

Áudio Digital

Uma abordagem ao áudio pela perspectiva de ensino

Lisarte Cristóvão Mendes Barbosa

Dissertação submetida para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Informática

Área de especialização em

Sistemas Gráficos e Multimédia

Orientador: António Abel Vieira de Castro (MSc)

Júri

Presidente

Doutor João Paulo Jorge Pereira

Vogais:

Doutor Filipe de Faria Pacheco Paulo

Mestre António Abel Vieira de Castro

Porto, Outubro 2012

« Dedico a todos que me suportam, entre eles, Pais, Namorada,
Amigos , Deus »

Agradecimentos

Ao meu orientador, António Vieira de Castro (ISEP-GILT), pelo seu apoio ao longo da realização deste trabalho e paciência.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto, pelas excelentes condições de ensino que oferece aos seus alunos.

Ao Departamento de Engenharia Informática, pelos excelentes profissionais de ensino que lá trabalham.

Ao grupo de investigação GILT (*Graphics, Interaction and Learning Technologies*).

Um agradecimento à MUSICSHOP em especial ao Dionísio Anjos pela disponibilidades e ajuda prestada.

Um especial agradecimento ao meu colega de curso e amigo Duarte Gomes, pela dinâmica incidente na realização das nossas teses.

Uma palavra de gratidão para a Maria João e todos outros meus amigos e colegas pelo seu apoio.

À Marta Passos pela sua compreensão, carinho, incentivo e ajuda.

Aos meus pais por me terem apoiado deste sempre.

Resumo

A sociedade contemporânea tem acompanhado a evolução da *Internet*, ligando cada vez mais pessoas que exigem mais dela a cada dia que passa e desencadeando uma proliferação tecnológica nunca antes observada.

A utilização de recursos, como vídeo e áudio na *Internet*, tem ganho nos últimos anos um crescente interesse. No entanto, constata-se a carência ou falta de recursos educativos digitais na área do áudio, que sejam capazes de apresentar uma pedagogia eficiente face a um tema muito complexo e extenso, para todos aqueles que queiram aprender de forma mais aprofundada o áudio como componente de engenharia.

Na *internet*, sites de vídeos como *Youtube* ensinam a usar *software* de edição de áudio como *Audacity*, conceitos sobre som e áudio. Contudo, todos estão espalhados, sendo que a maior parte deles não possui fundamentos científicos ou uma bibliografia que acompanhe os conteúdos que leccionam.

A proposta desta investigação é pesquisar sobre conhecimentos e recursos de áudio, integrando-os num produto *Learning Object*, Investigar noções teóricas sobre o som, equipamentos e técnicas usadas na área, assim como obter melhores resultados num espaço para a gravação que o aluno poderia fazer, aglomerando esses conceitos num protótipo mediamente desenvolvido.

Foi necessária uma investigação extensa nesta área e avaliar e investigar a possibilidade de um recurso educativo, como o DALCH, capaz de proporcionar uma aprendizagem efectiva dos conceitos relacionados com áudio, que é um conceito complexo.

Uma vez realizada essa investigação, foi necessário desenvolver, testar e avaliar um produto *Learning Object*, que apresentasse o áudio na sua globalidade, desde conceitos básicos até conceitos inerentes à própria produção.

Foi possível aferir que esta solução pode contribuir para a formação desses alunos mediante uma experiência de aprendizagem agradável e intuitiva.

Palavras-chave: Áudio, Som, Captação, Edição de Áudio, Objecto de Aprendizagem.

Abstract

Today's society has accompanied the evolution of the internet connecting more and more people each day, people who keep demanding more from it, unleashing a technological proliferation never seen before.

The usage of resources such as video and audio on the Internet has gained an increased importance over the past years. However, there is a noticeable lack of educational digital resources in audio, which are capable of presenting a sufficiently efficient pedagogy in regards to such a complex and extended theme, to whoever wants to learn audio as a deeper engineering component.

On the Internet, video *sites* such as *YouTube* teach to use audio editing software such as *Audacity*, concepts about sound and audio, yet these are spread around across the Internet being that the vast majority of them do not possess the scientific fundamentals or a bibliography to accompany them.

The objective of this investigation is to research about knowledge and audio resources integrating them in a *learning object*, investigating theoretical notions about sound, equipment and techniques used in audio, as well as obtaining better results in a recording space the student might assemble. Putting together these concepts in a reasonably developed prototype.

A lot of investigation was required on the subject on whether DALCH was a viable teaching resource of audio relation concept, which on itself is a very complex objective.

Once realized, this investigation it was necessary to develop, test and evaluate a Learning Object product, which can present audio in its all, from basic concepts to more complex aspects such as production.

It was possible to assess that this solution may contribute to the shaping of these students by means of a pleasantly intuitive experience.

Keywords: Audio, Sound, Capture, Audio Editing, Learning Object

Résumé

La société contemporaine a suivi l'évolution de l'Internet reliant de plus en plus personnes qui demandent plus de cela chaque jour qui passe. Ça déclenche une prolifération technologique jamais vu.

L'utilisation des fonctionnalités telles que le vidéo et l'audio sur l'Internet a acquis un grand intérêt ces dernières années. Cependant, il y a une pénurie ou une manque de ressources pédagogiques numériques dans le domaine de l'audio, ils sont en mesure de présenter une pédagogie efficace dans le visage d'un thème très vaste et complexe, pour tous ceux qui veulent apprendre l'ingénierie audio en tant que composante d'un en outre.

Sur l'Internet, des sites comme *Youtube* enseigne à utiliser un logiciel d'édition audio comme *Audacity*, concepts sur le son et audio, mais tous ceux-ci sont dispersés et la plupart manque des fondements scientifiques et bibliographie qui accompagne le contenu enseigné.

Le but de cette enquête est la recherche sur les capacités des connaissances et de l'audio, de les intégrer dans un produit *Learning Object*, enquêter sur des notions théoriques sur le son, le matériel et les techniques utilisés dans le domaine, comme avoir de meilleurs résultats pour l'enregistrement que l'étudiant pouvait faire. L'éviction de ces concepts dans un prototype modérément développé.

Il a fallu des recherches approfondies dans ce domaine, évaluer et étudier la possibilité d'une ressource pédagogique, comme DALCH qui est capable de fournir un apprentissage efficace des concepts liés à l'audio, ce qui est un concept complexe.

Une fois réalisée cette recherche, c'était nécessaire de développer, tester et évaluer un produit *Learning Object* qui présente l'audio en général à partir des concepts de base aux concepts inhérents à la production.

Il a été possible de constater que cette solution peut contribuer à l'éducation de ces élèves à travers une expérience d'apprentissage agréable et intuitive.

Mots-clés: audio, capture audio, édition audio, des objets d'apprentissage.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Résumé	xi
Índice	xiii
Índice de Figuras	xvii
Índice de Tabelas	xxi
Índice de Gráficos	xxiii
Notação e Glossário	xxv
1 Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Conteúdos didácticos	3
1.3 Identificação do problema	5
1.4 Objectivos	7
1.5 Motivação	7
1.6 Organização deste trabalho	8
2 O som - fenómeno físico	11
2.1 O estudo do som	11
2.2 Alguns conceitos	12
2.2.1 As ondas	12
2.2.2 O Som Puro: Unidade básica	14
2.2.3 Os Sons complexos.....	15
2.2.4 As Frequências.....	16
2.2.5 Pressão Sonora - Decibéis e Pascal.....	16
2.2.6 A Propagação de ondas.....	17
2.2.7 A Interferência de ondas	17
2.2.8 O embate do som numa superfície.....	18
2.2.8.1 A Absorção	19
2.2.8.2 A Reflexão	20
2.2.8.3 A Refracção.....	21
2.2.8.4 A Difracção	22

2.2.9	Os modos acústicos ou ressonâncias	23
2.2.10	O efeito <i>Doppler</i>	25
3	O áudio - sistema electroacústico	29
3.1	Conceitos base	29
3.2	Introdução da gravação sonora e distribuição	29
3.3	Captação: Microfones	33
3.3.1	Microfones dinâmicos	33
3.3.2	Microfones de condensadores.....	34
3.3.3	Microfones de fita.....	35
3.3.4	Microfones especiais	35
3.3.5	Direccionalidade de um microfone.....	36
3.3.6	Outras características dos microfones.....	36
3.3.7	Técnicas de captação	39
3.4	Dipositivos de saída.....	43
3.4.1	Colunas	43
3.4.2	Amplificadores	44
3.5	Ligações.....	45
3.5.1	Cabos de áudio.....	45
3.5.2	D.I. Box	46
3.5.3	Ligação à terra	47
3.6	Características adicionais Electroacústicas	47
3.6.1	Ruído	47
3.6.2	Distorção.....	47
3.6.3	<i>Feedback</i>	48
3.7	Equipamentos adicionais.....	48
3.7.1	Sintetizadores.....	48
3.7.2	MIDI.....	49
3.7.3	<i>Samplers</i>	50
3.7.4	<i>Racks</i> e <i>patchbay</i>	51
3.7.5	Mesas de mistura	51
3.7.6	Conversores AD e DA.....	52
3.8	Manipuladores de som.....	52
3.8.1	Volume - Processamento dinâmico	54
3.8.1.1	Controlo de Volume ou <i>Faders</i>	54
3.8.1.2	Compressor / Limitador	54
3.8.1.3	<i>Noise Gate</i>	55
3.8.1.4	Equalizadores	55

3.8.1.5	<i>Panpots</i> e Estéreo.....	56
3.8.2	Tempo.....	56
3.8.2.1	<i>Delay</i>	56
3.8.2.2	<i>Reverb</i>	60
3.8.3	Modulação: Frequência / Tempo – (Freq/Tempo).....	61
3.8.3.1	<i>Chorus</i>	61
3.8.3.2	<i>Flanger</i>	62
3.8.3.3	<i>Phaser</i>	62
3.8.4	Frequência.....	62
3.8.4.1	<i>Pitch-Shifter</i> e <i>Detune</i>	62
3.8.4.2	<i>Exciters</i> e <i>low frequency exciters</i>	62
3.8.5	Volume / Tempo (Vol/Tempo).....	63
3.8.5.1	<i>Tremolo</i>	63
3.8.5.2	<i>AutoPan</i>	63
3.8.6	Simuladores.....	63
4	O Áudio Digital.....	65
4.1	Características do áudio digital.....	65
4.1.1	Amostragem (tempo).....	65
4.1.2	Resolução (amplitude).....	66
4.1.3	Formatos de gravação digital e compressão associados.....	66
4.1.4	Sincronização.....	68
4.2	Analógico VS Digital.....	68
4.3	Espacialização e <i>surround</i>.....	68
4.4	Formatos de Captação e Reprodução.....	69
5	O estúdio e apoio computacional.....	71
5.1	Introdução à Acústica de Salas.....	71
5.1.1	Princípios Acústicos.....	72
5.1.2	Isolamento Sonoro.....	72
5.1.3	<i>Dead End / Live End</i>	73
5.1.4	Tratamento acústico de salas.....	74
5.1.5	Técnicas de construção de estúdios.....	74
5.1.6	STC – <i>Sound Transmission Class</i>	75
5.1.7	Posicionamento de equipamento.....	76
5.2	Software de edição de áudio.....	76
5.2.1	Livres.....	76
5.2.2	Comerciais.....	78
5.3	Aplicabilidades.....	80

6	Objecto de Aprendizagem.....	81
6.1	Introdução.....	81
6.2	Objectivos	81
6.3	Modelo conceptual do recurso a desenvolver	81
6.4	O recurso <i>DALCH</i>.....	85
6.4.1	Planeamento.....	85
6.4.2	Escolha do <i>software</i> para o protótipo	86
6.4.3	Cuidados do local de gravação	88
6.4.4	Eleição do <i>software</i> e <i>hardware</i> para o áudio.....	92
6.4.5	<i>Software</i> Adicional	93
6.4.6	Sessões de gravação.....	93
6.4.7	O processo de montagem.....	96
6.4.8	Apresentação Dos Módulos e Funcionalidades do <i>DALCH</i>	101
7	Avaliação	109
7.1	Instrumentos de recolha de dados	109
7.2	Parâmetros a avaliar.....	110
7.3	Questionário de avaliação.....	110
7.4	Apresentação de Resultados.....	110
7.4.1	Informações dos Avaliadores.....	111
7.4.2	Avaliação <i>DALCH</i>	117
7.4.3	Usabilidade do <i>DALCH</i>	120
7.5	Discussão adicional de resultados	122
8	Conclusões	125
8.1	Considerações finais.....	125
8.2	Trabalho futuro.....	127
9	Bibliografia.....	129
	Anexos 1.....	133
1.1	Equalização.....	133
	Anexo 2	134
	Anexo 3	135

Índice de Figuras

Figura 1 - Espectro Acústico.....	13
Figura 2 - Espectro Electromagnético	13
Figura 3 - Meio elástico de partículas ligadas entre si, onde T é o período e t o tempo.	13
Figura 4 – Exemplo de um som puro com uma onda de 1600 Hz	14
Figura 5 - Som complexo periódico: 100Hz , 200Hz e 800Hz.....	15
Figura 6 - Varrimento de frequências: 100Hz , 200Hz e 800Hz	16
Figura 7 - Dispersão sonora numa parede. Adaptado de Luís Henrique, 2009.....	18
Figura 8 - Reflexões em limites planos. Adaptado de Luís Henrique, 2009.	20
Figura 9 - Tipos de difusões. Adaptado de Alan Parsons 2010.	21
Figura 10 - Refracção provocada por diferença de temperatura	22
Figura 11- Refracção provocada pelo vento. ⁶	22
Figura 12 - Difraccção de uma onda.	23
Figura 13 - Figuras de Chladni adaptado de Luís Henrique, 2009.	25
Figura 14 – Fontes sonoras paradas e em movimento. Adaptado de Luís Henrique, 2009.	26
Figura 15 – Onda de Choque (sonic boom). Adaptado de Luís Henrique, 2009.	27
Figura 16 - Construção de um microfone dinâmico.	34
Figura 17 - Construção de um microfone de condensador	34
Figura 18 - Construção de um microfone de fita	35
Figura 19 - Curvatura de resposta num diagrama polar de um microfone hipercardioid.	37
Figura 20 - Exemplo de uma curvatura de resposta de um microfone cardioid a 0° e 180°.....	37
Figura 21 - Curva de resposta do microfone Shure sm58beta.	38
Figura 22 - Captação de pares coincidentes.....	41
Figura 23 - <i>Blumlein Pair</i>	41
Figura 24 - Captação MS.....	42
Figura 25 - Balanceado vs não balanceado e as suas inferências	45
Figura 26 - Conector Jack.....	46
Figura 27 - Esquema de um <i>Feedback</i>	48
Figura 28 - Manipuladores de som	53

Figura 29 - Propagação sonora num estúdio.....	72
Figura 30 - Esquema pedagógico do DALCH.....	82
Figura 31 - Esquema do quarto antes das alterações.	89
Figura 32 - Quarto alterado na retenção de estúdio caseiro.....	91
Figura 33 - Esquema de ligações para a produção do DALCH.....	92
Figura 34 - Exemplo da selecção dos <i>Master Slides</i> no Adobe Captivate.....	96
Figura 35 - A. <i>Filmstrip</i> constituído por slides. B. Propriedades de um slide.....	97
Figura 36 - Exemplo de uma <i>Timeline</i>	97
Figura 37 – Exemplo de slides: A) Sem conteúdo sobreposto. B) Com conteúdo sobreposto.	98
Figura 38 – Exemplos: A) <i>Timeline</i> com elementos ocultos. B) Slide com elementos sobrepostos.	98
Figura 39 - Captivate: forma de inserir vários áudios mediante sobreposição do rato.	99
Figura 40 – A. Colocação de uma caixa de texto; B. Conteúdos alinhados pela no <i>Captivate</i>	99
Figura 41 - Exemplo de um botão com duas linhas no <i>Captivate</i>	100
Figura 42 - Ligação <i>URL</i> no <i>Captivate</i>	100
Figura 43 - Exemplo de uma edição de uma escolha múltipla no <i>Captivate</i>	101
Figura 44 – Exemplo da edição do resultado de um questionário no <i>Captivate</i>	101
Figura 45 - Ecrã de inicial do DALCH.....	102
Figura 46 - Menu principal da aplicação A) normal; B) com rato sobre o capítulo 1.	102
Figura 47 - Animação quando recurso tem áudio.....	103
Figura 48 Exemplo de estilos e tabulações à direita.....	103
Figura 49 – Exemplo das secções: Navegação e Inferior	104
Figura 50 - Exemplo da navegação dos Subcapítulos do Capítulo 1 do DALCH.	104
Figura 51 - Exemplo de um slide dinâmico parte 1.....	105
Figura 52 - Exemplo de um slide dinâmico parte 2.....	105
Figura 53 - Exemplo do slide "Som Puro e Complexo" com uma animação da onda.....	105
Figura 54 - Exemplo do slide de ondas com imagens parte1.....	106
Figura 55 - Exemplo do slide de ondas com imagens parte2.....	106
Figura 56 - Simulador de Ondas.....	106
Figura 57 - Exemplo de um Slide com vídeo, texto e imagem sem áudio.....	107
Figura 58 - Slide com textos e imagens estáticas	107

Figura 59 - Slide dos exemplos sonoros	108
Figura 60 - Afinação padrão	134

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Diversos tipos de directividade dos microfones	36
Tabela 2 - Distâncias vs tempo de atraso (aproximados).....	57
Tabela 3 – <i>Delay</i> : Batidas vs tempo de atraso	58
Tabela 4 – <i>Delay</i> : Velocidade do cérebro humano. Aproximação limite entre ouvir um som ou dois. .	59
Tabela 5 - <i>Codecs</i> por tecnologias.....	67
Tabela 6 - Diversos formatos de especialização	69
Tabela 7 - Planeamento: objectivos iniciais	85
Tabela 8 - Tabela indicativa do nível de ruído aproximado dia/hora.	93
Tabela 9 - Tabela indicativa do nível de ruído aproximado dia/hora.	94

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Representação dos níveis de ruído numa semana pela segmentação das horas diárias.	95
Gráfico 2 - Gráfico circular com percentagens do género sexual dos avaliadores	111
Gráfico 3 - Idades dos inquiridos	111
Gráfico 4 - Questão: "Formação:"	111
Gráfico 5 - Questão: "Utilizou / Utiliza <i>Software</i> de Áudio ?"	112
Gráfico 6 - Questão: "Se Sim, indique quais os que MAIS usa:"	112
Gráfico 7 - Questão: "Considera a ferramenta que mais usa:"	113
Gráfico 8 - Filtro a partir dos inquiridos que usam apenas <i>Audacity</i> “considerando-o:”	113
Gráfico 9 - Questão: "Considera que para as suas gravações necessita de Software pago ?"	114
Gráfico 10 - Questão: "Tem experiência com software Livre e Pago ?"	114
Gráfico 11 - "Já fez download de algum Software de Gravação e Edição de áudio gratuito ?"	114
Gráfico 12 - Questão: "Qual o principal fim das suas gravações ?"	115
Gráfico 13 - Questão: "Alguma vez teve acesso a um curso/recurso educativo sobre áudio?"	116
Gráfico 14 - "Considera útil a produção de cursos/recursos educativos digitais sobre áudio?"	116
Gráfico 15 - "Como docente gostava de poder usar o áudio para a produção de um rec. educativo" ...	116
Gráfico 16 - Questão: "Tenho conhecimento de outro curso de áudio"	117
Gráfico 17 - Questão: "O curso é intuitivo"	117
Gráfico 18 - Questão: "Os capítulos que introduzem o som ajudam-me a entender melhor o áudio" ..	117
Gráfico 19 - Questão: "O curso permitiu-me compreender melhor o que é o som e o áudio"	118
Gráfico 20 - Questão: "Estes tipos de cursos deveriam de ser mais aplicados"	118
Gráfico 21 - Questão: "A informação fornecida tem qualidade"	118
Gráfico 22 - Questão: "A informação fornecida tem a profundidade adequada"	119
Gráfico 23 - Questão: "Este curso deve ser melhorado, dando continuidade ao projecto"	119
Gráfico 24 - Questão: "A aprendizagem deste recurso deve ser realizada de uma forma diferente"	119
Gráfico 25 - Questão: "Este tipo de recursos é uma mais-valia para a aprendizagem"	120
Gráfico 26 - Questão: “Este curso tem um grau de complexidade baixo”	120
Gráfico 27 - Questão: “Consegui facilmente saber quais os conteúdos disponíveis”	121
Gráfico 28 - Questão: "Com facilidade consigo me situar face ao Objecto de Aprendizagem"	121

Gráfico 29 – "Consigo saltar para o menu principal a partir de qualquer ponto da aplicação" 122

Gráfico 30 Questão: "A partir do ponto 1, salte para o subtópico 1.3. O processo de navegação foi:" 122

Notação e Glossário

WWW	Abreviatura de <i>World Wide Web</i>
HTML	Abreviatura de <i>HyperText Markup Language</i>
Tags	Etiquetas
Browser	A partir de um acesso à Internet é um programa que habilita seus utilizadores a interagirem com documentos no formato HTML
Link	Hiperligação
URL	<i>Unified Resource Locator</i>
GUI	Abreviatura de <i>Graphic User Interface</i>
Open-Source	Código-live
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
DEI	Abreviatura de Departamento de Informática
GILT	Abreviatura de <i>Graphics Interaction and Learning Technologies</i>
Comb filtering	Quando o mesmo som é captado em dois pontos fisicamente diferentes da sua origem, obtendo o mesmo som atrasado.
WWB	Abreviatura de <i>Wind Water Birds</i> .
DAW	Abreviatura de <i>Digital Audio Workstation</i>
SPL	Abreviatura de <i>Sound Pressure Level</i>
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
FireWire	Cabo para comunicação entre <i>hardwares</i> também conhecido como <i>i.Link</i> , IEEE 1394 ou <i>High Performance Serial Bus/HPSB</i>
OA	Objecto de Aprendizagem
DAT	Abreviatura de <i>Digital Audio Tape</i>
ADAT	Abreviatura de <i>Alesis Digital Audio Tape</i>
CD	Abreviatura de <i>Compact Disc</i>
MIDI	Abreviatura de <i>Musical Instrument Digital Interface</i>
dB	Abreviatura de Decibel

SNR/SN	Abreviatura de <i>Signal-to-Noise</i>
TRS	Abreviatura de <i>Tip, Ring, Sleeve</i>
MP2	Abreviatura de <i>MPEG-1 Audio Layer II</i>
MP3	Abreviatura de <i>MPEG-1 or MPEG-2 Audio Layer III</i>
MP4	Abreviatura de <i>MPEG-4</i>
DVD	Abreviatura de <i>Digital Versatile Disc e Digital Video Disc</i>
WAV	Abreviatura de <i>Waveform Audio File Format</i>
FLAC	Abreviatura de <i>Free Lossless Audio Codec</i>
DTS	Abreviatura de <i>Digital Theater Systems</i>
VoIP	Abreviatura de <i>Voice over IP</i>
Codec	Codificação
SACD	Abreviatura de <i>Super Audio Compact Disc</i>
STC	Abreviatura de <i>Sound Transmission Class</i>
DWS	Abreviatura de <i>Digital WorkStation</i>
<i>Software</i>	Aplicação
<i>Hardware</i>	Equipamento
<i>Audiobooks</i>	Livros narrados com recurso a áudio

1 Introdução

” O vaso dá uma forma ao vazio e a música ao silêncio.”

Georges Braque

1.1 Contextualização

O som é algo que a maioria das pessoas toma por garantido. O nosso ambiente está cheio de ruídos a que somos expostos mesmo antes do nascimento (Howard & Angus, 2009).

Vivemos cercados de sons, que preenchem os espaços inaudíveis pelo Ser Humano e que datam a sua existência muito anterior ao aparecimento do primeiro ser vivo na Terra. O Som já existia desde o aparecimento da energia.

Assim, quando o Homem surgiu na Terra “viu-se” cercado de sons simples, como o rumor infinito da água ou o ritombar dum trovão, e de complexos sistemas de comunicação, como os cânticos dos pássaros ou os chamamentos dos animais.

O som é um dos temas mais fascinantes pela diversidade e complexidade dos conceitos físicos, biológicos e psíquicos que estão envolvidos na produção, propagação e percepção do som, de acordo com as várias áreas do conhecimento humano.

O Ser Humano e os animais são normalmente dotados da capacidade de emissão e recepção de sons.

O sistema acústico que permite a audição consiste habitualmente em dois receptores localizados lateralmente no crânio, para que o cérebro possa processar e definir de onde determinado som provém. Assim, o processamento auditivo é realizado a partir do ouvido que primeiro interceptou a onda sonora e, após a recepção pelo segundo ouvido, o cérebro analisa e define o ponto origem. O Homem primitivo comunicava através de grunhidos e uma espécie de sons imitados de animais e, aos poucos, cada conjunto de sons foi incumbido de designar um objecto e a criatividade humana permitiu que esse conjunto de sons possibilitasse também a expressão de ideias. Nasce, assim, a linguagem verbal ou meio de expressão através de palavras sonorizadas por emissão oral.

Na existência de sons e mediante a sua criatividade, o Homem começou a combinar alguns, segundo uma coordenação temporal, produzindo, assim, a música.

Segundo Julian Treasure [Treasure, 2007], o som afecta-nos em quatro aspectos: fisiologicamente, psicologicamente, cognitivamente e ao nível comportamental. Como tal, a qualidade de vida e saúde são directamente afectadas pelos sons a que somos submetidos.

Nos últimos anos, os humanos têm perdido todos os designados sons estocásticos: o vento, a água e os pássaros (*WWB – Wind Water Birds*), [Treasure, 2009]. E a sociedade perdeu-se culturalmente no respeito e entendimento onde onde sociedade perdeu-perdesse culturalmente no no respeito, entendimento entendimento e significado dos WWB.

O ruído tornou-se um dos maiores problemas no mundo moderno, aumentando progressivamente ao longo dos anos. A sociedade pode ter chegado a um ponto em que não tolera este aumento contínuo, levando, assim, a acções, como a da cidade de Londres, que todos os anos publica estratégias para a redução de ruídos provenientes dos transportes públicos, contribuindo desse modo para uma melhoria notável do ruído ambiente. Estas estratégias possibilitaram o controlo dos sons de todas as entidades em que a cidade tem autoridade: autocarros, aviões, indústria, veículos da polícia, veículos comerciais e legislação local de ruídos.

O enquadramento legal em Portugal também existe e exige mapas de ruídos, que é uma ferramenta de planeamento urbano e ordenamento de território.

Existe, também, uma lei dos anos 80 alterada em 2000 e 2007, bem enquadrada, mas não é cumprida. Este tipo de situações estão a cargo dos municípios que lhe começaram a dar mais importância em 2007, devido à directiva europeia de 2002 do decreto de lei 2006, [Coelho, 2009].

Desde a revolução industrial, os sons nas cidades têm vindo a alterar-se dramaticamente, dando lugar a sons acústicos não naturais e ruídos desagradáveis e prejudiciais, sendo muitos destes acidentais. Os sons produzidos pelo tráfego (pneus, motores, aviões) elevam o *stress* e deixam para trás a relação simbiótica com os sons primeiramente estocásticos, [Treasure, 2010].

No entanto, o Homem acaba por necessitar de ambientes ruidosos (espaços comerciais com música, rádio, televisão...), não pelo ruído em si, mas pela sensação humana de que precisa de ouvir algo mais do que aquilo que o silêncio tem para oferecer. Tornando-se cada vez mais importante calibrar o sistema acústico de cada um com um momento de puro silêncio.

Apesar de algumas utilizações inadequadas, o Homem aplica o som à saúde, à educação, à publicidade, à diversão e ao trabalho, encruzilhando-o com o bem-estar de cada um [Treasure, 2007].

Até 1877, o registo/gravação do som era impraticável. Todos os sons tinham de ser produzidos no momento e no local, para que pudessem ser ouvidos.

Um termo relativamente recente, “*Schizophonia*” (Nattiez, 1990), define a separação do som da sua origem. Na prática, Innocenzo Manzetti, em 1849, a partir do telégrafo, possibilitou a reprodução dos sons, por ele emitidos, no sistema de recepção do outro lado (Nicolotti & Poggianti, 2007); mas foi em 12 de Agosto de 1877 que Thomas Edison concluiu a sua invenção preferida, o “*phonograph*”, primeiro dispositivo com capacidade para armazenar informação (auditiva) sonora, de forma a permitir uma reprodução posterior. A era do áudio analógico começara.

No que respeita à educação, o som é um peça fundamental na formação presencial dos alunos, mas, essencialmente, quando há distância. A qualidade e equilíbrio geral na captação, edição, gravação e armazenamento, até à recepção pode afectar o aluno na sua aprendizagem, podendo provocar distracção ou aceitação e credibilidade.

A sua aplicabilidade, no nosso dia-a-dia, demonstra uma consciencialização cada vez maior do uso do som. As novas tecnologias/mercado/produtos pedem mais focalização e uma melhor utilização deste recurso, já que a sua relevância está incutida em cada um de nós. Uma produção sonora de grande qualidade pode fazer a diferença do produto, principalmente num mercado tão exigente como é o mercado global, onde as barreiras digitais não existem e as oportunidades são variadas.

1.2 Conteúdos didácticos

A educação existiu desde sempre no desenvolvimento do Ser Humano, que desde a sua existência tenta passar para a geração seguinte a cultura, valores sociais, tradições, moral, religião e habilidades (Kendall, 2004). A passagem de cultura, valores e comportamentos sociais reflecte-se na história da Humanidade por si só, a história do conhecimento, crenças, habilidades e culturas humanas (Hailman, 2010).

O método de passagem de conhecimento em sociedades pré-literais funcionava através duma educação por um processo oral, de observação e de imitação, (Hughes & More, 1997). Os conteúdos de ensino têm-se tornado mais extensos e complexos e o aparecimento da escrita possibilitou o seu arquivo. As sociedades que mais cedo adoptaram a escrita

desenvolveram muito mais e muito mais rapidamente, (Ong, 1982). A educação universal tem sido um desenvolvimento relativamente recente, já que, por volta de 1850, poucos eram os países que usavam esse método e, segundo Mann em 1986, esta metodologia aplica-se a menos de 60 por cento no Mundo, (Mann, 1986). A educação universal consiste na criação de um plano de conteúdos para todos os alunos, independentemente da instituição. As escolas, colégios e universidades não são os únicos métodos de educação formal e treino, já que, mesmo na Idade Média na Europa, as profissões eram ensinadas e onde os alunos eram aprendizes e servos (Foster & Purves, 1984).

Nos últimos anos, as tecnologias têm-se adaptado à necessidade de cativar os alunos, proporcionar a sua participação e interacção. Chegámos ao ponto em que os computadores passaram a ser normais numa sala de aula, bem como acesso a *sites*, *blogs* e *wiki*, uso de microfones, colunas, projectores, dispositivos móveis, quadros interactivos, multimédia online, jogos digitais, *podcasts*, etc.. Ainda que na aula o professor exprime verbalmente, alerte e explique, no ensino não presencial acabam também por ser necessários os sons produzindo os recursos educativos suportados por sons.

Independentemente da metodologia que os alunos prefiram ou do tipo de conteúdos a serem ensinados, os conteúdos de áudio têm de ser cuidadosamente pensados, objectivados e planeados. Em muitas situações, os conteúdos de áudio não são planeados juntamente com os visuais e podem atrasar o aluno, distraí-lo, desinteressá-lo ou descredibilizar o próprio método de ensino. Por vezes, é preferível haver ausência de áudio do que ser incorporado áudio considerado ‘mau’, de modo a obter comportamentos desejáveis por parte do aluno.

Os conteúdos lidos e paralelamente ouvidos têm uma muito maior taxa de retenção do que conteúdos apenas lidos (Dale, 1969)¹. Por isso, existe a necessidade de um maior esforço nesta área do conteúdo didáctico, nomeadamente no áudio, pelas editoras e professores.

Para o aluno ouvir o professor precisa de estar posicionado de modo a conseguir captar o que o docente emite. Todavia, o poder de captar o som e guardá-lo é uma invenção relativamente recente e com arte própria.

¹ Em 1946, Edgar Dale criou modelo da aprendizagem conhecido actualmente como o cone de Dale. Este alertou para não seguir o modelo literalmente e foi publicado em 1969 sem valores percentuais. Mais tarde, erradamente, um modelo novo foi gerado a partir da fusão do cone de Dale e as percentagens duvidosas de Treichler, desde o fim dos anos sessenta empresas, cursos, pesquisas usam percentagens deste modelo. O modelo com percentagem é inutilizável e inreferenciável pois as percentagens apresentadas por D. G. Treichler não tem pesquisa, suporte ou bibliografia.

1.3 Identificação do problema

O áudio é um recurso muito utilizado em diversas formas e meios. Assim, este é abordado em inúmeras unidades curriculares e cursos.

Uma vez que o tema “áudio” é muito abrangente, a pesquisa por recursos educativos ou didáticos sobre esta matéria revelou resultados desajustados à pesquisa. Pretendia-se procurar recursos educativos que explicassem, de uma forma menos convencional, matérias directamente relacionadas com o áudio, som e tópicos relacionados.

A forma convencional de aprendizagem passa por uma transmissão de informação de uma maneira passiva, em que quem aprende não controla o ritmo, o tempo ou como esta informação chega a ele. A forma tradicional está associada, geralmente, a salas de aula onde o professor transmite o conhecimento e os alunos aprendem.

Pretende-se procurar por uma forma de aprendizagem mais moderna, uma vez que o tema assim o exige. Para aprender sobre áudio, nos dias que correm, temos à nossa disposição um conjunto de tecnologias e ferramentas que permitem que esta mensagem seja transmitida de uma forma mais dominante e eficaz. Com o recurso a aplicações digitais podem reproduzir-se sons demonstrativos do que se pretende transmitir, assistir de uma forma dinâmica à exposição da matéria, escolher os tópicos que deseja aprender, abrandar ou acelerar o ritmo e velocidade da exposição, de modo a ajustar as suas necessidades.

Recursos educativos como estes são uma mais-valia para a aprendizagem e começam agora a tomar uma posição de destaque na educação, uma vez que têm uma maior vantagem para as restantes formas de ensino, sobretudo quando usam as plataformas digitais para melhor transmitir a matéria, aliando os sentidos à prática do que é ensinado.

Um aspecto que justifica o tema desta dissertação, que a pesquisa e a maioria das ferramentas de aprendizagem digital que se encontram disponíveis na Internet revelaram, é que usam áudio para transmitir conteúdos, seja através da narração ou sons para realçar ou chamar à atenção de quem as usa sobre um ou outro aspecto mais importante do assunto abordado.

Deu-se sobretudo uma maior importância aos resultados em Português, dado ser a língua nativa.

A pesquisa retornou, inúmeros *audiobooks* - livros narrados, geralmente, pelo autor; ferramentas de processamento de áudio; cursos digitais que usam áudio para transmitir os diversos conteúdos: desde a Medicina, à Física, Química, todas as Engenharias, Militares, etc; apresentações com música e narração sobre os mais diversos temas; tutoriais que ensinam

quem os segue a aprender a trabalhar com ferramentas de processamento de áudio; repositórios *online* com ficheiros de áudio com narração de cursos de línguas, etc.

No que diz respeito ao tema de áudio em concreto, não foi encontrado nenhum recurso educativo ou didáctico digital que tivesse como tema base o áudio. Isto não significa que estes não existam. Existem, em contrapartida, livros técnicos na área até mesmo em português, assim, como cursos em forma de vídeos educativos, que acabaram por serem referências importantes, para a sustentação do conhecimento investigado com boas bases, experiência e bibliografia credível. Diferentes vídeos foram encontrados na *Web*, sem que apresentassem credibilidade suficiente para serem usados, e outros vídeos com mais sustentabilidade são dispersos, vagos ou não se aprofundam muito. Por este motivo, se o aluno procurar, vai encontrar várias apresentações sobre o mesmo tema. Por ser tão desagregado e com ideias tão contrárias, alguns pontos podem não ser tão bem entendidos e assimiladas.

Situações como esta são muito comuns na aprendizagem nos tempos modernos. Há uma luta constante pela procura da fonte mais credível, para que não se corra riscos na aprendizagem. Cada vez mais os resultados das pesquisas estão comprometidos pela falta de firmeza e precisão, devido a serem criados conteúdos com base noutros, deturpando, por vezes, o interesse do autor em determinados pontos. Torna-se, assim, difícil encontrar referências recentes da área que estejam cientificamente correctas.

Constata-se que ao nível de recursos de ensino digitais sobre este tema, ainda existe uma enorme escassez. Deste modo, alguém que queira aprender áudio com alguma profundidade não dispõe de recursos suficientemente complexos e abrangentes nesta área. Apesar de existirem recursos digitais relacionados com o tema na *Web*, desde ferramentas de edição gratuita, pequenos cursos com qualidade duvidosa no *Youtube* ou manuais de apoio à sua utilização, no que respeita a uma sequência pedagógica mais abrangente sobre o tema foi possível constatar que não existia.

Para tratar e usar o áudio, o educando necessita de um entendimento mais profundo de como o áudio é composto e formado. Muitos dos efeitos usados em programas de edição de áudio são meramente analogias de fenómenos físicos e de leis em que o som assenta.

Surge, então, a constatação de um problema que dá origem ao presente estudo, através da questão: “Será que a existência de um Objecto de Aprendizagem de maior abrangência relacionada com o som pode ser útil?”. A par podem surgir outras questões como: “Como se deve planear e estruturar?” ou mesmo “Será que é possível áudio com um Objecto de Aprendizagem focalizado no tema?”.

1.4 Objectivos

Ao longo deste trabalho pretende-se estudar o áudio com alguma profundidade, planificando e desenvolvendo um produto educativo sobre o tema. Com ele pretende-se que se percebam alguns fenómenos físicos envolventes do som e este multifacetado meio tanto de transmissão, como de entretenimento e aprendizagem.

Apresentar uma proposta de um Objecto de Aprendizagem (OA), permitindo adquirir competências e conhecimentos sobre o áudio. A janela do áudio é enorme, mas imperativa é a sua sustentabilidade no som. Esta proposta do OA visa transmitir o essencial do som, equipamento e técnicas de modo mais correcto, facilitando a posterior edição de áudio digital. Contribuir para que o próprio aluno tenha auxílio à criação do seu próprio *software* educativo e que este possua ou venha a possuir áudio. Mergulhar no mundo de grande interesse, cientificamente já muito experienciado e artisticamente explorado. Investigar teorias, práticas, métodos, técnicas, ferramentas e formatos onde o áudio se apresenta.

Investigar a noção aproximada de um estúdio, em termos de procedimentos, utilização e existência de determinadas ferramentas, de forma a possuir conhecimentos para a execução de algum projecto, quando não possua um engenheiro de som na equipa de desenvolvimento, perante a inclusão destes conteúdos nos seus conteúdos didácticos.

Incutir as vantagens e desvantagens da boa ou má utilização deste recurso, já que é um bem precioso culturalmente rico e universal.

Espera-se uma mudança de atitude e pensamento após a leitura desta tese.

1.5 Motivação

Desde cedo, o autor teve uma ligação próxima à multimédia, tanto na área da arte gráfica (desenho, pintura, *webdesign*) onde é criativo, como no vídeo (ficção, científica, épicos, fantasia, animação, jogos).

Sendo a música um bem essencial na sua vida, o autor, que exprime a arte como instrumentista, aluno, professor, compositor e improvisador, ao longo dos anos seguiu de perto alguns projectos musicais, participando nuns e liderando outros, fez produção de palco, gravou, editou e produziu áudio.

Nesta caminhada, mais projectos na área do áudio estão em mente, com a aplicação dos conhecimentos adquiridos no mestrado em sistemas gráficos e multimédia.

Um receio tem vindo a ser inculcado no autor. Na sua opinião, os jovens de hoje não dão o devido valor aos seus ouvidos nem à importância de escutar, ao passo que apenas ouvem. O seu receio é quanto à banalização deste sentido e ao crescimento de uma geração potencialmente surda aos olhos de todos. Não pela falta de informação, mas por falta de interesse, verifica-se que, a cada dia, melhores aparelhos de áudio portátil são comprados sem que os compradores se apercebam da importância de bons auscultadores. Ouvem-se sons ásperos e exacerbados no metro, na rua e nos bares, mas a população reage como se fosse completamente normal.

Da mesma forma que a música influencia o seu estado psicofisiológico e físico, o autor acredita que sons produzidos impensadamente afectam a forma de viver de cada um e que o silêncio tem um espaço precioso.

1.6 Organização deste trabalho

Esta dissertação está organizada em oito capítulos.

No primeiro capítulo apresenta-se a perspectiva generalista sobre o som e de como afecta o Ser Humano. Avança-se para uma breve reflexão sobre os conteúdos didácticos educativos e a sua evolução. Apresenta-se o problema e estabelecem-se os objectivos do presente estudo. Evidencia-se a motivação do autor para abraçar esta investigação e termina com a organização deste trabalho.

No segundo capítulo, pretende apresentar o som enquanto fenómeno físico. É apresentada uma abordagem ao fenómeno físico em que o áudio se sustenta e a definição de alguns conceitos importantes. Referência aos pontos básicos das leis e da acústica aliada ao fenómeno.

