de Resposta*, é possível configurar a forma de atribuição do nível de consciência para cada pergunta que será realizada. A opção *Automática* habilita o programa a realizar esta atribuição de forma aleatória, considerando posteriormente o nível de consciência que será escolhido para o paciente pelo instrutor. Habilitando a opção *Manual* o instrutor poderá atribuir manualmente o nível de consciência para cada pergunta.

Pacientes num determinado nível de consciência podem, durante a interpelação, não apresentar todas as respostas correspondentes ao nível em questão. Na prática, é comum um doente apresentar uma ou outra resposta correspondente a níveis próximos. Tomando como exemplo um paciente confuso, para além de apresentar respostas

maioritariamente confusas, pode ter uma (ou mais) respostas orientadas ou inapropriadas.

A seleção do *nível de consciência do paciente* é de acordo com a Escala de Coma de Glasgow. Um paciente especificado a um determinado nível dessa escala pode apresentar algumas respostas num nível diferente (mas próximo). Por exemplo, um paciente orientado pode ocasionalmente apresentar respostas confusas.

Para todos os níveis de consciência, existe um padrão pré-definido (cadeia de Markov) de probabilidade de cada tipo de resposta. Tomando como exemplo a informação da figura 18, um paciente confuso foi pré-definido para que as suas respostas sejam, em média, 60% confusas, 20% orientadas e 20% inapropriadas. Se o instrutor pretender usar parâmetros diferentes (ex.: 80% confusas, 20% orientadas e 0% inapropriadas), o programa permite esta alteração através da opção “Modelo”. Esta opção apresenta um novo painel, mostrando a percentagem vigente e permitindo a sua alteração. A Figura 18 apresenta o painel de alteração das percentagens do nível de consciência.

Porcentagem das respostas

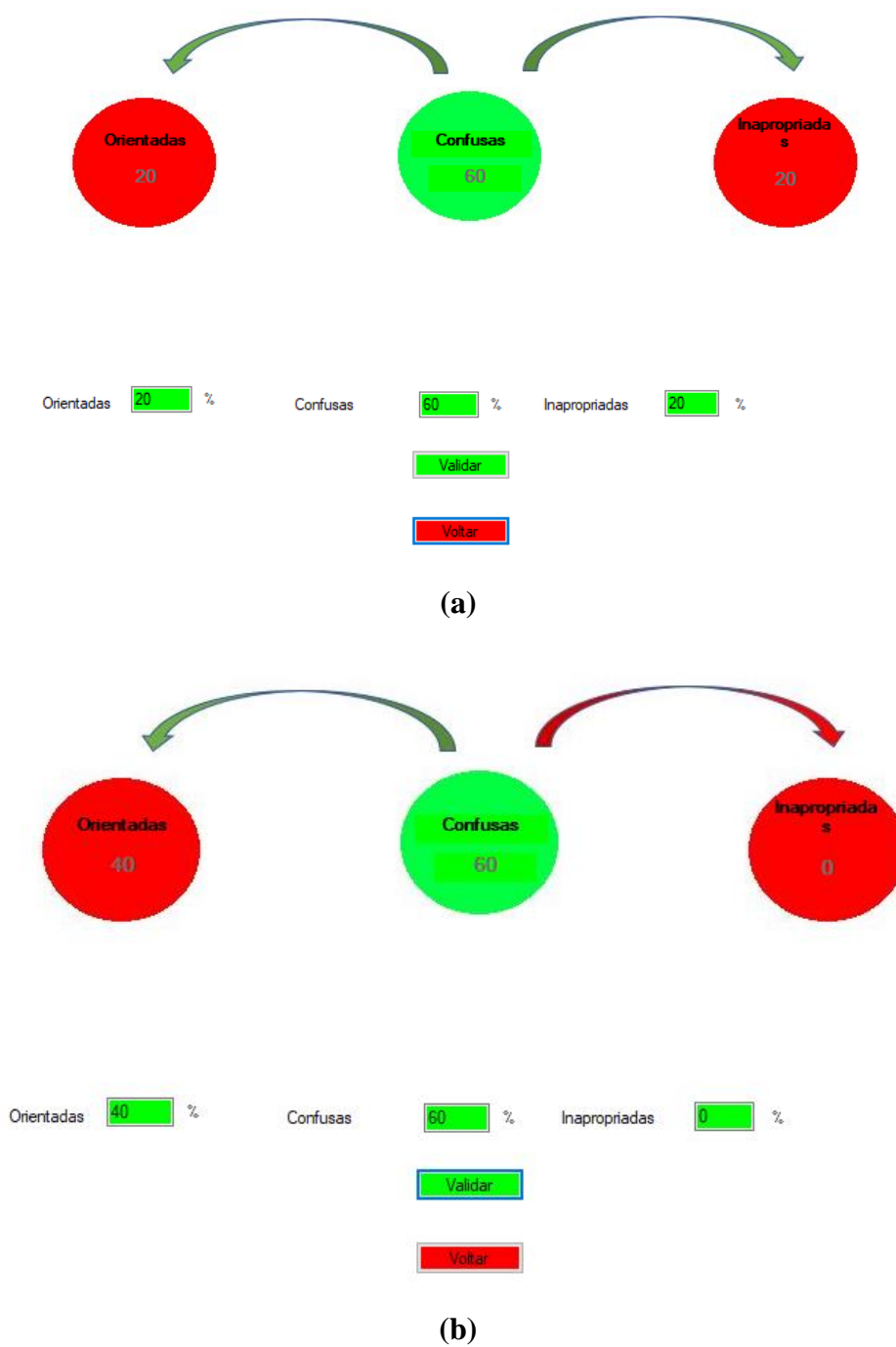


Figura 18 Painel com percentagem (a) padrão e (b) alterada

A informação do término da introdução dos parâmetros no painel do *Instrutor*, deve ser feita pela opção “Validar” ou por “Reiniciar” para o caso de cancelamento.

5.3. Painel de Perguntas

O painel de perguntas é usado para o controlo das respostas que são apresentadas pelo manequim. No início do programa, apesar de visível aos olhos do instrutor, este painel encontra-se desabilitado, não permitindo qualquer alteração.

O painel de perguntas apresenta dois modos de utilização: automático e manual. A escolha é feita nas opções de “Geração de Resposta” no Painel do Instrutor, já apresentado.

5.3.1. Modo Automático

No modo automático, a seleção do nível de consciência, para cada pergunta, é feita de forma aleatória pelo programa. A Figura 19 apresenta a configuração do painel de perguntas, após a validação com a opção de geração de respostas automática. Observa-se que as opções de seleção do nível de consciência para cada pergunta são desabilitadas para esta configuração.

The screenshot shows a software interface titled "Perguntas (2º Passo)" with a sub-header "Interação com o Manequim". It contains a table with two columns: "Perguntas" and "Respostas Correctas". Below the table is a section for "Respostas Alternativas" with four buttons: "Sim", "Não", "Talvez", and "Não Percebi/ pode repetir??".

Perguntas	Respostas Correctas
<input type="radio"/> Bom dia, sabe como se chama?	4-Confusa
<input type="radio"/> Sabe quem eu sou?	3-Inapropriada
<input type="radio"/> Sr. sabe onde se encontra?	4-Confusa
<input type="radio"/> Sabe que dia é hoje?	4-Confusa
<input type="radio"/> Em que mês estamos?	5-Orientada

Respostas Alternativas

Sim Não Talvez Não Percebi/ pode repetir??

Figura 19: Painel de Perguntas com Geração Automática de Respostas

5.3.2. Modo Manual

O modo manual habilita a possibilidade de alteração das opções de nível de consciência na resposta a cada pergunta, possibilitando ao instrutor escolher o nível de consciência para cada uma delas. A ativação deste painel, para a configuração manual, é condicionada pela seleção do *Género* do profissional de saúde e da *Geração da Resposta* no painel do *Instrutor*. A Figura 20 apresenta a configuração do painel de perguntas para a configuração manual. É de salientar que a opção *validação* para este modo é realizada pelo sistema no momento da alteração dos dados, ao passo que no modo automático é realizada pelo utilizador no painel do *Instrutor*.

Perguntas (2º Passo)

Interação com o Manequim

Perguntas	Respostas Correctas
<input type="radio"/> Bom dia, sabe como se chama?	5-Orientada ▾
<input type="radio"/> Sabe quem eu sou?	4-Confusa ▾
<input type="radio"/> Sr. sabe onde se encontra?	5-Orientada ▾
<input type="radio"/> Sabe que dia é hoje?	4-Confusa ▾
<input type="radio"/> Em que mês estamos?	5-Orientada ▾
<input type="radio"/> Em que serviço?	5-Orientada ▾

Respostas Alternativas

Sim

Não

Talvez

Não Percebi/
pode repetir??

Figura 20: Painel de Perguntas com Geração Manual de Respostas

5.3.3. Geração da resposta do manequim

Para gerar qualquer resposta do manequim, basta seleccionar a respectiva pergunta por responder.

Para o caso de perguntas com respostas simples como “Sim”, “Não”, “Talvez”..., este painel apresenta alternativas de resposta na secção inferior.

5.4. Painel de Resultados

O terceiro painel manipulado pelo instrutor é o painel dos resultados. Este analisa o diagnóstico da avaliação do formando e apresenta a classificação, em

percentagem, no final do procedimento. A avaliação final é feita comparando os parâmetros do formando (sua interpretação do estado do paciente) e os parâmetros reais do nível de consciência introduzidos no programa. Na sua configuração inicial – vide Figura 21 – o painel encontra-se totalmente desabilitado, mudando de estado após uma validação de dados, seja manual ou automática.

	Respostas		Classificação
R1	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>
R2	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>
R3	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>
R4	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>
R5	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>
R6	<input type="text"/>	Edit	<input type="checkbox"/>

Resultado %

Figura 21: Configuração inicial do painel dos resultados

O painel dos resultados é dividido em duas (2) partes, nomeadamente: Resultados do “Aluno” e a “Classificação”.