No terceiro capítulo, entra-se no áudio enquanto sistema electroacústico. Após uma apresentação de conceitos base relacionados, o capítulo apresenta uma introdução à gravação sonora e distribuição. Destaca equipamentos de captação, nomeadamente os microfones e de dispositivos de saída. Apresenta-se ainda uma reflexão sobre o tipo de ligações necessárias neste contexto. São apresentadas as características electroacústicas e alguns equipamentos adicionais. Termina com o tópico manipuladores de som.

No capítulo quatro, aborda-se o áudio digital começando pelas suas características. Seguidamente, as diferenças entre áudio digital e analógico. Os conceitos de espacialização e *surround* são abordados, concluindo com os formatos de captação e reprodução do áudio.

No capítulo cinco, são apresentados conceitos de estúdio e o apoio computacional, começando pelos conceitos da acústica de salas. É realizado um levantamento do *software* de áudio e o capítulo é findado pelas aplicabilidades do áudio.

No capítulo seis, pretende dar a conhecer a solução que levou a cabo esta investigação, apresentando quais os objectivos do Objecto de Aprendizagem. Destaca-se o recurso propriamente dito pelo seu planeamento, escolhas, concepção e funcionalidades.

No capítulo sete, apresenta-se a validação do objecto de aprendizagem, seguindo pelos instrumentos da recolha dos dados efectivados. Os parâmetros a avaliar e o questionário de avaliação são os pontos seguintes neste capítulo. Destacando-se a apresentação e discussão de resultados dos inquiridos.

No capítulo oito, expõem-se algumas conclusões sobre a investigação realizada e apresentação de quais os trabalhos futuros a realizar.

2 O som - fenómeno físico

” Depois do silêncio, aquilo que mais aproximadamente exprime o inexprimível é a música.”

Aldous Huxley

2.1 O estudo do som

Para que o áudio seja tema de estudo, é necessário revelar que, embora totalmente relacionado com som, segundo o dicionário *online* de Português (Infopedia²), áudio define-se como um conjunto de técnicas usadas no registo, reprodução e transmissão do som. Não significa “som”, mas a informação captada, mantida, manipulada, transportada e transmitida que vai dar origem ao som. O som é a base do áudio, que é a componente audível deste.

A ciência que estuda o som foi, desde cedo, encontrada pela Humanidade. No entanto, a denominação atribuída a essa ciência não foi a mais correcta. Os Filósofos atribuíram-lhe o nome de *música*, (Blanshard, 1973).

A *música*, como ciência do campo matemático (Blaich, Anne, Ed, & Richard, 2004), era leccionada dentro das universidades medievais e englobada no *quadrivium*³. O *quadrivium*, juntamente com o *trivium*⁴, completava as sete artes liberais leccionadas nas mais prestigiadas universidades da altura. O assunto principal da música são os harmónicos (Joseph, 2002).

Uma disciplina que foi sujeita a grande estudo, mas sem que a denominação tenha sido ditada, foi o estudo de repercussões do som em espaços (Vitrúvio, 1998). Não demorou muito até que a palavra *acústica* fosse utilizada, para definir “*Boas condições arquitecturais, para o som se espalhar num recinto*” (ainda hoje utilizado como uma das definições do dicionário Priberam (Priberam, 2012)).

A palavra *acústica* tem origem na palavra grega *akouein*, que significa *ouvir*. Todavia, *acústica* transcende o seu significado grego. No século XVIII, Joseph Sauveur redefiniu *acústica* como “a parte física que se ocupa dos sons” ou “a ciência que estuda o som” [Lindsay, 1972], sendo pioneiro a utilizar a palavra no sentido como hoje a conhecemos.

² <http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/audio> infopédia - Porto Editora

³ os quatro caminhos, que estavam ligadas à matemática: aritmética, geometria, música, e astronomia

⁴ os três caminhos, ligados à literatura: gramática, lógica, e retórica

2.2 Alguns conceitos

O som é a propagação de uma frente de compressão mecânica ou onda mecânica; esta onda propaga-se de forma circuncêntrica tridimensional, a partir de meios materiais possuidores de massa e elasticidade, como os sólidos, líquidos ou gasosos (Olson, 1967). Na ausência de matéria, no vácuo, estas ondas não se propagam.

2.2.1 As ondas

Uma onda é uma oscilação no espaço e tempo, acompanhada da transferência de energia. Mas, ao contrário do que muitas pessoas pensam, as ondas não são todas iguais e a sua classificação é dada pela natureza da força de restituição.

Existem as ondas mecânicas (também elásticas ou acústicas) e não mecânicas (mais conhecidas por electromagnéticas). Alguns autores consideram a existência de uma terceira categoria: ondas de matéria (Halliday, Resnick, & Walker, 1997). As ondas mecânicas necessitam, como forças de restituição, da gravidade, elasticidade e de um meio para se propagarem. As ondas electromagnéticas têm como força de restituição o magnetismo e não precisam de um meio para a sua propagação (Henrique, 2009).

Para além das suas categorias, as ondas podem ser classificadas, de acordo com a sua oscilação relativa à direcção, por:

1. Longitudinais: a oscilação tem o mesmo sentido à direcção do movimento;
2. Transversais (a oscilação é perpendicular à direcção, Figura 3). As ondas transversais podem ser, ou não, polarizadas. Outras classificações como propagativas e estacionárias, planas e esféricas, dispersas e não-dispersas, fazem das ondas uma área da física ainda muito investigada.

A banda de frequência que o Ser Humano consegue ouvir situa-se entre os 16Hz e os 20000Hz (Henrique, 2009), mas outros animais poderão atingir, por exemplo, 150000Hz, que é o caso do morcego. Abaixo dos 16Hz, correspondem os infra-sons e acima os ultra-sons, como é apresentado na Figura 1. Os ultra-sons são usados na medicina actual como terapia e diagnóstico; investigação física das propriedades dos materiais; emulsificação.

As ondas são um movimento oscilatório periódico ou de variações regulares. É de apontar que alguns autores referenciam que a audição tem como limites até os 16000Hz (Henrique, 2009), outros 20Hz até 20000Hz.

Na figura 2, apresenta-se o espectro electromagnético e as suas delimitações sectoriais, sendo que as várias secções são usadas para diversos fins (medicina, visão humana, transmissão de rádio e dados...).

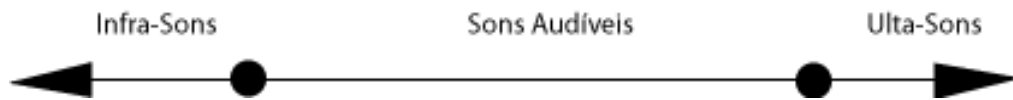


Figura 1 - Espectro Acústico

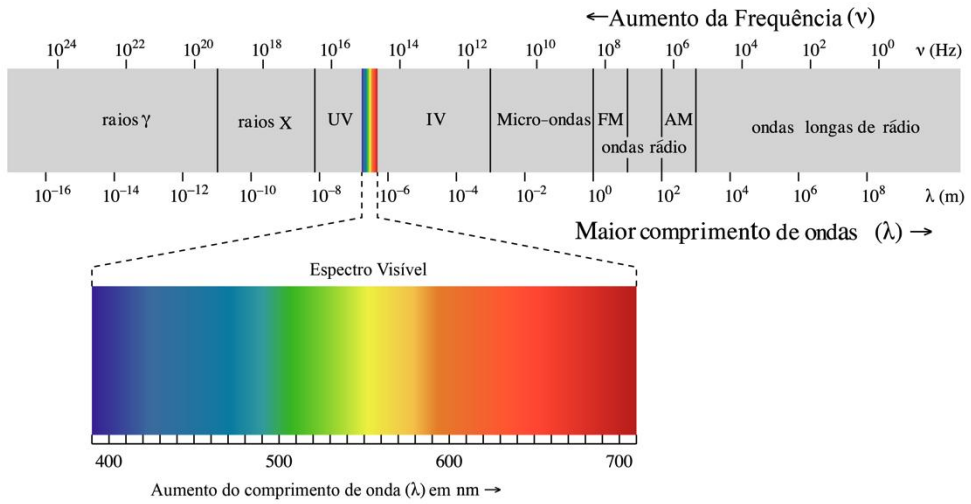


Figura 2 - Espectro Eletromagnético

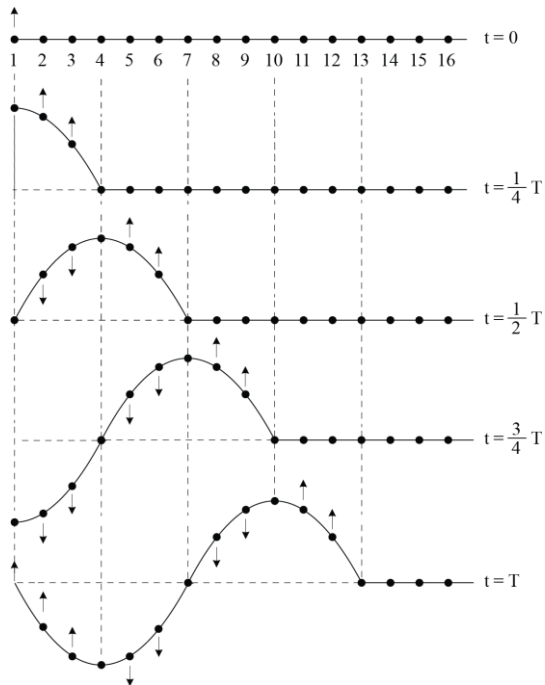


Figura 3 - Meio elástico de partículas ligadas entre si, onde T é o período e t o tempo.

A figura 3 ilustra como a oscilação de um determinado ponto origina uma onda. As várias fases assinaladas representam fracções de um período de oscilação da primeira partícula, tempo ao fim do qual a onda se propagou à distância de um comprimento de onda.

2.2.2 O Som Puro: Unidade básica

O som corresponde a variações de pressão no ar, provocadas pela vibração de um corpo, que são captadas pelo ouvido. Se a oscilação for superior a 16 ou inferior a 20 000 vezes por segundo (16Hz a 20 000Hz), pode ser captada pelo ouvido humano e interpretada como um som. Ao abanar uma mão, oscilando-a 16 vezes por segundo, um som será reproduzido. Como exemplo prático, o ouvido humano consegue ouvir um zumbido criado pelo bater das asas de um mosquito, numa média de 600 batidas por segundo.

Os sons naturais são, na sua maioria, combinações de sinais. Mas um som puro monotónico é representado por uma sinusoidal pura e possui uma velocidade de oscilação ou frequência, que é medida em Hertz (Hz). Uma função do tempo de um som puro é descrita matematicamente pelas equações:

$x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$ $x(t) = A \sin(2\pi f t + \phi)$ $x(t) = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \phi\right)$	<p style="text-align: right;">A amplitude</p> <p style="text-align: right;">T período</p> <p style="text-align: right;">ϕ fase inicial em radianos</p> <p style="text-align: right;">ω frequência angular em rad s^{-1}</p> <p style="text-align: right;">(note que $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$)</p>
---	--

Equação 1 - Função de um som natural

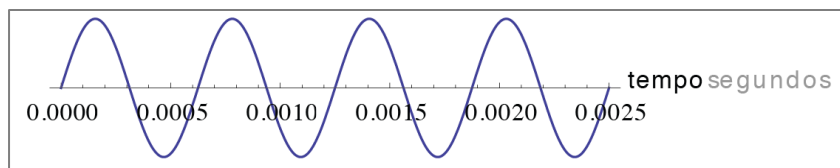


Figura 4 – Exemplo de um som puro com uma onda de 1600 Hz

Num som gerado existem 4 características que qualquer pessoa é capaz de identificar com mais ou menos facilidade:

- Timbre: A forma da onda produzida difere entre instrumentos.
- Intensidade: é obtida a partir da amplitude da onda, ou seja, pressão acústica.

- Altura: corresponde à frequência, oscilação da onda, que se repete num determinado tempo, o que irá determinar se é um Dó ou um Ré.
- Duração: o som pode ser mais ou menos prolongado.

2.2.3 Os Sons complexos

Os sons complexos são constituídos por mais do que uma frequência. Cada frequência pode denominar-se como componente ou parcial. O primeiro dos parciais é designado como som fundamental (existindo uma falta de rigor físico neste conceito).

O termo “harmónica” diz respeito à frequência; enquanto o termo “harmónico” se refere ao som parcial. Os músicos aplicam mais vezes o último termo, porque o que executam são sons, não lhe interessando, em geral, quais as frequências em causa.

Os sons complexos podem ser considerados o somatório de sons simples. Quando um determinado som é composto unicamente por parciais harmónicos, denomina-se periódico; se pelo menos um dos seus parciais não for harmónico, o som é não-periódico ou aperiódico, já que, a partir da analogia da onda, esta não terá ponto de repetição.

As figuras 4 e 5 apresentam um som complexo, constituído pelos sons 100Hz, 200Hz e 800Hz. Na figura 4, faz-se uma analogia à onda proveniente desse som que se apresenta com período de aproximadamente 0.01 segundos.

A figura 5 apresenta um varrimento de frequências, que permite facilmente visualizar quais os sons que compõem o som complexo (localização perante a escala) e qual a sua intensidade da frequência (comprimento do traço). Tendo em conta que em alguns casos o som complexo em estudo é constituído por frequências próximas, é prática comum o uso de uma escala de frequências limitada tanto no seu fim como início. Neste caso, o limite é 5000Hz.

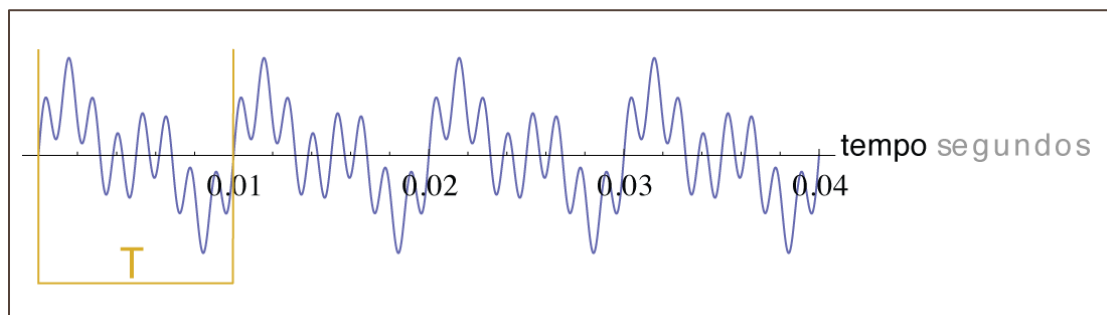


Figura 5 - Som complexo periódico: 100Hz , 200Hz e 800Hz

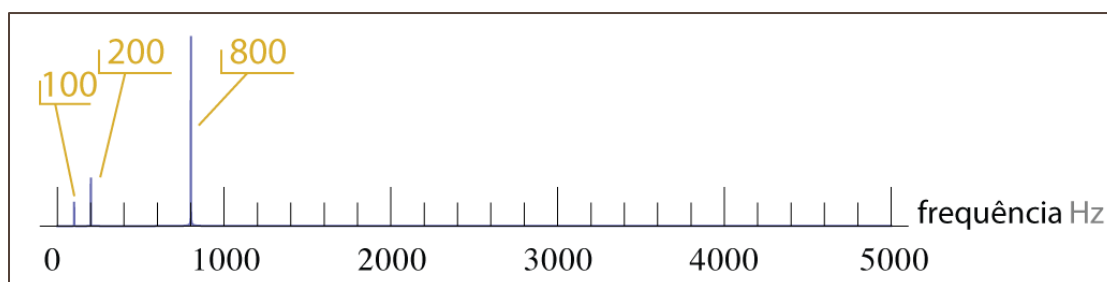


Figura 6 - Varrimento de frequências: 100Hz , 200Hz e 800Hz

2.2.4 As Frequências

As frequências são o número de vezes que um fenómeno periódico se repete a cada segundo. No caso do som, a frequência é relativa à variação da pressão do ar.

A unidade de medida do som é o *Hertz*, representada por Hz. Aparentemente, pensar-se-ia que uma frequência de valor intermédio daria uma sensação de meia escala. No entanto, no campo musical, quando se aumenta uma oitava⁵ a uma nota, duplica-se a frequência [anexo2]. Por esse facto, é usada uma escala gráfica logarítmica das frequências nas apresentações de, por exemplo, uma resposta em frequências de um microfone.

2.2.5 Pressão Sonora - Decibéis e Pascal

A intensidade do som audível ou pressão acústica tem como unidade de medida o Pascal, representado por Pa. Até ao limiar da dor, o som pode atingir a força de 10 000 000 vezes do que o mais fraco, elevando o ouvido do Homem ao patamar do sentido com mais amplitude. A amplitude audível é de 0,00002 Pa (limiar da audição) e 200 Pa (limiar da dor), acabando por ser valores enganadores quanto à consciencialização da intensidade. Por exemplo, um som de intensidade média terá valores muito abaixo dos 100 Pa (na ordem das centésimas).

Houve a necessidade de usar outro tipo de medição que se equiparasse à unidade de medida Pascal com valor referencial 0,00002 Pa. Tal como as frequências, o ouvido tem uma percepção não linear, mas logarítmica. O decibel (dB) surge como forma de representar a pressão sonora, que é também chamada de SPL (*Sound Pressure Level*), onde a audição varia

⁵ Uma oitava é a repetição de uma nota musical para um tom superior ou inferior. A afinação padrão tem Lá com 440Hz e o Dó central com 261,6Hz. Na coluna "Note name" as letras são notas e os números número da oitava.

entre 0 dB (20 μ Pa) e 140 dB (200 Pa) e em que a intensidade média do som terá cerca de 70 dB.

A pressão acústica irradiada por duas fontes sonoras de 80 dB não será igual a 160 dB (80+80), mas a 83 dB, pois é uma grandeza logarítmica. Se duas fontes forem iguais, a pressão acústica é aumentada em 3 dB; se não forem iguais, a pressão não chegará, sequer, a atingir 3 dB. Quanto maior a diferença, menor o crescimento (uma fonte com 80 dB e outra de 70 dB resultará num *SPL* de 80,4).

2.2.6 A Propagação de ondas

Tal como referido na introdução a este tema (ponto 2.2), sem um meio o som não se propaga, daí que em vácuo o silêncio seja absoluto e o som não se difunda entre os seus limites.

O meio através do qual se possibilita a propagação de ondas, capacitando a audição do Ser Humano, é o ar. Essas ondas denominam-se de *ondas de pressão* ou de *compressão rarefacção*.

Pelas oscilações de pressão, o som propaga-se, até chegar ao ouvido, através de ondas designadas por ondas longitudinais. Objectos sólidos, substâncias líquidas e gases possibilitam a propagação dessas mesmas ondas.

A velocidade de propagação de um som depende do meio, do seu estado e da temperatura. Assim, a velocidade da onda depende do coeficiente de elasticidade do meio (quanto maior maleabilidade, mais fácil é o seu atravessamento pelo material) e da sua própria inércia (quanto maior a resistência, maior dificuldade terá o som em trespassar):

$$Velocidade\ da\ onda = \sqrt{\frac{Coeficiente\ de\ elasticidade\ do\ meio}{Coeficiente\ de\ inércia\ do\ meio}}$$

Através dos sólidos, a propagação é mais rápida, seguida dos líquidos e, finalmente, dos gases.

2.2.7 A Interferência de ondas

Quando num espaço passam duas ondas, determinados fenómenos resultam da sua interferência: batimentos e sons resultantes de combinações.

O batimento é um fenómeno que consiste em duas frequências provenientes de dois sons, mas que a sensação auditiva capta como um som único e que flutua a uma determinada frequência.

A flutuação é a consequência das relações de fase, que se estabelecem progressivamente entre as duas ondas. Quando as ondas têm fases coincidentes, resultam numa interferência construtiva; ao passo que, quando essas fases se opõem, a interferência é destrutiva e anula ou diminui a intensidade sonora. A flutuação da amplitude, ouvida pelos dois sons, cria a sensação de se tratar de um único som que “bate”, daí a denominação de batimento.

Frequência de fusão é a frequência média de duas frequências que passam a ser audíveis. Frequência de batimento é a intensidade com que oscila regularmente entre reforços e anulações do som.

Uma utilidade que advém deste acontecimento é a afinação de instrumentos. É um assistente bastante preciso para levar dois sons ao uníssono e para controlar o temperamento do intervalo. Pretende-se eliminar os batimentos e, quando o são, o som torna-se “liso”.

2.2.8 O embate do som numa superfície

O som produzido propaga-se podendo ir directamente ao ouvido do receptor; embater numa superfície e posteriormente ouvido; embater em superfícies até que seja absorvida nem que seja pelo próprio ar ou superfície absorvente.

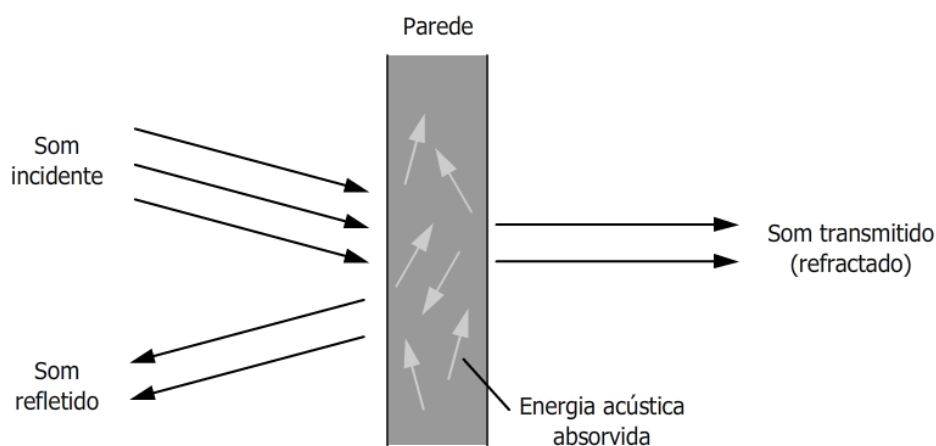


Figura 7 - Dispersão sonora numa parede. Adaptado de Luís Henrique, 2009.

A energia despoletada pela voz, por exemplo, propaga-se em todas as direcções, desde a sua origem até que a sua energia seja absorvida por determinado objecto ou barreira.

Na imagem anterior, são apresentadas todas as direcções que um som toma quando incide numa parede.

2.2.8.1 A Absorção

Através do dicionário Priberam, identificamos a *absorção* como “fazer desaparecer total ou parcialmente um líquido, atraindo-o a si.”. Embora o som não possua estado líquido, esta definição é também usada por Alan Parsons em “*The Art and Science of Sound Recording*”, [Parsons, 2010]. Alan Parsons afirma que, da mesma forma que a esponja absorve a água tornando a superfície seca, o limite em que embate o som permite que este não ressalte, absorvendo-o e eliminando-o.

A absorção física, como, por exemplo, painéis e materiais de construção, não é o único processo de atenuação da energia da onda sonora. As condições em que o ar se encontra (temperatura, humidade, poluição) têm um factor preponderante na absorção. A atenuação do meio é incitada por diversos princípios: perdas pela viscosidade do meio, por condução de calor e por fenómenos de relaxação molecular. Enquanto as ondas acústicas se difundem, as oscilações de pressão provocam variações de temperatura (Henrique, 2009).

Diferentes materiais têm diferentes coeficientes de absorção. Quanto maior o coeficiente, maior será a capacidade de absorção do som. Diferentes materiais absorvem em diferentes quantidades e a diferentes frequências (Berkaneck, 1997).

Segundo John Backus [Backus, 1977], a intensidade sonora absorvida obtém-se a partir da fórmula:

$$I_a = I - I_r$$

I_a intensidade absorvida; I intensidade incidente; I_r intensidade reflectida

O coeficiente de absorção:

$$\alpha = \frac{I_a}{I}$$

O coeficiente de absorção varia entre 0 e 1:

$\alpha = 1$ todas a energia é absorvida.

$\alpha = 0$ todas a energia é reflectida.

2.2.8.2 A Reflexão

As ondas sonoras reflectem-se, quando se deparam com um limite físico de grandes dimensões, relativamente ao comprimento de onda, como, por exemplo, uma parede plana rija.

No caso da fonte sonora ter origem próxima ao obstáculo, pode imaginar-se que esta se reflecte, da mesma forma que uma imagem no espelho, com igual distância da fonte.

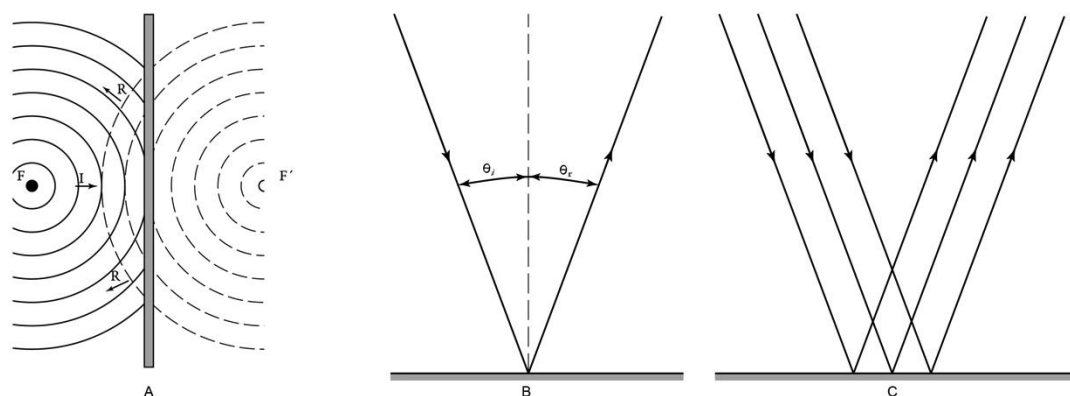


Figura 8 - Reflexões em limites planos. Adaptado de Luís Henrique, 2009.

Na Figura 8A, a onda reflectida R é gerada pela transformação da onda I, que incide perpendicularmente num obstáculo. Na Figura 8B e 8C, quando as ondas sonoras embatem em superfícies rígidas e planas, a sua reflexão é regida pela lei de *Snell-Descartes*. A lei de Descartes representa, apenas, uma expressão que relaciona o ângulo de um raio. Esta lei é usada para calcular a reflexão da onda, caso esta não incida perpendicularmente: o ângulo de incidência (θ_i) é igual ao ângulo de reflexão (θ_r). As Figuras 8 e 9 têm como referência o livro *Acústica Musical* de Luís Henrique, [Henrique, 2009].

Quando estas superfícies são irregulares ou convexas, as ondas de reflexão dispersam-se (Figura 9A). Em superfícies côncavas, as reflexões concentram-se num ponto (F. 9B), o que não é de todo agradável ou desejável, caso o objectivo seja obter uma melhor difusão sonora. Na Figura 9C, apresenta-se uma série de difusões em superfícies irregulares e ásperas.

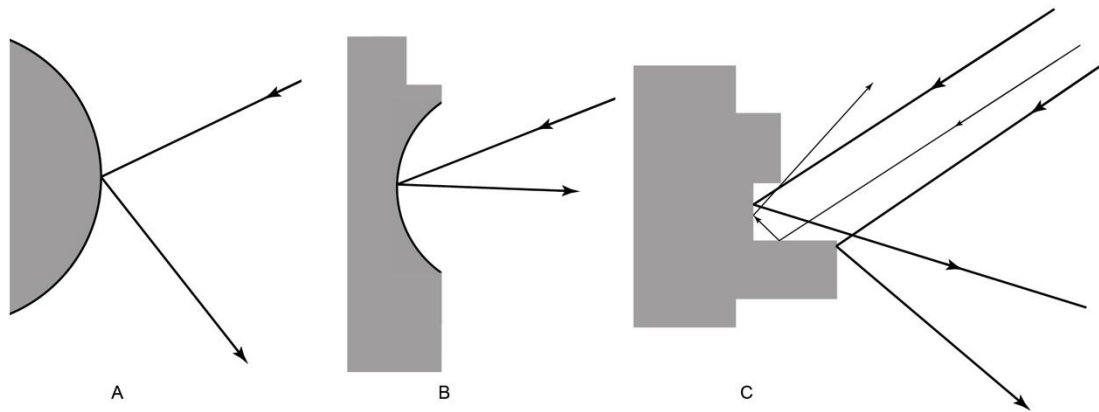


Figura 9 - Tipos de difusões. Adaptado de Alan Parsons 2010.

2.2.8.3 A Refracção

Quando as ondas passam de um meio para outro, com diferentes velocidades de propagação, dá-se o fenómeno de refracção. Este fenómeno também pode ser encontrado no mesmo meio, se houver várias camadas deste e diferentes velocidades de propagação. Determinados meios são submetidos a variações de temperatura e ventos, habilitando o meio a propagar as ondas por diferentes velocidades. A velocidade de uma onda sonora no ar aumenta bastante com a temperatura. Numa situação normal, as camadas de ar quentes situam-se acima das frias, o que provoca a curva da onda para baixo (Figura 10A). Pode, no entanto, acontecer que a camada de ar mais próxima da terra esteja mais quente e proporcione a curvatura da onda sonora para cima (Figura 10B).

A intensidade do fenómeno varia dependendo da diferença de temperatura das camadas na atmosfera, mas, por exemplo, nas manhãs de inverno a camada junto à terra é muito mais fria o que acentua este fenómeno, viabilizando uma melhor audição. Já num dia quente a audição de um determinado som é mais difícil de captar ao longe, devido à curvatura da onda para a atmosfera, sendo, em certos casos, ouvido a quilómetros de distância.

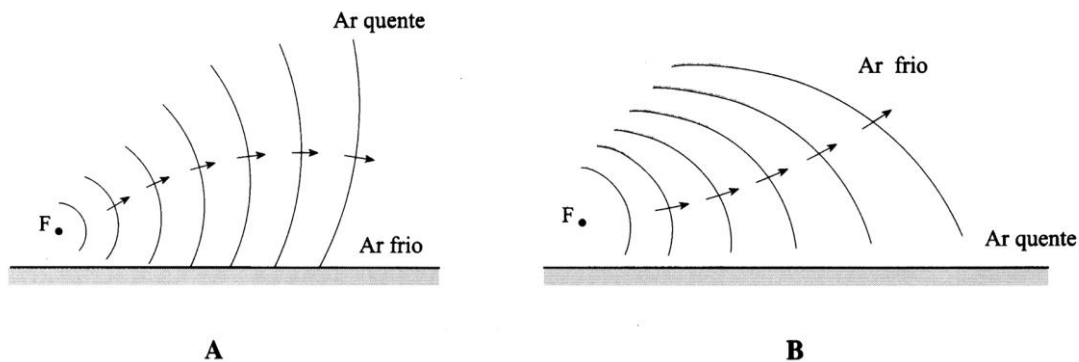


Figura 10 - Refracção provocada por diferença de temperatura.⁶

O efeito do vento também habilita a realização deste fenómeno de refracção. Com um constante sopro de vento, a velocidade deixa de ser igual perante as camadas mais altas e as camadas mais próximas da terra. O vento afecta a viscosidade do ar, dificultando a progressão da onda, se o vento estiver contra a direcção pretendida (curvatura para cima apresentada na Figura 11B) e favorecendo-a, se estiver a favor do vento, originando curvatura para baixo (Figura 11A).

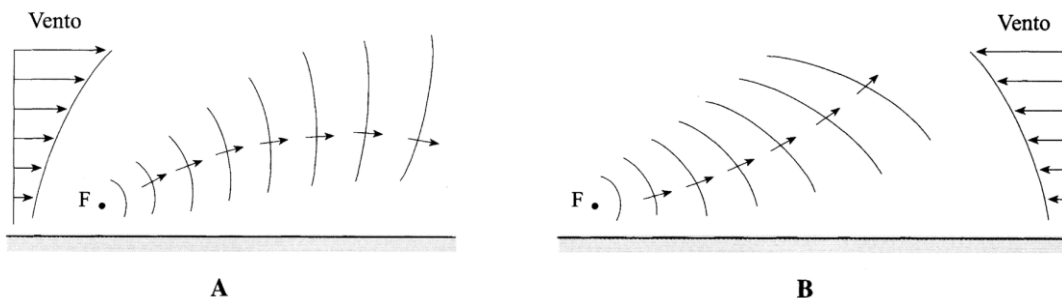


Figura 11- Refracção provocada pelo vento.⁶

2.2.8.4 A Difracção

As ondas sonoras, quando se propagam em linha recta, podem deparar-se com um limite físico de grandes dimensões relativamente ao comprimento de onda. Nestes casos, as ondas atravessam esse limite. Por vezes, o limite pode ter dimensões médias ou pequenas, pelo que a onda a contorna. A difracção é um fenómeno provocado pela distorção das frentes de onda de propagação do som pelos obstáculos contornados.

Os fenómenos de *reflexão*, *absorção* e *difracção* dependem da relação entre o comprimento de onda do som e o tamanho do obstáculo:

⁶ Adaptado de Luís Henrique 2009

$$\lambda \ll l_{\text{obstáculo}} \Rightarrow \begin{cases} \text{reflexão} \\ \text{absorção} \end{cases}$$

$$\lambda \gtrsim l_{\text{obstáculo}} \Rightarrow \text{difracção}$$

A difracção também representa a capacidade que as ondas têm de passar através de pequenos orifícios, por exemplo, numa parede.

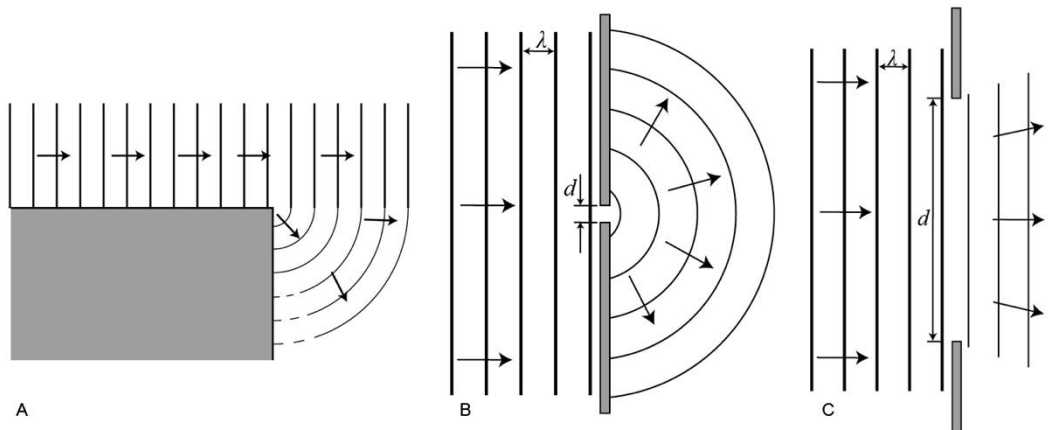


Figura 12 - Difracção de uma onda.

Na Figura 12A, a zona cinzenta representa a vista aérea de um prédio e a onda contorna o edifício, criando uma zona de sombra acústica (tracejado).

Na Figura 12B – O comprimento de onda (λ) é maior que a dimensão do orifício (d), resultando numa deformação circular.

Já na Figura 12C, o comprimento de onda (λ) é menor que a dimensão do orifício (d), levando a uma deformação não circular.

2.2.9 Os modos acústicos ou ressonâncias

Modos acústicos são cancelamentos e acumulações ao longo da banda de frequências.

Salas pequenas provocam problemas, obtendo-se modos acústicos. Os problemas das frequências são muito preocupantes nestes casos, devido aos comprimentos de onda serem maiores do que as dimensões da sala. Assim, os quartos pequenos não conseguem reproduzir essa informação tão bem como um espaço mais amplo. Tipicamente, evitam-se dimensões divisíveis pelo mesmo número, por exemplo, 480x720x240cm.

As ressonâncias podem ser axiais (duas paredes envolvidas), tangenciais (quatro paredes envolvidas) e oblíquas (6 paredes envolvidas). As paredes paralelas, para além de realçar ressonâncias, podem gerar ecos pulsantes (*flutter echoes*) (Ginn, 1978).

As ressonâncias não possuem as mesmas taxas de decaimento (o som desvanece mais rápido). A taxa de decaimento irá depender do posicionamento e quantidade do material absorvente no espaço. Ainda que existam carpetes, estas não irão afectar modos axiais que envolvam apenas paredes. Os modos tangenciais e oblíquos exibem maior taxa de decaimento, devido a que as reflexões se servem de diversas superfícies (Nieuwland & Weber, 1979; Everest, *The Master Handbook of Acoustics*, 1994).

Este tipo de fenómenos pode gerar colorações ao som, levando a sonorizações falsas. Nos modos axiais espaçados, podem usar-se correcções acústicas, para solucionar tais problemas.

Segundo determinados estudos, tanto de Nieuwland e Weber, como Steven Lehar e Alton Everest, concluem que salas irregulares tanto podem trazer vantagens como desvantagens. Tudo dependerá das posições das superfícies, mas acabando mais por depender do volume da sala em si. Nas salas não-rectangulares, obtém-se uma distribuição mais regular das frequências modais do que em salas rectangulares. Os modos acústicos acabam por ter características tridimensionais, ou seja, modos oblíquos. Em salas com superfícies todas oblíquas, criam-se campos sonoros que são uma mistura dos espaços regulares e dos espaços irregulares.

No século XVIII, desenvolveu-se bastante a acústica teórica, com grandes nomes da época como Laplace, Lagrange, Bernoulli e Ernst F.F. Chladni. Este último inventou um processo de observação dos modos vibratórios em corpos sólidos, hoje conhecido por figuras de Chladni (apresentada na Figura 13).

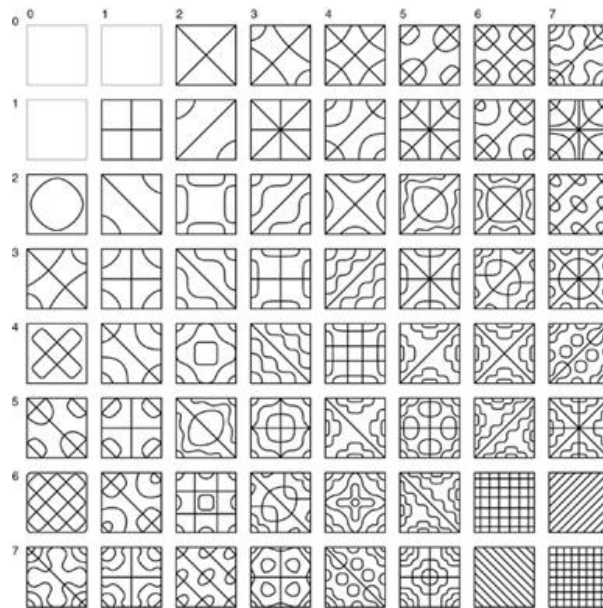


Figura 13 - Figuras de Chladni adaptado de Luís Henrique, 2009.

Estas figuras são obtidas a partir de areia fina, levemente distribuída numa placa de metal, com uma das mãos nos bordos, amortecendo a vibração da placa em pontos adequados, e do outro lado um arco, para provocar a excitação, que a partir desta incita uma ressonância e uma imagem específicas que, directa ou indirectamente, acabam por estar relacionadas com os modos acústicos. Sophie Germain descobriu a equação diferencial correcta que era de quarta ordem para as figuras de Chladni, [Lehar, 2011].

2.2.10 O efeito *Doppler*

O efeito *Doppler* é uma ocorrência característica do facto da emissão do som estar em movimento, como, por exemplo, um carro ou mota, e o receptor estar fixo ou em movimento relativamente ao emissor. Se o emissor e receptor se aproximarem, compreenderão as frequências como um som mais agudo do que o real. Se estes se afastarem, o resultado tornar-se-á mais grave e a frequência tenderá em diminuir.

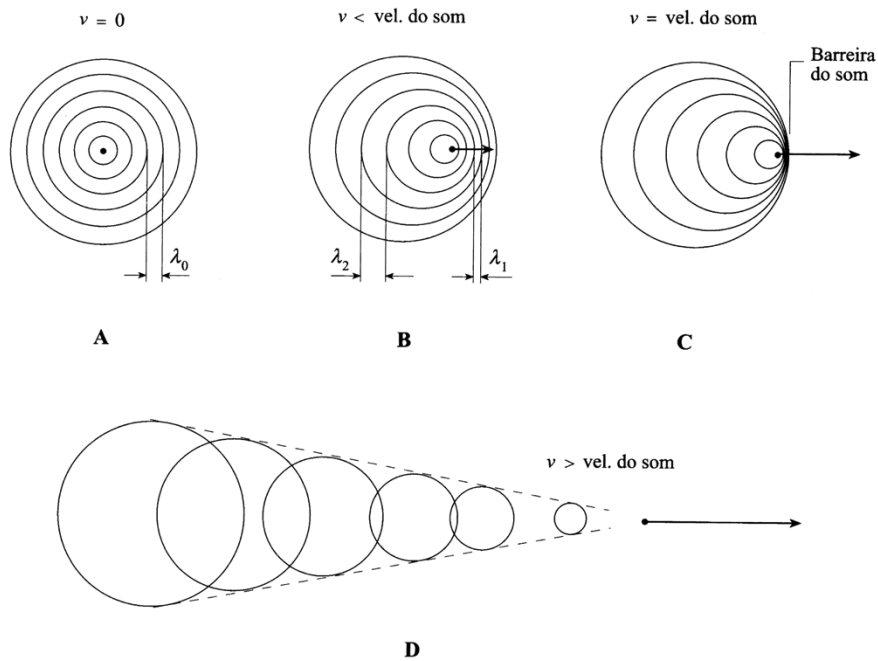


Figura 14 – Fontes sonoras paradas e em movimento. Adaptado de Luís Henrique, 2009.