Nos resultados do aluno são introduzidos os dados com os diagnósticos do aluno sobre o estado do paciente. A *classificação* apresenta, em tempo real, os resultados da avaliação desses diagnósticos, através da comparação dos dados do aluno e do sistema, indicando as respostas correctas e erradas.

A opção *Resultado* apresenta, em percentagem, a classificação global do nível de aprendizagem do aluno. A Figura 22 ilustra o funcionamento deste painel.

Resultados (3º Passo)

Avaliação do Aluno

	Respostas		Classificação
R1	3-Inapropriada	Edit	■
R2	5-Orientada	Edit	■
R3	4-Confusa	Edit	■
R4	5-Orientada	Edit	■
R5	4-Confusa	Edit	■

Resultado 80,0 %

Figura 22: Funcionamento do Painel de Resultados

Capítulo 6 Testes realizados e resultados obtidos

Este capítulo descreve os procedimentos para a validação do sistema, descrevendo os testes realizados, a metodologia neles adotada e os respetivos resultados.

6.1. Testes do sistema

Os testes foram realizados num dos laboratórios do Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA), com um total de 7 estudantes de enfermagem e 1 docente da mesma área.

O cenário de simulação correspondia ao descrito na secção 4.3 (Cenário de utilização) com a exceção de que decorreu numa única sala.

Para a avaliação por parte dos estudantes do nível de consciência do paciente, foi desenvolvido, com base nas perguntas da Tabela 5, um questionário de apoio para interpelação do manequim (anexo B). Para a avaliação global da simulação, ainda por parte dos estudantes, foi desenvolvido um outro questionário (anexo C), adaptado da *System Usability Scale* [31], para responder atribuindo notas de 1 a 5.

Antes do início da simulação, o formador foi devidamente instruído sobre o funcionamento do *software*. De seguida, explicou aos instruendos em que consistia a simulação e apresentou o manequim utilizado. Terminou com um breve resumo sobre o funcionamento da Escala de Coma de Glasgow.

Durante o procedimento, os formandos entravam na sala de forma individual, aplicavam os protocolos de abordagem de pacientes numa enfermaria e de seguida interpelavam o manequim, usando o primeiro questionário. À medida que o paciente (manequim) ia ‘respondendo’ as questões, os formandos anotavam e desenvolviam o seu diagnóstico. No final do procedimento, o diagnóstico era apresentado por escrito ao instrutor para classificação. Posto isto, o formando isolava-se e preenchia o questionário do anexo C (avaliação global da simulação).

Quanto ao instrutor, no momento da entrada do formando, configurava os parâmetros da simulação, no que concerne ao género do formando e o nível de consciência do paciente. Enquanto o instruendo interpelava o manequim, o instrutor realizava o controlo dos momentos de resposta do paciente. Recebia depois o

diagnóstico do formando e introduzia-o no programa, de modo a obter a classificação do aluno.

No final da simulação, o instrutor preencheu um formulário de avaliação do software (anexo D) adaptado do *System Usability Scale* [31], deixando os seus comentários, críticas e sugestões de melhoria.

6.2. Resultados

6.2.1. Formandos

Apesar de não ser o objetivo principal do projeto, achou-se interessante analisar a classificação dos estudantes durante o procedimento, de modo avaliar o nível de concordância entre a informação adquirida nas aulas e aplicação com o *software* desenvolvido. As classificações finais calculadas pelo software para cada estudante são dadas na tabela 6. Verifica-se que 57% dos formandos obteve a classificação de 100%.

Tabela 6: Resultados da avaliação dos formandos

Formando	Taxa de sucesso no diagnóstico
Formando 1	80%
Formando 2	100%
Formando 3	100%
Formando 4	60%
Formando 5	100%
Formando 6	100%
Formando 7	20%
Média	80%

A classificação negativa obtida pelo sétimo formando deveu-se certamente ao facto de ter chegado atrasado, o que o impediu de assistir ao resumo apresentado pelo professor sobre a escala de coma de Glasgow.

Em termos gerais, o número de formandos com classificação positiva foi de 85,7%, o que indicia um funcionamento correto do sistema.

Os dados da tabela 7 são de suma importância para o projeto, uma vez que correspondem à avaliação da simulação por parte dos formandos (anexo C). As pontuações atribuídas variam numa escala de 1 a 5, correspondendo à gama de opiniões entre “Discordo totalmente” (1) e “Concordo plenamente” (5).