Na Figura 14A representa uma fonte sonora parada. Já na Figura 14B representa uma fonte sonora em movimento com uma velocidade inferior à do som; já em 14C a fonte sonora desloca-se à velocidade do som. Na Figura 14D apresenta uma fonte sonora que se desloca a uma velocidade superior à do som, (Henrique, 2009).

A evolução dos aviões permitiu conseguir voar a uma velocidade superior à do som. Com isso, um fenómeno denominado de onda de choque ou estampido sonoro (*sonic boom*) é gerado, devido a um aumento de pressão instantâneo seguido de uma descida abaixo da pressão normal. O som de ondas de choque é semelhante ao rebentamento do mar na praia.

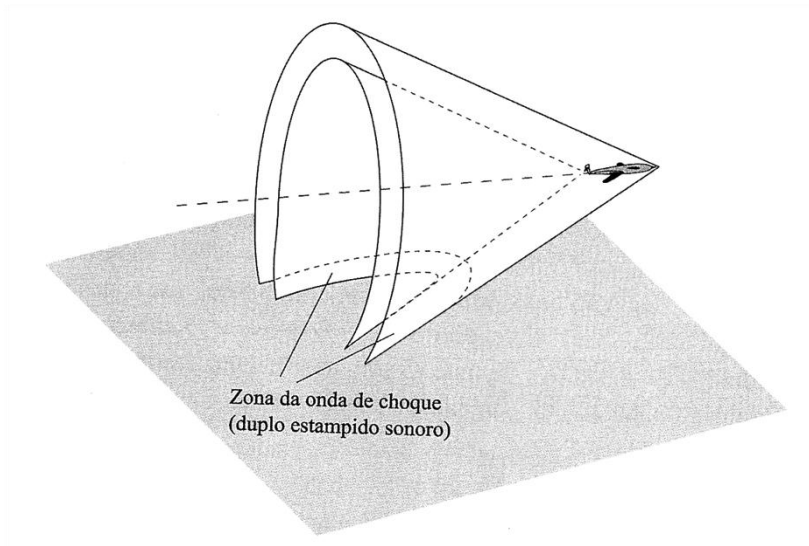


Figura 15 – Onda de Choque (sonic boom). Adaptado de Luís Henrique, 2009.

Na Figura 15 representa uma situação em que um avião se desloca a velocidade supersónica, dá-se a formação de um duplo cone – um dos cones tem origem na frente do avião e o outro na cauda. A intersecção do duplo cone com a terra é uma zona com forma de uma hipérbole que atinge uma área de grande extensão, (Henrique, 2009).

3 O áudio - sistema electroacústico

“A imaginação é mais importante que o saber.”

Albert Einstein

3.1 Conceitos base

Apesar de hoje em dia o processamento e o método de transporte do áudio digital ser digital, o áudio é essencialmente som acústico. Existem pelo menos dois momentos em que o conceito digital não se usa: na captação e na reprodução.

O som é captado por microfones, que o convertem em analógico, sendo depois convertido em digital e reversamente até às colunas que o irão reproduzir. É uma área de muita diversidade, de muitos segredos, extensa e que a cada dia lança novos produtos para o mercado. Desta forma, várias técnicas e truques estão enunciados.

3.2 Introdução da gravação sonora e distribuição

Inicialmente, todos os sons eram (re)produzidos no local onde fisicamente seria possível ouvi-los. Assim, num acontecimento onde houvesse sons, estes seriam ouvidos no local e no momento e nunca mais poderiam ser ouvidos.

Com o intuito de voltar a ouvir temas musicais, recitais ou palestras, inventaram-se sistemas que permitiram ouvir posteriormente, sem a necessidade de estar presente no momento de produção e com desfasamento temporal. Os recursos educativos evoluíram e passaram a utilizar a tecnologia conquistada no ramo da música.

A história do áudio começa em formato analógico com Thomas Edison com o *Phonograph* e o *Wax Cylinder*, que evolui de um telefone ao ponto de captar as vibrações electroacústicas, marcando-as em cilindros de cera caracterizados, num conjunto, por serem largos e grandes.

A gravação/captação começou a ser uma arte, já que, no momento da mesma, os instrumentistas teriam de posicionar-se na sala, de forma a obter uma mistura equilibrada. A gravação era realizada de uma só vez, não podendo ser editada, e cada instrumento era posicionado na sala conforme a sua pressão acústica.

Foram aparecendo dispositivos importantes na história da gravação, seguem-se alguns pontos na evolução:

- O *Gramophone*, invenção baseada no *Wax Cylinder*, acabou por ser muito bem aceite e bastante vendida. Thomas Edison motorizou electricamente o gramofone. Pouco depois Marconi inventa o rádio sem fios.
- O “*Optical Track*” apareceu devido à necessidade de sincronizar áudio com filmes. A reprodução consistia na variação do *flash* de luz numa faixa de áudio, situada de lado e junto à faixa da imagem na fita do filme, onde ambos eram reproduzidos ao mesmo tempo, ficando sincronizados.
- A fita magnética, em 1935, foi uma invenção da *BASF*, na Alemanha. , Onde permaneceu durante (e devido) a II Guerra Mundial. Era uma fita magneticamente carregada, que passa por uma cabeça de gravação e que reajusta o magnetismo da fita de acordo com a informação que se gravar.
- Após alguns anos, o americano Jack Mullin modificou a invenção da *BASF*, que passou a ser usada pelas rádios durante anos. A *Ampex* reverteu a engenharia, melhorando-a, a partir da *BASF*, originando o *Ampex Model 200* e continuaram com novos avanços na área.
- Houve formatos de consumidor que existiram durante estas eras. O “*Long Play Record*” (1948), mais conhecido por *disco*, relativamente parecido com o disco de cera mas espalmado, onde as vibrações eram esculpidas no material e reproduzidas da mesma maneira. A “*Cassete Tape*”, mais conhecida por *Cassete* ou até mesmo *K7* (1963), similar à fita magnética, não profissional, que se movia mais lentamente e possuía uma qualidade muito inferior.
- Nesta altura, todas as gravações tinham de realizar-se com sucesso à primeira tentativa. Podiam cortar-se, literalmente, partes de fitas, acaso fosse necessário remover alguma parte inconveniente, mas não era possível adicionar camadas de sons (faixas). Por exemplo, reproduzir um conteúdo educativo em que o instrutor fala sobre uma música de fundo não era praticável a não ser que aquando a gravação existisse uma reprodução dessa música e que o microfone captasse tanto o orador como a música de fundo, perdendo qualidade e profundidade.
- O *Sound On Sound* surge com Les Paul, o guitarrista que deu nome ao modelo das guitarras Gibson. Les Paul adicionou uma cabeça de leitura extra à sua máquina de fita magnética *Ampex* de alta definição para gravar faixas sobrepostas e gravar “som em som”. Possibilitou, assim, a gravação de várias

faixas, umas em cima das outras como camadas. A partir daí, houve enormes avanços. Mais cabeças foram adicionadas e começou-se a dividir o espaço (largura da fita) por elas, permitindo gravar em faixas separadas. Inventaram-se, então, as 16 e 24 faixas em 2 polegadas (2"). As 32 faixas em 3" não obtiveram grande adesão, devido aos inúmeros problemas técnicos derivados da largura da fita.

- Os utilizadores não profissionais tiveram, também, a oportunidade de criar as suas próprias gravações multipistas com aparelhos de 4 pistas muito vendidos. Muitos estúdios, ainda actualmente, usam aparelhos com 24 faixas totalmente analógicos e máquinas emparelhadas de 24 até às 100 faixas.
- O *CD* ou *Compact Disc* (1982) faz surgir a era digital nos lares. Criado pela *Sony* e *Philips*. O áudio digital permite realizar gravações sem quaisquer perdas de informação de alta qualidade, com menos ruídos, melhor qualidade sonora e maior espectro dinâmico. O formato usado no *CD* é 16bit 44.1 kHz e foi escolhido pelo seus criadores sem qualquer diálogo levando a alguma indignação.

Sony Digital Tape (1987) foi o primeiro formato digital para estúdios profissionais, que começaram a trocar os aparelhos de fita magnética analógica ou a reutilizá-las. 16 bits, 44.1 kHz e 48Khz. ainda são utilizadas em estúdios profissionais, mas já não se produzem , daí que tenham de ser reutilizadas.

Alesis desenvolveu o *ADAT* (*Alesis Digital Áudio Tape*) em 1991 e revolucionou os estúdios caseiros. Era um gravador com 8 canais de 16 bits, 44.1 kHz ou 48 kHz, que depois evoluiu para 20 e 24 bits com 88.2 e 96 kHz. Tratava-se de uma máquina de 8 faixas num estúdio caseiro, possibilitando a qualidade profissional a preços bastante em conta. Possibilitou editar e remover projectos com muita mais facilidade e fez com que se afastassem da cassette multi-faixas, mercado que era dominado pela *Tascam*. Muitos projectos, hoje bem conhecidos, começaram com gravação e edição em casa, finalizando o trabalho posteriormente num estúdio profissional.

A *Tascam* inventou o *DAT* (*Digital Áudio Tape*) em 1993, de 16 bits 44.1 kHz 48Khz e depois com 24bits com 96 kHz, que possuía uma qualidade similar à do *ADAT*, embora alguns sejam da opinião que o último se tratava de um aparelho melhor.(16 bits 44.1 kHz 48Khz e depois com 24bits com 96 kHz). Com o *DAT*, a *Tascam* batalhou no mercado dos estúdios caseiros Revolucionou, também, a indústria dos filmes e vídeos e é ainda utilizado nos dias de hoje nesta área, porque dá a possibilidade de sincronizar, em muitos estúdios.

Enquanto a *Tascam* e *Alesis* lutavam pelas vendas no mundo dos estúdios, a gravação digital baseada em computador avançava. Todavia, as características dos computadores ainda não eram as mínimas necessárias nem conseguia competir no mercado:

- *Sound Designer* (1984) era uma plataforma com uma interface de edição de *samplers*.
- *Pro Tools* surge em 1991 com acompanhamento, edição e mistura. A mistura em tempo real tornou-se possível com *DSP's* dedicados (*Digital Signal Processor*), pois os computadores não tinham capacidade de processar, daí a necessidade do processamento digital ser externo. Foram, inicialmente, desenhados para serem utilizados em computadores *Macintosh*, mas, mais tarde, já suportava *PC*. Ao longo dos anos, o *Pro Tools* evoluiu para um programa de topo no mundo, continuando a ser o programa *standard* da indústria em estúdios profissionais ou caseiros.
- *Cakewalk* 1987, inicialmente, criava *software* musical para computadores da *IBM*. Havia características de áudio, mas a mistura era realizada a partir da modificação de ficheiros. Não funcionava em tempo real, porque precisava de regravar os ficheiros com as alterações de equalização, reverberação, etc.. Actualmente, existem programas para o mais básico estúdio caseiro ou para as produções profissionais. *Sonar* é o programa da gama alta da *Cakewalk* e inclui processamento de vídeo e áudio.

A gravação *MIDI*, baseada em computador, surge em 1985 com o *Performer*. É um programa para *Macintosh*, de sequenciador *MIDI*, usado para controlar sintetizadores, enquanto a gravação multipista em fita analógica era realizada. O *Digital Performer* é a evolução desse programa, com canais para *MIDI*, gravação de áudio, edição e mistura. O *Cakewalk*, *Logic*, *Cubase* também começaram como sequenciadores *MIDI* na mesma altura, mas *Motu Digital Performer* foi o primeiro.

A gravação *MIDI* e digital, nos dias de hoje, permite que tudo seja feito na “caixa”, desde acompanhar, editar, misturar, masterizar, compor, etc.. É possível realizar um projecto completo com um computador e um programa.

É necessário *Hardware* externo (controladores *MIDI*) para converter o áudio (a explorar na secção 3.6.6), mas existem 5 programas prestigiados no mundo da gravação digital e *MIDI*: o *Pro Tools*, o *Logic*, o *Cubase*, o *Sonar* e o *Digital Recording*. Inicialmente, os programas começaram com funções de suporte em estúdio, como sequenciação de *MIDI* e edição de áudio, mas a evolução destes programas permitiu a conversão do computador num estúdio.. Estes programas denominam-se *DAW* (*Digital Audio Workstation*).

3.3 Captação: Microfones

A não ser que se trabalhe apenas sobre *loops*, *samples* e *plugins*, pelo menos em alguma parte da gravação envolverá microfones. O princípio básico dos microfones é transformar as variações da pressão do ar para um sinal eléctrico.

Em estúdios com poucos recursos para bons microfones, o engenheiro de áudio tende a ser selectivo quanto aos microfones que dispõe. Para tal, os melhores microfones ficam primeiramente para as vozes, seguidamente em cima da bateria, piano ou guitarra acústica.

Um bom microfone, para determinadas pessoas, capta o som como ele é, mas existem outras opiniões que divergem deste sentido e que afirmam que o bom microfone é aquele que obtém o que a pessoa espera ouvir.

Apesar dos micros⁷ serem desenhados mecanicamente em diversos modos, isto não quer dizer que não possam possuir características de outros tipos. A escolha de um microfone passa, inicialmente, pela experiência e de seguida pelo que melhor se adapta à situação. Existem microfones cuja captação é obtida na sua frente (*end fire*) e outros em que se verifica num ou nos lados (*side fire*).

3.3.1 Microfones dinâmicos

Os microfones dinâmicos são os microfones mais usados para eventos ao vivo, já que são muito mais duráveis e toleram pressões acústicas enormes. Também são usados em estúdio, com o intuito de captar bateria e guitarra. É um microfone muito bom para captar sons com bastante ataque, sem que sejam distorcidos. Ideais para colocar em frente de altifalantes. Não possuem uma resposta das frequências agudas muito extensa. O maior problema deste tipo de microfones de gama média é que têm tendência a não serem precisos ou colorar o som e têm uma gama de frequências reduzida. Todas estas características provêm da sua construção, que influencia o peso da bobina e a junção mecânica entre a bobina e o diafragma. Costumam ser microfones relativamente pesados e de preços acessíveis. Os microfones dinâmicos não requerem alimentação adicional. Representado na figura seguinte.

⁷ Diminutivo usado para microfones.

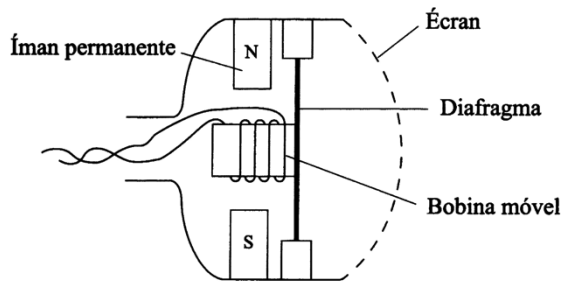


Figura 16 - Construção de um microfone dinâmico.

3.3.2 Microfones de condensadores

Os microfones de condensadores são a alternativa aos dinâmicos. São mais complexos na sua construção, ou seja, são mais caros e frágeis. Possuem uma maior capacidade de detalhe na captação das nuances e conseguem captar todas as frequências abaixo e acima do humanamente audível; a sua resposta é menos colorizada que a dos microfones dinâmicos. Possuem internamente um amplificador, daí necessitarem de alimentação adicional para que funcionem. Existem, inclusive, alguns modelos que têm dentro, na amplificação, uma válvula, que adiciona, desde logo, harmónicos pares no sinal que sai do microfone.

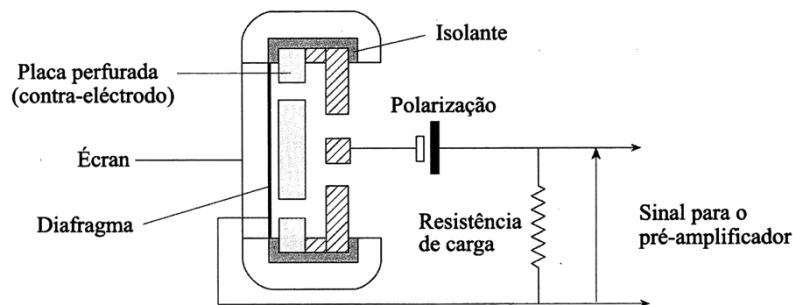


Figura 17 - Construção de um microfone de condensador

Dizem que o *design* da cápsula é 90 por cento do som obtido e que, ao longo do tempo, determinados componentes se alteram, colorindo os graves dos sons captados. Devido à sua delicadeza, quando expostos a grandes níveis de pressão acústica, resulta em distorção. São uma mais-valia, quando o intuito é captar detalhe e ambiente. Uma ferramenta imprescindível para a captação de guitarras acústicas e muito usado em vozes. Essencialmente usado em estúdios. Em eventos ao vivo são menos utilizados.⁸

⁸ Adaptado Luís Henrique 2009.

3.3.3 Microfones de fita

Um tipo de microfones que pode ser preciso, devido ao seu diafragma de massa muito pequena. Têm vantagens relativamente aos dinâmicos, devido à oscilação da fita, que é convertida directamente em sinal eléctrico. Tem uma resistência eléctrica de 0,2 ohm, o que leva a uma desvantagem: o transformador necessita ter muito boa qualidade para poder tirar partido da precisão que a fita de alumínio em acordeão oferece. Segundo Huw Price, «um bom microfone de fita obtém um som incrivelmente real, suave e sem esforço.» Geralmente, são o que os condensadores pretendem ser, mas a um preço bem menor. Devem ser manuseados com muito cuidado. Não é um tipo de microfone muito utilizado, já que a sensibilidade é a pior dos três tipos abordados sobre microfones, resultando numa relação sinal/ruído fraca, principalmente quando afastado da fonte sonora. Pressões acústicas demasiado fortes podem danificar permanentemente este tipo de microfone.

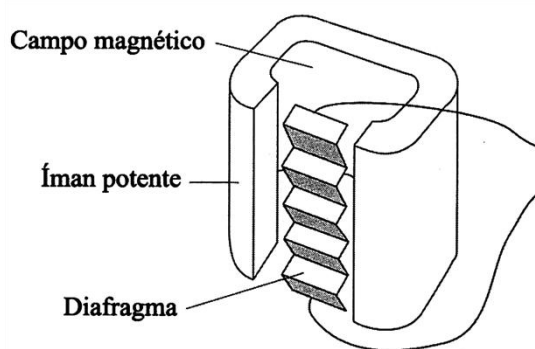


Figura 18 - Construção de um microfone de fita

3.3.4 Microfones especiais

Como o mercado é exigente, as empresas de microfones são obrigadas a criar produtos cada vez mais específicos e que se adaptem às situações. Para além dos microfones habituais, existem microfones de superfície ou de fronteira chamados BLM/PZM. Caracterizam-se pela sua forma espalmada e o seu posicionamento é junto a uma superfície. Útil para evitar ecos de superfície, já que é colocado sobre ou junto a uma.

Os microfones ultra-direccionais, ou *shotgun*, têm características de captação muito extremas; útil em captações com ambiente ruidoso e em que o desejo é captar a distâncias consideráveis.

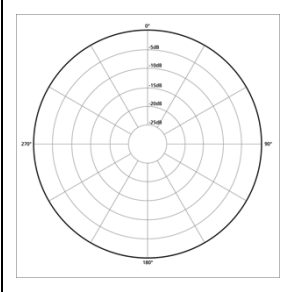
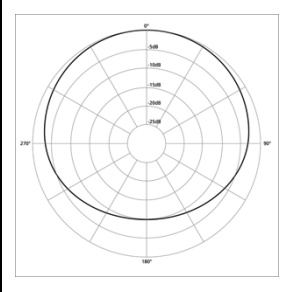
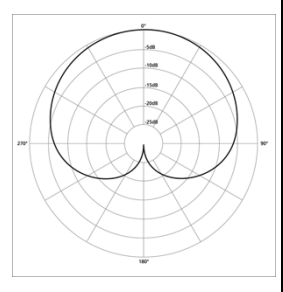
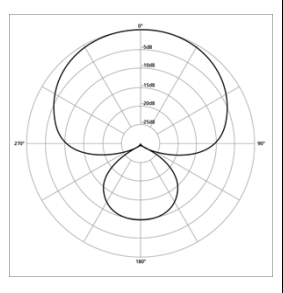
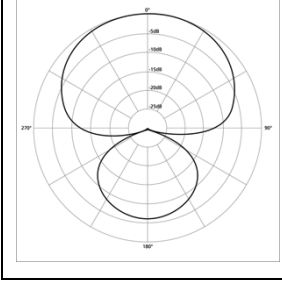
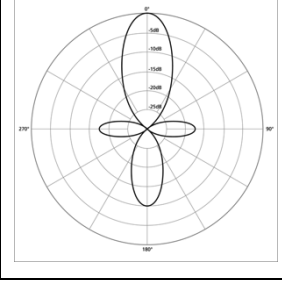
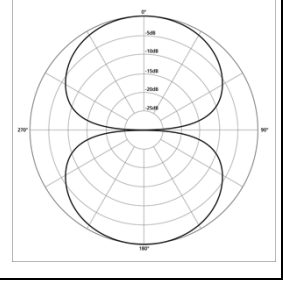
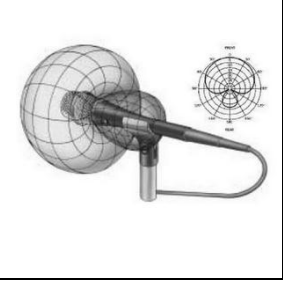
Microfones *Lavalier*, ou mais comumente conhecidos por lapela, têm a característica de ser bastante pequenos e fáceis de transportar.

3.3.5 Direccionalidade de um microfone

Todos os microfones têm características muito próprias, ainda que sejam do mesmo tipo, devido à cápsula, material e construção. Existem três géneros de microfones principais quanto à direccionalidade. São eles: *omnidireccional* (captação homogénea), *cardióide* (captação frontal), *figura-de-oito* (captação bidireccional).

O diagrama polar é um gráfico que evidencia as direcções de incidência de captação do microfone, referidas pelas características direccionais de um microfone.

Tabela 1 - Diversos tipos de directividade dos microfones

Omnidireccional	Subcardioide	Cardiode	Supercardioide
			
Hipercardioide	Shotgun	Figure-of-eight	Exemplo visual
			

3.3.6 Outras características dos microfones

- **Impedância** – representa-se em *ohms*. Quanto menor a sua impedância, mais facilidade em que o seu cabo seja de maior comprimento, com menor impacto no som ou perdas das frequências agudas.
- **Ruído de fundo** – é gerado devido à resistência da bobina ou da fita, no caso dos dinâmicos. No caso dos microfones de condensador, o ruído é provocado pelo ruído

térmico adjacente à resistência e pelo ruído do pré-amplificador. A determinação é realizada a partir do nível sonoro da entrada relativo ao limiar da audibilidade.

- **Sensibilidade** – indica qual o valor eléctrico obtido na saída para determinada pressão acústica. Quanto maior a sensibilidade, maior o sinal eléctrico emitido; para microfones com pouca sensibilidade, maior necessidade irá existir para pré-amplificar, conduzindo a um aumento do ruído.
- **Resposta em frequência** – gama de frequências que o microfone reproduz a um nível igual dentro de uma margem de 3 dB. É apresentada num gráfico denominado curva de resposta, que representa o sinal eléctrico produzido para uma dada amplitude de pressão sonora em função da frequência. O gráfico pode ter duas perspectivas: a da direccionalidade e a da proximidade.

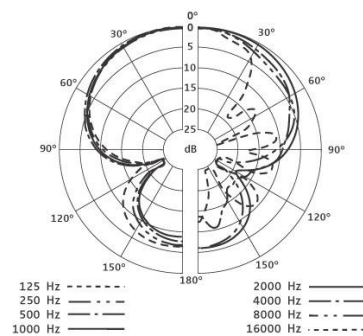


Figura 19 - Curvatura de resposta num diagrama polar de um microfone hipercardioid.

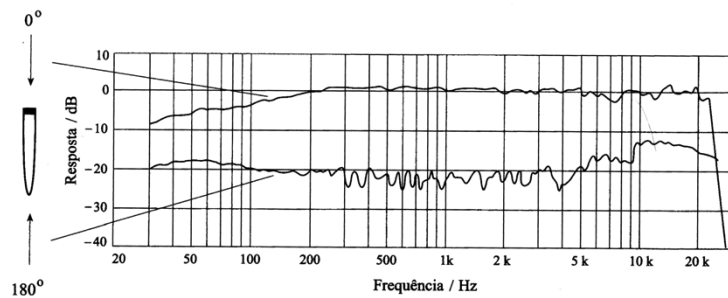


Figura 20 - Exemplo de uma curvatura de resposta de um microfone cardioid a 0° e 180°

- **SPL máximo** – é o limite máximo do nível de pressão acústica que o microfone suporta, sem começar a distorcer (0.5% a 1000Hz de distorção é a referência).
- **Dinâmica ou gama dinâmica** – é a gama de níveis sonoros para as quais o microfone produz um sinal eléctrico útil e rigorosamente proporcional à amplitude sonora. É muito difícil construir um microfone que consiga captar em pressões acústicas intensas sem distorcer e que, simultaneamente, capte pressões sonoras quase imperceptíveis.

- **Relação sinal/ruído** – representado por **S/N** (ou **SNR**, signal-to-noise), é a diferença entre o nível de sinal máximo e o nível de ruído de fundo. Representa a diferença entre o som mais intenso e o som mais fraco captados pelo microfone. O limite máximo é dado pelo *SPL* máximo; ao passo que o limite mínimo é dado pelo ruído de fundo.
- **Phantom power** – alguns microfones necessitam de uma alimentação adicional para funcionarem. Para tal, existe o *phantom power*, que insere num cabo balanceado um sinal eléctrico de 48V que é perfeitamente seguro. Alguns microfones têm, ainda, necessidades de alimentação mais específicas, como, por exemplo, os microfones com válvulas. Nestes casos, o próprio microfone traz separadamente (ou internamente) um transformador de corrente apropriado.
- **Interruptores** – os microfones podem possuir interruptores que alteram a sua direcionalidade polar e possibilitam, também, alterar a curvatura das frequências. Pode, então, existir um interruptor para a remoção de frequências captadas. Por exemplo, a eliminação de frequências graves para remoção de sons desnecessários à captação e ruído.
- **Efeito de proximidade** – o som captado é afectado a partir do posicionamento relativo à sua origem. Se for muito próximo, a pressão acústica pode criar o efeito de proximidade, que consiste num som enfadonho, grave, sem brilho e desinteressante. Para resolver esta situação, basta mover o microfone uns centímetros para trás. Pode ser apresentado sob forma de gráfico de curva de resposta onde são evidenciados espaçamentos até ao microfone.

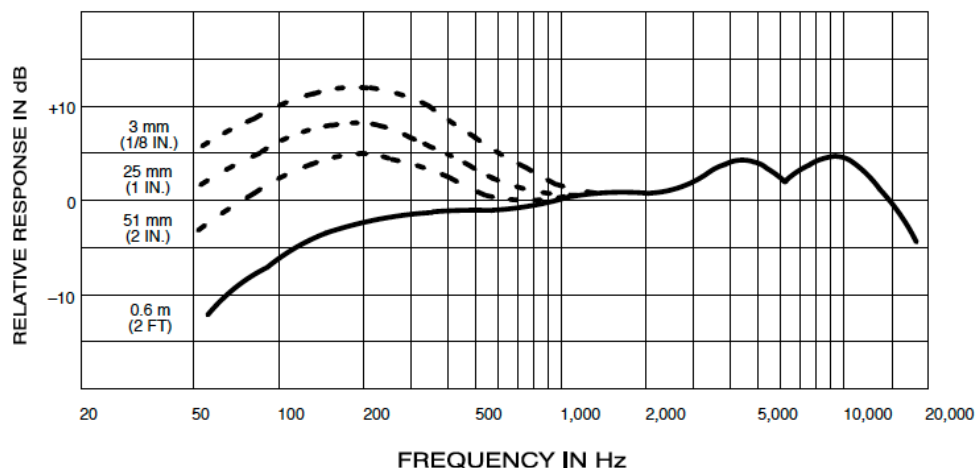


Figura 21 - Curva de resposta do microfone Shure sm58beta.

Na Figura 17, pode analisar-se a curva de resposta para cada frequência de um microfone muito usado em estúdios e em eventos ao vivo, tratando-se de um microfone

dinâmico. O tracejado representa as diferenças de respostas para determinada frequência e determinadas distâncias da fonte inicial à posição do microfone.

3.3.7 Técnicas de captação

O correcto uso das técnicas de captação é essencial, para obter um bom resultado. Para tal, é necessário o uso de técnicas mais habituais descritas de seguida e dar uso aos *headphones*, para posicionar o microfone no sítio necessário. A troca de diferentes microfones faz com que possa avaliar com qual deseja realizar a gravação. O próprio posicionamento e direccionamento do mesmo microfone pode criar padrões e timbres sonoros muito dispersos, por isso é necessário experimentar e reposicionar.

A problemática da captação reside na indesejável possibilidade de captação de sons estranhos, aquando da captação do som que se pretende. Por isso, sons ambiente podem influenciar nesse mesmo resultado, logo, a tentativa de reduzir ao máximo será benéfica. O compromisso é quando se chega o microfone mais próximo da fonte de origem, mas começa a distorcer ou obter sons indesejados; outra possibilidade é afastar o microfone e começa a captar cada vez mais som ambiente, apesar de não distorcido.

O cancelamento de fase acontece quando duas ondas de igual amplitude, frequência e com 180° fora de fase se combinam, desaparecendo em silêncio. No mundo real sonoro, é mais complexo, mas o princípio básico será esse, apesar de não cancelar completamente o som.

É de alertar que o som viaja a uma velocidade muito inferior à da luz, por isso a distância do foco sonoro pode induzir em *atrasos (delay)* do som. Num espaço fechado, o som, como se espalha em todas as direcções, embate nas superfícies (chão paredes e tecto), criando um efeito sonoro chamado *reverberação*, que é a junção de diversos sons provenientes reflexivamente do original (*reverb*). O microfone pode captar este tipo de sons com grande facilidade, originando colorações e alteração na duração do próprio som.

Na captação mono (um microfone), o seu posicionamento é efectuado de forma próxima, dependendo sempre do tipo de micro, do tipo de fonte sonora e gama dinâmica emitida. Requer uma certa experiência e tentativa/falha, para obter o melhor resultado. A direccionalidade do microfone pode ser directa à fonte, ligeiramente desviada para obter menos ataque, ou mesmo na posição habitual de audição.

Uma técnica usual é *Blended mono pair*. Nesta, o microfone fica direccionado para o corpo do instrumento, obtendo um som mais grave, quente, corpulento e com brilho, que é captado na fonte principal do som com um outro microfone.

A captação estéreo é a que requer mais trabalho, já que mexe com posicionamento, direcionamento, características dos microfones e fases.

Existem quatro principais técnicas para esta captação e, a partir destas, algumas variações:

Spaced Stereo Pair – técnica conhecida pela regra do *três-para-um* ou *AB*, que consiste em usar dois microfones paralelos entre si, espaçados entre eles o triplo da distância à fonte.

É uma técnica de simples usabilidade, criada em laboratório nos anos 30 e aplicada em captação ambiente, baterias e na frente de orquestras. Nesta técnica, usam-se microfones omnidireccionais. Alguns entendidos, usam também cardióides e figura-de-oito preferencialmente. Uma desvantagem deste tipo de técnica é que a imagem estéreo obtida é vaga e impossibilita a compatibilidade com equipamentos mono. A vantagem será a obtenção de uma imagem sonora mais ‘*aberta*’.

Técnicas XY e ORTF – os pares coincidentes são técnicas capazes de criar uma imagem estereotópica mais sólida com os problemas de fases diminuídos.

A técnica XY (*Coincident Pair, par coincidente*) (fig.22 A) consiste na utilização de dois microfones direccionais, próximos um do outro, num ângulo de 90° (ângulo mútuo); o centro aponta para o centro da fonte sonora. Existem microfones no mercado que possuem estas especificidades. Neste tipo de captação, são obtidos dois canais, que devem: um estar centrado à esquerda e o outro à direita.

Blumlein descobriu que o cérebro era enganado na interpretação do volume ou na intensidade entre o sinal dos microfones pela diferença temporal. A aproximação das duas cápsulas assegura uma mudança de fase desprezível e *comb filtering*. Portanto, as gravações realizadas com um par coincidente apresentam boa compatibilidade mono.

A técnica ORTF (figura 22 B) é muito semelhante à XY, alterando o afastamento para 17 cm e o seu ângulo para 110°; mas o ponto de intersecção dos dois microfones é o fim destes, como mostra a figura.

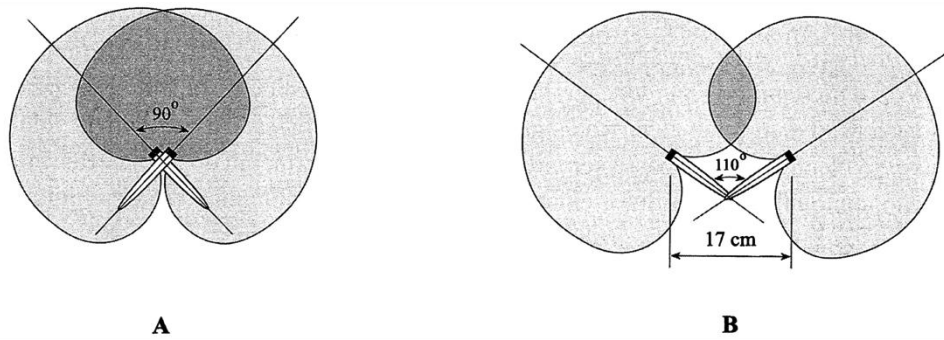


Figura 22 - Captação de pares coincidentes⁹

Na *Figura 23* apresentam-se captações de pares coincidentes, que na *Figura 22A* representam a Técnica XY, constituída por um par de microfones iguais, que perfazem um ângulo de 90°. E em B, a técnica ORTF é constituída por um par de microfones afastados 17 centímetros, fazendo um ângulo de 110°.

Blumlein Pair – em honra ao seu criador, esta técnica recebeu o seu nome. Muito similar com a configuração XY, esta técnica necessita de dois microfones de fita figura-de-oito, alinhados perpendicularmente ao chão, um em cima do outro e direccionados um para o outro (*Figura 23*).

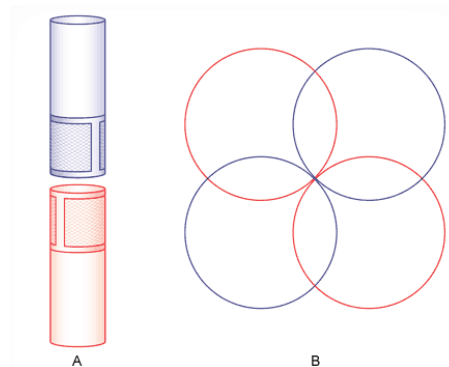


Figura 23 - *Blumlein Pair*.

O Par *Blumlein* é apresentada na *Figura 23 A* com a perspectiva lateral dos microfones e em *B* com a perspectiva superior do padrão de captação.

Mid-And-Side ou MS –Para esta técnica é necessário um microfone de figura-de-oito, que será o *side* e um microfone direccional, que será o *middle*, também inventado por Alan Blumlein e é uma variação do par coincidente.

⁹ Adaptado Luís Henrique 2009.

Começa-se por posicionar o microfone *middle* bem direccionado à origem do som. Por baixo deste, posiciona-se o *side*, de forma a captar os lados do *middle*. Ou seja, como o *side* tem uma direccionalidade polar, que capta à sua frente e atrás, deixando os lados sem qualquer captação, se o rodarmos e o juntarmos a um direccional, obter-se-á uma captação lateral realizada pelos *side* e frontal, a partir do micro direccional *middle*. Por si só, não é criada uma imagem esteriotópica, pois todo o processo é pensado em mono e só na edição é que será obtido o estéreo.

Na DAW¹⁰ é necessário pegar nas duas faixas, obtidas pelo *middle* e o *side*, renomeá-las com M e a outra S. A faixa *middle* (M) mantém-se intacta, ficando centrada na mistura. A faixa *side* (S), é duplicada numa nova faixa com a fase invertida (Si), centrando uma à direita e outra à esquerda.

Não é uma técnica com duas faixas, mas sim três com bastante flexibilidade e controlo. Permite aumentar a largura da imagem e a presença das reflexões laterais, o que não é possível com outras técnicas estéreo.

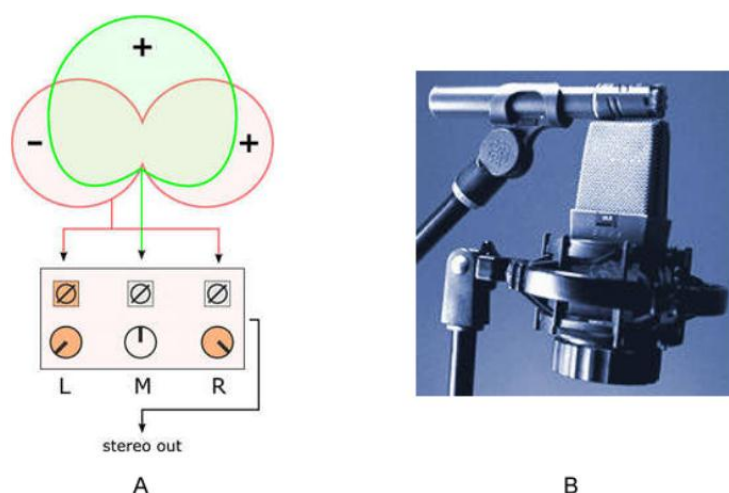


Figura 24 - Captação MS.

Na *Figura 24*, a captação *MS* é apresentada com uma representação simplificada dos sinais, mostrando a obtenção de uma imagem estéreo (*A*); a *Figura 24B* é uma fotografia tirada a uma configuração *MS* com um microfone direccional (acima) e um microfone figura-de-oito (abaixo).

O conceito de uma imagem esteriotópica é reproduzir algo como se deveria ouvir, acaso a captação auditiva seja presencial. A técnica *dummy head* consiste numa cabeça de um

¹⁰ *Digital Audio Workstation*

manequim que possui dois microfones nas orelhas. É pouco usado em gravações reais, mas útil em testes acústicos.

Outra técnica é utilizar dois microfones e posicioná-los perto da região dos ouvidos, onde a pessoa pretende obter a sonorização.

3.4 Dispositivos de saída

Os dispositivos de saída são equipamentos obrigatórios para o processo de audição do áudio, seja analógico ou digital. Um amplificador e uma coluna, por muito pequenos que possam ser, não são separáveis e muitas vezes são referenciados juntamente, mas fazem sempre parte da cadeia de sinal que origina som.

3.4.1 Colunas

As colunas possuem um processo inverso ao do microfone. Apesar da sua aplicabilidade, as colunas são, na realidade, microfones. Apesar do seu resultado obtido não ser o melhor, podem captar som. O propósito das colunas é emitir som, passar de sinal analógico a sinal acústico. A oscilação do sinal eléctrico faz mover o diafragma, que cria vibrações acústicas audíveis pelo ouvido humano.

As colunas têm as seguintes características:

Potência – um problema na compra das colunas é a dificuldade em compreender qual a verdadeira potência suportada. A potência que realmente será importante é o valor da potência RMS. Os fabricantes disponibilizam, agora, um valor RMS de pico denominado *RMS peak power* e o valor do *RMS continuous power* é a potência suportada continuamente.

Impedância – em todos os equipamentos eléctricos existe um fenómeno chamado resistência, que tenta impedir a passagem de corrente eléctrica. Em corrente alternada, existe um obstáculo adicional denominado de reactância. A união da resistência e da reactância é denominada de impedância. Assim sendo, as colunas precisam de amplificadores capazes de emitir para essas mesmas impedâncias.

Resposta – a resposta é dada em decibéis para cada frequência, sendo a gama de frequências que a coluna consegue reproduzir.

Sensibilidade – indica a pressão acústica que produz a 1 metro de distância, quando recebe um sinal de 1 Watt.

As colunas são também classificadas por tipos:

Headphones – existem diversos tipos de *headphones*, alguns já com sistemas *active noise cancelation* que permitem o cancelamento de ruídos provenientes do exterior do *headphone*. Determinados modelos são criados de forma a estarem isolados do som exterior; outros são construídos já a pensar na possibilidade de ouvir sons externos. Cada *headphone* tem as suas características e propósitos, mas existem no mercado, nomeadamente do consumidor, *headphones* com componentes prejudiciais para o ouvido, tanto a nível sonoro (pouca qualidade e pouco isolamento faz com que se aumente o volume), como físico (a forma do *headphone* não é complacente à forma do ouvido e rígidos).

Colunas activas – Cada altifalante tem a sua curva de resposta - bem como o amplificador, que possui um sistema separado - que requer assim um equalizador gráfico, para que este sistema soe linearmente. As colunas activas são colunas com amplificadores internos. Estes são otimizados pelo fabricante, de forma a obter uma melhor resposta de frequências..

Colunas de estúdio – As colunas *midfield* e *nearfield* são essencialmente as colunas que existem nos estúdios. As colunas *midfield* têm de estar a uma distância de 3 a 5 metros, habitualmente embutidas nas paredes, e possuem dimensões grandes e capazes de reproduzir graves com maior linearidade que as *nearfield*.

As colunas *nearfield* mais pequenas e posicionam-se atrás da mesa de mistura, a 1 até 3 metros do ouvinte. Como estão próximas, pode usufruir-se de um volume mais baixo e é reduzido o campo reverberante.

Nos estúdios de pequenas dimensões, acaba por se aproveitar a falta de capacidade de resposta dos graves dos *nearfield*, já que em salas pequenas os graves são o maior problema.

3.4.2 Amplificadores

A ideia principal de um amplificador é aumentar a amplitude do sinal analógico obtido. Apesar de simples, a tarefa desempenhada nunca é realizada na melhor forma, pois os amplificadores acabam por adicionar colorações próprias, ruídos e distorções. As suas características são semelhantes às características que os altifalantes possuem (potência, impedância e resposta). Mais à frente neste documento serão referidos dois tipos de amplificação.

A amplificação e o entendimento do seu funcionamento são deveras importante para um instrumentista, por exemplo, de guitarra eléctrica, pois o amplificador é uma peça fundamental no puzzle. Existem inúmeras configurações, tipos, alterações e truques que aqui não serão referidos. Para tal, sugere-se a leitura, por exemplo, de “*Recording guitar and bass*

– *getting a great sound every time you records*” de Huw Price do ano de 2002 e outros livros que certamente serão interessantes ler.

3.5 Ligações

3.5.1 Cabos de áudio

Na tentativa de não aprofundar a enumeração dos cabos e conectores existentes, é importante referir a importância da blindagem dos cabos, para que, quando existe a obrigatoriedade da passagem de cabos eléctricos, a passagem seja perpendicular.

Alerta-se, também, para a existência dos cabos balanceados e não balanceados. Existe sempre indução de ruídos nos cabos, quando inferidos externamente, ou até mesmo pela distância percorrida até ao material do próprio cabo e conectores. O sinal emitido nos cabos é fraco, facilitando essas induções de ruído, daí a necessidade da blindagem eléctrica nos cabos. Para obter melhores resultados, os cabos balanceados passaram a ser utilizados nos aparelhos com mais frequência. Um cabo normal mono não balanceado terá que possuir um condutor interno com sinal analógico e uma camada de isolante. À sua volta reside uma malha (massa) e outra camada de isolamento mais grossa. Um cabo balanceado mono terá as mesmas características, mas terá um condutor extra que se designa *cold(-)* e o outro passará de *signal a hot(+)*. Um cabo balanceado permite ao receptor do sinal corrigir o ruído induzido, pois junta o sinal *hot* e o *cold* num só, tal como sugere a figura seguinte:

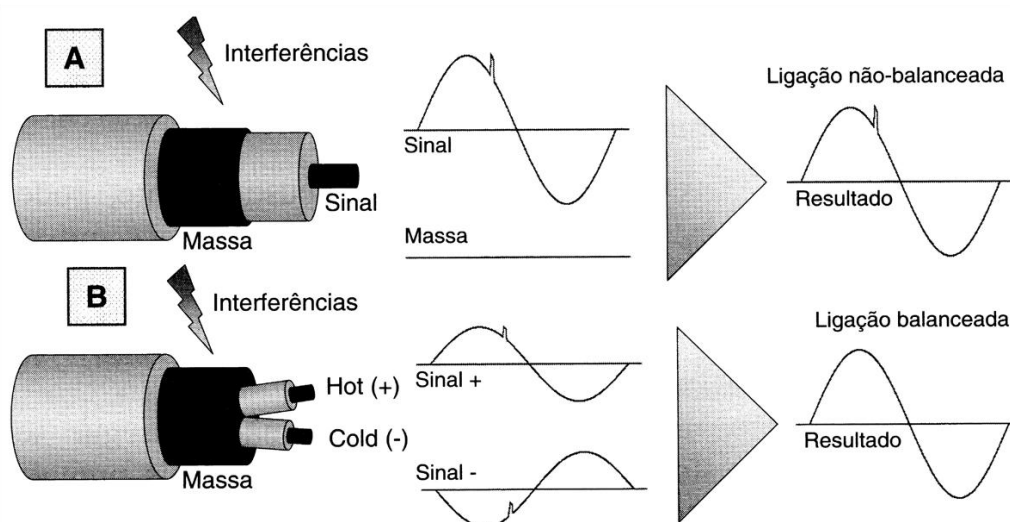


Figura 25 - Balanceado vs não balanceado e as suas interferências¹¹

¹¹ Adaptado de Nuno Fonseca 2007.

A Figura 25 representa dois tipos de cabos de áudio (A - Cabo balanceado e B - Cabo não balanceado) com a sua estrutura física, um exemplo de uma interferência que o cabo capta sobre o sinal que transmite e o resultado.

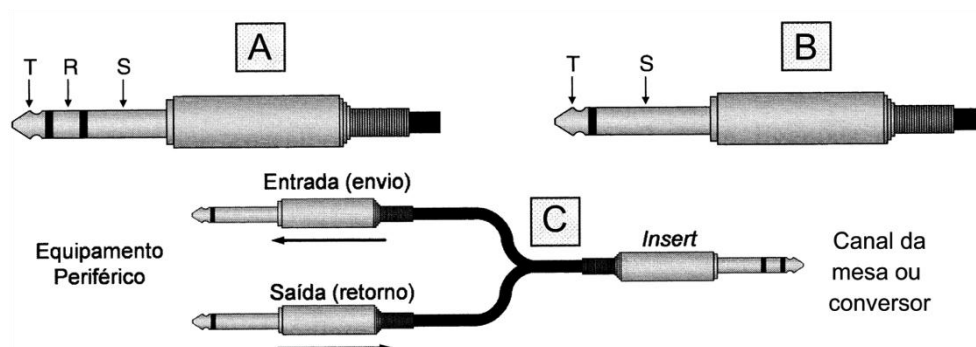


Figura 26 - Conector Jack¹²

Os conectores *Jack* são um dos conectores mais usados no uso doméstico. No caso, *A* da *Figura 26* é um conector TRS para ligações mono balanceadas ou estéreo não balanceadas; *B* - conector mono não balanceado; *C* - exemplo de um cabo usado em *insert* para inserir uma pré-amplificação, compressor ou outro efeito antes de do sinal ser processado. Um exemplo prático de um conector *C* é um microfone de voz única que entra na mesa de mistura com o *Insert*, inserindo-se uma compressão na voz e fazendo com o sinal não saia alterado a caminho do compressor e voltando com o efeito pronto a ser produzido e misturado.

A grossura dos cabos também é relevante, já que analogamente pode pensar-se nos cabos como tubos de água. Se a pressão (intensidade) for demasiada forte, algo correrá mal. Do mesmo modo que, se utilizar um tubo extremamente largo para um fio de água apenas, não resulta, perdendo a pouca água pelo caminho, por não haver força nem quantidade suficientes para chegar ao final do tubo.

3.5.2 D.I. Box

São aparelhos que transformam o sinal não balanceado em balanceado, já que alguns equipamentos não têm saídas balanceadas. Já o contrário, balanceado em não balanceado, é bastante fácil. Para tal, basta ligar o fio *cold* à massa.

¹² Adaptado de Nuno Fonseca 2007.

Microfones *splitters* são uma espécie de D.I., já que se separa ou duplica o sinal obtido. Útil para eventos ao vivo, onde um fio irá para a mesa de mistura e o outro para a *monição*¹³ dos artistas.

3.5.3 Ligação à terra

A utilidade principal da ligação à terra é a protecção do utilizador no uso de um equipamento. A utilização da ligação terra, no caso de equipamentos sonoros, pode prever determinados ruídos e perturbações no sinal.

3.6 Características adicionais Electroacústicas

3.6.1 Ruído

O ruído é a inserção de frequências aleatórias no sinal que pode ser induzido por diversas razões. O ruído pode bem ser inserido no momento da captação (ruído acústico), electricamente (cabos), electronicamente (equipamentos) ou electromagneticamente (telemóveis, rádio, rede eléctrica). Habitualmente, o ruído produzido nos equipamentos de áudio existe independentemente do sinal ser ou não forte. O ideal é obter um sinal fortíssimo, para que o dano causado pelo ruído seja imperceptível.

3.6.2 Distorção

Em tudo que é conhecido, a distorção é tomada como algo mau, devido à conotação de adulteração que esta palavra traz. No áudio, o som tem vários tipos de distorção: uns maus e outros bons e frequentemente usados. Como é óbvio, as distorções más vão aparecendo na cadeia de sinal, degradando o som original. A limitação de determinados equipamentos na sua gama de valores cria distorção quando esse limite é atingido. A este acontecimento dá-se o nome de *clipping*. Acontece quando o sinal entra num equipamento com um sinal demasiado forte para os limites do mesmo. Cada equipamento tem características que induzem distorção. Menos distorção nos aparelhos, requer um maior investimento, mas aparelhos com a indução específica de determinadas distorções são também dispendiosos.

De notar que, na cadeia de sinal, a intensidade do sinal deve estar correctamente calibrada, de forma a evitar que o seu volume não seja baixo, tornando o ruído inaudível, nem forte demais, para evitar que as distorções indesejadas apareçam.

¹³ coluna de suporte musical para instrumentista, usado em eventos ao vivo e estúdio.

Amplificadores compostos por válvulas têm uma tendência maior para distorcer os sinais do que amplificadores a *transistors*. Porém, as distorções induzidas têm tendência em ser harmónicos pares, que o ouvido humano facilmente aceita. Os amplificadores de transístor ao distorcerem induzem harmónicos ímpares, potencialmente desagradáveis.

A amplificação com válvulas tem decaído, mas, apesar do preço elevado, é actualmente usada em amplificadores de guitarra eléctrica e microfones para vozes, devido ao som mais *quente e aveludado*¹⁴ dado pelos harmónicos pares. Também estes, uma distorção.

3.6.3 Feedback

Fenómeno electroacústico que requer um sistema de captação e reprodução em tempo real, o feedback é normalmente encontrado em espectáculos ao vivo, quando um cantor, por exemplo, se aproxima demasiado de uma coluna com o microfone. Nesse caso, o som entra em ciclo: microfone para a mesa, amplificador, coluna e novamente para o microfone, como apresenta na figura seguinte.

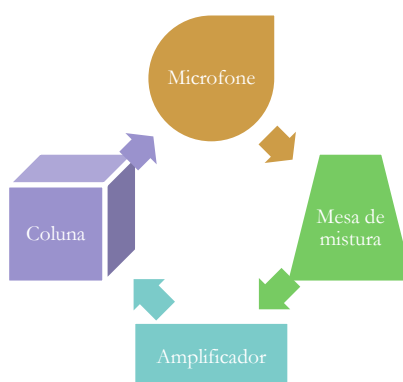


Figura 27 - Esquema de um *Feedback*

3.7 Equipamentos adicionais

3.7.1 Sintetizadores

Sintetizadores geram som electronicamente e podem ser produzidos de forma a imitar algum som de outro instrumento ou simplesmente na criação de novos sons.

Este equipamento não tem qualquer componente acústica. Normalmente, os sintetizadores trazem um teclado agregado, mas existe em forma de módulos. Os módulos trabalham habitualmente por MIDI, permitindo que os teclistas tenham acesso a uma

¹⁴ Termos usados para caracterizar sons, usando acrónimos de uma imagem, temperaturas ou espaço físico.

variedade maior de sons, sem trocar de instrumentos. Os sintetizadores dividem-se em três categorias:

- **Síntese pura** – criação de novos sons a partir da síntese analógica, que nos tempos de hoje foi muito substituída pela síntese digital. A síntese pode ser:
 - **Síntese aditiva** – os sons são criados por adição de diversos componentes simples, nomeadamente sinusóides, até obter o resultado desejado.
 - **Síntese subtrativa** – base contrária ao anterior.
 - **Modulação de frequências (FM)** – não soma nem subtrai, mas costuma ser considerado uma multiplicação. Há uma modelação a partir de uma onda com outra, fazendo com que um oscilador controle outro oscilador. Uma técnica bastante criativa, que permite criar bastantes harmónicos . O seu ponto alto foi no anos 80 com o DX7 da *Yamaha*.
- **Sample based** – esta técnica permite ser uma amostra de sons já gravados. Usando um som, conforme o tom desejado, ser-lhe-á aplicado um *pitch-shifter* ou outro efeito.
- **Physical modeling** – Alguns cientistas desenvolveram em laboratório fórmulas/equações acústicas, para determinar como reage um instrumento e de que forma emite os sons.

3.7.2 MIDI

Do acrónimo *Musical Instrument Digital Interface*, tornou-se num *standard* para digitalmente interligar/sincronizar/comunicar/controlar equipamentos musicais. Possui um protocolo próprio de comunicação, não transmitindo áudio, mas sim instruções de que teclas foram premidas ou soltas. Existem três tipos de ligações:

- **MIDI Out** – envia instruções a serem processadas;
- **MIDI In** – recebe informações;
- **MIDI Thru** - transmite as instruções recebidas no MIDI In, permitindo a possibilidade de replicar os dados do controlador inicial para vários equipamentos.

O controlador (teclado, instrumentos digitais, *DJ*, pedaleira, *faders*, *pad*) pode enviar as instruções através do **MIDI Out**, que liga a outro equipamento inserido no **MIDI In**, processando a informação da melhor forma, conforme as configurações ou conforme o resultado que pretende. Se um controlador precisar ligar a vários, existem diversos tipos de mensagens MIDI com que os equipamentos sincronizam e intercomunicam.

Devido à fácil interpretação existem equipamentos (e softwares) que conseguem guardar a interpretação do instrumentista num ficheiro e, posteriormente, editá-lo, se necessário. Por exemplo, o simples remover de uma nota torna-se num processo acessível. O MIDI é muito usado ainda para controlar sintetizadores, *samplers*, mesas de mistura, amplificadores etc..

Actualmente, os sequenciadores MIDI encontram-se digitalizados numa DAW e editores de partituras. Por isso, o armazenamento pode ser realizado para uma edição mais calma num ambiente mais conveniente e criativo.¹⁵

3.7.3 *Samplers*

Os *samplers* permitem que os seus utilizadores gravem um som e o armazenem com uma qualidade superior, para que não seja necessário recorrer ao *looping*¹⁶. Estes sons podem, posteriormente, ser reproduzidos ao tom desejado para criar melodias. Os *samplers* mais recentes são usados directamente a partir de um computador com bibliotecas extensas e de qualidade extrema. Os *samplers* físicos, a cada dia que passa, deixam de ser utilizados em detrimento do computador, que consegue armazenar maior informação e oferece maior controlo numa interface de fácil uso.

É cada vez mais difícil diferenciar numa melodia o som de um instrumento tocado por um instrumentista ou um som que seja criado por *sampling*.

Para que determinado instrumento seja bem reproduzido pelo *sampler*, é necessário que as amostras sejam quantitativamente grandes e qualitativamente boas. Para um instrumento, são apenas necessários sons para cada tom e que cada tom tenha diferentes:

- dinâmica (*piano, forte, fortíssimo*);
- modulação (*vibrato, non-vibrato*);
- ataque (*staccato; legato*);
- técnica (*arco, pizzicato*);
- acessórios (*mute, palhetas de grossura e material diferente*);
- posicionamento do microfone (perto, palco, audiência);
- etc.

O problema reside em quem utiliza os *samplers*. Na sua maioria, essas pessoas não tocam, pouco percebem de música, têm falta de tempo ou falta de experiência, ou desconhecem o instrumento. Isto provoca melodias muito mecanizadas e, por vezes, fora dos tempos e repetição de sons.

¹⁵ Apesar do MIDI não ser um tema demasiado complexo, a informação pode ser substancial para esta dissertação. Recomenda-se para maior informação o livro de (Fonseca, 2007) referido na bibliografia.

¹⁶ Quando a amostra possui um tempo reduzido, a repetição continuada desta amostra é reproduzida até que o som reproduzido acabe.

3.7.4 Racks e patchbay

Para uma maior arrumação e facilidade de transporte, os equipamentos de áudio são inseridos em *racks* ou *bastidores*. A *rack* possibilita inserir diversos equipamentos e aparafusá-los a partir do painel frontal.

Um bastidor é um armário com medidas definidas: a medida usada é a Unidade (U), tendo 4.4cm de altura e 48.3cm de largura, que é um *standard* para os equipamentos mais pequenos. Os equipamentos mais espaçosos ocupam mais espaço na vertical, por exemplo 2 ou 3U.

Patchbay são equipamentos bastante usados no estúdio, interligando as entradas do estúdio na mesa de mistura. A cada saída do *patchbay* consta uma entrada na mesa e uma ficha do estúdio a uma entrada no *patchbay*. Possibilita alterar a ordem de entrada do estúdio para a mesa, sem necessitar dirigir-se à mesa de todas as vezes que pretende inserir novos efeitos e trocá-los de posição na cadeia.

3.7.5 Mesas de mistura

São poucos os equipamentos de áudio que não são ligados à mesa de mistura. Esta caracteriza-se por ser o centro do processo de gravação ou de um evento ao vivo. Nela são misturados vários sinais áudio, podendo alterar vários parâmetros de cada sinal (*insert*¹⁷, volume, pré-amplificação, equalização, *pan*¹⁸, etc.) e podendo agrupar determinados sinais, enviando-os para outro equipamento, de modo a processar algum efeito e, seguidamente, voltar à mesa como um só sinal alterado.

As mesas de mistura são divididas em diversas partes, mas essencialmente em duas: *zona dos canais* e *zona de controlo geral (master)*. Cada sinal que entra na mesa (à partida) recebe uma “fatia” dos controlos (uma coluna dos botões) chamada de *canal*, que se situa na zona dos canais. As acções tomadas na zona de controlo geral afectam vários canais de uma vez e o resultado da mistura.

Cada canal possui um percurso que o sinal toma ou pode tomar. Sem muito esforço, uma mesa convencional possui, na entrada de sinal, um pré-amplificador (comumente chamado de *ganho*) seguido de um equalizador. Existe a possibilidade de ir a um auxiliar antes ou depois de um botão de volume (*Pre* ou *Post*) e do volume vai para o *pan* e a escolha de subgrupos. Finalmente, entra no *Bus*.

¹⁷ O *insert* é uma conexão que permite enviar o sinal obtido para algum equipamento e recebê-lo novamente, modificado na mesma ficha. Na secção de “Cabos de áudio”, explica o tipo de cabo usado.

¹⁸ Balanceamento entre esquerda e direita.

O *Bus* é onde a magia da mistura é realizada, havendo mais que um *bus* (*bus left*, *bus right* e outros, nomeadamente subgrupos). A pré-amplificação permite nivelar os níveis de entradas dos equipamentos individualmente, já que cada um tem o seu nível eléctrico dependendo do seu tipo.

Os auxiliares têm duas principais utilidades numa mesa de mistura, sendo elas a utilização para inserção de efeitos a determinados canais ou grupo e a *moniçã*o de palco, permitindo que os instrumentistas se ouçam as si e aos seus colegas.

Apesar de possuírem a mesma função, existem diferenças entre *pan* e *balance*, que residem na possibilidade de interpolar entre a esquerda e direita. Se o sinal a usar é mono, então chama-se *pan*; se o som for estéreo, usa-se o termo *balance*.

Na zona geral estão alguns controlos, como o *Main Mix*, que controla o volume final da mistura, e que, normalmente, possui dois *faders* com o canal esquerdo e direito.

Muitas definições e informações são agregadas a uma mesa de mistura. A melhor forma é ler o manual de utilizador, para conseguir tirar melhor partido deste hardware. Aprender a ler o diagrama de blocos é, sem duvida, uma mais-valia para conseguir obter resultados fora do vulgar, mesmo com material de baixa qualidade, pois saberá por onde e como o sinal passa, podendo maximizar as potencialidades da mesa de mistura.

Este tipo de equipamento encontra-se regularmente em software multi-tarefa áudio nos computadores, virtualizado de forma a facilitar as misturas no momento da gravação, edição e masterização.

3.7.6 Conversores AD e DA

Em gravações analógicas, a forma de onda é análoga à forma de onda do som original. A oscilação continuada da onda acústica provoca a oscilação continuada do sinal eléctrico.

Numa gravação digital, o sinal acústico é captado por microfone (por exemplo) e convertido num sinal digital. A conversão é realizada por um conversor analógico/digital (A/D). No momento da reprodução, o conversor digital/analógico (D/A) encarrega-se de transformar som digital em analógico, que depois é difundido por um altifalante, produzindo sinal acústico. O *pulse code manipulation* (PCM) é o processo mais comum na codificação do som na representação digital.

3.8 Manipuladores de som

Existem três componentes no som: **volume** (ou amplitude), **frequência** e **tempo**. David Gibson, fundador e dono da ‘California Recording Institute’ em San Francisco, dividiu todo o

equipamento em cinco partes, mediante a sua função na gravação num estúdio (Gibson, 2005):

1. *Criadores de som*: Todos os instrumentos, dos acústicos aos eléctricos, das vozes aos sintetizadores;
2. *Reencaminhadores de som*: mesas de mistura, *patchbays*, *splitters*;
3. *Armazenadores de som*: gravadores, reprodutores de cassette, sequenciadores, *samplers*;
4. *Transformadores de som*: microfones, *pickups*, *headphones*, colunas;
5. *Manipuladores de som*: processamento, efeitos.

Esta secção dedica-se à manipulação do som. Pode ser realizada por equipamentos analógicos, equipamentos digitais ou através de um computador. Os manipuladores de som actuam no volume, frequência ou tempo, podendo ser categorizados pelo componente activo que controlam:



Figura 28 - Manipuladores de som¹⁹

¹⁹ Adaptado de Gibson 2005

3.8.1 Volume - Processamento dinâmico

3.8.1.1 Controlo de Volume ou *Faders*

Os *faders* controlam o volume de cada som, baseando-se no seu relacionamento com o resto das faixas na mistura. O volume aparente de qualquer som depende do nível no *fader* e da forma de onda. Tendo em conta que uma mistura pretende ser uma imagem, o aumento de nível fará com que o objecto sonoro passe a aproximar-se; se baixar, este objecto afasta-se, deixando de ouvi-lo/vê-lo completamente.

3.8.1.2 Compressor / Limitador

Inicialmente, eram usados nos estúdios, para evitar os picos (intensidades de um som que ultrapassa os limites dos equipamentos provocando distorção e saturação).

O seu objectivo é baixar o volume, quando é demasiado forte, ou seja, quando ultrapassa determinado limite imposto (*threshold*). Quando o volume se encontra abaixo do *threshold*, o compressor/limitador nada faz (a não ser que esteja avariado ou fraco).

O compressor/limitador tem dois propósitos: obter melhor sinal/ruído (*SNR* já falado em secções anteriores), ou seja, menos sons estranhos e “estalinhos”; a segunda função é estabilizar a imagem sonora entre as colunas, o que significa mais presença. Gravar sons extremamente dinâmicos, com uma variação ampla desde suave a forte, requer baixar o volume, para que os sons fortes não sobrecarreguem e cause distorção.

Obter distorção sem ser propositado é inaceitável. No entanto, caso o volume fique muito baixo, os sons podem tornar-se inaudíveis. Usando um compressor, é possível baixar o volume, quando este ultrapassa o volume indesejado, possibilitando o aumento do volume global do som. Nos compressores é possível definir se queremos um *ataque* do som lento ou agressivo, definindo de que forma o compressor irá “atacar o pico”.

O uso de compressor aumenta o *sustain* (a durabilidade de um som). É também muito utilizado nas guitarras, tarolas e pratos.

A ressonância ocorre em espaços com cavidades (guitarras acústicas) e paredes paralelas, o que impulsiona determinadas frequências a sobreporem-se, aumentando o volume. Se o compressor baixar os volumes que estão acima do patamar, deixamos de ter tantas ressonâncias.

A diferença entre o limitador e um compressor é que o limitador pára o aumento de volume que tenta passar a partir do *threshold*. O problema é que, quando o volume está a aumentar firmemente e de repente pára no *threshold*, o som gerado não é natural. O

compressor, por outro lado, possibilita ao volume ficar um pouco mais forte que o *ratio*, baseando-se numa proporção (*ratio*).

O “*Ratio Setting*” controla o volume em percentagem, que baixa quando o som passa do *threshold*. Um bom ponto de partida é usar 4:1 e procurar pelos níveis como fica melhor. A configuração do *threshold* é realizada a visualizar os níveis de saída do aparelho, rodando o botão. O nível que se deve preocupar em visualizar será o *noise reduction*, que deve chegar, pelo menos, aos 6dB de ganho. No entanto, no caso de instrumentos como guitarras, percussão ou de um vocalista bastante dinâmico, poderá muito certamente necessitar de 10dB no ganho. A partir daí, deverá ir de encontro ao estilo ou ao som que deseja.

3.8.1.3 *Noise Gate*

Um *noise gate* actua de forma similar ao compressor e limitador, mas baixa o volume, se o som estiver abaixo do *threshold*.

Tem três funções principais: limpar o ruído, remover derrames, reduzir a duração do som:

Limpar o ruído – o *noise gate* remove todos os sons estridentes, ruídos e tudo o que é desconfortável e que tenha um volume baixo. Porém, remove o ruído de fundo apenas enquanto o som não toca. O *noise gate* não remove ruídos no sinal. Esconde-os, apenas, enquanto o som que é suposto obter não é reproduzido.

Remover derrames – isto é, remover sons captados, por exemplo, por outros instrumentos que, à partida, não era suposto captar.

Reduzir a duração do som – se o *threshold* estiver acima de meio do volume habitual, ouvir-se-á apenas a parte mais intensa do som e depois deixa de se ouvir, devido ao corte do volume efectuado pelo *noise gate*.

3.8.1.4 Equalizadores

Os equalizadores permitem efectuar mudanças de volume a uma determinada frequência. É o aspecto do áudio menos entendido talvez porque existe uma grande gama de frequências: de 16 a 20 000Hz. A dificuldade provém do facto de que, aumentar ou cortar o volume de qualquer frequência, depende da estrutura do som por si só: cada um é diferente. Mas mais complexo é o facto dos sons diferentes serem equalizados de maneiras diferentes, dependendo do tipo de música, da música e até mesmo das pessoas que trabalham no projecto. Os equalizadores dividem-se em três tipos: gráficos, paramétricos e *roll-offs* (filtros de bandas agudas e graves).

- **Equalizadores Gráficos** – cada frequência pode ser aumentada e reduzida usando um botão deslizante para cima e para baixo. A gama de frequências é dividida pelos botões deslizantes, alterando uma determinada frequência chamada de banda. Equalizadores gráficos mais simples terão 7 bandas e os mais complexos poderão ter 31 bandas, designadas por frequências. A vantagem é a facilidade de utilização e a possibilidade de escolher directamente a frequência que deseja alterar. Dado que o equalizador reparte a gama audível em bandas, é necessária a devida precaução quando aumentar a frequência X, já que irá aumentar, também, as frequências seguintes..
- **Equalizadores Paramétricos** – dá maior controlo quanto ao escopo de frequências a alterar e quanto à frequência referenciada. Possuem um botão, denominado “Q”, que permite escolher um escopo mais amplo ou estreito.
- **Roll-Offs** – limpam frequências graves e agudas. É comum encontrar nas consolas como *highpass* e *lowpass filters*. Se houver a necessidade de tratar o som de uns pratos, sendo a frequência destes aguda, o uso do *lowpass filter* tira as frequências graves já que não existe a necessidade de as processar.

O ponto inicial numa equalização é pôr **todos** os valores a zero ou no ponto onde não realiza qualquer alteração ao som original. A partir daí, é tentar rectificar as frequências que não são desejáveis e realçar as desejadas. Em anexo, encontra-se informação que possa vir a ser útil, como linhas base para a equalização.

3.8.1.5 *Panpots* e Estéreo

No momento da mistura existe a possibilidade de aplicar o som mais ou menos à esquerda ou à direita. A isso chama-se de *pan*. Rodando o botão para a esquerda, deixa de se ouvir na direita.

3.8.2 Tempo

O tempo apresenta uma unidade temporal que representa a duração.

3.8.2.1 *Delay*

Um efeito muito utilizado, mesmo na altura forte do analógico.

A função principal do *delay* é atrasar a reprodução de determinado som, apesar de algumas aplicações não fazerem parecer que seja atraso.

O *delay* é contabilizado em *ms* (milissegundos), que indica o tempo de atraso que determinado som irá ter face ao normal que entra. No processo inicial (e ainda muito utilizado

pelas suas características únicas), o som entrava no equipamento, composto por um gravador numa fita, e depois era reproduzido. Havia um botão que fazia mover a cabeça de reprodução para a frente e trás, que alterava o tempo atrasado, inerente à cabeça, e a fita seria colada nas pontas, para estar sempre em ciclo infinito.

Vários modelos após essa versão surgiram com um botão para velocidade da fita, permitindo que o mesmo instrumento reproduzisse sons que iriam para além da sua gama dinâmica. Se a fita andasse a uma velocidade lenta, tocasse uma nota e voltasse à velocidade normal, essa nota seria mais aguda. Se a fita andasse mais rapidamente e fosse adicionado o mesmo som, como resposta à velocidade normal, o som seria muito mais grave do que o gravado. Devido à fácil indução de ruído, a cassete acabava sempre por obter sons indesejáveis. Vários modelos posteriores vieram com chips, que permitiam guardar o sinal para mais tarde ser reproduzido. Todavia, outro tipo de sons eram induzidos no *delay*, nomeadamente sons destrutivos, daí que a opinião, entre entendidos, sobre o melhor equipamento seja divergente.

Finalmente, vieram os digitais, mais precisos e menos ruidosos, perdendo no “corpo sonoro” o que os anteriores tinham. No entanto, cada *delay* tem uma gama de frequências que realça mais, daí a variedade e diferentes tecnologias.

A utilização deste efeito vai desde o simples estúdio a eventos ao vivo. O tempo de atraso é relacionado com a distância.

Em eventos, é muito natural que, como reforço sonoro, (por se encontrar afastado do palco principal) seja usado o *delay*. Enquanto o sinal sonoro acústico viaja a 1 239 Km/h, nos cabos o sinal analógico viaja a 299 338 Km/h. Por isso, existe a necessidade de atrasar o som que viaja por cabos, para que a emissão seja realizada no preciso momento em que as ondas acústicas chegam no palco.

É de lembrar que a junção de dois sons, mesmo que iguais, faz com que exista a possibilidade de anulação e alteração, formando outras texturas sonoras., Esses cancelamentos de fase ou desfasamentos incitam a regulação precisa do atraso. Quanto menor a distância, menor o atraso; quanto maior a distância, maior o atraso.

Tabela 2 - Distâncias vs tempo de atraso (aproximados)

Metros	Delay
344,42	1000 ms
170,69	500 ms
85,34	250 ms
42,67	125 ms
21,34	62.5 ms

10,67	32.5 ms
5,33	16.13 ms
2,67	8.01 ms
1,30	4 ms
0,65	2 ms
0,33	1 ms

Será necessário, assim, memorizar e criar uma separação dos atrasos pelo seu tempo, para poder tomar partido das suas funcionalidades:

- **Mais de 100ms** – Já considerado pelos engenheiros de som como “eco”. As pessoas sem conhecimentos nesta área usam o termo eco referenciando *reverb* (reverberação). Na verdade, eco é um som que embate e volta (som repetido) da mesma (ou quase) forma como foi emitido. Quando o tempo de *delay* é superior a 100ms, é muito importante que o atraso seja conciliante à sincronização da batida. Uma forma fácil, para não errar, é inserir o efeito na tarola²⁰ e encontrar um atraso que coincida com a batida. Aponta-se o tempo de atraso e usa-se esse tempo no *delay* do som desejado, proveniente da bateria. Quanto mais instrumentos e melodia tiver uma música, menor será usado o tempo de atraso: de 100ms ou superior.

Tabela 3 – *Delay*: Batidas vs tempo de atraso

Batidas Por Minuto	Tempo Entre Batidas
60 bpm	1000 ms
90 bpm	750 ms
120 bpm	500 ms
150 bpm	437.5 ms
180 bpm	375 ms
210 bpm	312.5 ms
240 bpm	250 ms

- **60 aos 100ms** – o atraso provocado por esta gama de *delays* faz, por exemplo, com que uma voz soe mais cheia, em vez de uma voz irritante. Capaz de esconder más técnicas vocais ou problemas de tom. Mas não se deve nunca exagerar, pois, para além de uma má voz, passa a ter uma má mistura. Como encobre defeitos também esconde a pessoa, tornando a voz menos pessoal. Uma dica é: se tiver um excelente cantor (orador),

²⁰ Instrumento de precursão presente numa bateria

simplesmente não use nenhum *delay*, use pouquíssimo *reverb* e os resultados serão excelentes.

- **30 aos 60ms** – O atraso a que esta gama se refere é referido como a “dupla”. Existe a tendência a soar a dois sons tocados, com uma diferença quase imperceptível de tempos, ou a dois sons tocados muito repetidamente. Usando o *delay* e aplicando uma equalização diferente, cria uma sonoridade interessante em muitas situações, parecendo dois instrumentos diferentes a tocar a mesma melodia. Esta técnica é usada para simular um coro maior do que existe na realidade. Permite também esconder alguns pormenores do emissor que se deseje ocultar.
- **1 aos 30ms** – Este tipo de *delay* cria algo pouco usual, conhecido como *fattening* (engordar). A esta velocidade, o cérebro e ouvidos não são suficientemente rápidos para detectar um atraso no som, iludindo-se e criando uma imagem mental de apenas um som mais prolongado (engordado). O limiar sensível do som varia, dependendo do próprio som, já que o ser humano tem sensibilidade para distinguir um som de outro com *delay*. Esse limiar torna-se ainda menor, se for balanceado um à direita e outro à esquerda. Este tipo de efeito é, para além do *reverb*, o mais usado em estúdio. É usado para criar uma imagem estéreo, pois, quando balanceado em lados opostos, estica a imagem desse som, tornando-a interessante. Muito usado em guitarras, pianos, e o melhor efeito produzido é tornar o som mais cheio, gordo e com maior presença, devido ao já referido “esticado” das colunas. A seguir, encontra-se uma tabela referente ao limiar entre um som ou dois audíveis.
- **0 a 1ms** – este tipo de atraso pode criar cancelamento de fases, que tem efeitos já falados anteriormente. Útil para quando dois microfones captam o mesmo som, que pode anular frequências, criando sons com menos graves e mais magros; perder claridade e precisão entre imagens sonoras, originando um som mais espaçado. E se esses sons forem reproduzidos em mono, os sons podem desaparecer por completo, daí que a aplicação deste *delay* ajuda a resolver o problema.

Tabela 4 – *Delay*: Velocidade do cérebro humano. Aproximação limite entre ouvir um som ou dois.

Instrumento	Atraso mínimos
Pratos	10 ms
Percussão	10 ms
Tarola	15 ms

Bombo	15 ms
Piano	20 ms
Sopro	20 ms
Vozes	30 ms
Guitarras	30 ms
Baixo	40 ms
Tubas	40 ms
Cordas lentas	80 ms

3.8.2.2 *Reverb*

De uma forma simples, o *reverb* são milhares e milhares de *delays*.

Quando algum som é gerado, espalha-se pela sala, embatendo nas paredes, tecto e chão, ressaltando para diversos pontos e direcções, chegando mais fraco aos ouvidos do ouvinte/ microfone. Todos esses *delays* juntos são conhecidos como reverberação. Quando o *reverb* é posicionado na imagem sonora, ocupa muito da imagem estéreo que é misturada. É necessário entender que este efeito exige cuidados, para não exagerar em determinados parâmetros, pois pode esconder determinados sons totalmente. Alguns parâmetros são referidos:

- **Room Types (Tipos de sala)** – Os *reverbs* digitais modernos permitem ao utilizador alterar as salas. Cada tipo de sala possui características que darão maior ou menor ênfase a determinadas frequências.
- **Reverb Time** – altera a duração do *reverb*. Uma regra comum usada com o *reverb*: num bombo numa bateria, o tempo do *delay* é menor do que o próximo bater do bombo. Desta forma, o *reverb* não influencia na sonoridade da próxima nota do bombo, originando um som limpo, energético e firme.
- **Predelay Time** – quando um som ocorre, demora algum tempo até embater nas superfícies e voltar. O tempo de silêncio que precede o início do *reverb* é chamado de *predelay time*. O tamanho da sala influencia nesse tempo. Para salas como coliseus, o *predelay time* será maior do que de outras salas que não precisam de quase nenhum. O uso de *presets* (pré-configurações provenientes do fabricante) podem resolver imensos problemas e dar uma sonorização mais realista ao espaço que pretende “emular”. Um uso actualmente aceite é usar um tempo acima dos 60ms, que permitem que a voz dos vocalistas seja reproduzida de forma mais limpa, ainda que com *reverb*.
- **Diffusion** – na maioria dos equipamentos de efeitos, a difusão (*diffusion*) é a densidade de ecos que são gerados pelo *reverb*.

- ***EQ of Reverb*** – é a equalização do *reverb*; permite variar as frequências, aplicando-lhes aumentos e reduções conforme a sala virtual precisar. O equalizador do *reverb* costuma ser mais usado do que o uso de um equalizador após o *reverb*. Idealmente, o uso de um equalizador adicional antes da inserção ao *reverb* é uma mais-valia.
- ***High e Low-Frequencies Reverb Time*** – São os parâmetros que controlam tempo que demora a cortar as frequências graves e agudas. O correcto uso destes parâmetros permite reduzir o espaço na imagem sonora e essencialmente são graves. Permite também fazer com que o som se torne mais natural do que em qualquer outro equalizador.
- ***Reverb envelope*** – este parâmetro possibilita que o *reverb* altere o volume ao longo do tempo, fazendo-o desvanecer lentamente ao longo do tempo.

3.8.3 Modulação: Frequência / Tempo – (Freq/Tempo)

Este efeitos têm um princípio muito semelhante (*delay*) . Muitos autores, quando os referem, fazem-no juntando-os e não falando individualmente de cada um.. Apesar de todos eles proporcionarem alterações nas frequências ao longo do tempo, os bons audiófilos conseguem diferenciar qual destes efeitos são aplicados. O uso de duplicação de sinal balanceado pode criar texturas sonoras bastante interessantes. Seguem os devidos parâmetros de cada uma:

- ***Rate, speed e frequency*** (repetição) – é o tempo que o *delay* demora a ir de um limite ao outro e voltar ao ponto inicial.
- ***Width, depth, intensity*** (profundidade) – parâmetro que regula a gama do *delay*.
- ***Feedback (realimentação)*** – esta regulador controla o *delay* que sai, fazendo-o entrar novamente e criando uma realimentação. Algum *feedback* é necessário, para que o *flanger*²¹ possa funcionar. Quanto mais feedback é adicionado, mais intenso e dinâmico é o varrimento das frequências.
- ***Negative Feedback*** – semelhante ao anterior, mas introduzindo o sinal fora de fase. Geralmente, cria um som de *flanger* de um género mais tubular oco.

3.8.3.1 Chorus

Este efeito é bastante usado nos estúdios, pois enche a imagem sonora com cópias do som original, tendo elas pequenas flutuações a nível de tom (pequenas desafinados) e pequeníssimos atrasos. Como característica, simula vários instrumentos simultaneamente tocados. Este efeito dá-se, porque num grupo onde vários instrumentos tocam o mesmo som, com instrumentos semelhantes, há sempre um atraso (por muito minúsculo que seja) e a

²¹ ver 3.7.3.2 *Flanger*

afinação nunca é a mesma (por muito pouca seja a diferença). Conjuntamente com os atrasos, é aplicado um LFO (*Low Frequency Oscillator* – oscilador de frequências graves), que vai variando ao longo do tempo, alterando a coloração dos sons.

3.8.3.2 *Flanger*

O efeito consiste em aplicar um *delay* oscilante entre os dois sons. Como referido, dois sons, que não estejam em fase, alteram a textura ou anulam determinadas frequências, chamando-se a esta situação *comb-filtering*. Como o atraso do *delay* varia o efeito produzido, o efeito do filtro também varia, alterando os cancelamentos a dadas frequências. Este efeito é geralmente usado para criar sons mais espaçados fora do vulgar, gerando sons (se exagerado) como se o ouvinte estivesse debaixo de água.

3.8.3.3 *Phaser*

O *phaser*, como o nome sugere, altera a fase do som, adicionando-lhe o original, temporalmente desfasado, originando assim uma sonoridade muito própria. Este efeito deve ser usado com leveza, pois já de si é subtil. Algumas pessoas têm tendência em pressentir que o som provém das suas próprias cabeças.