Tabela 7: Pontuações no questionário do formando e sumário das perguntas

Perguntas	Aluno							Média	M±DP
	1	2	3	4	5	6	7		
1	5	5	5	4	5	5	3	4,57	0,79
2	5	5	5	5	5	5	5	5,00	0,00
3	5	5	5	5	5	5	4	4,86	0,38
4	5	5	5	4	5	5	5	4,86	0,38
5	5	5	5	5	5	5	5	5,00	0,00
Pergunta 1: <i>“Esta experiência estimulou o meu interesse por simulação clínica”</i> . Pergunta 2: <i>“A simulação facilitou a aprendizagem da Escala de Coma de Glasgow”</i> . Pergunta 3: <i>“A simulação ajudou-me a desenvolver a capacidade de avaliar o nível de consciência usando a Escala de Coma de Glasgow”</i> . Pergunta 4: <i>“Foi uma experiência agradável e valorizadora”</i> . Pergunta 5: <i>“A síntese de fala em manequins de simulação seria útil em várias outras situações neste curso de formação”</i>									

Como se pode observar na tabela 7, as pontuações foram muito homogéneas e elevadas (desvio padrão baixo e médias entre 4.57 e 5), tendo sido obtido o valor 5 que corresponde ao “concordo plenamente” na grande maioria das questões. As pontuações mais baixas foram registadas na pergunta 1 (3 (neutra) e 4 (concordante)), mas é de admitir que a pontuação neutra se deva em parte ao facto de o aluno 7 não ter assistido à primeira parte da sessão.

Estes resultados confirmam que a demonstração foi muito positiva, despertando interesse na ferramenta desenvolvida num cenário educativo.

É de realçar o resultado da pergunta 5: confirma-se que a síntese de fala em manequins de simulação é algo muito valorizado em situações em que haja necessidade de obter uma resposta de um paciente, tornando a simulação mais realista.

Comentários e sugestões:

O questionário para os formandos permitia a apresentação de pontos de vista sobre a simulação realizada. Confirmando o entusiasmo demonstrado durante a interação com o manequim, alguns estudantes sugeriram que a simulação fosse repetida mais vezes e com maior tempo de simulação e número de perguntas. Outra sugestão interessante foi a de fazer o manequim apresentar respostas mais elaboradas à medida que a interpelação vai decorrendo.

Parece haver predisposição para tempos de diálogo mais longos com o paciente, que o protocolo da avaliação da ECG não propicia. Tudo indica que sistemas de geração de fala seriam muito bem acolhidos na simulação de situações mais exigentes em termos de diálogo, o que encoraja a exploração de outros *case-studies* de aplicação.

6.2.2. Formador

A avaliação pelo formador, foi feita através de um questionário constituído por 7 perguntas. As pontuações variavam numa escala de 0 a 5 (respetivamente ‘discordo totalmente’, ‘discordo’, ‘neutro’, ‘concordo’ e ‘concordo plenamente’).

O formador concordou (4) que as funcionalidades vão de encontro ao que se pretende com Escala de Coma de Glasgow. Concordou plenamente (5) que é fácil aprender e utilizar a aplicação, pois teve contacto com ela apenas minutos antes do início da simulação e não encontrou qualquer dificuldade.

O formador discordou (2) da ideia de que seriam precisas profundas alterações, considerando por isso que a aplicação, tal como desenvolvida, é útil para a formação de profissionais de saúde. Concordou plenamente (5) que a síntese ou geração da fala é útil em simulação clínica e que o sistema desenvolvido teria muita utilidade durante a formação. Discordou totalmente (1) da ideia de que o sistema ser demasiado complexo para a aplicação pretendida e também (2) de que apresenta defeitos/inconsistências.

Comentários e sugestões:

Após a experiência com o *software*, o docente de enfermagem deixou algumas sugestões de melhoria. A primeira está relacionada com a avaliação do formando no que concerne ao nível geral de consciência do manequim. Uma vez que esta informação era seleccionada pelo instrutor, não constava no painel dos resultados. Segundo o

profissional da saúde, apresentar esta informação no painel dos resultados seria relevante, uma vez que traria uma maior flexibilidade durante a avaliação do formando.

A segunda sugestão concerne as *respostas alternativas*, para pacientes que só emitem murmúrios incompreensíveis; neste painel de respostas não consta uma opção de resposta para esses casos.

A terceira recomendação foi referente à questão: “*Em que serviço de saúde se encontra?*” A resposta a esta questão depende em grande parte da resposta à pergunta: “*Sabe onde se encontra?*”. Se o paciente responde de forma orientada a esta, pode estar em condições de responder em que serviço, mas se não sabe onde se encontra, fazer a questão perde um pouco o sentido. Para pacientes orientados, o *software* apresentava a opção de resposta para a primeira questão, mas para pacientes não orientados na aparecia esta opção de resposta. Constatou-se, durante a simulação, que existiam pacientes confusos que respondiam de forma orientada à segunda questão, mas como paciente estava confuso, o *software* não disponibilizava a opção de resposta para a primeira questão. Essa foi uma observação muito importante que foi retificada de imediato.

A quarta e última recomendação foi tocante às respostas inapropriadas. Essas simulavam um doente com fome e impaciente. O profissional de saúde sugeriu uma mudança da situação do doente, isto é, mudar a repostas como: “*Tenho fome* ou *Quero água*”, para repostas de natureza: “*Quero ir embora*”, “*Chame o meu filho*” ou “*Chame a minha filha*”, uma vez que essas são mais realistas.