3.8.4 **Frequência**

3.8.4.1 *Pitch-Shifter e Detune*

Equipamento relativamente simples de usar, que aumenta ou diminui as frequências de um determinado som. Para pequenas desafinações inferiores a meio tom, é usado um *detune*; e para desafinações superiores a meio tom, é o usado um *pitch-shifter*.

Harmonizadores são *pitch-shifters* com sistemas automáticos, que corrigem desafinações em gravações. O efeito *vocoder* é um harmonizador dirigido para vozes, que permite afinar a voz e criar o som de outras vozes. Porém, cria um som um pouco digital.

3.8.4.2 *Exciters e low frequency exciters*

Ao adicionar harmónicos a partir do som inicial, origina-se um som mais brilhante. Esta é a função deste equipamento. Os ruídos que possam existir nos sons podem ser de diversas frequências. Acaso fossem aumentados os agudos, poderia haver um aumento do ruído. Para tal, o *exciter* pega no som original e determina a partir dele as frequências médias, adicionando-lhe os harmónicos do referente tom.

Os *low frequency exciter* tem como mesmo princípio o dos *exciters*, mas gera harmónicos para baixo do tom fundamental do som, criando sons mais corpulentos.

3.8.5 Volume / Tempo (Vol/Tempo)

3.8.5.1 Tremolo

Variação do volume ao longo do tempo, como se alguém manualmente aumentasse ou baixasse o volume.

3.8.5.2 AutoPan

Um efeito simples que requer uma espacialização no mínimo estéreo, pois o som irá variar ao longo do tempo no seu balanceamento, produzindo um efeito que fará o som oscilar entre a esquerda e a direita.

3.8.6 Simuladores

Apesar de se pretender que as colunas sejam lineares na frequência de emissão, isso não se constata. Verifica-se, essencialmente, em colunas de guitarra, em que determinados modelos ficaram reconhecidos por peculiares características sonoras que realçam. A maioria destas colunas têm altifalantes 10” 12” ou 15”, sem qualquer tipo de *twitter*²². Desta forma, produzem, de forma não-linear, os sons mais agudos. Por falta desses mesmos agudos, os sons agudos são cortados. Quando nestes amplificadores é usada a distorção - efeito que insere muitos harmónicos - os harmónicos são reduzidos, devido à falta de *twitters*. Note-se que os harmónicos são essencialmente médios e agudos.

²² equipamento que permite emitir sons agudos.

4 O Áudio Digital

” Digital para armazenamento e rapidez. Analógico para corpulência e calor”

Adrian Belew

Enquanto que o sinal analógico era em analogia à pressão acústica, no áudio digital, o conceito será ligeiramente diferente. A computação realizada pelos sistemas informáticos que existem ao nosso dispor apenas consegue processar zeros e uns. A maior desvantagem desta tecnologia é que na conversão inicial para digital existe sempre algo que se perde. Mas, após a conversão, as vantagens desta tecnologia aparecem: no sinal digital, mesmo que esteja sujeito a radiação electromagnética ou indução de ruídos, a probabilidade de ser afectado é muito menor do que no analógico. Esta vantagem deve-se a que o valor do sinal naquele momento pode ser 1 ou 0, não existindo meios-termos, ao passo que no analógico existe. Até ao momento do sinal voltar a ser convertido para analógico, à partida, não sofrerá deterioração.

4.1 Características do áudio digital

A *discretização* de um sinal contínuo é necessária (Hartman, 1998) para a obtenção de um sinal digital, havendo duas dimensões: tempo e amplitude. Estas dimensões são compreendidas a partir de números inteiros. A quantidade de números inteiros distintos é especificada pelo número de *bits*²³. A *discretização* digital é realizada a partir de aproximação da onda analógica.

4.1.1 Amostragem (tempo)

A amostragem é metade do número de frequências que um determinado som consegue armazenar e que também pode ser referido como *sample rate*. Como o ouvido humano consegue captar frequências até os 20kHz, é necessária uma frequência de amostragem na ordem dos 40kHz, que necessitará de 40000 medições por segundo ao sinal de entrada do conversor. Para existir uma margem de manobra, foram escolhidas outras amostras, como 44,1kHz(CD de áudio) ou 48kHz(DVD).

²³ A palavra bit é uma simplificação de *binary digit* com valores 0 ou 1.

4.1.2 Resolução (amplitude)

A resolução, ou (*depth*), define a precisão com que a amostra é medida, sendo, como falado, definida por *bits*. Um *bit* representa o estado de duas possibilidades: 0 ou 1. Então, dois bits aumentam os números de estados para 4 (00,01,10,11). Para n bits, obter-se-á 2^n estados possíveis. Com a evolução da electrónica e informática, o número de bits tem vindo a aumentar, de forma que 24 bits é um valor actualmente aceitável. Como o sinal analógico é complexo e não-discreto, quanto maior for a resolução, menos arredondamento a amplitude do sinal irá sofrer na transformação.

4.1.3 Formatos de gravação digital e compressão associados

Sem entrar em detalhes sobre o funcionamento dos aparelhos, o CD-Áudio (CD-DA) é o formato mais conhecido e consumido pelo mercado, mas existem muitos outros formatos. De destaque, é o DVD-Video, que impulsionou bastante o mercado digital com uma amostragem na ordem dos 48kHz. É de lembrar que ficheiros do tipo vídeo podem, também, ter embutido áudio.

A maioria dos formatos de gravação digital para consumo tem tido uma tendência de descida. Cada vez mais é trocado por ficheiros informáticos. Os sinais de áudio têm propensão para necessitarem de uma grande quantidade de *bits* de armazenamento que são grandes demais para um computador guardar. Desta necessidade foi criada uma solução que parte pela compressão do áudio.

Esta solução possui duas vias muito distintas com resultados amplamente consequentes na cadeia do áudio. Sendo elas:

- Sem compressão ou *Lossless*²⁴
 - WAVE - é um formato usado pela *Microsoft* e *IBM* denominada por *WAVEform audio format*,
 - FLAC - *Free Lossless Audio Codec*, um formato livre de armazenamento de áudio sem perdas.
- Comprimidos e com Perdas ou *Lossy*
 - MP2 – O *MPEG-1 Audio Layer II* é uma compressão de baixa qualidade e de baixa taxa de compressão.
 - MP3 – O *MPEG-1/2 Audio Layer 3* rapidamente veio substituir o .mp2 com a compressão com perdas quase imperceptíveis ao ouvido dos menos treinados.

²⁴ Sem perdas de informação

Apesar do grande uso actual, não é livre. O seu princípio baseia-se nas lacunas auditivas do ouvido humano e a junção de pontos de frequência muito próximos.

- MP4 – O MP4 não é um formato de compressão, mas sim um ficheiro que permite aglomerar tanto ficheiros vídeo ou áudio, como ambos em simultâneo. Apesar disso, a matroska tem usado muito esta extensão de ficheiros de áudios comprimidos deixando desaparecer o MKA.
- OGG/OGA – O nome da compressão para este tipo de ficheiro denomina-se *Vorbis*, é, assim, um formato de compressão livre de áudio muito usado na *internet* direccionado para o *streaming* e para codificação de sons para jogos.
- Speex – é um formato de compressão orientada para VoIP e *podcasts* por possuir um algoritmo que é bastante eficiente em vozes.

Os tipos de ficheiros de áudio possuem as suas próprias formas de compressão, mesmo que a sua extensão tenha um determinado nome podem existir diversas formas de obter a compressão, descompressão e até mesmo forma de armazenamento. Existem no mercado leitores de áudio que as marcas afirmam que reproduzem MP5, MP6, MP7, MP20, etc. . No entanto, apesar dos ficheiros possuírem extensão referida, são usadas compressões MP3 e MP4, não apresentado qualquer evolução tecnológica nesse campo e sendo uma manobra de marketing para o utilizador comum.

É de apontar que o termo “*codec*” é um formato de codificação, isto é, uma linguagem própria para ser interpretado por um hardware ou software específico. Determinadas tecnologias têm associadas *codecs* específicos. Os *codecs* tanto trabalham sobre áudio comprimido (*lossy*) como áudio sem perdas (*lossless*). Esta informação pode ser melhor interpretada pela tabela seguinte:

Tabela 5 - *Codecs* por tecnologias²⁵

Tecnologia	Codec	Compressão
Áudio digital normal sem compressão	PCM ²⁶	Não
<i>Dobly Digital</i>	AC3	Sim
DTS	<i>DTS Coherent Acoustics</i>	Sim
<i>MiniDisc, SDDS</i>	ATRAC	Sim
SACD	DSD	Não
Telefones (digitais)	G.711, G729, etc	Sim

²⁵ Adaptade de Fonseca 2007.

²⁶ O PCM não é realmente um codec.

4.1.4 Sincronização

Assim como existem relógios que se atrasam, os aparelhos não funcionam a frequências exactas, fazendo com que um aparelho possa ficar à espera de algo que o outro ainda não resolveu entregar. A sincronização entre aparelhos de áudio tem de ser feita por apenas um *Master*. É muito importante que exista algum mecanismo de sincronização. Caso contrário, as frequências de amostragem podem não ser exactamente as mesmas, criando problemas de áudio (quase) irreversíveis no produto final. Os aparelhos que trabalham a partir do sincronismo do *master* são denominados de *slaves*.

4.2 Analógico VS Digital

Aquando do processo da gravação analógica, alguns ruídos são somados ao sinal acústico captado. Esses ruídos são adicionados eléctrica, electrónica ou magneticamente e até mesmo devido ao arrasto da fita.

Na reprodução e gravação digital, na sua maioria, o ruído e distorção não são induzidos. A gama dinâmica é bastante aumentada, não existe deterioração do sinal em cada reprodução, nem perdas na duplicação. Mesmo o digital possuindo estas vantagens, a gravação analógica não se ‘reforma’, mantendo uma boa quantidade de adeptos, devido a várias razões, mas essencialmente devido às colorações do som. Pela teoria, a gravação e reprodução digital é superior à da analógica, o que não significa que seja o preferido do utilizador..

4.3 Espacialização e *surround*

A razão para esta secção estar inserida neste capítulo é porque a espacialização, por si só, necessita de algum componente áudio digital para além do mono e estéreo. Existe uma grande diferença entre um concerto acústico ao vivo comparado com a reprodução numa gravação em CD numa aparelhagem topo de gama, já que, na reprodução de um instrumento, por exemplo, de corda, a pessoa capta um som soberbo de arrepiar. A maior razão para esse acontecimento é que o instrumento gera som, que é propagado em todas as direcções, e para cada direcção são emitidas diferentes frequências. Estas embatem noutras superfícies, chegando aos ouvidos. A espacialização é a virtualização disso mesmo: criar envolvimento/no meio e ouvir da forma mais “natural” possível.

4.4 Formatos de Captação e Reprodução

Existem inúmeros formatos no mercado, mais ou menos aceites pelas comunidades. Para além do número de colunas e do seu posicionamento, a transmissão entre formatos difere. Iremos falar dos mais standardizados:

- **Mono** – Uma coluna apenas;
- **Estéreo** – *Left, Right*;
- **LCRS** – *Left, Center, Right, Surround* (duas colunas de *surround* que reproduzem o mesmo). Esta configuração também é denominada por 4.0 ou 3+1;
- **5.1** – *Left, Center, Right, Left Surround, Right Surround*;
- **6.1** – Idêntico ao 5.1, mas com uma coluna adicional atrás: *Rear Surround (Center Surround)*;
- **7.1** – varia entre duas configurações:
 - Idêntico ao 5.1, mas com mais duas colunas na frente, perfazendo 5 colunas frontais;
 - Idêntico ao 5.1, mas com mais duas colunas *surround*, perfazendo 4 colunas *surround*.
- **10.2** – Uma configuração de difícil implementação, mas completa no mercado. Constituída por cinco colunas frontais, três *surround*, dois *subwoofer* e duas colunas erguidas frontalmente, para uma reconhecimento vertical.

Para cada formato existente, o posicionamento segue regras restritas. Assim, é necessário ter o manual do produto comprado.

Existem diversos formatos digitais que estão englobados neste tipo de tecnologia, nomeadamente o AC3, DTS, SDDS, Doby Surround, Pro Logic, Doby Pro Logix II e DTS NEO:6 ; e sistemas como o Quad, Ambisonics, Binaural e Transaural são formatos também bastante usados com vantagens, dependendo dos locais e objectivos. (Fonseca, 2007)

Tabela 6 - Diversos formatos de especialização²⁷

Formato	Número de canais de saída	Numero de canais gravados/transmitidos	Observações
<i>Stereo</i>	2	2	
Cinema/DVD			
Doby Digital	5.1	5.1	

²⁷ adaptado de Fonseca, 2007.

Dobly Digital Surround EX	6.1	5.1	
DTS	5.1	5.1	
DTS ES	6.1	5.1 (<i>matrix mode</i>) 6.1 (<i>discrete mode</i>)	<i>Discrete mode</i> apenas disponível no consumo
SDDS	7.1	7.1	Apenas disponível em cinema
Consumo			
Dobly Pro Logic	LCRS	2	
Dobly Pro Logic II	5.1	2	
DTS NEO:6	5.1 ou 6.1	2	
Diversos			
Quad	4	4	
<i>Ambisonics</i>	N	3 (plano horizontal) 4 (plano horizontal e vertical)	
Binaural	2	2	Reproduzido apenas por <i>headphones</i>
Transaural	2	2	Reproduzido apenas por colunas a

5 O estúdio e apoio computacional

” O tempo é um excelente professor, infelizmente mata todos os seus alunos”

Louis Hector Berlio

5.1 Introdução à Acústica de Salas

Há relativamente pouco tempo, se quisesse realizar uma gravação, teria de dispor de dinheiro para poder usufruir dum templo tecnológico chamado “estúdio de gravação”. O custo e a complexidade afastaram muitos, mantendo-os fora dos estúdios profissionais.

A porta abriu-se nos anos 80, com a gravação caseira. Esta suportava-se em cassetes multi-faixa. No final da década, este mundo cedeu o lugar a estações digitais de trabalho (DWS – *Digital Work Station*), que proporcionavam ambientes de gravação baseados em espaço sobre discos duros num computador. Esta revolução tecnológica democratizou as gravações, criando um universo novo de engenheiros de produção sem treino e com espaços não tratados.

Digitalmente, torna-se fácil a correcção de qualquer ruído/erro de gravação. Todavia, não se deve subestimar a captação do som com qualidade.

Qualquer coisa gravada ou tocada num determinado espaço é afectada pelas propriedades desse mesmo espaço. É necessário lidar com ruídos/barulhos, como aviões, polícia, vizinhos ou ar condicionado. O espaço irá incidir ou esconder determinadas frequências ou características (Alan Parsons, 2010). A figura seguinte representa um exemplo de algumas projecções sonoras e possíveis destinos, concluindo que algumas são absorvidas, mas outras são reflectidas e acabam por voltar ao microfone.

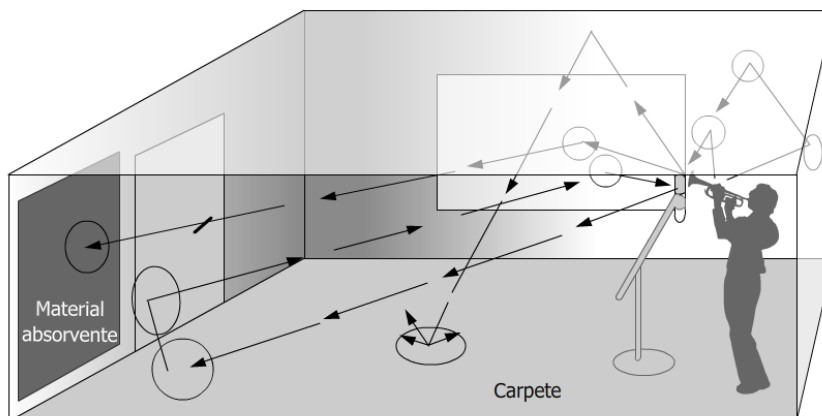


Figura 29 - Propagação sonora num estúdio

5.1.1 Princípios Acústicos

Como foi referido, o som propaga-se a partir de ondas sonoras, que implicam uma mudança de pressão do ar até aos ouvidos. O comprimento dessa onda é relativo à frequência, à amplitude, ao volume incidido e à forma da onda que determina o seu timbre.

Ao ar livre, o som propaga-se por todo o espaço até enfraquecer e extinguir. Mas, se o som se deparar com uma fronteira dura e reflexiva, ressalta formando um eco.

Numa sala com fronteiras duras e reflexivas (paredes, chão e tecto), o som ressalta de uma forma não tão discreta e óbvia.

5.1.2 Isolamento Sonoro

O mais importante num ambiente de estúdio e o maior objectivo na construção do mesmo é criar um espaço que permita confiar no som que se ouve (Parsons, 2010).

Será necessário isolar a sala de forma a que a sonorização crie uma boa resposta para a audição e masterização.

Numa situação de falta de isolamento e controlo da acústica da sala, é possível o ouvinte estar posicionado onde as ondas colidem e se anulam.. Se o cancelamento existir nas frequências dos 70Hz ou 80Hz, que representam as frequências dum bombo de uma bateria, provoca uma redução do volume dessas mesmas. Como estas frequências não são idealmente ouvidas nessa posição, haverá a normal reacção de aumentar o seu volume num equalizador. Mas se a posição está num ponto crítico, o aumento será menor, provocando um aumento de determinadas frequências. Consequentemente, a sala falseia a percepção auditiva do som emitido, visto que o som não corresponde ao gravado.

Após a gravação de um CD e efectuada a reprodução num carro, o indivíduo ouvirá o bombo muito mais forte do que qualquer outro instrumento e vozes. Isto acontece porque, artificialmente, as frequências graves foram aumentadas, devido ao problema acústico da sala.

Não é desejável que os sons externos à sala invadam a mistura. É preciso que esteja isolado do exterior, tanto dos sons que entram, como dos que saem, podendo trabalhar quando quiser e ao volume que quiser.

Isolar o som é tão importante como o comportamento do som no estúdio.

5.1.3 *Dead End / Live End*

Um estúdio não deve ser um espaço morto, sem propriedades reverberantes. Uma orquestra, por exemplo, terá preferência por uma igreja pelas suas características acústicas. Ao passo que uma banda de rock preferirá a acústica de um bar.

Tradicionalmente, a área de performance e controlo é em espaços separados e com características próprias. Para a maioria, actualmente, a área de gravação e controlo é no mesmo sítio.

Gravar em quartos completamente mortos, sem qualquer tipo de características de reverberação, seria tão claustrofóbico como gravar num armário. Idealmente, uma sala deverá ser confortável para trabalhar áudio natural, mas que também ofereça algum tipo de flexibilidade. Pode ser morto em algumas áreas, para, por exemplo, gravar uma voz limpa, ou acusticamente vivo para gravar uma guitarra acústica.

Há alguns anos, surgiu o “Live End / Dead End”, que descreve um quarto com diferentes tratamentos acústicos e posições distintas, possibilitando a criação de diferentes ambientes acústicos.

Obtém-se o melhor de dois mundos, porque no *Dead End* é onde se localizam os controlos e a secção de mistura, onde não existem grandes reflexões, e, na parte de trás da sala, possui difusores que reflectem o som, permitindo uma captação transparente de instrumentos, como guitarras e baterias.

Há sempre a difícil decisão a tomar sobre qual será o melhor para monitorizar e qual o melhor para gravar. *Live End* e *Dead End* funcionam perfeitamente para isso.

“*Bass Traps*” absorvem baixas frequências, que na sua essência são problemáticas em salas pequenas, criando um ambiente auditivo mais preciso.

5.1.4 Tratamento acústico de salas

Em qualquer espaço onde haja tratamento acústico, há que avaliar os seguintes problemas:

- Domínio da frequência (problemas de timbre e tom) – resposta de frequência da sala, ou seja, como representa determinadas frequências, das quais irão depender o tamanho do quarto e dos materiais. Uma parede de gesso reagirá de modo diferente de uma parede de betão.
- Domínio do tempo (problemática da reflexão e reverberação) – o quão rápido as reflexões voltam a si. Se tem um espaço com muita tendência a fazer reverberação, pode fazer um borrão à inteligibilidade. Pode decidir criar ajustes durante a masterização, por ouvir reflexões com 50ms do som directo. Para o cérebro, os factores que fazem parte do som directo e reverberantes podem ser somados no ouvido humano como um só, se esses factores forem até os 50ms.

5.1.5 Técnicas de construção de estúdios

O som não viaja, apenas, através do ar. Pode, também, ser transmitido através da vibração entre duas ou mais superfícies. Por isso, se conseguir isolar essas superfícies ou minimizar os pontos de contacto entre elas, pode melhorar substancialmente emissões não desejadas. Altifalantes estéreo funcionam melhor num local simétrico, proporcionando, assim, um som estéreo mais claro e distinto.

- Chão: idealmente, os estúdios devem ter pavimentos flutuantes. Por outras palavras, um chão que não esteja em contacto directo com as vigas do piso ou fundações; forrado em borracha ou material *super* absorvente; como alternativa, pode ser suspenso no ar.
- Paredes: uma boa geometria num estúdio passa por evitar paredes paralelas, para controlar reflexões. As paredes côncavas têm tendência em concentrar as ondas num ponto. Será, portanto, importante, evitá-las. Há várias opiniões sobre a disposição das paredes, de modo a não vibrarem irregularmente. O uso de ripado de madeira nas juntas das paredes diminui os pontos de contacto, sendo uma técnica relativamente simples. Os cantos são, particularmente, importantes numa sala pequena, devido às ressonâncias que resultam em ondas persistentes. As ondas, sendo elas em arco, e a superfície, sendo ela linear, quando ressaltam, irão afectar não só as frequências graves como também os harmónicos relativos a essas frequências. O uso de *bass trap* é vital para prevenir. Os *bass trap* podem ser construídos directamente nos cantos da

sala, aquando da construção do estúdio, podendo também ser aplicados posteriormente ou comprados.

- Tectos: são precisos cuidados com o quão bem é construído, o peso que aguenta e evitar que o tecto esteja em paralelo ao chão. Faixas de iluminação são sempre uma boa ideia, dado que têm menos orifícios.
- Portas/janelas: são, obviamente, duas potenciais fraquezas em termos de isolamento. As janelas devem ser seladas e de vidro duplo ou triplo e de forma a evitar o máximo contacto possível com a moldura. O uso de pacotes de gel de sílica, em espaços vazios, ajudam a absorver a humidade que pode causar névoa e condensação. As portas devem ser construídas com material denso e devem ser herméticas. Idealmente, as portas e janelas devem ser de espessura dupla e portas comunicadoras.

A espessura do material usado afecta as frequências graves.

Pode usar-se *sound traps* e difusores em prateleiras. Pode compensar-se com materiais menos densos, sem fixá-los directamente às paredes, montando-os a 5cm da parede. Uma sala, que apenas corte agudos e médios, irá produzir uma imagem dos graves totalmente falsa. A todo o momento, deve verificar/evitar se o mínimo de som entra ou sai.

5.1.6 STC – *Sound Transmission Class*

Mede a quantidade de som que penetra o material utilizado para a construção das superfícies do estúdio. Alguns materiais acamados entre gesso cartonado são fibra de vinil, insulação, lã de vidro, lã de rocha. Sabendo que quanto maior o número de STC, maior é o isolamento sonoro, num estúdio, o total deve atingir no mínimo 45 STC.

Isto pode parecer algo simples, mas não se trata de uma questão de adicionar diferentes materiais com STC diferentes. Os STC são indicadores de uma previsão razoável.

Uma boa forma de isolar um quarto é, simbolicamente, imaginar que se inunda de água e encontrar as áreas onde vaza. Esse será o mesmo sítio por onde o som irá vazar também. Se vir luz do dia à volta da porta, estando ela fechada, o som irá passar por baixo da porta. O ar condicionado é, por vezes, um problema pelos barulhos que produz. Uma forma económica de criar um bom difusor de som é o uso de uma estante acomodada com muitos livros espessos.

5.1.7 Posicionamento de equipamento

- Não usar como espaço de trabalho o centro da sala. Um terço é o mais apropriado.
- Crucialmente, as colunas devem estar alinhadas, formando um triângulo equilátero entre as duas colunas e a posição de audição com os *twitter*.
- Não posicionar as colunas muito perto de paredes e nunca num canto, a não ser que sejam colunas especificamente desenhadas para tal efeito ou se realizar um tratamento muito especial ao canto.
- É sempre bom realizar alguns testes, como usar tons e varrimento de frequências. Existem empresas que usam softwares para analisar áreas, providenciando soluções.

5.2 Software de edição de áudio

Existe uma quantidade absurda de aplicações livres, muitas delas não produzem áudio de boa qualidade, outras são “cópias” de outras e noutras a interface não é boa o suficiente, sendo bonita mas sem grande aplicabilidade. O software livre tem as limitações próprias na área, para além de que são necessários *plugins* de alta qualidade produzidos em colaboração com laboratórios, a fim de emular determinado som de um dado instrumento. Essas colaborações levam a custos imensos, daí a necessidade que a venda do produto tenha de ser feita a um preço pouco económico. Há uma grande disparidade entre aplicações sem custos e as pagas, mas, se não for para uso profissional, os livres podem bastar.

Na actualidade, existem principalmente três tipos de software utilizados mais regularmente: DAW (tudo na caixa, sampler, mistura, masterização, edição, MIDI, etc), editores de áudio (ainda que existam em DAW, não têm tanta capacidade de edição como alguns produtos específicos muito usados), *addons/plugins/VST/VSTi* (software que emula sons de outros instrumentos/equipamentos, que podem ser usados como programas isolados de outros ou dentro dos dois outros anteriormente referidos). Existe uma quantidade absolutamente grande de software de áudio (tanto pago, como livre) com mais ou menos características, mas em seguida serão citados alguns mais usados e que, quer pela tendência ou pelas características, se foram evidenciando em detrimento de outros.

5.2.1 Livres

Audacity – Uma aplicação que tem desenvolvido bastante ao longo dos anos, com uma comunidade crescente. Compatível para todos os sistemas operativos baseados em

computador e relativamente fácil de usar, quando comparado com ferramentas pagas e profissionais de áudio.

A complexidade de utilização desta aplicação fica-se pelo intermédio, pois existem *plugins* não muito complexos, que funcionam como ferramentas profissionais, apartando a simplicidade do “*just one click*”.

Audacity é um editor de áudio que permite gravar, reproduzir e importar/exportar em formatos WAV, AIFF, MP3 e OGG. Possibilita cortar, copiar, colar, com a possibilidade de desfazer acções tomadas ou refazê-las. As novas versões permitem edição multifaixa e, assim, realizar mistura de música, entrevista, etc.. A aplicação permite o uso de efeitos e ainda a adição de novos efeitos e *plugins* de VST. Possui uma secção de monitorização métrica visual dos níveis do volume durante a reprodução e gravação, bastante útil e usada em aplicações pagas.

O download gratuito desta aplicação pode ser realizado a partir do site da *Audacity*: <http://audacity.sourceforge.net>.

Levelator – uma pequena aplicação compatível para OS X , Windows e Linux. O funcionamento da aplicação é simples e muito limitada. Útil para pessoas sem conhecimentos em software áudio ou tempo e que necessitem, por exemplo, de melhorar o som para um conteúdo educativo ou uma entrevista. A interface do utilizador não é complicada e o seu uso é deveras simples: arrastar o ficheiro a processar para a aplicação, *Levelator* copia o ficheiro, induz-lhe uma série de processamentos, passando por um compressor, normalizador e limitador. Os ficheiros precisam estar no formato WAV ou AIFF.

Em <http://www.conversationsnetwork.org/levelator>, o *Levelator* encontra-se disponível livremente.

Free Sound Recorder – É uma aplicação para realizar gravações de conteúdos de áudio. Devido à objectividade no que faz , torna-se uma aplicação de fácil utilização , simples e controlável.

Existe apenas para Windows, é grátis e distribuído em: <http://www.sound-recorder.biz/freesoundrecorder.html>.

EXPStudio Audio Editor Free – Uma aplicação para a edição de áudio com uma interface de utilizador bastante bem organizada, planeada e com alguns efeitos de interacção. Permite a gravação, edição, cópia, colagem, remoção de ruído, importação de arquivos e mistura.

O EXPStudio é uma aplicação razoável, quando comparada com ferramentas digitais pagas.

O EXPStudio Áudio Editor Free existe apenas para Windows, é livre e pode ser encontrado em: <http://www.expstudio.com/>.

Krystal Áudio Engine – É um gravador “multifaixa”, sequenciador e misturador de áudio. Um DAW sem custo, modular, com *plugins* instaláveis e permite o uso em eventos ao vivo. Compatível unicamente com Windows, é uma aplicação de distribuição gratuita cedida em: <http://www.kreatives.org/kristal/>.

Fox Magic Áudio Recorder – Um gravador de áudio que possibilita a exportação em formatos como WAV e MP3. O destaque desta aplicação, para além de grátis, vai para a capacidade de gravações temporizadas, escolha da entrada de áudio, uma automática geração de nomes para os novos ficheiros gravados; pode ser minimizado na barra de tarefa. A interface da aplicação não é complexa, já que todas as opções disponíveis estão na tela principal, não havendo funcionalidades escondidas por menus.

O Windows é o sistema operativo para a utilização deste programa. A ligação *URL* para obter esta aplicação é: http://www.fox-magic.com/audio_recorder.php.

GarageBand – É uma aplicação bastante bem conseguida pela Apple, para o utilizador básico ao intermédio. Possibilita desde a utilização de MIDI, gravações de áudio em simultâneo, edição e mistura de música até à possibilidade de tocar com a aplicação (*Jam packs*) ou aprender a tocar o instrumento em questão.

Garage band permite ainda a instalação de *plugins* e *VST's* de qualidade bastante boa. A interface é de fácil utilização, pois permite colocar pedais de efeitos de guitarra e escolher um simulador de amplificador em poucos cliques.,

Pode afirmar-se que é uma DAW num formato não tão profissional. Por falta de outras escolhas, os utilizadores usam muito esta aplicação, carecendo de diversidade, pois não possui controlos mais extremos.

5.2.2 Comerciais

Sony Sound Forge Pro 10 – Um programa de edição de áudio muito bom, tecnológica e relativamente bem actualizada e com uma qualidade inigualável. Possui uma interface familiar e é de fácil usabilidade. É disponibilizada uma extensa colecção de tutoriais e ajuda, para além de incluir um pacote com *iZotope mastering plug-ins* e o *CD Architect 5.2*.

Steinberg Wavelab 7 – É considerado o editor de áudio mais poderoso existente, devido a estar sempre na vanguarda, tanto na precisão do seu processamento como nas tecnologias que usa e permite.

Recentemente, passou a ser compatível com Mac OSX , sendo que todas as suas versões anteriores se limitavam ao Windows. Possui efeitos muito específicos de restauração de áudio

de grande qualidade e numerosas ferramentas de edição e efeitos. Os maiores contras deste produto são o preço, visualmente pouco chamativo, e uma curva de aprendizagem bastante grande para um iniciado. Capaz de realizar quase tudo o que todos os concorrentes da edição de áudio juntos podem fazer.

Adobe Audition - A Adobe não poderia deixar de faltar neste nicho de mercado, que engloba a multimídia. Não é um programa *DAW* de topo, mas com especificações interessantes. O seu preço é mais baixo que o dos seus concorrentes.. Tem uma capacidade de restauração impressionante, funções de edição espectral muito boa e amigável e possui o *Center Channel Extractor*. Os efeitos que existem no *Audition* são controversos. Uns são muito bons e outros péssimos e as especificações avançadas demoram a ser masterizadas. Uma grande falha nesta *DAW* é a falta de existência de *MIDI*.

Apesar de algumas faltas o *Audition* é um produto, no seu geral, bom, tanto para trabalhar em áudio casual como avançado.

Steinberg Cubase 6 – O programa *DAW* da Steinberg não consegue estar no topo da lista na sua categoria, como o seu irmão *WaveLab*. Na nova versão de *Cubase* tem uma característica que se destaca face à concorrência: permite 11 *plugins* em simultâneo. Possibilita o uso de *plugins* de 32-bit, mas gera alguns problemas por provocar muito caos . Traz de origem poucos conteúdos extra e que a sua concorrência oferece. A *Steinberg* produziu esta aplicação com características inovadoras, pouco complexo em edições multifaixa, possuidor de algoritmos inovadores em efeitos baseados no tom e no tempo e com uma detecção bastante precisa do compasso.

Avid Pro Tools – Pode afirmar-se que é a aplicação *DAW* de referência no mercado, mais exigente e profissional, ao ponto de existir hardware designado para funcionar especificamente nesta aplicação. É um programa que permite realizar todas as interações necessárias em áudio. Com especificações melhoradas, de referência no mercado, com detector de compasso multicanal que vem de origem, grande flexibilidade de *hardware* (apesar de ser complicado pô-lo a funcionar, devido à curva de aprendizagem) e instrumentos muito úteis, assim como os seus *plugins*. Nesta nova versão, a interface com o utilizador foi melhorada e renovada, tornando-a um pouco mais amigável. É o software mais caro do mercado e ainda necessita de uma série de *add-ons*, para que possa trabalhar à vontade (o que poderá levar a um custo elevado) É capacitado de masterização em tempo real, não podendo processar determinados efeitos e guardá-los. Apesar de ser dado como referência no áudio, tem cedido lugar a outros softwares mais baratos.

Logic Studio – é a proposta de aplicações *DAW* no mercado proveniente da Apple. Um programa muito bem elaborado, com características novas, rápidas e fáceis de usar. *Plugins*

de pedais e amplificadores e uma biblioteca massiva de conteúdos, que acaba por ser um bom valor para o seu preço.

Negativamente, o design dos amplificadores não é tão flexível como noutras aplicações . Por exemplo, *GarageBand. Logic Studio*. É considerada, agora, a melhor DAW no seu todo, cheia de características de qualidade que irá fazer valer o custo despendido.

5.3 Aplicabilidades

As aplicabilidades do áudio podem ser imensas, já que quase tudo o que nos rodeia usa este recurso. Desde a publicidade ao entretenimento , existe uma vasta quantidade de possibilidades e aplicabilidades do áudio nos Recursos educativos. Os recursos educativos necessitam, uns mais que outros, do áudio como suporte, sejam eles *podcast, videocast, vídeo, CD's, DVD's*, documentários, programas, jogos, *smartphones*. O *podcast* tem proliferado muito, devido:

- Fácil acesso e publicação na e a partir da Internet;
- Rápido aumento da largura de banda;
- Uma generalizada disponibilidade de computadores multimédia pessoais;
- Uma grande indefinição entre *streaming*²⁸ e *downloading*²⁹ de conteúdos de multimédia;
- Rápido crescimento e aceitação dos equipamentos portáteis com capacidade de leitura do MPEG 1 Layer 3 (MP3).

É de realçar que existem os *Digital Audio Learning Objects* (DALO) . São objectos de aprendizagem com base no áudio apenas e reutilizáveis. Se não forem bem planeados, criados , editados, misturados e masterizados, podem ter o efeito contrário ao pretendido. Para tal, estes objectos têm de ser muito cativantes, pois o áudio por si só pode tornar-se monótono. Deve ser usado para realçar e/ou chamar a atenção, apresentar pontos muito sucintamente, resumizando, para ilustrar ou dar cor à experiência educativa. (Middleton & McCarter, 2005).

²⁸ Disponibilização de conteúdos com acesso e sincronização em tempo real.

²⁹ Descarregar ficheiro.

6 Objecto de Aprendizagem

“Se der um peixe a um homem faminto, vai alimentá-lo por um dia.

Se o ensinar a pescar, vai alimentá-lo toda a vida”

Lao-Tsé

6.1 Introdução

Com a comodidade que as novas tecnologias nos têm prendado nos últimos anos, constata-se que a formação se tem adaptado às necessidades de cada um. Como tal, a instrução por parte dos alunos é cada vez mais suportada pelo recurso a conteúdos de multimédia, uma vez que a partir do seu computador pessoal podem seguir uma aprendizagem ao seu próprio ritmo.

Os produtos educativos são melhor interiorizados com recursos visuais e auditivos, mas se o recurso auditivo não tiver qualidade suficiente, irá ser interpretado como ruído, trazendo problemas de aprendizagem (ou seja, mais vale um produto educativo sem som do que som de má qualidade) [Dale, 1969].

6.2 Objectivos

Constatando-se que na área do áudio, é reduzida a existência de recursos educativos focalizada no tema, o principal objectivo do DALCH é satisfazer a necessidade dos utilizadores, permitindo conhecer um pouco mais sobre som e áudio, materiais, ferramentas e procedimentos, para os capacitar na inclusão dos seus próprios diálogos em recursos educativos e outros.

6.3 Modelo conceptual do recurso a desenvolver

Atendendo à complexidade de um produto desta natureza e sendo necessário proceder à conjugação da vertente pedagógica e técnica, para uma melhor abordagem ao problema, avançou-se para uma esquematização do modelo conceptual do produto a desenvolver (Figura 30).

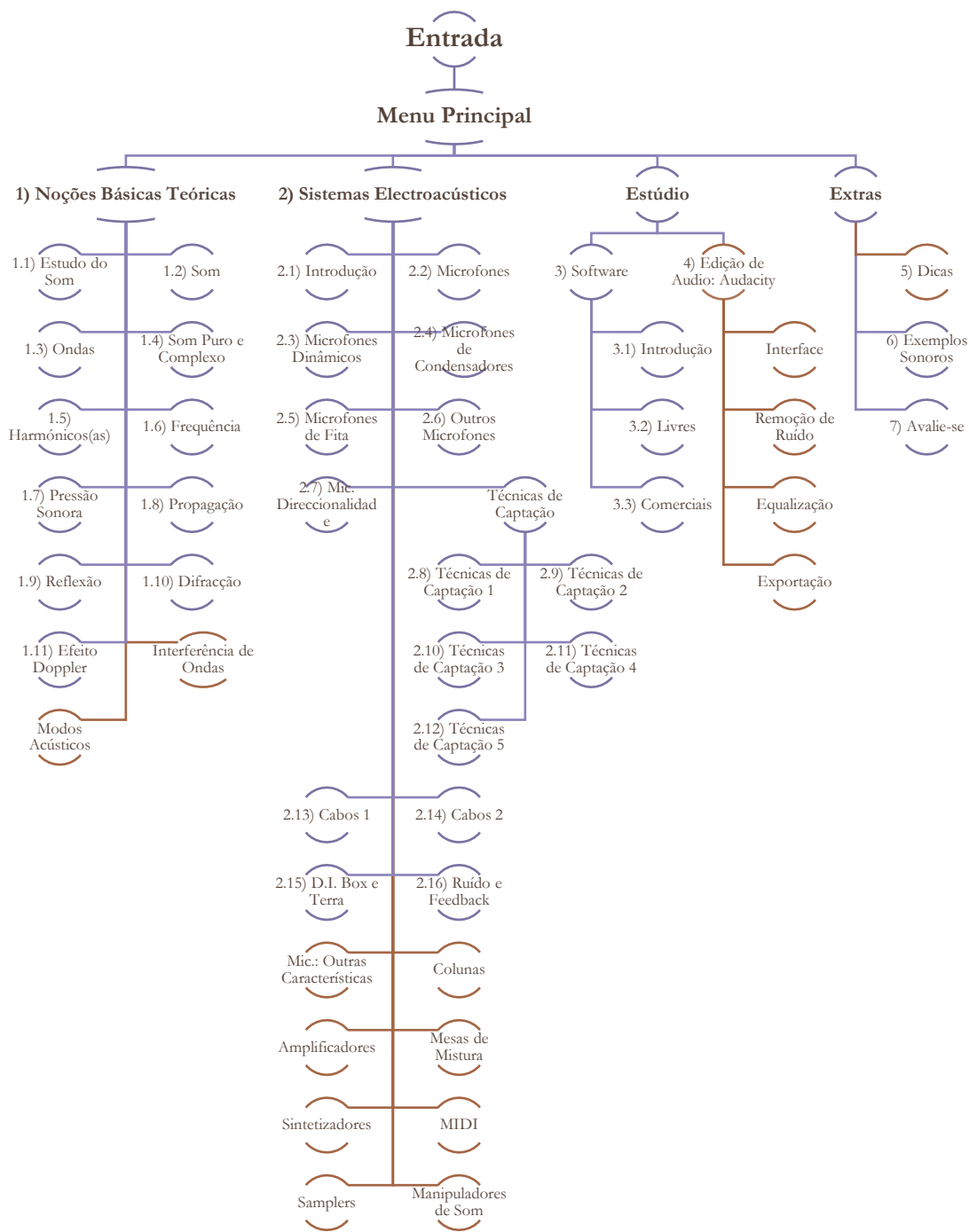


Figura 30 - Esquema pedagógico do DALCH

Na figura anterior, é apresentada a pedagogia a inserir no Objecto de Aprendizagem e também quais os pontos que foram inseridos. Para tal, os conteúdos pesquisados e pedagógicos possuem uma cor roxa/azul e os temas a castanho não foram inseridos nesta etapa do protótipo. Os pontos numerados são elementos que existem no recurso educativo, já os elementos não numerados não se apresentam no protótipo. É de salientar que alguns

pontos que são numerados, nomeadamente os capítulos 4 e 5, ficaram a ser apresentados no menu principal, sendo o aluno informado da falta de existência de conteúdos.

Para facilitar a navegação do “aluno utilizador” face à aplicação, determinados títulos de alguns temas foram descartados e deu-se mais relevância aos pontos “*Software*”(de apoio) e “*Edição de Áudio: Audacity*”, que faziam parte do capítulo de “*Estúdio*”, passando estes últimos a ser capítulos no OA. Na existência de muita informação para determinado tópico, foi separado por partes mais pequenas, como exemplo as técnicas de captação (2.8 até 2.12).

Para satisfazer os objectivos do Objecto de Aprendizagem, vários conteúdos teriam de ser seleccionados, a fim de incluir informação clara, objectiva e precisa. Na tentativa de criar uma pedagogia em que o estudante, após a aprendizagem possua autonomia própria pelo conhecimento adquirido, esse percurso começa pela teoria mais básica do áudio (som) até ao ponto da sua edição. Para tal, antes de tocar no assunto do uso de software de áudio, seria necessário um bloco de informação (módulo ou capítulo) daquilo em que o som se sustenta “*1)Noções Básicas e Teóricas*”, já que o áudio é uma representação do som.

Começando pela ciência que estuda o som, ou seja, o que é, como se comporta e que leis físicas a sustenta, o percurso continua com a teoria do que são ondas, como são classificadas e que tipos de espectros existem. É seguidamente apresentado, o conceito de som puro e complexo, de harmónicos e harmónicas, de frequências e de como essas frequências são ouvidas não linearmente, assim como a exemplificação e a divisão entre elas, como se propagam e comportam. São apresentadas noções sobre pressão sonora ou acústica, Pascal, SPL e decibel, bem como a importância da sua existência.

Os fenómenos de propagação são conceitos bastante complexos, por isso foi realizada uma concentração do conteúdo deste tema, descartando fórmulas demasiado complexas, perante o propósito do objectivo de aprendizagem, que é o entendimento do áudio. Esta abordagem, não limita a possibilidade de no futuro complementar estes conteúdos nos extras para alunos mais interessados. Dentro do tema da propagação, refere-se a reflexão, refacção e difracção das ondas sonoras, finalizando o módulo com o efeito de *Doppler*. As interferências de ondas e modos acústicos são conhecimentos que devem estar presentes para capacitar os alunos a entenderem fenómenos existentes, nas salas ou aproximação de uma fonte sonora junto de outra.

Após uma noção sobre as teorias do som, passa-se para os equipamentos denominados “*2) Sistemas Electroacústicos*” necessários no estúdio, assim como algumas técnicas, a serem usadas na apresentação de determinados equipamentos. Neste capítulo, os microfones acabaram por ter mais ênfase, já que o formando/aluno acabará por usar algum microfone, caso venha a inserir a sua própria interlocução. Assim, são referidos tipos de microfones,

como funcionam, para que servem, como são usados e em que ambientes, capacitando-os para atingirem “*imagens sonoras*” estéreo, com a apresentação de algumas técnicas usadas actualmente.

Para além da referência aos microfones, neste capítulo fala-se em conceitos como a diferença de alguns cabos de áudio, *D.I. Box*, a importância da ligação dos aparelhos à terra, ruído, feedback e distorção.

Outros aparelhos como amplificadores, samplers, colunas são de conhecimento essencial para o uso e interacção do áudio posterior. Os efeitos sonoros “*Manipuladores de Som*” são uma parte importante no uso do áudio, apesar de muitos efeitos usados no estúdio serem digitais e na sua maioria basearem-se em efeitos analógicos, físicos e matemáticos. O entendimento de como estes funcionam ajuda em muito na sua aplicabilidade, pois cada efeito possui parâmetros bem específicos.

Após a compreensão de como o áudio é produzido, é necessário organizar todos esses sons, apresentando conhecimento de um aparelho muito simulado em softwares que tem por base o áudio analógico: as mesas de mistura. Para que a envolvência seja sentida, é então necessário que exista o entendimento de como se poderão juntar as peças de puzzle (voz/vozes, sons, música, etc..), criando um resultado final em que o ouvinte consegue identificar os sons importantes e que não sinta sons descontextualizados, desagradáveis à audição, permitindo a compreensão do funcionamento de uma mesa de mistura genérica.

Se o utilizador tenciona produzir um recurso de áudio, necessita de softwares edição de áudio. Apresentam-se, então, alguns livres e outros comerciais. É de salientar que entre este género de produtos, algumas características mudam entre concorrentes, mas o conceito não difere muito, permitindo uma curva de aprendizagem bastante menor ao avançar para outros *softwares* mais complexos.

A título de exemplo, decidiu-se explorar no módulo 4 uma destas aplicações de áudio livres, como o *Audacity*, para exemplificar determinadas implementações e aplicabilidades. Este *software* é de fácil acesso e aprendizagem, tornando-se um bom marco de entendimento, mesmo que depois decida usar outras ferramentas pagas. A remoção de ruído e equalização de áudio com o *Audacity* são os temas fortes deste módulo de aprendizagens sobre *softwares* de áudio.

Após saber manusear uma aplicação de edição de áudio, é necessária a exportação da produção final, para que seja armazenado, partilhado e ouvido, pelo utilizador mais comum e usado noutros projectos multimédia. São referidas quais as tecnologias de transporte do áudio, *codecs*, compressões e outras características que seriam importantes, de forma a obter melhores resultados.

No módulo 5, “*Extras*” encontram-se presentes 3 tópicos com bastante relevância:

- Dicas – será enumerada uma série de dicas relativas a obter melhores resultados na captação, edição e finalização do seu produto de áudio.
- Exemplos sonoros – É permitido ao aluno poder ouvir e comparar determinados sons, para que este escute as diferenças entre aparelhos e conhecimentos.

6.4 O recurso *DALCH*

O *DALCH* (*Digital Audio: Learning Course Helper*) é um recurso educativo que visa proporcionar uma instrução temática sobre o áudio. Para tal, suporta os seus conteúdos educativos em várias tecnologias multimédia, proporcionando uma experiência de aprendizagem rica. Possibilita ao aluno adquirir a informação através de diversas formas devido à redundância de conteúdos. Ao aluno é-lhe também permitido realizar o percurso que bem entender e ao seu ritmo. Por forma a adquirir melhor aceitação visual por parte dos alunos, foi levada a cabo a criação de um logótipo e uma possível marca do *DALCH*.

6.4.1 Planeamento

A concepção deste *software* educativo fundamenta-se nos projectos de multimédia, de média dimensão de desenvolvimento por prototipagem. Começou-se por um levantamento das necessidades para a proposta educativa, pois não poderia ser produzido qualquer protótipo sem aglomerar os objectivos pedagógicos e técnicos, identificando claramente as carências para os atingir.

Tabela 7 - Planeamento: objectivos iniciais

INTERFACE		
Boa apresentação	Boa qualidade sonora	Fácil acesso a conteúdos (capítulos) mais avançados
Boa interacção	Um logo chamativo	Compatibilidade
CONTEÚDOS		
Introdução ao som	Microfones	Métodos de captação
Equipamentos	Enumeração de alguns softwares para gravação e tratamento de áudio	Exemplificação animada de uma gravação e pequenas edições simples com um software livre

Após levantamento das necessidades iniciais (Tabela 7) e elaborado o modelo conceptual, segue-se a pesquisa e recolha dos conteúdos a serem expostos e esboçaram-se as primeiras ideias relativas à sua apresentação e sequência.

Relativo à interface do utilizador e considerando a necessidade de uma boa apresentação e facilidade de interacção, foi criado um *storyboard*, delineando alguns pilares centrais da interface do utilizador, que levou ao seu amadurecimento. Alguns módulos também necessitaram de um *storyboard*.

Quase todo o grafismo e áudio incluídos foram criados especificamente para o protótipo e produzidos pelo autor.

6.4.2 Escolha do *software* para o protótipo

A fase seguinte foi escolher uma ferramenta, linguagem e/ou tecnologia a usar. O autor, já com conhecimentos de *Adobe Flash*, ponderou produzir o protótipo com recurso a essa tecnologia, mas equacionou-se a possibilidade de analisar novas tecnologias possíveis de proporcionar a sua elaboração, pelo que decidiu avançar para um estudo mais abrangente, investigando, assim, o fenómeno do *rapid learning contents*. Dentro deste fenómeno, foi possível identificar algumas ferramentas, tais como:

- *AlphaStudy*³⁰ – É um *software* de criação de Objectos de Aprendizagem (OA), criando páginas *web* para a apresentação do seus conteúdos a leccionar. Permite incluir multimédia, nomeadamente vídeos, imagens e áudio; criar repositórios, questionários, agendamentos, e relatórios. Usado no ramo da saúde, tem ganhado bastantes prémios por aumentar as capacidades do treino.
- *Microsoft Power Point*³¹ – É um programa que permite criar, editar e realizar apresentações gráficas de conteúdos diversos com algum nível de animação e interactividade. Uma ferramenta muito usada em apresentações. A sua compatibilidade já é encontrada *Windows*, *Mac OS X Linux* e sistemas móveis.
- *TechSmith Camtasia*³² – É um *software* que grava o que o utilizador vê no seu computador, podendo limitar a área de visualização ou programa em que o tutor pode narrar as suas acções, paralelamente à gravação. Este tipo de *software* chama-se *video screen capture*. É muito utilizado para criar vídeo de tutoriais de *softwares*. *Software* como *Screencast*, *Screenium*, *ActivePresenter* são *softwares* semelhantes ao *Camtasia*;

³⁰ Disponível em: <http://www.alphastudy.com> .

³¹ Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-pt/powerpoint/> .

³² Disponível em: <http://www.techsmith.com/camtasia.html> .

- *Adobe Captivate*³³ – Inicialmente conhecido por *Robodemo*, é uma ferramenta de aprendizagem electrónica, tanto para *Mac OS X* como para *Microsoft Windows*. Apesar da edição desta ferramenta possuir sistemas operativos muito limitados, é reproduzível em mais, devido ao seu formato de difusão compatível com *Adobe Flash*. Inúmeras características interessantes advêm desta ferramenta, mas as principais são: a possibilidade de demonstração de *software* e uso de teste nesse ambiente de demonstração (quase virtualizando o acesso ao *software* em aprendizagem); possibilidade de ramificação dos caminhos a percorrer na aprendizagem; questionários aleatórios; *screencast*; *podcast*; importa *Microsoft Power Point*; a exportação para vídeo .avi também é possível; Permite a inclusão de uma faixa de áudio por slide. Existe alguma proximidade e permite exportar ao *Flash*.
- *Adobe Flash*³⁴ – O *Flash* dá bastante liberdade para a criação de conteúdos e animá-los como pretender. Uma ferramenta normalmente simples de usar, mas podendo complicar-se caso necessite de um objecto mais trabalhado. Permite o uso de *ActionScript*, linguagem de programação, o que é uma mais-valia deste *software*. Permite a criação de objectos vectoriais, permitindo que estes sejam manipulados e que essas manipulações sejam animadas. Nas versões mais recentes é possível a manipulação de objectos em 3D e o uso de *plugins*.
- *LCMS e LMS* – Os LCMS's são iniciais para *Learning ContentManagement System* e *Learning Management System* para LMS. Ambos têm objectivo de disponibilizar online conteúdos relativos à educação. Providenciar cursos online, treino e obter informações relativas ao seu progresso mediante actividades diversificadas. Disponibiliza conteúdos, tarefas administrativas, como análises aos educandos, que, todavia, não usados na criação de conteúdos educativos. Já os LCMS's têm uma perspectiva mais dedicada ao processo de criação, edição, armazenamento e disponibilização de conteúdos e-learning. Em vez de desenvolver um curso inteiro, adaptando-o a diversas audiências, providencia a possibilidade de criar um curso singular, cedendo alterações e republicações para diferentes públicos-alvo e mantendo um histórico e versões. Os objectos armazenados no repositório central podem estar disponibilizados para profissionais de conteúdo e criadores de cursos, permitindo a reutilização dos conteúdos e reciclagem para novos objectivos, eliminando esforço e potencializando maior rapidez na agregação de conteúdos customizados. Exemplos de LCMS e LMC são:

³³ Disponível em: <http://www.adobe.com/products/captivate.html> .

³⁴ Disponível em : <http://www.adobe.com/pt/products/flash.html> .

- *Dokeos*³⁵ – É um *software* livre de aprendizagem baseado em *Web*, segue os padrões SCORM. O *Chamillo*³⁶ é um *software* baseado em *Dokeos* que visa proporcionar ao aluno do terceiro mundo uma aprendizagem em aparelhos móveis;
- *Moodle*³⁷ ;
- *Odijoo*³⁸ .
- *Lectora*³⁹ – Um *software* de publicação para *Windows* que permite a criação de conteúdos de aprendizagem. Possibilita ser exportado em formato *web*, executável e *CD/DVD*. Este *software* é compatível com SCORM e existem custos para a obtenção deste.
- *Web 2.0* e *HTML5*⁴⁰ - um site *web* pode ser também uma ferramenta de aprendizagem. Acaba por ser sempre uma escolha muito realizada, já que o tutor pode criar de raiz o seu formato de apresentação e relacionamento. Nesta última era, os *Blogs*, *Wikis*, *Podcasts* passaram a ser uma fonte de aprendizagem, podem ser criados de raiz ou utilizar já *software* livres e fáceis de usar e instalar.

Deste modo, a ferramenta escolhida foi o *Captivate* da *Adobe* pela sua facilidade de integração com os *browsers*, de grande compatibilidade, simplicidade de criação de questionários com pontuações, concepção intuitiva de slides animados e virtualização de *softwares* para demonstração. Possui internamente a possibilidade de realizar gravação e cortes de áudio. Uns pontos adicionados favoravelmente foram a possibilidade de exportação do mesmo projecto para vídeo, *Flash* e executáveis para *Windows* e *Mac*.

6.4.3 Cuidados do local de gravação

O local ideal para gravação seria um estúdio devidamente isolado, no qual existissem barreiras sonoras entre os diversos compartimentos. Um compartimento teria como função a mistura, direcção e masterização do áudio, manter o material informático e sonoro de forma a não interferir na captação no momento da gravação. Como já referido, um bom estúdio torna-se dispendioso para além do planeamento acústico que lhe é inerente.

O espaço usado para a gravação deste protótipo foi um quarto disponível na casa do autor. Com este espaço apareceram naturalmente problemas alarmantes. Alguns como:

³⁵ Disponível em: <http://dokeos.com> .

³⁶ Disponível em: <http://www.chamilo.org> .

³⁷ Disponível em: <https://moodle.org/> .

³⁸ Disponível em: <http://www.odijoo.com/> .

³⁹ Disponível em: <http://lectora.com/> .

⁴⁰ Mais informações disponíveis em: http://www.w3schools.com/w3c/w3c_html.asp .

- Quatro portas que o quarto possuía;
- Uma entrada para um pequeno quarto de banho;
- Tubos das águas;
- Paredes em gesso, blocos e cimento;
- Chão de cimento e azulejo cerâmico;
- Sem móveis;
- Ruídos e barulho ambiente entram no quarto inerentes à realidade e ao dia-a-dia do autor;

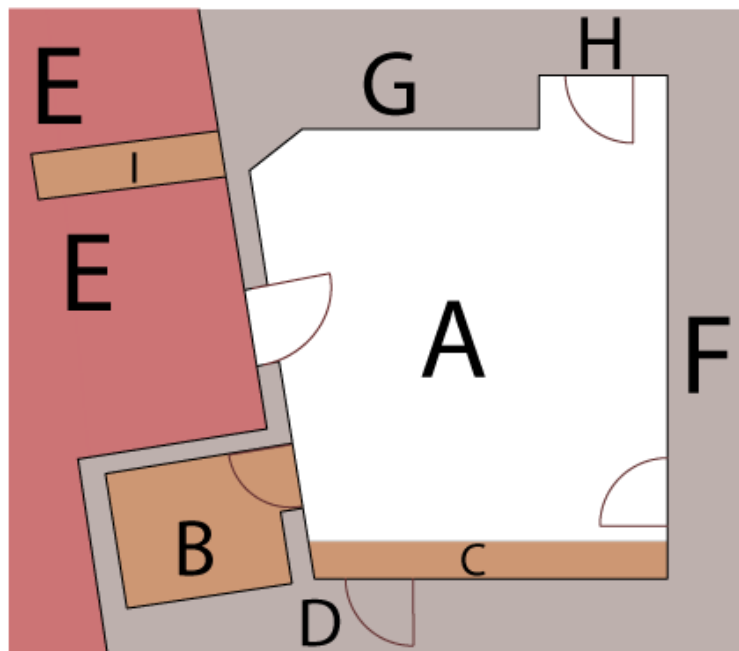


Figura 31 - Esquema do quarto antes das alterações.

A Figura 31 representa a área da sala a avaliar. Um quarto de banho com uma porta, humidade e tubos de água (caixa de tubos situada no tecto da sala) é representada em B e C. Em I outros tubos de água que por acaso não emitiam sons e não influenciavam, ficando apenas como registo.

Em D, uma arrecadação/arrumos e na parede entre a área A e F existe uma porta com vidro. A área E é o exterior virado para um vizinho, em que a parte superior é uma varanda.

Na área G está armazenada lenha, daí os sons provenientes deste espaço serem nulos. O espaço representado pela letra H é um corredor de acesso propício a alguns sons.

Apesar dos inúmeros problemas existentes, foram detectadas algumas vantagens que fizeram com que este espaço fosse escolhido:

- É a abordagem mais apropriada para o utilizador comum não profissional;
- Liberdade de utilização
- Liberdade de alteração;
- Possui características que lhe permitem ser espaço de utilização e armazenamento do material musical do próprio autor;
- Compartimento da casa mais afastado da rua;
- Local inutilizado;
- Custos. Este espaço não tem paredes paralelas, melhorando a incidência de ecos pulsantes, usuais em espaços pequenos.

Relativamente ao espaço em que o local está inserido, é uma residência onde existem portas a bater imprevisivelmente, passos e conversa de pessoas, electrodomésticos variados que produzem sons susceptíveis de perturbar a captação desejada, à semelhança de outros lares onde o utilizador comum terá de coabitar com os seus residentes.

Apesar do estúdio caseiro estar situado geograficamente fora de uma cidade, há sons de carros, aviões, animais ou outros que podem ser captados pelo microfone.

A criação de um estúdio caseiro nunca é uma tarefa fácil, pois requer silêncio quase absoluto. Ficou, desde logo, entendido que o custo para um estúdio de grande qualidade não iria estar ao alcance do autor. Desta forma, tentou minimizar potenciais problemas.

Quatro portas são efectivamente portas a mais, já que num estúdio uma porta por compartimento será o desejável. Foi necessário selá-las, fechando-as com material absorvente que não permitisse a sua vibração com a pressão acústica.

Relativamente ao quarto de banho passou a ser temporariamente impossibilitado, diminuindo de forma controlada a humidade. Quanto aos tubos das águas, estão dentro de uma caixa isolada, o que não impediu a existência de sons. Poucas acções foram tomadas, mas uma delas passou por tentar fixá-las melhor, uma vez que não existe uma solução mais económica. Para conseguir menor interferência de sons exteriores à captação desejada, foram estudadas quais as horas de menor interferência sonora.

Perante a realidade do espaço que o autor tinha disponível, tentou recriar uma espécie de *Live End / Dead End* para este espaço, no sentido de obter sons com uma qualidade próxima de um estúdio profissional, aproximando os espaços do estúdio.

Com placas de madeira fizeram-se estantes onde foram inseridos livros, de modo a conceber uma espécie de difusor económico, ficando a ser esta a área *Live End*.

Junto ao *Dead End* inseriram-se uns colchões e cobertores junto às paredes, o *hardware* informático e musical a utilizar. Várias carpetes e tapetes foram colocados sobre o azulejo

cerâmico com o intuito de absorver sons indesejados. A preparação do local foi realizada pelo autor mediante seus conhecimentos e adaptabilidade de materiais disponíveis. É de notar que, mesmo com o isolamento realizado, existe sempre a possibilidade de sons estranhos serem captados durante a realização da sessão. Estas acções fizeram com que o resultado fosse para além do esperado, potencializando as sessões de gravação.

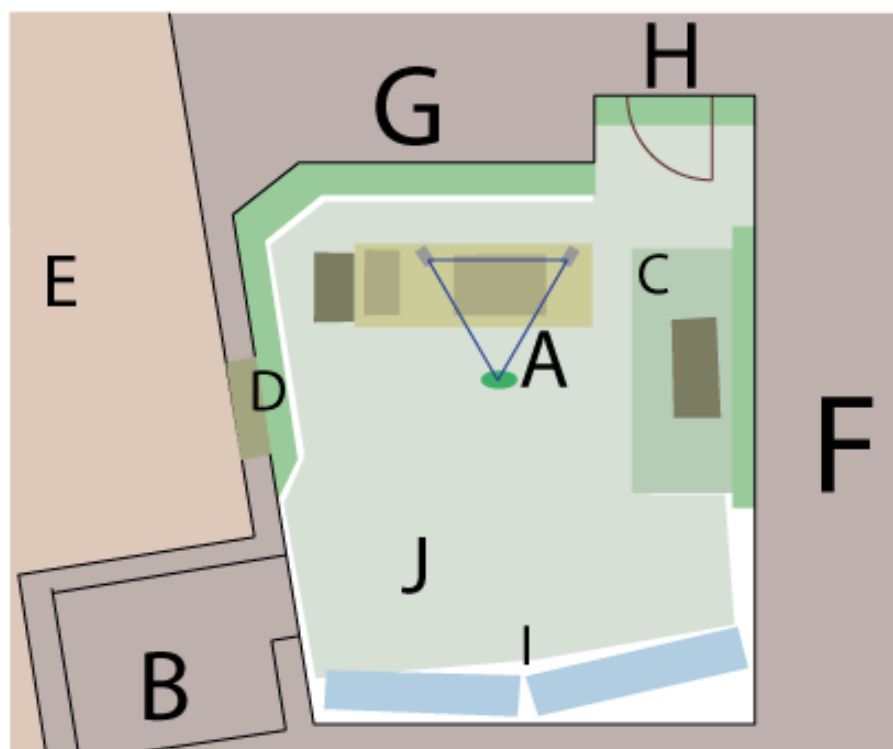


Figura 32 - Quarto alterado na retenção de estúdio caseiro

Na Figura 32, estão representados a verde mais claro (espaço J) tapetes colocados no chão. A área A define a mesa de trabalho com o *hardware* de áudio, material informático necessário e com as colunas dispostas de forma a criar um triângulo equilátero entre estas e o ouvinte.

Na área C foi colocado um tapete mais grosso e material absorvente para permitir a captação de uma guitarra eléctrica.

Ficou mais isolado graças ao fecho da área B e do isolamento da porta D, através de um colchão, bloqueando sons exteriores vindos de E.

Na área I (azul) estão representados os dispersores sonoros, criando, assim, a área do *Live End* do espaço. Com o fecho da porta da área H e isolamento os sons ficaram muito mais atenuados.

No entanto, num apartamento convencional na realidade de qualquer aluno, teria que ser avaliado o seu melhor compartimento. Normalmente é a sala, por ter maior dimensão, maior absorção (sofás) e dispersão (móveis e livros). Usar cobertores no espaço, na tentativa de absorver ao máximo, para evitar que o som captado não batam numa superfície e voltem até ao microfone, captando-o novamente. Posicionar o microfone e o computador em extremos da sala, para que o ruído das ventoinhas não interfiram na gravação.

6.4.4 Eleição do *software* e *hardware* para o áudio

Após escolha da ferramenta de apresentação, foi necessário eleger o *hardware* em que fosse captada a voz a inserir no recurso educativo.

Para esse efeito foi usado um microfone, cabos, uma placa de som e colunas.

Infelizmente os microfones, placas de som e colunas, que juntamente acompanham os computadores, não têm, na maior parte das vezes, nem qualidade nem a definição desejada. Surge a necessidade de obter material mais sensível. Um microfone de condensador com uma figura de captação *cardiod* foi eleita para tirar partido do “*calor*” que estes microfones produzem. Mediante o valor preço/qualidade, foi adquirido um “*T.Bone SC450*”, como interface de áudio “*Alesis io|26 FireWire*”, cabos de qualidade razoável qualidade (semiprofissional) e colunas “*M-Audio Studiophile AV40*”. Todo este material não é, de modo algum, considerado profissional, mas é suficiente para o desenvolvimento deste protótipo.

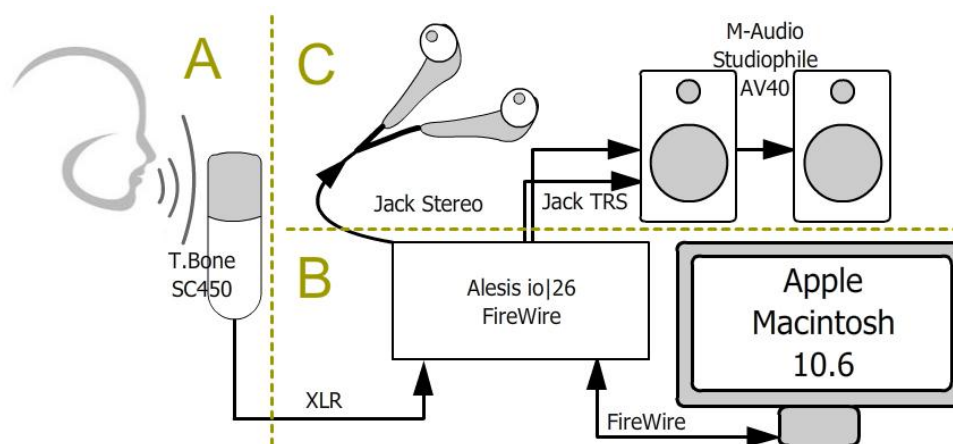


Figura 33 - Esquema de ligações para a produção do DALCH

Na Figura 33, estão representadas por A, B e C as diferentes fases do áudio, respectivamente: captação, gravação/edição/produção e reprodução.

Com o *hardware* escolhido, é necessário também optar pelo *software* para a gravação e edição do áudio a incluir neste protótipo. Vários *softwares* são enunciados no capítulo 4 e

após alguns pontos debatidos, foi escolhido o *GarageBand* pelo seu preço (livre), utilização intuitiva, interface simples, qualidade razoável e compatibilidade com hardware a usar.

6.4.5 Software Adicional

Por ser um produto multimédia constituído por diversos componentes, o *DALCH* foi criado a partir de diversos outros *softwares*.

Nesta aplicação encontram-se imagens que foram criadas pelo autor, sendo muitas delas vectoriais e imagens editadas. Para imagens *bitmap*, foi usado o *Adobe Photoshop CS5*. O *Adobe Illustrator CS5* foi a ferramenta de eleição para imagens vectoriais.

As animações vectoriais foram produzidas a partir do *Adobe Flash CS5* e os vídeos foram editados com a ajuda do *Adobe Premiere CS5*. Como editor de texto foi usado o *Microsoft Word For Mac 2011*. A escolha deste *software* adicional não foi questionada, já que são ferramentas que o autor já dominava, devido à utilização destes em diversos outros projectos, não sendo o ponto fulcral da criação de conteúdo do projecto em si.

6.4.6 Sessões de gravação

No sentido de obter captações de qualidade aproximada à de um estúdio e devido ao ruído ambiente e aos tubos, agendaram-se as sessões de gravações para uma hora em que houvesse menos actividade, tanto interior como exterior à casa, designadamente entre as duas horas e as quatro da manhã. Para obter esta hora como hora de captações, realizou-se um estudo aproximado dos barulhos exteriores e interiores, actividades, rotinas diárias próprias da realidade e do dia-a-dia do autor nesse espaço (Tabela 8). Os valores foram estimado de 0 a 5 onde 5 é o ponto mais alto de ruídos e zero seria o silêncio absoluto.

Tabela 8 - Tabela indicativa do nível de ruído aproximado dia/hora.

Horas	2ª F.	3ª F.	4ª F.	5ª F.	6ª F.	Sáb.	Dom.
06h – 08h	3	3	3	3	3	2	1
08h – 10h	4	4	4	4	4	4	3
10h – 12h	4	4	4	4	4	4	4
12h – 14h	5	5	5	5	5	5	5
14h – 16h	4	4	4	4	4	4	4
16h – 18h	4	4	4	4	4	4	4
18h – 20h	5	5	5	5	5	5	5

20h – 22h	5	5	5	5	5	5	5
22h – 00h	3	3	3	3	4	4	3
00h – 02h	2	2	2	2	2	2	2
02h – 04h	1	1	1	1	2	2	1
04h – 06h	1	1	1	1	1	1	1

A residência situa-se perto de empresas industriais, que trabalham por turnos, que proporcionam mais actividade de carros na estrada, perto de vivendas com animais e actividades barulhentas, natureza (sons exteriores), percurso para uma escola do segundo ciclo.

Dentro de casa sons como bater de portas, ensaios de bandas de música na garagem, máquina de lavar e pessoas a conversar são potenciais sons ouvidos e/ou captados pelo microfone aquando da gravação.

Juntando algumas parcelas semelhantes no nível ruído, foi criada a Tabela 9 com uma estimativa mais generalista da situação. Apesar de determinados horários e/ou dias terem menor ruído ambiente, há a impossibilidade de determinar que não haverá sons imprevisíveis, que no momento da gravação passam despercebidos, mas na edição do áudio são detectados.

Tabela 9 - Tabela indicativa do nível de ruído aproximado dia/hora.

Horas	2ª F.	3ª F.	4ª F.	5ª F.	6ª F.	Sáb.	Dom.
06h – 08h	3	3	3	3	3	2	1
08h – 22h	5	5	5	5	5	5	5
22h – 02h	3	3	3	3	3	3	3
02h – 06h	1	1	1	1	1	1	1

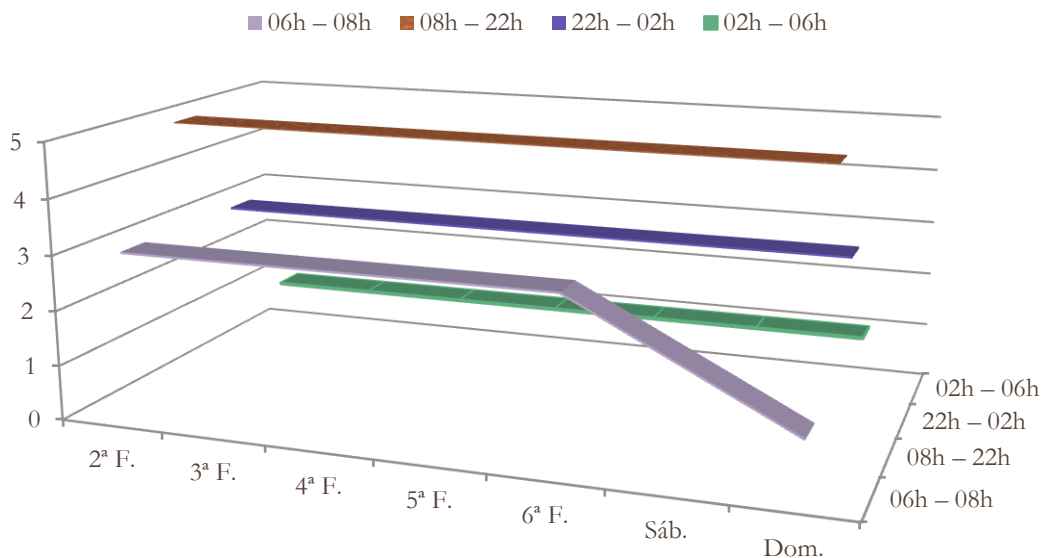


Gráfico 1 – Representação dos níveis de ruído numa semana pela segmentação das horas diárias.

No caso da impossibilidade de não conseguir uma melhor hora de gravação, teria que ser necessário estudar os horários das pessoas residentes e determinar quais as horas em que a casa estava desocupada, para assim determinar os momentos de gravação, revendo os sons externos ao local.

Os diálogos foram gravados mediante um guião, sendo produzidos separadamente e em sessões distintas. A importância da existência de um guião facilita bastante o processo de gravação, pois menciona o texto e ênfases especiais a dar, bem como qualquer outro aspecto adicional que possa vir a ser necessário na sessão.

A elaboração de um bom guião requer a dedicação de tempo para se obter um bom planeamento, mas o tempo despendido é recuperado aquando da sessão de gravação. Isto é, sem que mais sessões sejam necessárias para que a sessão pretendida seja concluída. A falta de planeamento pode atrasar todo o processo, pois algum elemento pode estar em falta, erros no texto, desconhecimentos ou esquecimentos. O pior que pode acontecer é descobrir na edição erros irreparáveis que obriguem a uma nova gravação.

Mesmo existindo um planeamento e um guião, foi realizada uma sessão de algumas gravações teste, onde se tentou recriar uma sessão real. Esta actividade permitiu rever alguns parâmetros e proceder a ajustes, quer no *software* quer no *hardware*. A gravação e edição da locução do capítulo 2 do protótipo foi levada a cabo por uma voz feminina convidada.

Após o planeamento e com o guião impresso, as sessões realizaram-se sem contratempos.

6.4.7 O processo de montagem

O *software* que obrigou a que mais tempo fosse despendido no processo de criação do DALCH foi o *Adobe Captivate*. O seu funcionamento é uma espécie de fusão entre o *Adobe Flash* e o *Microsoft PowerPoint*, pois da mesma forma é permitido importar e exportar ficheiros tanto *Flash*, como *Powerpoint*. O que se apresenta para o utilizador são slides, podendo ter conteúdos multimédia temporizados e sincronizados.

Nesta versão 5 do *Captivate*, é possível criar *master slides*, permitindo que em cada slide não seja necessário refazer a camada inferior. No DALCH, vários *master slides* foram criados. Na figura Figura 34 é apresentada a área de selecção dos *master slides*, em que o primeiro está em branco (usado pela entrada da aplicação e seguidamente inserida uma imagem). Em 2, um *master slide* simplificando o menu principal; de 3 a 5 são *master slides* para slides com conteúdos mais informativos já com as áreas de navegação de acordo com a situação.



Figura 34 - Exemplo da selecção dos *Master Slides* no Adobe Captivate

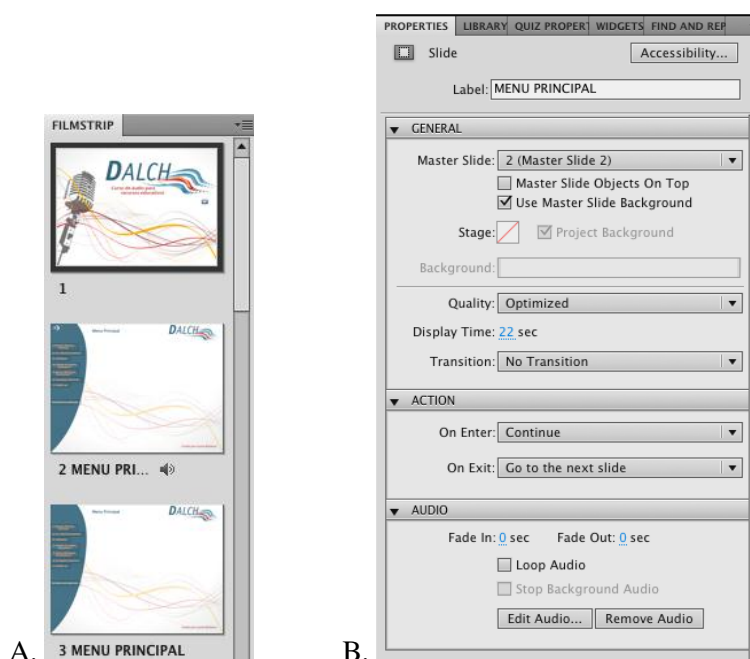


Figura 35 - A. *Filmstrip* constituído por slides. B. Propriedades de um slide.

Nas propriedades de um slide (representado na Figura 35 B) é possível determinar: qual o *master slide* afecto, no qual o *master slide* teria de ser previamente criado; qual a qualidade aplicada aos componentes que constituem o slide; a sua duração, o tempo que o slide possui - de notar que há a possibilidade de um determinado slide ser pausado; como, à partida, existe mais que um slide, poderão existir transições entre eles. A cada slide é permitido inserir um só áudio, podendo ser editado para o efeito directamente no *Captivate*.

Apesar da opção de poder editar o áudio no *Captivate*, o autor teve preferência de realizar a edição do áudio no mesmo software que realizou a gravação. A cada slide é-lhe possível agregar elementos, sendo eles caixas de textos, interligações, entre muitos mais, e podendo cada um ser apresentado a um determinado momento e removido da apresentação do slide em momentos especificados pelo utilizador. Para isso é permitido ao utilizador inserir o elemento, situá-lo graficamente na área de trabalho e no *timeline*, ajustar o tempo em que determinado elemento deverá ser apresentado, sendo possível definir quais os elementos que ficam em cima de outros. Nenhum elemento poderá ter a mesma prioridade (numeração de camada), ficando sobre outro, mesmo que estejam graficamente sobrepostos. O *timeline* permite uma visualização aproximada dos elementos que aparecem/desaparecem da cena, mas apesar de ser seleccionado um tempo específico no *timeline*, a área de trabalho apresenta todos os elementos que o slide terá.



Figura 36 - Exemplo de uma *Timeline*.

Em slides simples, a visualização dos elementos em *standby* não terá grande importância, como é apresentado na figura 36. Mas se o slide tem muitos elementos que aparecem e desaparecem ao longo da progressão do slide, em modo *standby* na edição, torna-se bastante mais dificultada.

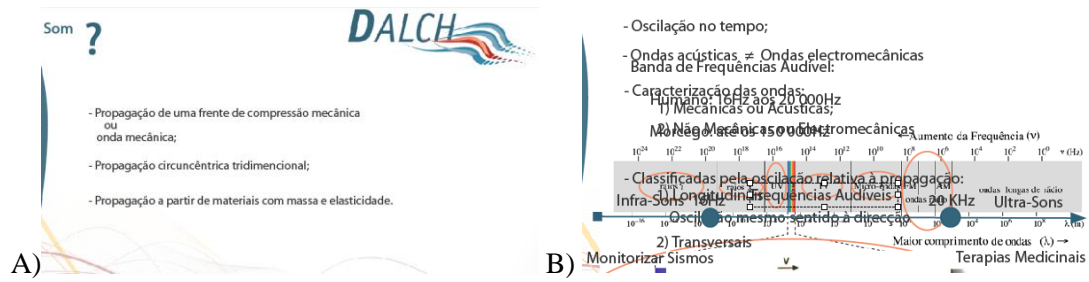


Figura 37 – Exemplo de slides: A) Sem conteúdo sobreposto. B) Com conteúdo sobreposto.

Para tal, duas saídas foram encontradas: esconder as camadas/elementos que não interessam para a edição actual (apresentado na Figura 38A) ou a cada alteração carregar na tecla espaço para reproduzir nativamente o slide a partir do momento seleccionado, permitindo ouvir o áudio e visualizar os elementos naquele momento expostos (apresentado na Figura 38B).

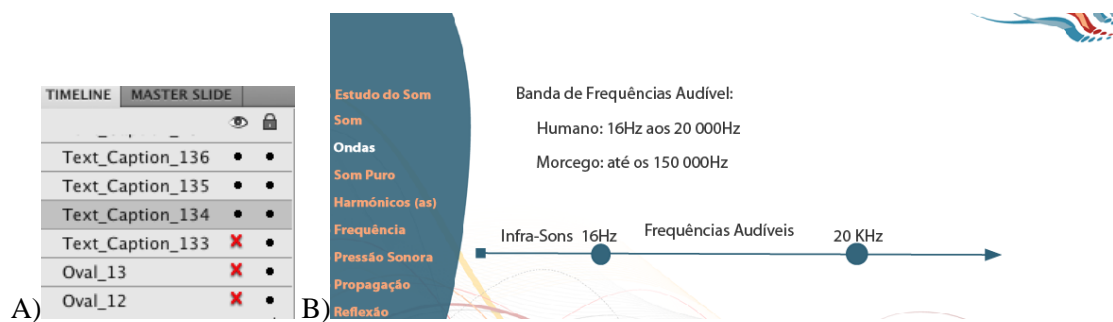


Figura 38 – Exemplos: A) Timeline com elementos ocultos. B) Slide com elementos sobrepostos.

Apesar da limitação de inserção de um áudio por slide, o autor conseguiu no slide “Exemplos Sonoros” ultrapassar essa limitação. Para tal, criou um *rollover area* e escondeu o texto fora da área de apresentação, retirou a borda do texto, deixando a caixa de texto ainda dentro da área apresentada como se apresenta na Figura 39. Após o posicionamento estranho do texto do *rollover*, seleccionou-se o *rollover area* propriamente dito e nas propriedades foi inserido o áudio.