O docente de enfermagem reiterou que a qualidade da voz do manequim durante a simulação era superior à dos manequins disponíveis no mercado e sugeriu a aplicação de sistemas desta natureza em outras áreas da saúde, tais como os cuidados primários.

Capítulo 7 Conclusões e Trabalho Futuro

Apresentados os testes e respetivos resultados, segue-se uma discussão global com as principais conclusões do projeto e recomendações para prosseguimento do trabalho.

7.1. Recapitulação e discussão

Neste projeto foi desenvolvido um sistema de geração de voz artificial para implementação num manequim de simulação clínica. Esse sistema foi aplicado e testado num manequim de baixa fidelidade já existente no Centro de Simulação Clínica da Universidade de Aveiro (SIMULA).

Procedeu-se primeiramente a uma revisão da literatura, que permitiu perceber que as Universidades e centros de formação profissional têm apostado em simulação clínica de crescente sofisticação, como uma das melhores formas de garantir profissionais mais qualificados para exercerem as suas funções. Esse processo de sofisticação passa pela introdução de sistemas de fala artificial, pois é reconhecido que eles podem dar um contributo significativo não só na obtenção de um maior realismo dos cenários de simulação, mas também na avaliação de competências complementares dos formandos (futuros profissionais de saúde) em termos de relacionamento humano com os pacientes no ambiente de trabalho.

Realizou-se um levantamento das diferentes formas de geração de fala, com vista a encontrar a mais adequada para o desenvolvimento do sistema. Esse levantamento incidiu sobretudo em aplicações de síntese de voz, que seriam claramente as mais recomendáveis do ponto de vista da sofisticação e versatilidade do sistema. No entanto, a pesquisa esbarrou na dificuldade em encontrar bibliotecas em língua portuguesa e na limitação prosódica da generalidade do *software* em que elas são utilizadas. O desenvolvimento de bibliotecas e/ou o recurso a programação de baixo nível para controlo de prosódia seriam totalmente incompatíveis com o horizonte temporal do projeto. Assim, a solução encontrada foi o recurso a frases gravadas. Ainda que limitando a versatilidade do sistema, esta solução permitiria ainda assim demonstrar a utilidade prática do conceito, desde que pudesse ser selecionado um *case-study* relevante do ponto de vista da formação clínica, implementado com o devido rigor em termos de geração de conteúdos (frases gravadas), desenvolvimento de algoritmos e desenho da interface com os utilizadores (formador e formandos).

Por sugestão de um docente de enfermagem da UA, especialista nesta área de simulação clínica, a escolha recaiu sobre a avaliação de consciência com base na Escala de Coma de Glasgow, importante no diagnóstico de pacientes com TCE (trauma crânio-encefálico). Essa alternativa foi implementada com sucesso, recorrendo a um conjunto de frases gravadas com diferentes níveis de emotividade.

Considerando que o nível de consciência de um paciente pode ocasionalmente apresentar flutuações entre níveis próximos, implementou-se, no sentido de tornar a simulação mais realista, um modelo estatístico dessa situação baseado em cadeias de Markov. Trata-se de um modelo simplificado para esta situação específica (como prova de conceito); seria certamente necessário reformulá-lo se se pretendesse modelar situações mais complexas, como recuperação ou perda lenta de consciência.

Foi desenvolvida uma aplicação em *Visual Basic* integrando os algoritmos e interfaces necessárias para possibilitar: i) a especificação, por parte do instrutor, dos níveis de consciência e sua variação durante a simulação; ii) a avaliação de desempenho dos formandos, com a atribuição da respetiva classificação. O manequim de simulação foi equipado com um altifalante miniatura com comunicação por *bluetooth* com o computador que executava a aplicação.

O teste e validação do sistema foram possíveis graças a colaboração de um docente de enfermagem do SIMULA e seus formandos em simulação clínica. Os resultados, apresentados no capítulo 6, demonstram o cumprimento dos principais objetivos do projeto e o interesse de prosseguir este trabalho. O entusiasmo evidenciado pelos formandos tende a reforçar a ideia de será muito útil dispor de ferramentas desta natureza durante a formação de profissionais de saúde.

7.2. Trabalho Futuro

A principal limitação, no momento, encontra-se no facto dos projetos desta natureza serem especialmente exigentes a nível de manipulação da prosódia. Uma vez que os sistemas de síntese de voz têm evoluído a passos galopantes ao longo dos anos, será certamente possível superar esta limitação em breve. Não se pode deixar de notar que a implementação com sucesso de aplicações simples, baseadas em frases gravadas, constitui um fator de motivação para um maior desenvolvimento de pesquisas nesta área. O uso em trabalhos futuros de ferramentas mais poderosas (i.e. síntese de fala), traria evidente mais-valia para essas aplicações, na medida em que permitiria aos formadores programarem uma infinidade de cenários de simulação, com leques de resposta muito mais abrangentes.