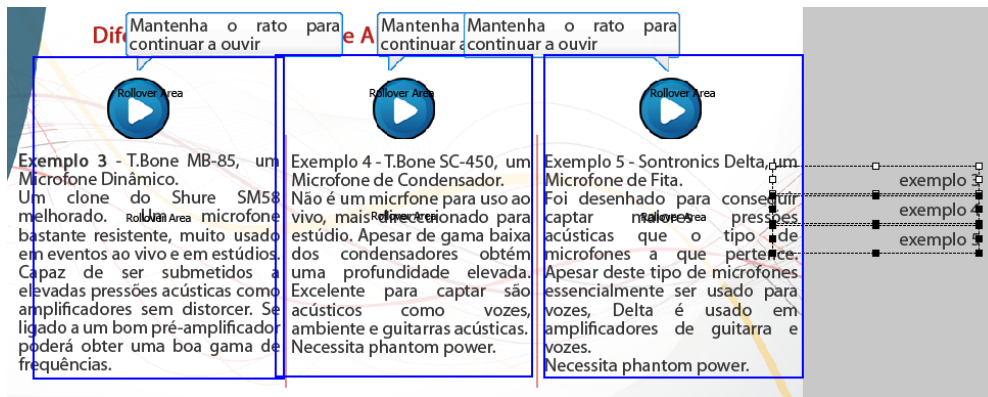


Figura 39 - Captivate: forma de inserir vários áudios mediante sobreposição do rato.

Outra dificuldade para o autor foi o ajuste das caixas de texto, pois o *Captivate* tem uma matriz para localizar as caixas e, por vezes, ao deslocar o texto, ficava muita acima ou muito abaixo do pretendido. Para ultrapassar esse pequeno problema, descobriu-se que se a caixa de texto for alargada para cima e para baixo, acaba-se por se ter maior controlo para situar o texto. Apesar de facilitar a colocação num local mais exacto, a caixa de texto dificulta o alinhamento com outros objectos, a não ser por visualização e tentativa/erro como apresenta a Figura 40A. Caso os conteúdos não sejam muitos, a matriz normal do *Captivate* habilita bem a colocação, permitindo até após a selecção do elemento usar as setas do teclado para reposicionar, representado na figura 40B.

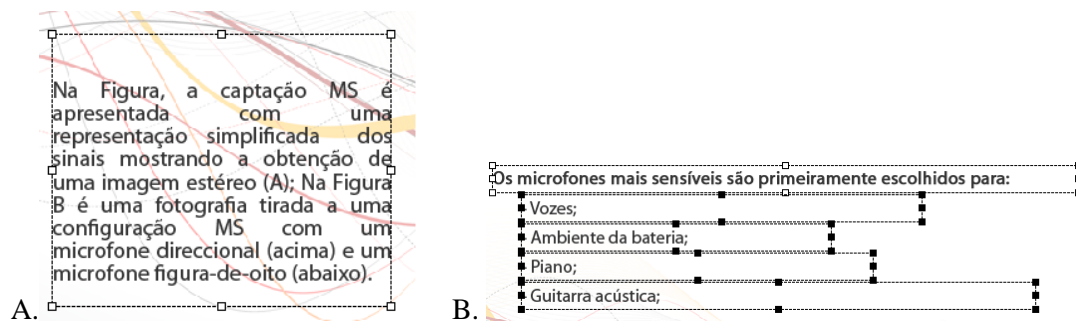


Figura 40 – A. Colocação de uma caixa de texto; B. Conteúdos alinhados pela no *Captivate*.

Os botões que permitem o acesso a outras áreas da aplicação não permitem mudança de linha, o que no DALCH era necessário, já que os títulos de alguns subcapítulos eram demasiado grandes. Encolher a largura do botão e aumentar a altura obriga à reestruturação do texto do botão, ficando em duas linhas como apresentado da figura seguinte.

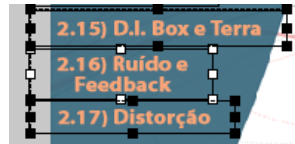


Figura 41 - Exemplo de um botão com duas linhas no *Captivate*

O *Captivate* permite nativamente a criação de um link externo para um browser, sendo que o link é um botão normal, apenas com uma acção denominada “*Open URL or File*” e seguidamente o *URL* a prosseguir como a Figura 42 exhibe.

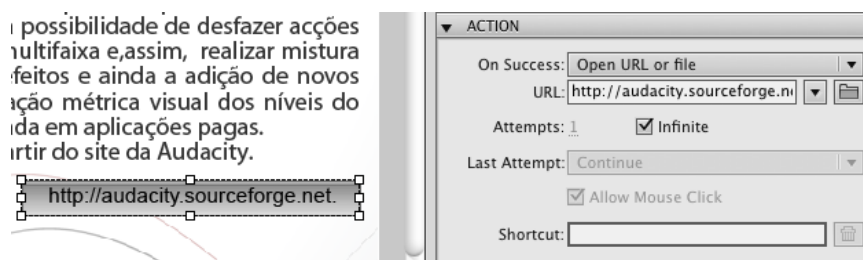


Figura 42 - Ligação *URL* no *Captivate*.

Num objecto de aprendizagem é importante, tanto para quem lecciona como para quem aprende, que haja informação da progressão de aprendizagem do educando. Para isso, o *Captivate* permite a inserção de questionários (*Quiz*), em que cada pergunta pressupõe um *slide* diferente do questionário, que poderá estar integrado no projecto final. Intuitivamente é realizado o questionário criando as perguntas. No caso de escolha múltipla, é permitido que haja mais que uma resposta certa e as respostas podem ser apresentadas aleatoriamente. Cada pergunta poderá ter um peso diferente, mediante a sua importância, como acontece na Figura 43, que apresenta a edição de um *quiz* no *Captivate*, com o peso de dez pontos, e a Figura 44 exhibe o resultado final da avaliação pontuada.

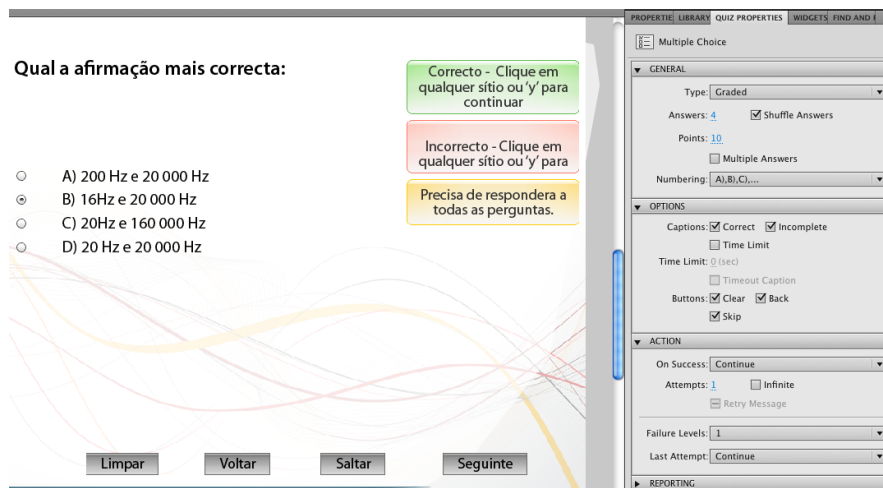


Figura 43 - Exemplo de uma edição de uma escolha múltipla no *Captivate*.

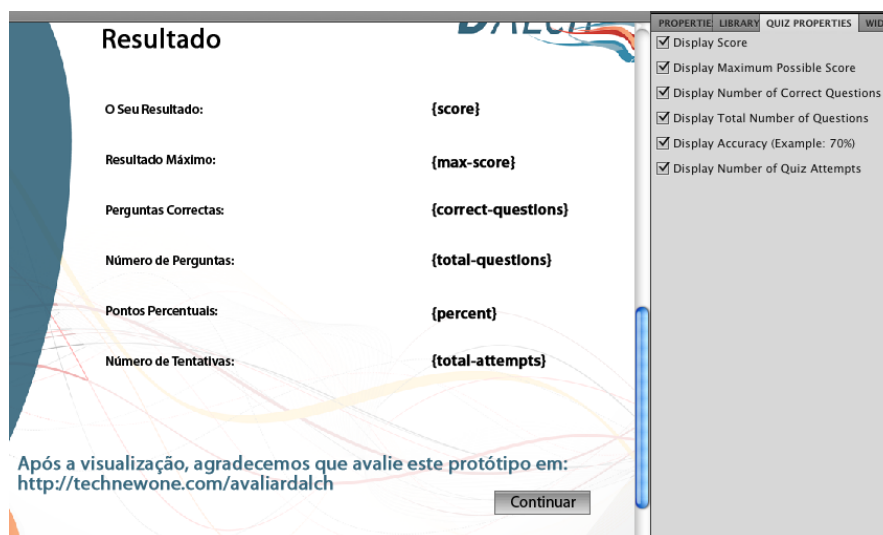


Figura 44 – Exemplo da edição do resultado de um questionário no *Captivate*

O *Captivate* permite a simulação de software, tanto para demonstração como para o formando/aluno, de modo a que possa experienciar a sua utilização. Esta simulação em que o aluno desempenha as funções como se estivesse a usar o software em causa pode ser avaliada e verificar se seguiu o procedimento esperado, podendo guiá-lo e penalizá-lo no resultado final do teste. A simulação foi planeada para a DALCH com o *software Audacity*.

6.4.8 Apresentação Dos Módulos e Funcionalidades do DALCH

O slide inicial do *DALCH*, espera que o utilizador esteja pronto para proceder para o menu principal, onde faz uma pequena apresentação e que dá as boas vindas. Acaso haja um período de tempo de espera, uma mensagem informa onde clicar para prosseguir, já que foi

produzido de forma a possibilitar a sua visualização na internet. A tela inicial é apresentada na figura seguinte:



Figura 45 - Ecrã de inicial do DALCH

Após a tela inicial, é apresentado o menu inicial e simultaneamente uma voz introdutória, dá a conhecer alguns aspectos relativos ao DALCH. Mantendo o rato sobre algum capítulo (menu apresentado na Figura 46 A) uma imagem aparecerá na área de trabalho, para graficamente elucidar o instruendo, tal como mostra a Figura 34B:

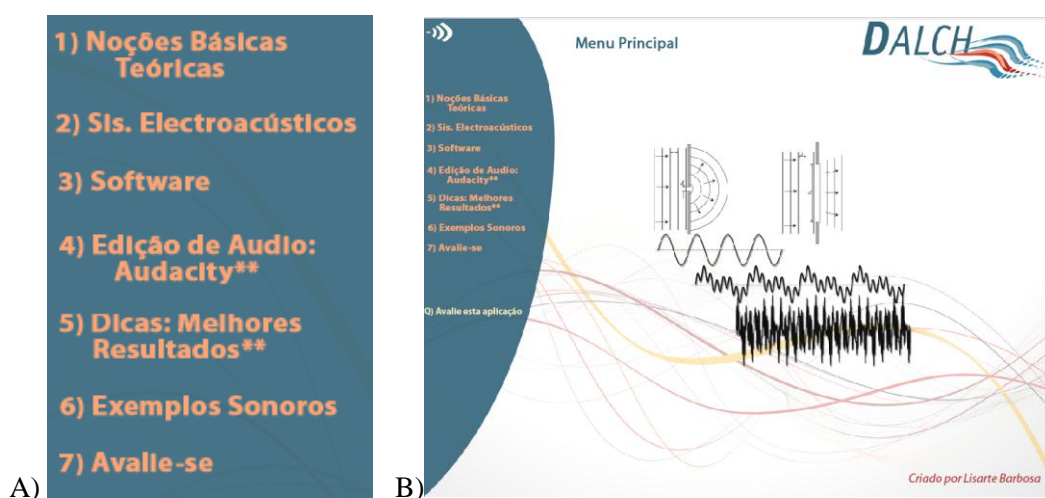


Figura 46 - Menu principal da aplicação A) normal; B) com rato sobre o capítulo 1.

Como referido no Menu Principal (Figura 46), tem uma voz a introduzir o slide e, dada a possibilidade do utilizador poder aceder várias vezes ao Menu, achou-se por bem limitar a reprodução do áudio introdutório unicamente da primeira vez que é aberta a aplicação. Em todos os slides que possuam áudio, o utilizador é alertado com um ícone animado no canto superior esquerdo (Figura 47).



Figura 47 - Animação quando recurso tem áudio.

Sendo que o DALCH possui bastantes conteúdos, estes foram separados por capítulos e subcapítulos. Cada slide é um subcapítulo que ainda pode ser dividido em tópicos. São aplicados diversos estilos, mediante a importância da informação a apresentar e tabulações à direita, seguindo o mesmo padrão ao longo do DALCH. Como é apresentado na Figura seguinte:

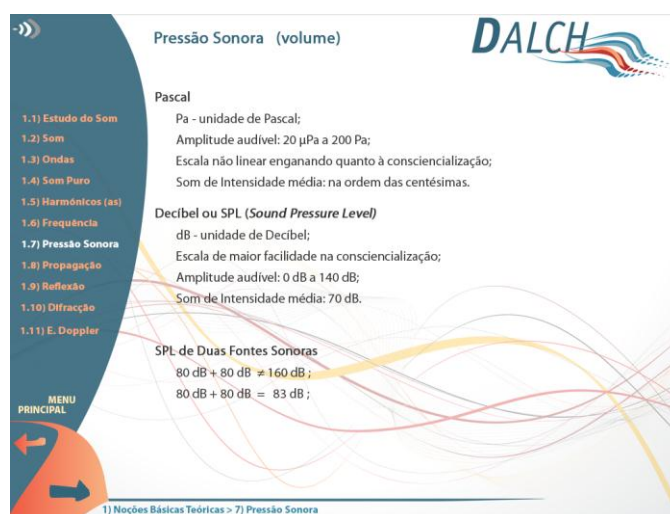


Figura 48 Exemplo de estilos e tabulações à direita

O DALCH tem uma secção de navegação dividida por:

- Navegador: Permite ao utilizador saltar para um slide seguinte ou anterior e voltar ao menu principal (Figura 49);
- Capítulos/Subcapítulos: esta secção permite no menu principal escolher o capítulo, onde surge um slide com os conteúdos do escolhido e a selecção de subcapítulos caso se situe dentro de um capítulo (Figura 50);

- Inferior: uma barra temporizadora que permite dar conhecimento de qual a sua posição face ao curso, passar para o slide seguinte/anterior e parar alguma animação ou áudio. Uma série de botões estão apresentados, que intuitivamente são interpretados pelo seu relacionamento a um vídeo pela *internet*. Esta barra pode ser ocultada mediante as configurações do instrutor (Figura 49).



Figura 49 – Exemplo das secções: Navegação e Inferior

Para além da secção de navegação, existe ainda a área de exposição do conteúdo que pressupõe um título e, na parte inferior do curso, uma informação relativa ao capítulo actual e subcapítulo. Quando algum som ou diálogo sonoro é emitido, um ícone animado, no canto superior esquerdo, é apresentado. O canto direito superior é reservado ao logótipo do protótipo, que com a sobreposição do rato apresenta a informação relativa ao autor.

Excepto a auto-avaliação do aluno e exemplos sonoros, em todos os capítulos pode encontrar-se um menu da selecção dos subcapítulos, a cor alaranjada para acesso rápido e que simultaneamente permite uma localização do subcapítulo mais eficientemente, já que o subcapítulo seleccionado tem uma cor branca. Na Figura 50 apresenta-se o menu do capítulo 1, dos seus subcapítulos em que o subcapítulo 1.8 é o seleccionado.

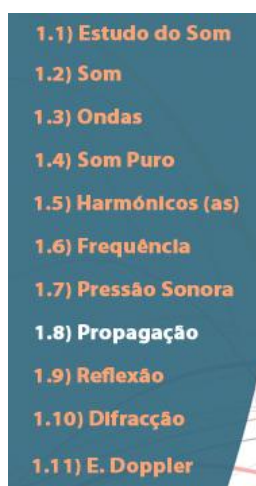


Figura 50 - Exemplo da navegação dos Subcapítulos do Capítulo 1 do DALCH.

Cada slide pode conter conteúdos multimédia diferentes, isto é, conteúdos com textos e imagens que vão aparecendo e desaparecendo juntamente com um diálogo. Nas figuras 51 e 52 apresentam um slide onde uma imagem é apresentada com a enumeração de pontos relativos ao tema em estudo, ao mesmo tempo que a imagem desvanece, permitindo a continuação da enumeração.

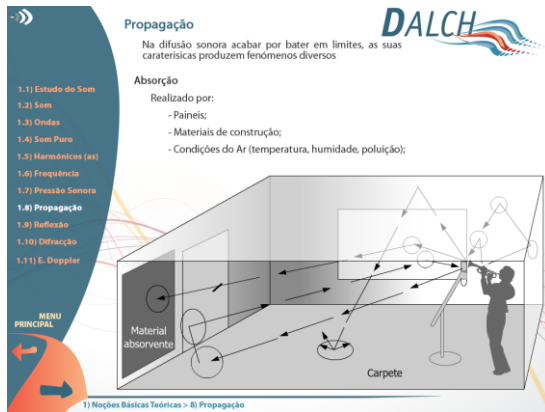


Figura 51 - Exemplo de um slide dinâmico parte 1



Figura 52 - Exemplo de um slide dinâmico parte 2

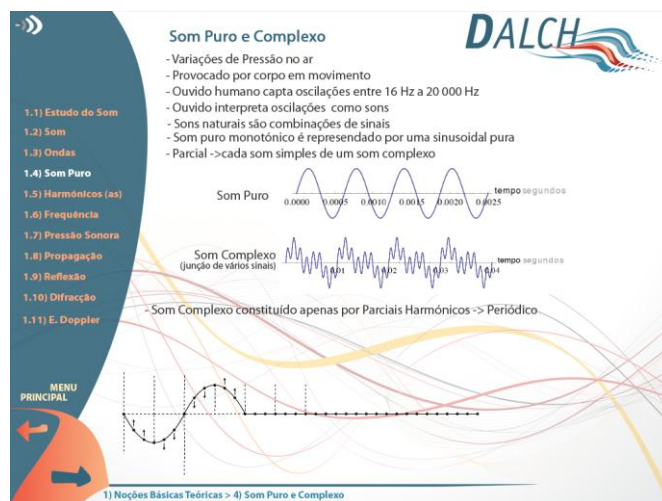


Figura 53 - Exemplo do slide "Som Puro e Complexo" com uma animação da onda

Na Figura 53 representa um slide cuja onda inferior possui uma animação, de analogia de como esta é criada. Já as Figura 54 e Figura 55 permitem visualizar imagens diferentes na mesma área, para uma explicação narrada auditivamente. No fundo a cinzento, há um link externo onde o instruendo poderá interactivamente realizar simulações, como se apresenta na Figura 56.

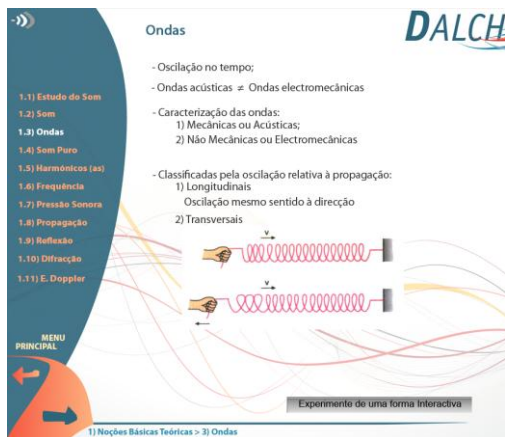


Figura 54 - Exemplo do slide de ondas com imagens parte1

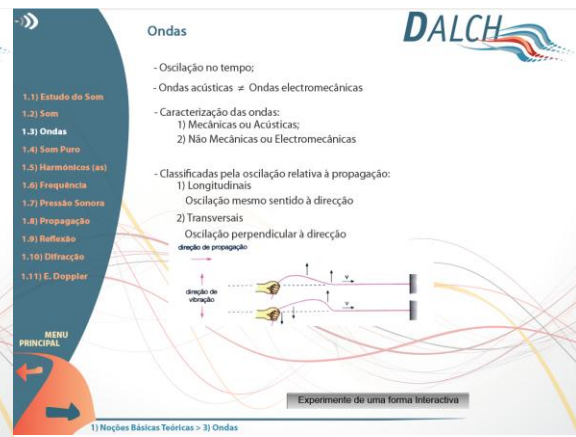


Figura 55 - Exemplo do slide de ondas com imagens parte2

Através de uma hiperligação à *internet* no DALCH, o utilizador poderá aceder a um simulador de ondas apresentado na Figura 56, dando-lhe a possibilidade de manipular determinados parâmetros, a fim de entender o conceito de onda. No caso de uma onda sonora, as configurações serão: a formação da onda será criada por um oscilador sem extremidade, em que a perda de energia se situa nos valores mínimos.

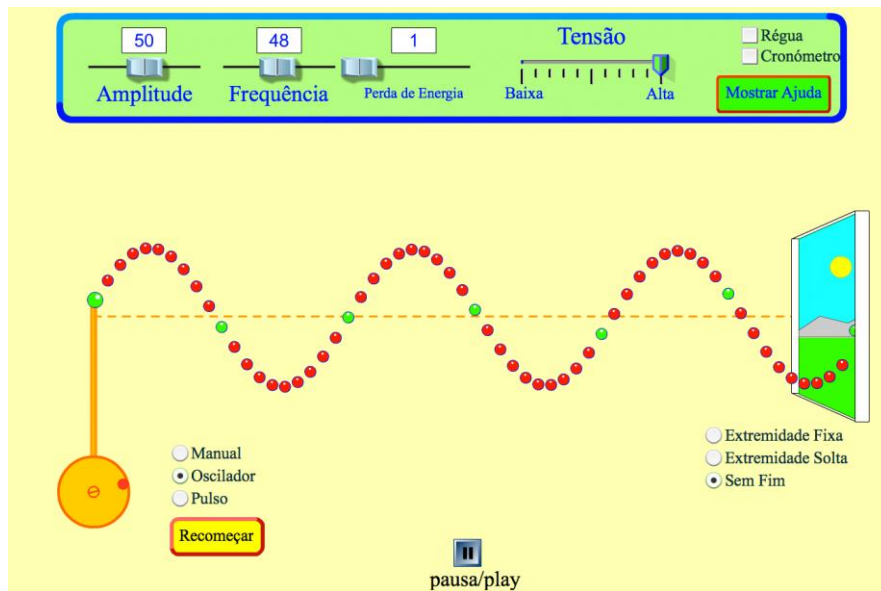


Figura 56 - Simulador de Ondas⁴¹

⁴¹ Disponível em: http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt.html

Slides com textos e vídeos e imagens, mas sem qualquer áudio como a Figura 57 apresenta:

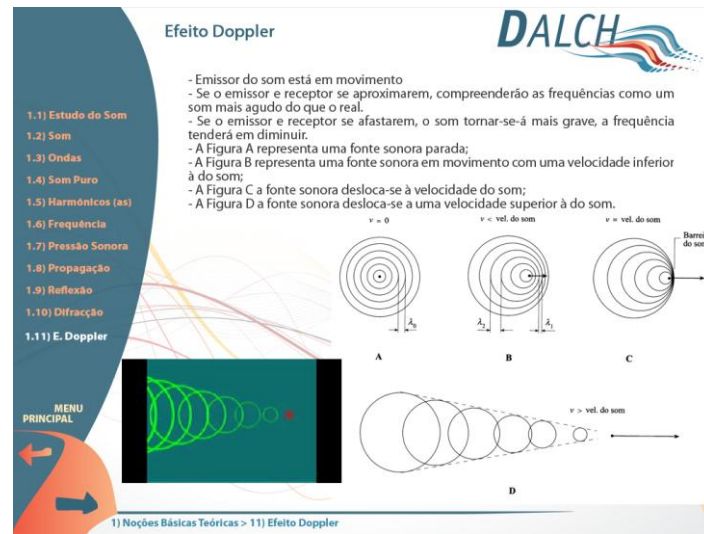


Figura 57 - Exemplo de um Slide com vídeo, texto e imagem sem áudio.

Existem também slides com textos estáticos, sem animações nem áudio como na figura seguinte:



Figura 58 - Slide com textos e imagens estáticas


Uma secção/capítulo foi inserida para possibilitar ao utilizador a audição de sons e criar uma maior facilidade para o utilizador ouvir quais as diferenças entre determinados conceitos.

A Figura seguinte demonstra a diferença entre dois sons monotónicos, apresentando as suas frequências e a diferença entre a captação de uma voz sem qualquer filtro, efeito ou equalização a três microfones.


DALCH

Exemplos Sonoros

Sons Puros




Exemplo 1 - 100 Hz
Um som monotónico com uma frequência de 100Hz.




Exemplo 2 - 1600 Hz
Um som com uma frequência de 1600Hz.


Diferenciação Auditiva de Alguns Microfones



Exemplo 3 - T.Bone MB-85, um Microfone Dinâmico.
Um clone do Shure SMS8 melhorado. Um microfone bastante resistente, muito usado em eventos ao vivo e em estúdios. Capaz de ser submetidos a elevadas pressões acústicas como amplificadores sem distorcer. Se ligado a um bom pré-amplificador poderá obter uma boa gama de frequências.



Exemplo 4 - T.Bone SC-450, um Microfone de Condensador.
Não é um microfone para uso ao vivo, mais direccionado para estúdio. Apesar de gama baixa dos condensadores obtém uma profundidade elevada. Excelente para captar são acústicos como vozes, ambiente e guitarras acústicas. Necessita phantom power.



Exemplo 5 - Sontronics Delta, um Microfone de Fita.
Foi desenhado para conseguir captar maiores pressões acústicas que o tipo de microfones a que pertence. Apesar deste tipo de microfones, essencialmente ser usado para vozes, Delta é usado em amplificadores de guitarra e vozes. Necessita phantom power.

6) Exemplos Sonoros

Figura 59 - Slide dos exemplos sonoros

7 Avaliação

” O tempo é um excelente professor, infelizmente mata todos os seus alunos ”

Louis Hector Berlio

Neste capítulo, é feita uma avaliação do conceito de aprendizagem pela utilização do protótipo DALCH, através da análise e interpretação de resultados obtidos.

Serão abordados, a definição dos instrumentos de recolha de dados, processo de angariação de avaliações, tratamento de dados, considerações sobre os dados recolhidos entre outro tipo de considerações.

7.1 Instrumentos de recolha de dados

O DALCH esteve submetido a uma validação por alunos do curso de Sistemas Gráficos e Multimédia, um dos ramos da Engenharia Informática, leccionada no Instituto Superior e Engenharia do Porto do domínio do Instituto Politécnico do Porto. Para além destes, (Tsukumo, et al., 1997) as validações estiveram abertas para o público em geral. A validação decorre em grupos de cerca de 20 alunos presenciais.

Para possibilitar a visualização do protótipo da aplicação DALCH, este foi publicado na *internet* com o endereço: <http://technewone.com/DALCH>. O convite público para a visualização e avaliação do DALCH foi realizada via *Facebook*, uma plataforma social *web* de propagação alargada, cuja difusão dependerá do tempo e quantidade de pessoas que comentarão ou gostarão da ligação. Apesar da grande quantidade de bons *feedbacks*, não foram muitos os que realmente avaliaram a aplicação em si.

As validações foram realizadas a partir de ligações disponibilizadas pelo próprio DALCH, que acediam a um formulário *web* onde cada resposta submetida era acrescentada aos dados de um formulário situado no *Google Drive*, antigo *Google Docs*. O *Google* permitiu a criação de uma entrada, três páginas (secções) e aos agradecimentos no final. Os formulários criados pelo *Google Drive* permitem gerar gráficos estatísticos automaticamente, analisando os dados, mas alguns gráficos, após o somatório das suas percentagens, perfizeram 99%. A *Google* terá que melhorar esse aspecto para poder ser possível que esses dados venham a ser usados como dados realmente válidos.

7.2 Parâmetros a avaliar

Segundo Tsukumo [Tsukumo, 1997], os métodos de avaliação de Software mais comuns baseiam-se nos parâmetros de Funcionalidade, Usabilidade Confiabilidade, Eficiência, Manutenibilidade e Portabilidade, avaliados aquando a interacção do grupo com o Objecto de Aprendizagem. A discussão dos resultados, por terem sido avaliados através da observação e por não possuir um suporte quantitativo nem resultados precisos, será um facto a ter em conta futuramente com aspectos a serem melhorados, para além da apreciação e aceitação involuntárias.

7.3 Questionário de avaliação

No final, existem três secções que sustentam a avaliação/validação do DALCH. As secções são intituladas:

- Informações do inquirido (dados gerais).
- Avaliação DALCH, informações directas ou indirectas relativas ao DALCH, que suportem a sua validação e evidenciem a necessidade de tal produto existir e/ou continuar a ser desenvolvido. Permitir obter também dados aferindo o potencial pedagógico da solução.
- Usabilidade DALCH, informações relativas à interacção do utilizador com o protótipo até agora desenvolvido.

De modo a facilitar tanto as respostas do utilizador como o processamento de dados, evitaram-se questões de respostas abertas dando ênfase às respostas de escolha múltipla. Evitou-se também o uso de uma escala ímpar, para sugerir ao avaliador que tome uma decisão crítica sobre a questão, evitando assim as abstenções comuns das médias. Foi criado um leque variado de perguntas para não se sentir tanto o pouco uso das respostas abertas. Foi habilitada a obrigatoriedade às respostas, salvo para determinados casos em que as questões dependem de outras respostas.

7.4 Apresentação de Resultados

No anexo 3 encontra-se o formulário apresentado a cada indivíduo que efectuaram a submissão do questionário para a validação. O *Google Drive* registou uma amostra global de

64 indivíduos, na sua maioria alunos do ISEP⁴². Apresenta-se em seguida a análise e discussão dos resultados obtidos.

Neste tópico serão apresentados alguns gráficos representativos das respostas obtidas ao questionário e uma reflexão sobre esses mesmos resultados.

7.4.1 Informações dos Avaliadores

A amostra correspondeu a 64 inquiridos, sendo 8% do sexo feminino e 92% do sexo masculino, evidenciando que a presença masculina seja o reflexo de se tratar de alunos de engenharia informática (Gráfico 2). Relativamente às idades, verificou-se que 67% tinham menos de 25 anos, 31% entre 25 e 45 anos, 2% tinha idades superiores a 45 anos (Gráfico 3).

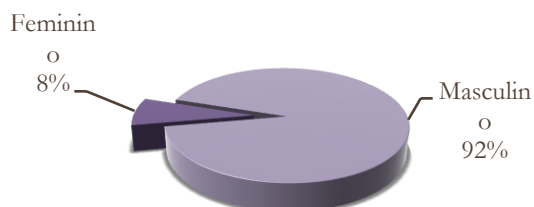


Gráfico 2 - Gráfico circular com percentagens do género sexual dos avaliadores

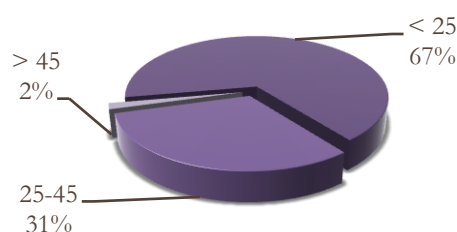


Gráfico 3 - Idades dos inquiridos

No que respeita à formação dos inquiridos, 3% tem até o 12º, 2% tem uma formação técnica, 89% possui uma licenciatura, 6% são mestrados, não havendo doutorados nem outras formações referenciadas (Gráfico 4).

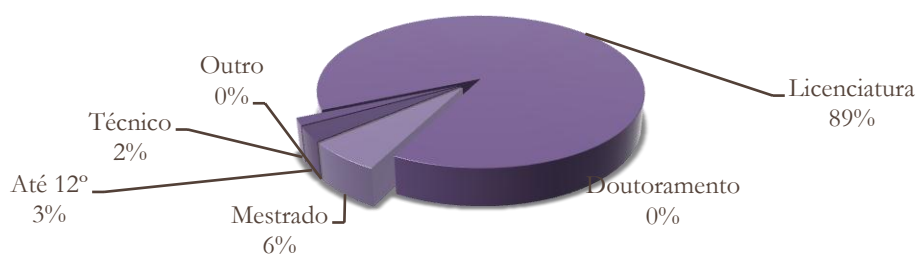


Gráfico 4 - Questão: "Formação:"

Quando questionados sobre o facto de já terem usado ou usarem activamente algum *software* de áudio, 41% afirma que não e 59% dos inquiridos que sim.

⁴² Instituto Superior de Engenharia do Porto.

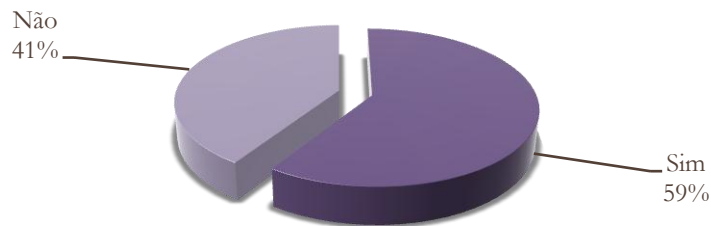


Gráfico 5 - Questão: "Utilizou / Utiliza Software de Áudio ?"

Este resultado não foi atingido no seu melhor, pois após a avaliação de resultados constatou-se que esta pergunta pode ser ambígua, sendo que foi interpretada por duas vias:

- Se alguma vez utilizou *software* de áudio tanto de leitura, edição ou gravação?
- Se alguma vez utilizou *software* de edição de áudio?

Como consequência da pergunta anterior, quis-se saber mais sobre o *software* realmente utilizado mas alguns inquiridos mesmo tendo indicado o “não”, apresentaram *softwares* de áudio de grande renome como por exemplo o *Ableton Live*, usado habitualmente em concertos, ou mesmo o *Waves* usado normalmente em estúdio. Por isso, as respostas foram contabilizadas e apresentadas no gráfico seguinte:

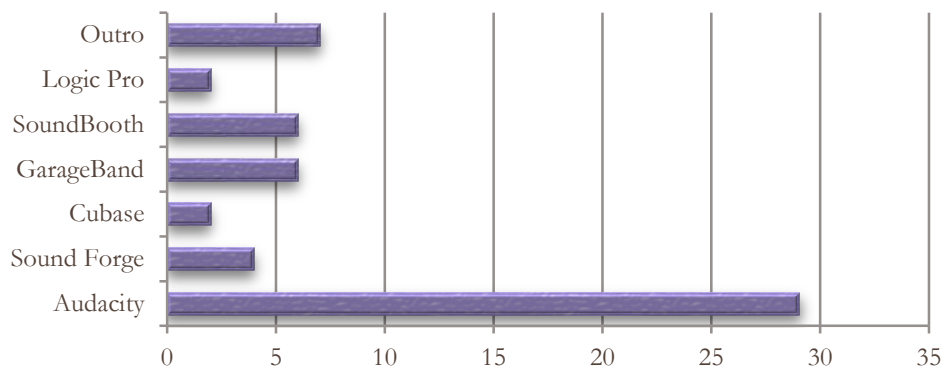


Gráfico 6 - Questão: "Se Sim, indique quais os que MAIS usa:"

Outros *softwares* foram mencionados, sendo eles *AbletonLive*, *VST*⁴³ *Waves*, *Winamp* (leitor de música), *Propellerheads Reason*, *Virtual DJ*, *Adobe Audition*, *Nero Waves*, perfazendo 7 indivíduos a referenciá-los. O *Apple Garage Band* e o *Adobe Sound Booth* tiveram 6 indicações e 4 indivíduos referem o uso do *Sony Sound Forge*. O *Cubase* da *Steinberg*, o *Apple Logic Pro* e o *Guitar Pro* tiveram individualmente 2 referências. Tendo em

⁴³ VST acrónimo de *Virtual Sound Technology* inicialmente produzida pela *Steinberg* e o *cubase* foi o primeiro software a permitir este género de *plugins*. Virtualiza áudio de instrumentos, efeitos e para MIDI.

conta que 41 indivíduos indicam *software* de áudio, 29 (70%) refere o *Audacity*. O facto de se tratar de um software livre, de fácil acesso via *Web*, permite concluir que a maioria não utiliza o áudio ao nível profissional e que este software serve as necessidades de um utilizador comum. Dos 41 inquiridos que referenciaram um *software* de áudio, 32% reconhecem que o seu *software* é Razoável, 56% Bom e 12% Muito Bom, conforme a Gráfico 7.

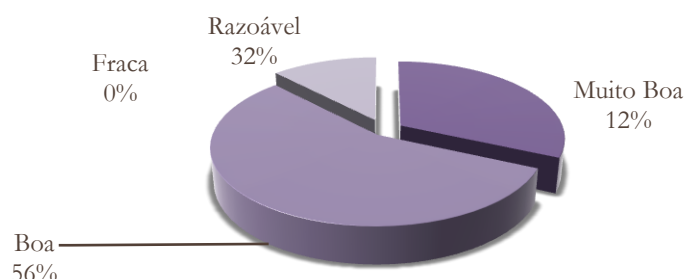


Gráfico 7 - Questão: "Considera a ferramenta que mais usa:"

Para que haja um melhor entendimento relativo ao *Audacity*, já que este foi o mais sugerido pelos inquiridos, contabilizaram-se apenas as respostas dos indivíduos que tinham escolhido o *Audacity*. Caso tenha respondido a mais do que uma aplicação, o inquirido poderá referir-se a qualquer uma delas. 20 dos inquiridos escolheram apenas o *Audacity* como seu software de eleição e desses 20, 70% dos avaliadores determinaram como Boa, contra os 30% que a acharam Razoável; tanto Fraca como Muito Boa obtiveram percentagens nulas. Já de toda amostra dos indivíduos que responderam a esta pergunta, os que consideravam a ferramenta de áudio como Muito Boa usam outro tipo de *softwares* para além o *Audacity*.

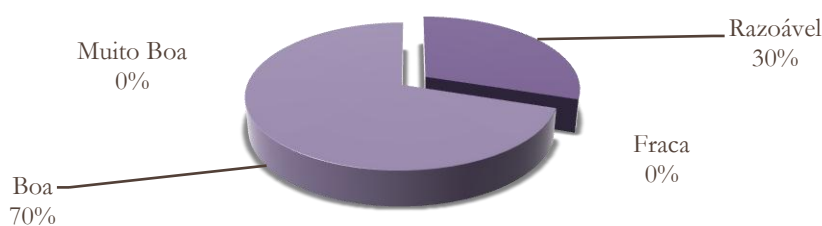


Gráfico 8 - Filtro a partir dos inquiridos que usam apenas *Audacity* "considerando-o:"

Apenas 13% dos inquiridos salientou a necessidade de *software* pago para as suas gravações contra os 87% que afirma não necessitar, conforme o Gráfico seguinte.

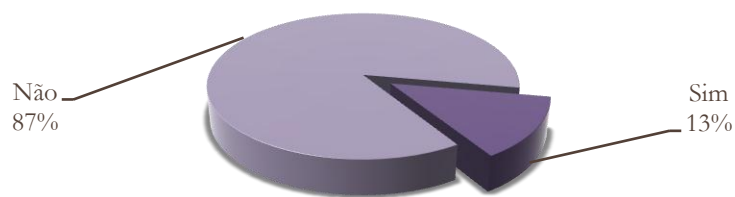


Gráfico 9 - Questão: "Considera que para as suas gravações necessita de Software pago ?"

Ao aferir a opinião dos inquiridos, verificou-se que 54% considerou ter prática com *software* livre e pago, sendo que 46% refere não possuir tal experiência (Gráfico 10).

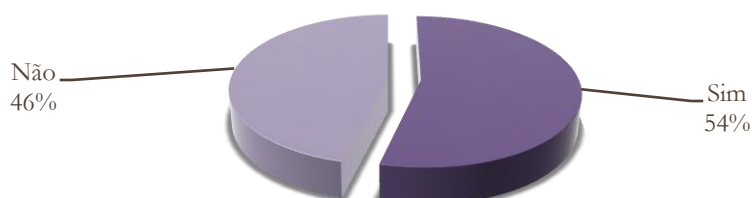


Gráfico 10 - Questão: "Tem experiência com software Livre e Pago ?"

Dos inquiridos uma percentagem de 77% afirma já ter feito *download* de uma aplicação de gravação e edição gratuito, mas 23% refere que não (Gráfico 11).



Gráfico 11 - "Já fez download de algum Software de Gravação e Edição de áudio gratuito ?"

Para esta pergunta os inquiridos podiam optar por mais que uma resposta por isso o somatório das percentagens não resulta em 100%.

O principal fim das gravações dos inquiridos, segundo 46 dos indivíduos (equivalente 84% das respostas), são por *Hobbie*, 6 indivíduos (11%) por trabalho profissional e 9 inquiridos usam estas software para recursos educativos, correspondendo estes a 16% dos que responderam a esta questão (Gráfico 12).

Mediante estes dados, apenas 9 inquiridos da amostra (64 indivíduos da amostra global, ou seja 14% na amostra global) têm total interesse por esta avaliação, se esta validação se restringisse apenas a esse objectivo. Felizmente, qualquer individuo é um potencial educando, pois é um Ser Humano com experiências próprias, havendo sempre algo para ensinar, a curto ou longo prazo. Um inquirido sugeriu realizar “composição e gravação de produtos finais para divulgação”. A sua resposta foi aglomerada ao trabalho profissional devido aos produtos finais se supor serem profissionais.

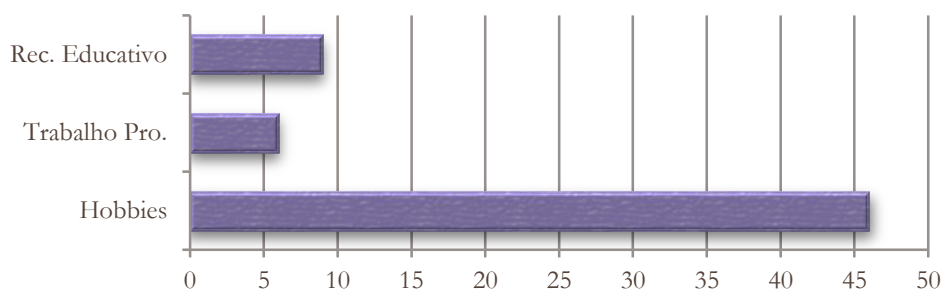


Gráfico 12 - Questão: "Qual o principal fim das suas gravações ?"

Pretendeu-se ainda verificar, se os inquiridos conheciam algum outro curso/recurso educativo sobre áudio: 80% não conhecem e 20% sim, destacando aqui o desconhecimento dos recursos de áudio (Gráfico 13).

O grupo de inquiridos que responderam “sim” terão as suas próprias respostas questionadas, já que muitos destes determinaram um vídeo como recurso educativo, quando é um tutorial de um determinado *software* em si, não sendo comparável com a tentativa de solução apresentada. As afirmações de 94% dos inquiridos que consideram a produção de recursos educativos sobre áudio útil contra os 6% que não vêem essa perspectiva estão validadas no Gráfico 14.

Assim, verifica-se pelas respostas obtidas nestas duas questões, que efectivamente não existem recursos educativos sobre áudio e que o DALCH pode representar uma evolução concreta de aprendizagem desta temática.

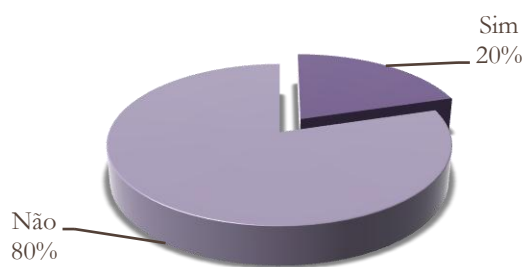


Gráfico 13 - Questão: "Alguma vez teve acesso a um curso/recurso educativo sobre áudio?"

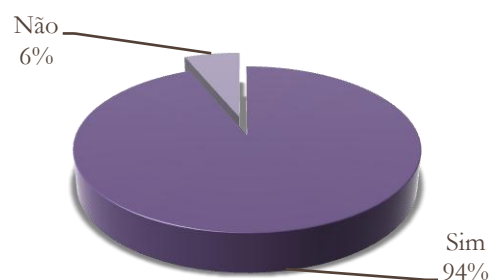


Gráfico 14 - "Considera útil a produção de cursos/recursos educativos digitais sobre áudio?"

As duas questões seguintes abordadas inicialmente tinham sido avaliadas na secção de avaliação da DALCH. Porém, após um escrutínio, concluiu-se que fazia parte desta secção, não afectando as questões nem as respostas.

A afirmação centra-se nos docentes: se gostariam de poder usar o áudio para a produção de um Objecto de Aprendizagem, onde ninguém discordou da declaração, 4% discordou parcialmente, 54% concordou e 42% concordou completamente, apresentado no Gráfico 15.

A outra afirmação a aferir era se os inquiridos tinham conhecimentos de outro recurso educativo sobre o áudio ao que 45% discordaram, 28% discordaram parcialmente, 22% concordaram e 5% concordaram completamente. Apesar de não existir uma grande abundância de OA sobre áudio, estas percentagens habilitam o seguimento da mesma linha de pensamento relativamente ao possível desconhecimento real da existência ou falta de interesse por parte da amostra em recursos educativos sobre áudio (Gráfico 16).

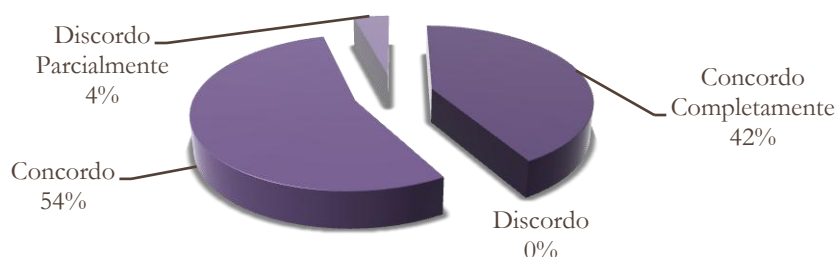


Gráfico 15 - "Como docente gostava de poder usar o áudio para a produção de um rec. educativo"

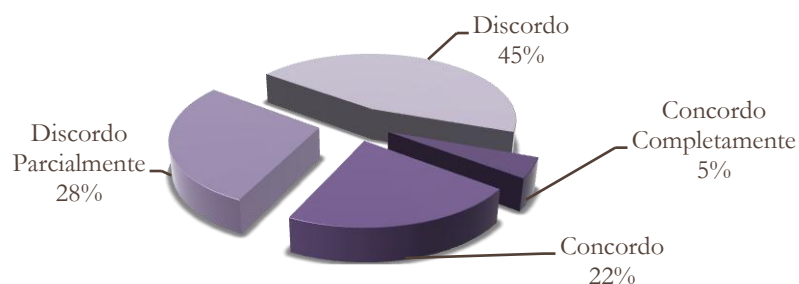


Gráfico 16 - Questão: "Tenho conhecimento de outro curso de áudio"

7.4.2 Avaliação DALCH

A opinião dos inquiridos, aquando do primeiro contacto com esta solução, evidencia que a consideram intuitiva e fácil de usar (94%). Apenas 6% refere que poderiam ser efectuadas melhorias neste campo. Dos inquiridos ninguém manifestou uma opinião negativa sobre a forma intuitiva do DALH. Esta opinião é apresentada no gráfico seguinte.

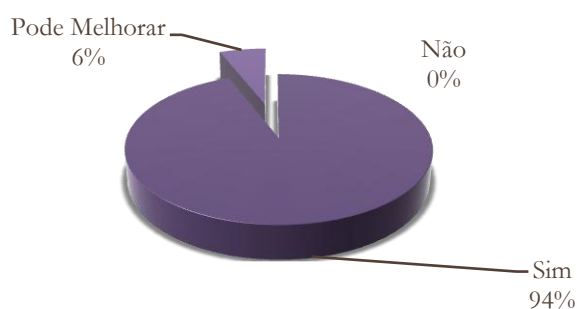


Gráfico 17 - Questão: "O curso é intuitivo"

A amostra sugere que, ao existir um capítulo de introdução de como o som é constituído, permitiu alcançar melhores conhecimentos relativos ao áudio com a refutação de dois pontos percentuais contra o 98% que concorda.

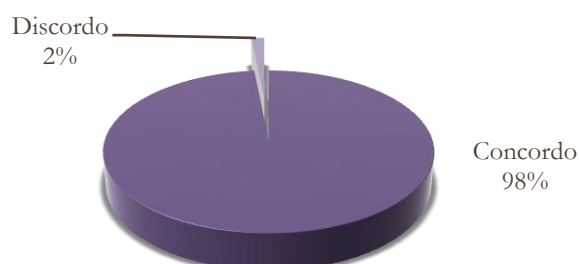


Gráfico 18 - Questão: "Os capítulos que introduzem o som ajudam-me a entender melhor o áudio"

O DALCH foi testado e avaliado em primeira mão por indivíduos que, quando confrontados com a afirmação “*O curso permitiu-me compreender melhor o que é o som e o áudio*”, 70% concordou, 30 concordou completamente e as discordâncias ficaram com 0%, (Gráfico 19).



Gráfico 19 - Questão: "O curso permitiu-me compreender melhor o que é o som e o áudio"

A aferição relativa à afirmação que estes cursos deveriam ser mais aplicados, 0% discordou, 11% Parcialmente discordaram, 56% concordaram e 33% concordaram completamente. Como é observável graficamente a seguir:

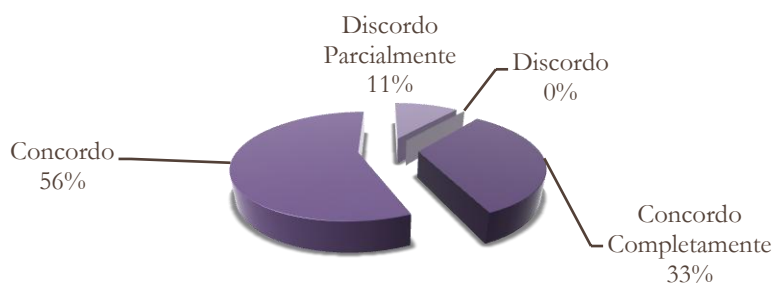


Gráfico 20 - Questão: "Estes tipos de cursos deveriam de ser mais aplicados"

Verificou-se que na afirmação: “A informação fornecida tem qualidade”, 2% discordaram parcialmente, 3% discordaram e 97% concordaram, (Gráfico 21).

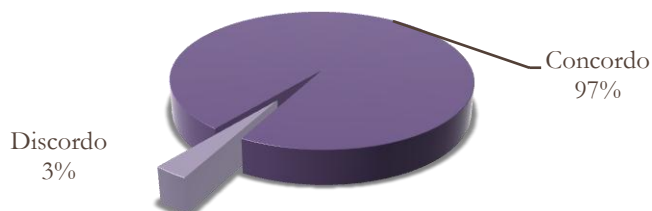


Gráfico 21 - Questão: "A informação fornecida tem qualidade"

Aferindo se os inquiridos acham que a profundidade da informação é adequada, 14% discorda e 86% concordam. O Gráfico seguinte apresenta num gráfico circular as respostas:



Gráfico 22 - Questão: "A informação fornecida tem a profundidade adequada"

Na amostra global, 91% concorda que esta solução deve ser melhorada, continuando o DALCH, e 9% discorda da afirmação. Apresenta-se a seguir o gráfico:

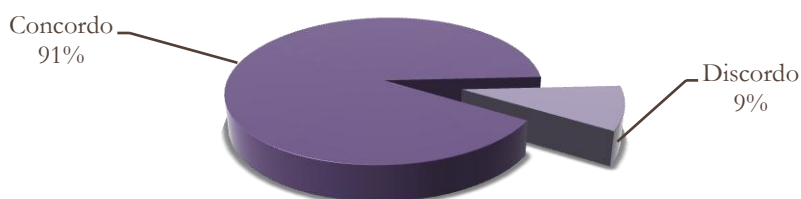


Gráfico 23 - Questão: "Este curso deve ser melhorado, dando continuidade ao projecto"

Na aferição relativa ao DALCH, foi apresentada também a afirmação que esta solução deveria ser realizada de uma forma diferente. Assim, 2% concordaram completamente, 39% concordaram, 48% discordaram parcialmente e 11% discordaram.(Gráfico 24).

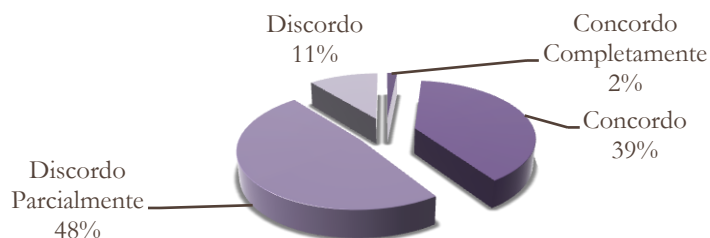


Gráfico 24 - Questão: "A aprendizagem deste recurso deve ser realizada de uma forma diferente"

Verificou-se que 94% concordou quando foi apresentada a afirmação que este tipo de recursos é uma mais-valia para a aprendizagem e 6% discordou com a asserção. Apresenta-se o Gráfico seguinte:

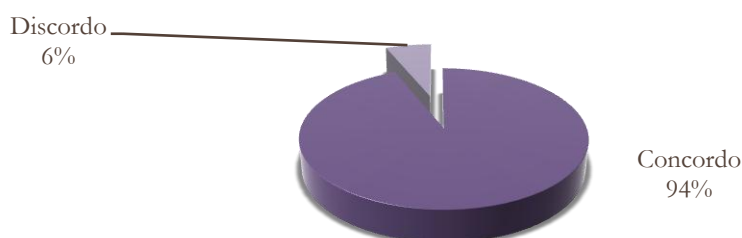


Gráfico 25 - Questão: "Este tipo de recursos é uma mais-valia para a aprendizagem"

Na amostra, 49% dos indivíduos aferido pela afirmação concordaram que este curso teria um grau de complexidade baixo, 6% concordou completamente, 34% discordaram parcialmente e 11% discordaram. O grau de complexidade do tema em estudo é complexo, a que os inquiridos acharam mediamente complexo com esta solução. Como o gráfico seguinte apresenta:

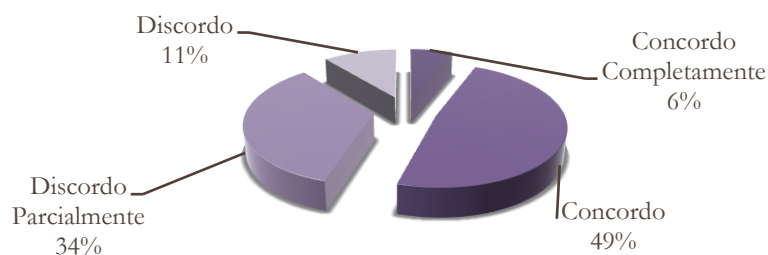


Gráfico 26 - Questão: "Este curso tem um grau de complexidade baixo"

7.4.3 Usabilidade do DALCH

A opinião relativa aos conteúdos estarem disponíveis serem facilmente detectados foi de que 25% concorda com a afirmação completamente, 66% concordaram e 9% discordaram parcialmente não discordando ninguém, Gráfico 27.

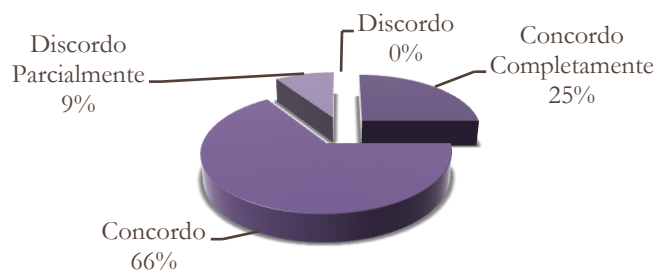


Gráfico 27 - Questão: "Consegui facilmente saber quais os conteúdos disponíveis"

Relativamente à afirmação se facilmente conseguiram situar-se face ao Objecto de Aprendizagem, 91% dos inquiridos atenderam à afirmação concordando e 9% discordaram (Gráfico 28).



Gráfico 28 - Questão: "Com facilidade consigo me situar face ao Objecto de Aprendizagem"

Ao longo do tempo de avaliação, encontraram-se alguns bugs que acabaram por ser facilmente corrigidos e o protótipo logo publicado. No final do dia 1 de Outubro, primeiro dia de validações, foi detectado que os botões para voltar ao menu principal deixaram de funcionar. Estes botões para o menu principal afectavam directamente uma resposta da parte da interacção de utilização do instruendo no DALCH. Para tal, antes de realizar uma validação mais abrangente, esta situação teria de ser avaliada separadamente perante a divisão da amostra global.

Ao aferir a opinião dos primeiros inquiridos, aquando do primeiro contacto com esta aplicação, verificou-se que 77% considerou não conseguir aceder ao menu principal, sendo que 23% refere uma impressão satisfatória. Solucionado o bug, 12% do resto da amostra considerou não conseguir aceder ao menu principal e 88% expõe uma sensação positiva (Gráficos 29).

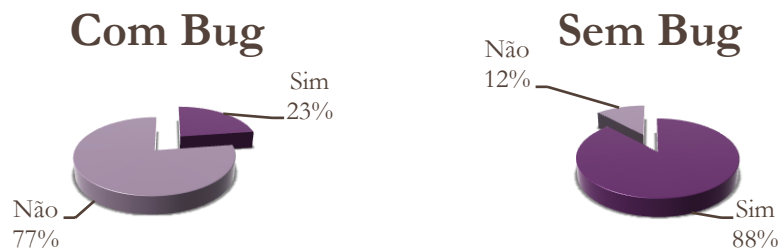


Gráfico 29 – "Conseguo saltar para o menu principal a partir de qualquer ponto da aplicação"

Ao aferir a opinião dos inquiridos, verificou-se que 39% considerou muito simples o processo de navegação pelo DACH, sendo que 56% achou simples. Opiniões como difícil tiveram 2% e 3% não conseguiu a interacção pedida (Gráfico 30).

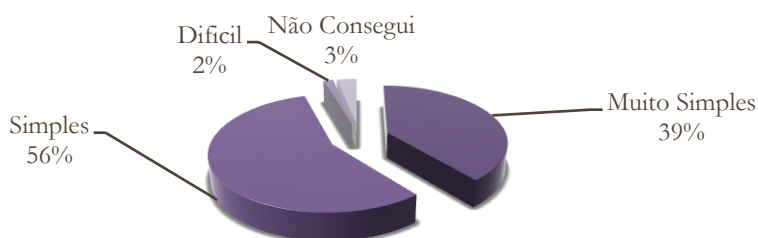


Gráfico 30 Questão: "A partir do ponto 1, salte para o subtópico 1.3. O processo de navegação foi:"

7.5 Discussão adicional de resultados

Mediante os resultados, o DALCH é uma aplicação que teve muito interesse, mesmo estando numa versão de protótipo, já que os inquiridos acharam que aprenderam tanto de som como áudio a partir desta solução. Houve uma elevadíssima taxa de aceitação relativamente a iniciar o objecto de aprendizagem com uma introdução sobre o som, como fenómeno físico, permitindo a compreensão noutros pontos do áudio em que essas bases podem facilitar o crescimento da percepção sobre o mesmo.

Nestes questionários existem sempre erros que podem ser provenientes por parte do inquirido, uma vez que por lapso pode enganar-se ou haver uma má compreensão, como ter respondido aleatoriamente ou mesmo por não possuir opinião. Encontrou-se um caso notório de um inquirido que determinou concordar completamente com o recurso ser realizado de uma outra forma concordando também relativamente à continuidade do projecto e afirma que este curso deve ser mais aplicado.

Os inquiridos são na sua maioria alunos do curso de engenharia informática: sistemas gráficos e multimédia do ISEP. Mas apesar destes resultados terem um escopo bastante reduzido e relativamente poucos inquiridos, demonstram a pouca insistência da parte da faculdade incentivar o uso do áudio em projectos da engenharia informática. No mestrado de sistemas gráficos e multimédia, o tema do áudio é pouco desenvolvido e tomado pouco a sério, tendo em conta que a informática é um ramo muito importante no mercado, o conhecimento para o uso deste recurso é essencial.

8 Conclusões

“ Most people never listen.” (A maioria das pessoas nunca escutam)

Ernest Hemingway

A realização de um trabalho desta natureza implicou um estudo profundo sobre uma área aliciante. No entanto, dada a sua extrema complexidade, obrigou o autor a uma planificação sistemática do trabalho a desenvolver.

Para além do estudo referido, foi necessária a aquisição de competências profundas em ferramentas diversificadas para a construção do protótipo aqui apresentado. O estudo pretendeu essencialmente identificar as potencialidades de um recurso educativo digital sobre áudio e aferir a sua utilidade uma vez que constatou que não existiam recursos semelhantes com uma abrangência de conceito semelhante à que pretendemos investigar.

Em seguida, apresentam-se algumas considerações finais.

8.1 Considerações finais

Partimos do pressuposto que aprender com recursos educativos digitais é normalmente possível, no entanto pretendemos aferir se dentro de um tema como o áudio seria possível proporcionar uma experiência de aprendizagem objectiva.

Para o efeito, definimos que uma das tarefas colaterais seria o desenvolvimento de um recurso educativo focalizado em áudio. Esta tarefa evidenciou que nesta temática o processo é lento e minucioso, pelo facto de envolver uma vasta gama de factores.

Foi necessário proceder à identificação de um processo pedagógico sobre o tema, identificar a sua sequência, seleccionar ou criar recursos, definir uma ferramenta de montagem e finalmente avançar para a sua produção.

A par, foi importante considerar as definições e expressões a usar, entre muitos outros pormenores envolvidos e abrangentes pela integração neste tema de muitas áreas de conhecimento colaterais.

Considerando que, nos dias de hoje, existe uma grande facilidade de acesso a recursos educativos via *Web*, o produto a desenvolver deveria ser também de fácil acesso pela mesma.

A sua publicação em *Flash*, facilita de certo modo um acesso mais rápido ao mesmo. Foi publicado em <http://technewone.com/DALCH>, que serviu também de apoio para aferir o seu potencial pedagógico através de alguns questionários realizados também via *Web*.

Tendo em conta que um bom recurso educativo é definido normalmente como sendo bom e útil, não só pela sua qualidade pedagógica, mas pela sua facilidade de acesso e também pela facilidade de uso, ao longo do desenvolvimento do DALCH foram tidas em atenção regras básicas de usabilidade. Foram sempre consideradas as facilidades de navegação e interacção do utilizador no sentido de lhe proporcionar uma noção constante sobre o seu progresso e localização dentro do Objecto de Aprendizagem. No final foram consideradas algumas questões de auto-avaliação sobre os temas aprendidos para que o utilizador (aluno) conseguisse avaliar-se a si mesmo sobre os conteúdos aprendidos. Deste modo, após a realização desse questionário, será possível ao aluno saber onde errou, podendo a qualquer momento retomar a aprendizagem, focalizando-se nos tópicos que necessita.

Este tipo de recursos para além de evidenciarem utilidade para alunos do ensino normal, também serão úteis para autodidactas que, sem possibilidade de frequentar uma instituição de ensino, podem adquirir conhecimentos na área. É possível ainda nesta aplicação que estes resultados sejam enviados para um docente, para que este tome nota do percurso do aluno face à aprendizagem a que está submetido, permitindo paralelamente ao educando a realização de testes para posterior envio ao professor para que este avalie os resultados.

O protótipo desenvolvido foi alvo de uma avaliação focalizada, não só no aspecto relacionado com a aprendizagem do tema, mas também sob o aspecto funcional.

Esta análise permite-nos concluir que um produto desta natureza poderá ter um grande potencial para o ensino de temas relacionados com áudio, uma vez que a facilidade de integração de conteúdos pedagógicos, numa sequência correcta e bem definida, é relativamente simples, sendo possível a evolução do recurso.

A aprendizagem por parte do autor com o desenvolvimento deste produto permite agora perceber que a inclusão de vídeos ou hiperligações a conteúdos externos é simples e que a qualquer momento o DALCH poderá incorporar novos módulos, como por exemplo o ensino de uma ferramenta de edição de áudio, quer pela criação de base destes recursos, quer pela hiperligação de recursos existentes na *Web* nomeadamente no *Youtube*.

A qualquer momento, o DALCH poderá ser integrado num curso de áudio, podendo por exemplo ser integrado numa LMS (*Moodle*). Deste modo, a sua capacidade de reutilização está evidente.

O produto final pode ser publicado em formatos distintos: .exe, .app, .swf, .docx, .pdf, .pptx, ou .html. Estas funcionalidades foram alguns dos aspectos que levaram o autor a seleccionar o *Captivate*, uma vez que este permitiu tornar o DALCH num produto bastante interoperável e, mediante o formato seleccionado pelo utilizador, ser aberto em sistemas operativos distintos nativamente (*Microsoft Windows*, *Apple Mac OS* ou ser facilmente acedido através da *Web*).

O DALCH é evolutivo e apesar de ter uma componente de visualização própria, com estilos aplicados aos textos, em pouco tempo poder-se-á mudar o aspecto visual drasticamente, pois foi pensado e desenvolvido tendo em conta a sua reutilização. As *masterpages* e os estilos aplicados rapidamente são alterados, modificando toda o aspecto desta solução para além de que a exportação para XML também permite a alteração do texto mudando a fonte, a cor ou o tamanho.

Denota-se que o facto de ter sido estruturado em capítulos evidenciou-se uma mais-valia, já que facilmente podem ser integrados novos capítulos, sendo relativamente simples a sua reestruturação para continuar a proporcionar uma boa experiência de navegação ao aluno. A redundância de informação relativa a um qualquer tópico seleccionado e a integração da informação sobre onde este se situa ao longo do DALCH permite uma experiência de navegação.

Como amplamente evidenciado, foi dado um enorme destaque à produção do áudio a incorporar no DALCH, o que permitiu ao autor uma reflexão sobre necessidades (de recursos, locais e planeamento de sessões de gravação).

Pelo facto do áudio ser um tema muito diversificado e abrangente e exigir o conhecimento relativamente profundo de inúmeras técnicas, equipamentos e *softwares*, alguns temas não foram ainda explorados como desejado.

O áudio é um recurso necessário a todos pelo seu potencial de comunicação, pelo que consideramos ter contribuído para uma maior reflexão sobre o seu uso e proporcionado um conteúdo de aprendizagem útil, evolutivo, facilmente distribuído e com potencial de aprendizagem. Consideramos que poderá ser especialmente útil para a comunidade produtora de conteúdos educativos formada nesta área.

8.2 Trabalho futuro

Um futuro trabalho baseado nesta dissertação será completar os conteúdos apresentados e adicionar outros que tenham sido postos de parte, devido à dissertação não se estender em

demasia. O protótipo pode vir a ser um produto real, se lhe for dedicado mais tempo para introduzir mais conteúdos de aprendizagem sobre o tema abordado.

Ponderar-se a inclusão de mais questões de auto-avaliação seria uma mais-valia, para que possa ser criada uma base de dados e, aquando da avaliação, apenas algumas perguntas seleccionadas aleatoriamente aparecessem ao aluno.

A possibilidade deste recurso possuir mais que uma língua parece uma desafio interessante, já que expande largamente o mercado. Para tal, será necessário traduzir para essa língua os conteúdos, recorrendo, se necessário, a pessoas capacitadas e proceder à gravação do áudio.

Implementar a sequência do curso, seguindo as regras de SCORM, será assim uma tarefa seguinte a realizar, pois, apesar de este conteúdo ser passível de ser reutilizável, não seguiu desde início tais regras.

O presente trabalho abriu horizontes aos outros, sobretudo no que respeita à construção de recursos educativos digitais. Paralelamente, a aprendizagem relacionada com o tema "Áudio" foi amplamente aprofundada.

Num futuro a médio prazo, pretende seguir um doutoramento, onde as tecnologias e o áudio se fundam (possivelmente, doutoramento em informática musical).

9 Bibliografia

- Backus, J. (1977). *The Acoustical Foundation of Music*. New York.
- Berkanek, L. L. (1997). *Concert and Opera Halls: How They Sound*. New York: Acoustical Society of America.
- Blaich, C., Anne, B., Ed, C., & Richard, L. (2004). *Defining Liberal Arts Education*. Center of Inquiry in the Liberal Arts.
- Blanshard, B. (1973). *The Uses of a Liberal Education: And Other Talks to Students*. Open Court.
- Coelho, J. L. (2009, 09 24). *Estratégias de Gestão e Redução de Ruído em Cidades*. Lisboa, Lisboa, PT.
- Dale, E. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching*. (3. Edition, Ed.) Holt, Rinehart, And Winston.
- Editora, P. (1998). *Dicionário Latim - Português*. Porto Editora.
- Everest, A. F. (1987). Acoustics of Small Rooms. In G. Ballou, *Handbook for Sound Engineers: The New Audio Cyclopedia* (pp. 43-66). Inidana: Howard W Sams.
- Everest, A. F. (1994). *The Master Handbook of Acoustics*. New York: TAB books.
- Fonseca, N. (2007). *Introdução à engenharia de som* (5ª Edição ed.). Lisboa: FCA.
- Foster, P., & Purves, A. (1984). *Literacy and Society with particular reference to the non western world*. New York: Longman.
- Gibson, D. (2005). *The Art Of Mixing*. Vallejo, CA, USA: MixBooks.
- Ginn, K. B. (1978). *Archicetual Acoustics*. Nærum: Brüel & Kjær.
- Glennie, E. (2003, 02 28). *Evelyn Glennie: How to listen to music with your whole body*. Retrieved 06 15, 2010, from TED: http://www.ted.com/talks/lang/eng/evelyn_glennie_shows_how_to_listen.html
- Hailman, W. N. (2010). *Twelve lectures on the history of pedagogy, delivered before the Cincinnati teachers' association*. Essex, UK: Nabu Press.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (1997). *Fundamentals of Physics*. New York: Wiley.
- Hartman, W. M. (1998). *Signlas, Sound, and Sensation*. New York: Springer-Verlag.

- Henrique, L. L. (2009). *Acústica Musical* (3ª Edição ed.). Lisboa: Fundação Galouste Gulbenkian.
- Howard, D. M., & Angus, J. A. (2009). *Acoustics and Psychoacoustics* (4th Edition ed.). Oxford: Elsevier Ltd.
- Hughes, P., & More, A. (1997). Aboriginal Ways of Learning and Learning Styles. *Annual Conference of the Australian Association for Research in Education*. Brisbane: The University of British Columbia.
- Joseph, S. M. (2002). *The Trivium: The Liberal Arts of Logic, Grammar, and Rhetoric*. Paul Dry Books.
- Kendall, D. (2004). *Sociology in Our Times*. Wadsworth Publishing.
- Lehar, S. (2011, Janeiro 31). *Proposal for Future Research*. Retrieved Agosto 4, 2011, from Boston University: <http://sharp.bu.edu/~slehar/McGovern/LeharProposal.html>
- Lindsay, B. R. (1972). *Acoustics: Historical and Philosophical Development*. Stroudsburg: Hutchinson & Rosa.
- Lindsay, B. R. (1966). *The Story of Acoustics*. J.Acpusti. Soc. Am.
- Mann, M. (1986). *The Sources of Social Power: Volume I: A history of power from the beginning to A.D.1760*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Middleton, A., & McCarter, R. (2005). Middleton, A. & McCarter, R. (2005). Engaging solutions: a collaborative approach to digital audio learning object (DALO) production. Workshop presented at 2005, Manchester, UK, September 6–8, 2005. Manchester: ALT-C.
- Nattiez. (1990). *Splitting sound from source*.
- Nicolotti, M. C., & Poggianti, L. (2007). *Innocenzo Manzetti - Il vero inventore del telefono*. Retrieved 5 9, 2010, from Innocenzo Manzetti: <http://www.innocenzomanzetti.it>
- Nieuwland, J. M., & Weber, C. (1979). Eigenmodes on Non-Rectangular Reverbation Rooms. *Noise Control Engeneering* , 112-121.
- Olson, H. F. (1967). *Music, physics and engineering*. Courier Dover Publications.
- Ong, W. J. (1982). *Orality and Literacy*. Routledge.
- Parsons, A. (Writer), & Parsons, A. (Director). (2010). *Art And Science of Sound Recording* [Motion Picture]. USA e Canadá.
- Priberam. (2012, 1 1). *Priberam - Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*. Retrieved 1 6, 2012, from Priberam - Dicionário Priberam da Língua Portuguesa: <http://www.priberam.pt/dlpo/>

- Price, H. (2002). *Recording guitar and bass*. San Francisco, U.S.A.: Backbeat Books.
- Shure. (1997). *Microphone techniques for music sound reinforcement*. Illinois, USA: Shure.
- Treasure, J. (2007). *Sound Business - How to use sound to grow profits and brand value*. Gloucestershire: Management Books.
- Treasure, J. (2010, 09 01). *talks: Julian Treasure: Shh! Sound health in 8 steps*. Retrieved 01 01, 2012, from TED: www.ted.com
- Treasure, J. (2009, 10 1). *talks: Julian Treasure: The 4 ways sound affects us*. Retrieved 1 6, 2010, from TED: www.ted.com
- Tsukumo, A. N., Rêgo, C. M., Salviano, C. F., Azevedo, G. F., Meneghetti, L. K., Costa, M. C., et al. (1997). *Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software*. Curitiba, Paraná, Brasil: Anais.
- Vitrúvio. (1998). *Os Dez Livros de Arquitectura de Vitruvius*. (M. H. Rua, Trans.) Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Wikipedia, C. (2011, 09 30). *History of education*. Retrieved 10 04, 2011, from Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_education

Anexos 1

Anexos com informações que possam vir a ser importantes e facilitam a interação com o equipamento a usar.

1.1 Equalização

Tabela Adicional 1 - Quadro de Equalização

Sons\Freq	40 - 100	100 - 200	200 - 800	800 -1000	1000 - 5000	5000 - 8000	8000 -12000
Baixo	Profundo	Arredondado	Lamacento	Corpo	Presença	Definição	Assobio
Bombo	Profundo	Arredondado	Lamacento			Definição	Assobio
Tarola	X	Corpulência	Lamacento			Presença	X
Timbalão			Lamacento		Presença Irritação	Definição	X
Timbalão de chão	Profundo		Lamacento		Presença		X
Pratos	X	Corpulência	Lamacento <i>Bleed</i>		Irritação	Clareza/ Frescura	<i>Tremolo</i> Chiar
Voz	Ronco	Corpulência	Lamacento		Presença Irritação Telefone	Clareza/ Frescura Sibilância-6K	Brilho Assobio
Piano	Profundo	Corpulência	Lamacento	Lamacento	Presença	Clareza	Harmónicos
Harpa		Corpulência	Lamacento		<i>twanginess</i>	Frescura	
Guitarra Eléctrica	X	Corpulência <i>Crunch</i>	Lamacento		Corte Irritação	Clareza/ Frescura	Assobio
Guitarra Acústica	X	Corpulência	Lamacento			Clareza/ Frescura	Brilho
Órgão	Profundo	Corpulência	Lamacento			Clareza/ Frescura	
Cordas	Profundo	Corpulência	Lamacento		Irritação Som Digital	Clareza/ Frescura	Brilho
Sopro	X	Corpulência	Lamacento	Arredondado		Clareza/ Frescura	
Conga	Estampido	Corpulência				Clareza/ Frescura	
Harmónica	X	Corpulência			Irritação	Clareza Fresco	X

Anexo 2

Em seguida, uma figura que apresenta as frequências de cada nota numa afinação *standard*, a sua nota e numeração *MIDI*.

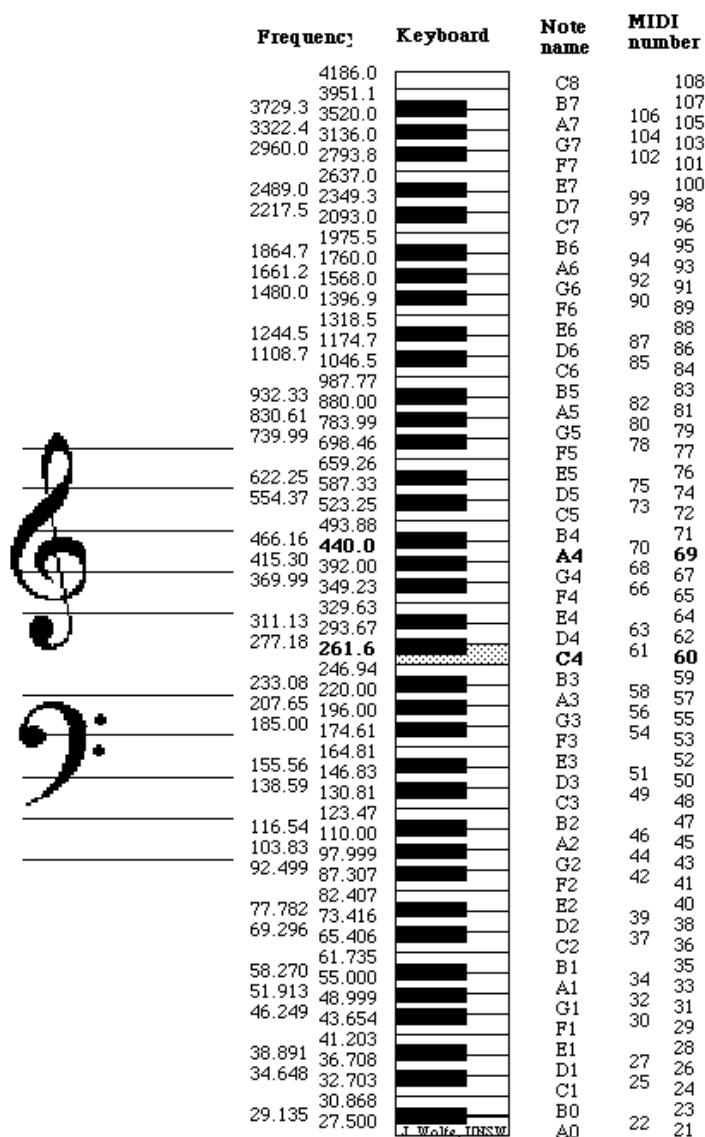



Figura 60 - Afinação padrão

Anexo 3

Neste anexo, são apresentadas capturas realizadas ao questionário de validação ao DALCH realizado.

A screenshot of a web page titled "Avaliação DALCH". The page has a blue gradient background. The title "Avaliação DALCH" is in large white font. Below it, there is a paragraph in Portuguese explaining that DALCH is an educational resource about digital audio, currently in a prototype phase. It provides a URL: <http://technewone.com/DALCH/>. A "Continuar »" button is visible. At the bottom, it mentions "Tecnologia do Google Docs" and provides links for "Denunciar abuso", "Termos de Utilização", and "Termos adicionais".

Avaliação DALCH

O DALCH é um recurso educativo que visa dar a conhecer mais informação sobre o áudio digital, ensinando um pouco da sua base que é o som. Este objecto de aprendizagem ainda está numa versão de protótipo e nesta fase apenas em Português.

Poderá ser acedido pela internet através do endereço:
<http://technewone.com/DALCH/>

Agradecemos o seu feedback através de um questionário dividido em 3 partes: informações do avaliador, avaliação da DALCH e usabilidade da DALCH.

[Continuar »](#)

Tecnologia do [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Termos adicionais](#)

Avaliação DALCH

*Obrigatório

Questionário DALCH - Informações do Avaliador

Sexo *

- Masculino
 Feminino

Idade *

- < 25
 25-45
 45 >

Formação: *

- Até 12º
 Técnico
 Licenciatura
 Mestrado
 Doutorado
 Outro

Utilizou / Utiliza Software de Áudio ? *

- Sim
 Não

Se Sim, indique quais os que MAIS usa:

- Audacity
 Soundbooth
 Sound Forge
 Garage Band
 Pro Tools
 Logic Pro
 Cubase
 Outra:

Avaliação DALCH

*Obrigatório

Questionário DALCH - Informações do Avaliador

Sexo *

- Masculino
 Feminino

Idade *

- < 25
 25-45
 45 >

Formação: *

- Até 12º
 Técnico
 Licenciatura
 Mestrado
 Doutoramento
 Outro

Utilizou / Utiliza Software de Áudio ? *

- Sim
 Não

Se Sim, indique quais os que MAIS usa:

- Audacity
 Soundbooth
 Sound Forge
 Garage Band
 Pro Tools
 Logic Pro
 Cubase
 Outra:

Considera a ferramenta que mais usa:

- Fraca
- Razoável
- Boa
- Muito Boa

Considera que para as suas gravações necessita de Software pago?

- Sim
- Não

Tem experiência com software Livre e Pago ?

- Sim
- Não

Já fez download de algum Software de Gravação e Edição de áudio gratuito ?

*

- Sim
- Não

Qual o principal fim das suas gravações ?

- Recurso Educativo
- Hobbie
- Trabalho Profissional
- Outra:

Alguma vez teve acesso a um curso/recurso educativo sobre áudio ? *

- Sim
- Não

Considera útil a produção de cursos/recursos educativos digital sobre áudio ? *

- Sim
- Não

Tecnologia do [Google Docs](#)

Avaliação DALCH

*Obrigatório

Questionário DALCH - Avaliação DALCH

Afirmações / Respostas

Como docente gostava de poder usar o áudio para a produção de um recurso educativo

(responda apenas se for docente)

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

O curso é intuitivo *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Os capítulos que introduzem o som ajudam-me a entender melhor o áudio *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

O curso permitiu-me compreender melhor o que é o som e o áudio *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Estes tipos de cursos deveriam de ser mais aplicados *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

A informação fornecida tem qualidade *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

A informação fornecida tem a profundidade adequada *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Tenho conhecimento de outro curso de áudio *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Este curso deve ser melhorado, dando continuidade ao projecto *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

A aprendizagem deste recurso deve ser realizada de uma forma diferente *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Este tipo de recursos é uma mais valia para a aprendizagem *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

A aprendizagem deste recurso deve ser realizada de uma forma diferente *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Este tipo de recursos é uma mais valia para a aprendizagem *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

Este curso tem um grau de complexidade baixo *

- Concordo Completamente
- Concordo
- Discordo Parcialmente
- Discordo

« Anterior

Continuar »

Tecnologia do [Google Docs](#)

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Termos adicionais](#)