Seria também muito interessante incorporar/combinar este sistema com um sistema de reconhecimento de voz. No sistema atual, o instrutor deve estar sempre atento ao “diálogo” entre aluno e manequim, de modo a controlar as respostas deste último. Com reconhecimento de voz, poder-se-ia captar e identificar a pergunta do formando e fazer o manequim dar a resposta adequada de acordo com o nível de consciência definido pelo formador. Realizaram-se contactos iniciais com uma empresa de Aveiro com grande *know-how* em reconhecimento de voz que indicam a viabilidade desta ideia. Poderá ser estabelecida uma colaboração para a prosseguir a breve prazo.

Recomenda-se a implementação das sugestões de melhoria apresentadas pelo docente da área de enfermagem e, também, a elaboração de uma cadeia de Markov apropriada a obter um controlo mais preciso da variação dos níveis de consciência, para um número mais abrangente de situações de simulação.

Referências Bibliográficas

- [1] Taylor, P. (2009). *Text-to-Speech Synthesis. Signal Processing*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816338>
- [2] Moreira, M., & Romano, D. (2007). SIMULAÇÃO EM MANEQUINS: ASPECTOS TÉCNICOS, 40(2), 171–179. Retrieved from <http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/download/314/315>
- [3] Bento, M. da C. (2014). *O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E A SIMULAÇÃO COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE ENFERMAGEM A simulação no ensino de enfermagem*. Retrieved from <http://repositorio.esenfc.pt/private/index.php?process=download&id=109194&code=98b9c2050693646d6610042015477bc0da57db75>
- [4] Baptista, R. C. N., Pereira, F. C. R. M., & Martins, J. C. A (2014). Simulação no ensino de graduação em enfermagem: evidências científicas. A simulação no ensino de enfermagem.
- [5] Brazão, L., Nóbrega, S., Correia, J. P., Silva, A. S., Santos, D., & Monteiro, M. H. (2014). Simulação Clínica : Uma Forma de Inovar em Saúde Clinical Simulation : A Way to Innovate in Health Resumo, 146–155.
- [6] Elis, G., & Sanino, D. C. (2012). O uso da simulação em enfermagem no Curso Técnico de Enfermagem, 4, 148–151. Retrieved from <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/247>
- [7] Adrian, U., & Flato, P. (2011). Educação baseada em simulação em medicina de urgência e emergência: a arte imita a vida * Simulation-based education in urgency and emergency medicine: art imitates life, 9(5), 5–9. Retrieved from <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2011/v9n5/a2250.pdf>
- [8] Medical, L. (n.d.). Labordidática Medical | Produto | Simuladores Avançados. Retrieved September 8, 2017, from http://www.labordidatica.com.br/loja/produto/simuladores_avancados/pg/1
- [9] Saúde, E. (n.d.). Excelência Saúde | Simuladores. Retrieved September 8, 2017, from http://excelenciasaude.com.br/anatomia_simulador_enfermagem1.html
- [10] Miyadahira, A. M. K., Quilici, A. P., Martins, C. da C., Araújo, G. L. de, & Pelliciotti, J. da S. S. (2008). Ressuscitação cardiopulmonar com a utilização do desfibrilador externo semi-automático: avaliação do processo ensino-aprendizagem. Retrieved from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41058407/Artigo_Simulacao_Rev_SPMI.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1481641026&Signature=UII%2B7aciwZdI2xu1%2BmMa0rQkP0w%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3DClinical_Simulation

- [11] Globo. (2015). “Pacientes artificiais” ajudam alunos de medicina a melhorar atendimentos - notícias em Ribeirão e Franca. Retrieved September 11, 2017, from <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2015/04/pacientes-artificiais-ajudam-alunos-de-medicina-melhorar-atendimentos.html>
- [12] Hübner, S. G. dos S. (2015). *DESENVOLVIMENTO DE UM MANEQUIM SIMULADOR DE PUNÇÃO VENOSA PARA EDUCAÇÃO NA SAÚDE: DA IDEIA AO PROTÓTIPO*. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Retrieved from <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/139416/000990409.pdf?sequence=1>
- [13] Civiam. (n.d.). Civiam CAESAR - Simulador para Trauma de Alta Fidelidade - Simuladores de Paciente CAE - Alta Fidelidade - Simuladores Avançados. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.civiam.com.br/civiam/index.php/simuladores-cae/robos-interativos-de-alta-fidelidade/simulador-paciente-real-de-trauma-adulto-de-alta-fidelidade-interativo.html>
- [14] Laerdal. (n.d.-b). SimMan 3G | Especificações. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.laerdal.com/br/SimMan3G#/Specifications>
- [15] Laerdal. (n.d.-a). Resusci Anne QCPR | Especificações. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.laerdal.com/br/ResusciAnne#/Specifications>
- [16] Barros, M. J. A. de S. (2012). *Estudo Comparativo e Técnicas de Geração de Sinal para a Síntese da Fala*. Universidade do Porto.
- [17] Araújo, F. P. O. (2015). *Imitação da Voz Humana através do Processo de Análise-por-Síntese utilizando Algoritmo Genético e Sintetizador de Voz por Formantes Imitação da Voz Humana através do Processo de Análise-por-Síntese utilizando Algoritmo Genético e Sintetizador de Voz por F*. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Retrieved from <http://www.ppgee.ufpa.br/ARQUIVOS/teses/FabiolaPantojaOliveiraAraujo.pdf>
- [18] Oliveira, S. N. de, Prado, M. L. do, & Kempfer, S. S. (2014). Utilização da simulação no ensino da enfermagem: revisão integrativa, *18*(2), 487–495. <https://doi.org/10.5935/1415-2762.20140036>
- [19] Freewarenee. (n.d.). Sintetizadores de Fala - Freeware-Recursos Livres-Necessidades Especiais-Deficiência. Retrieved August 29, 2017, from <http://freewarenee.weebly.com/sintetizadores-de-fala.html>
- [20] Freewareneesite. (n.d.). Sintetizador – Software e Recursos Livres Necessidades Especiais. Retrieved August 29, 2017, from <https://freewareneesite.wordpress.com/sintetizador/>
- [21] Araújo, A. L. O. De, & Silva, J. S. O. Da. (2013). *Educação e tecnologia : alternativas de aplicativos facilitadores à expressão oral para portadores de necessidades especiais*. Retrieved from [http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2013/Educação_e_tecnologia - alternativas de aplicativos facilitadores à expressão oral para portadores de necessidades especiais.pdf](http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2013/Educação_e_tecnologia_-_alternativas_de_aplicativos_facilitadores_à_expressão_oral_para_portadores_de_necessidades_especiais.pdf)
- [22] Manfio, E. R. (2012). Como funcionam alguns fonemas no aplicativo Balabolka How some phonemes in application Balabolka works, 191–204. Retrieved from http://www2.unucseh.ueg.br/vialitterae/assets/files/volume_revista/vol_4_num_2/2_Vol_4_2_Via_Litterae_Fonemas_Balabolka_EDIO_MANFIO.pdf

- [23] Voicedream. (n.d.). imagem de Voice Dream Reader. Retrieved September 8, 2017, from <http://static.iphonelife.com/sites/iphonelife.com/files/u177/vdr3.PNG>
- [24] Pacheco, V. (2007). Adaptação do Rapid Serial Visual Presentation – RSVP- para as investigações de leitura de textos com sincronização dos estímulos auditivo e visual. Retrieved from <http://www.gel.org.br/estudoslinguisticos/edicoesanteriores/4publica-estudos-2007/sistema06/61.PDF>
- [25] Espeak. (n.d.). eSpeak: Speech Synthesizer. Retrieved September 8, 2017, from <http://espeak.sourceforge.net/>
- [26] Nuance. (n.d.). Text to Speech | Nuance. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.nuance.es/empresas/solucion/soluciones-de-atencion-al-cliente/servicios-y-soluciones/soluciones-de-recepcion-de-llamadas/loquendo-small-business-bundle/text-to-speech/index.htm>
- [27] Festvox. (n.d.). Festvox: Festival. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.festvox.org/festival/>
- [28] Black, A. W., & Lenzo, K. A. (2014). Building Synthetic Voices. Retrieved from <http://www.festvox.org/bsv/bsv.pdf>
- [29] Edinburgh, U. (2014). Festival Source Distribution. Retrieved September 8, 2017, from <http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festival/download.html>
- [30] Santos, W. C., Vancini-Campanharo, C. R., Lopes, M. C. B. T., Okuno, M. F. P., & Batista, R. E. A. (2016). Assessment of nurse's knowledge about Glasgow coma scale at a university hospital. *Einstein (São Paulo)*, 14(2), 213–218. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082016AO3618>
- [31] Centro Universitário das FaculdadeS Associadas de Ensino. (n.d.). Laboratório de Simulação Avançada. Retrieved November 23, 2017, from <http://www.fae.br/portal/laboratorio-de-simulacao-avancada/>
- [32] U.S. Department, H. & H. (2013). System Usability Scale (SUS). Retrieved from <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.htm>
- [33] Childers, D. G. (1997). Probability and Random Processes: Using Matlab With Applications to Continuous and Discrete Time Systems. Florida: Richard D Irwin.

Anexos

Anexo A

Frases Gravadas

Não	Bom dia, Chamo-me Paulo
Sim	Boa tarde, Chamo-me Paulo
Talvez	Boa noite, Chamo-me Paulo
Pode repetir?	Sim..... Chamo-me Henrique
Desculpe, mas não percebi	Bom dia para si também. Chamo-me Pedro
Desculpe-me não percebi. Pode repetir?	Boa tarde para si também. Chamo-me Pedro
Bom dia, Chamo-me João	Boa noite para si também. Chamo-me Pedro
Bom dia, claro que sei. Chamo-me João	Acho que sim.... Sou o Victor
Bom dia para si também. Chamo-me João	Acho que sei, o meu nome é vasco, não. espera!! Espera!! Chamo-me Paulo
Bom dia! Eu Sou o João	Sei sim, é um enfermeiro
Bom dia! o meu nome é João	É um enfermeiro
Boa tarde, Chamo-me João	Claro que sei, é um enfermeiro
Boa tarde, claro que sei. Chamo-me João	O senhor é um enfermeiro
Boa tarde para si também. Chamo-me João	Um enfermeiro
Boa tarde! Eu Sou o João	Sei sim, é uma enfermeira
Boa tarde! o meu nome é João	É uma enfermeira
Bom noite, Chamo-me João	Claro que sei, é uma enfermeira
Bom noite, claro que sei. Chamo-me João	A senhora é uma enfermeira

Bom noite para si também. Chamo-me João	Uma enfermeira
Bom noite! Eu sou o João	Sei sim... O senhor é o Pedro, o nosso vizinho
Boa noite! o meu nome é João	Claro que sei... és o João o meu filho
O senhor é o amigo do meu filho	Hoje é Terça-feira
Claro!! Ó Paulo, achas que já não te conheço?	Hoje é Quarta-feira
O senhor é o sogro do meu filho	Hoje é Quinta-feira
A senhora é a sogra do meu filho	Hoje é Sexta-feira
Sei sim... A senhora é a Joana a nassa vizinha	Hoje é Sábado
Claro que sei... és a maria a minha a filha	Hoje é Domingo
A senhora é a amiga da minha filha	Estamos em Janeiro
Claro!! Ó Catarina, achas que já não ti conheço	Estamos em Fevereiro
A senhora é a sogra da minha filha	Estamos em Março
A senhor é o sogro da minha filha	Estamos em Abril
Estou no hospital	Estamos em Maio
Estou em casa	Estamos em Junho
Estou no trabalho	Estamos em Julho
Estou em casa do meu filho	Estamos em Agosto
Em casa do Bruno, daqui a pouco vamos ver o futebol	Estamos em Setembro
No serviço de Urgências	Estamos em Outubro
No serviço de medicina	Estamos em Novembro
Serviço de Cardiologia	Estamos em Dezembro
Serviço de obstetrícia	Tens de provar o pudim da Maria

Serviço de estomatologia	Quem fez a bolo do almoço de ontem?
Hoje é Segunda-feira	Quero comer qualquer coisa
Quero água	Quero comer pão
O meu filho já chegou?	Chame a maria!!
Onde está o meu leite	Dê-me algo para comer
Quem ganhou no jogo de ontem?	Estou com frio
Vamos almoçar	Quero me ir embora
O almoço já esta pronto?	Traga-me outra almofada. esta não presta
Hoje teremos guisado para o jantar?	Aqui esta calor
Não te esqueças da sobremesa	Ligue para minha mulher. O meu telemóvel, onde está o meu telemóvel??
Sabes dizer que hora chega a minha filha?	Estou farto de estar aqui
Minha filha disse que não demorava hoje	Tire esta porcaria daqui
A caldeirada de ontem estava boa	Quero me levantar
Quem vai fazer a sobremesa?	O meu filho cozinha bem
Sabes cozinhar?	

Anexo B

Questões para avaliação de nível de consciência

Pergunta 1:

Bom dia/Boa tarde/Boa noite, o sr. sabe como o(a) se chama?

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Pergunta 2:

Sabe quem eu sou?

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Pergunta 3:

O Sr. Sabe onde se encontra?

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Pergunta 4:

Sabe que dia é hoje?

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível 1	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Pergunta 5:

Em que mês estamos?

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Pergunta 6:

Em que serviço? (NB: pergunte se o paciente souber onde se encontra)

Tipo de Resposta	Sem Resposta	Incompreensível	Inapropriada	Confusa	Orientada
Avaliação na ECG	1	2	3	4	5

Nível geral de consciência do Paciente:

Sem Respostas	Resp. Incompreensíveis	Resp. Inapropriadas	Confuso	Orientado
---------------	------------------------	---------------------	---------	-----------

Anexo C

Questionário para o formando

1 – Esta experiência estimulou o meu interesse por simulação clínica.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

2 - A simulação facilitou a aprendizagem da Escala de Coma de Glasgow.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

3 - A simulação ajudou-me a desenvolver a capacidade de avaliar o nível de consciência usando a Escala de Coma de Glasgow.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

4 - Foi uma experiência agradável e valorizadora.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

5 - A síntese de fala em manequins de simulação seria útil em várias outras situações neste curso de formação.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

Comentários/sugestões:

Anexo D

Questionário para o formador

1 - O sistema apresenta as funcionalidades adequadas.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

2 - O sistema é fácil de aprender e utilizar.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

3 - Para se tornar útil, este sistema precisa de profundas alterações.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

4 - A síntese de fala é útil neste tipo de aplicação.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

5 - Este sistema seria útil em formação.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

6 - O sistema é demasiado complexo para a aplicação pretendida.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

7 - O sistema apresenta defeitos/inconsistências.

Discordo Totalmente

Concordo Plenamente

1	2	3	4	5

Comentários/sugestões:
