

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Abordagem à espacialização de um *ensemble* de
percussão no palco sonoro
Estudo de caso *Drumming GP*

Suse Patrícia Carvalho Ribeiro

VERSÃO FINAL

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado em Multimédia
Perfil de Música Interactiva e Design de Som

Orientador: Professor Doutor Carlos Guedes
Co-orientador: Mestre Marco Conceição

Agradecimentos

Este documento escrito reflete o trabalho desenvolvido ao longo do Projeto final do Mestrado em Multimédia, perfil de Música Interactiva e Design de Som e tal não teria sido possível sem a colaboração, acompanhamento e partilha de algumas pessoas e Instituições, às quais queria agradecer seguidamente.

Ao meu orientador, Professor Carlos Guedes, pelas críticas pertinentes, pelo tempo e partilha, pelo desafio lançado em aplicar e desenvolver os meus conhecimentos e pelas palavras estimulantes (e pelos microfones cedidos); ao meu Co-Orientador, Professor Marco Conceição, pelo conhecimento partilhado, pelo tempo e disponibilidade que me deu, pela estimulação com que me desafiou à investigação e ao rigor (e pelos microfones cedidos).

Aos Serviços de Vídeo do Instituto Politécnico do Porto, pela cedência do espaço para trabalhar nas misturas, ao Auditório de Espinho, Conservatório do Porto, Centro Cultural e de Congressos das Caldas da Rainha, Centro Cultural Vila-Flor e Fundação Casa da Música, pela cedência de espaço para gravar as várias fases do projeto.

Pelas entrevistas concedidas e indicações, ao Nelson Carvalho, Francisco Leal, Branko Neskov, Peter Rundel, Pedro Carneiro, Elizabeth Davis e Miquel Bernat.

Ao António Pinheiro da Silva pela partilha de experiência e análise crítica em todas as fases deste projeto.

Ao António Pinho Vargas pelo (muito) tempo e paciência de me ouvir e fazer considerações críticas cerca das diferentes abordagens do projeto. Ao António Chagas Rosa pela partilha da sua experiência.

Ao *Drumming GP* pela partilha, amizade e privilégio de poder evoluir profissionalmente ao lado deles.

Ao Rui Rodrigues pela partilha.

Ao meu pai pela vida e inspiração.

Índice

Índice.....	Error! Bookmark not defined.
Resumo	4
Abstract	5
1-Apresentação	6
1.1-Motivações.....	6
1.2-Introdução e Objectivos.....	10
2-Contexto do problema	11
O espaço, o tempo, a música.....	11
2.1-Declaração do problema	12
2.2-Caraterização da classe de percussão e enquadramento na problemática	13
2.2.1- Aspetos a ter em conta na decisão da disposição em palco da classe da percussão	17
2.2.2- Tendências na abordagem da espacialização da percussão.....	18
2.2.3- Abordagem a outros projetos.....	22
3- Estado da Arte.....	23
3.1-Considerações psico-acústicas. Contributos para os procedimentos.	24
3.2-As não-linearidades do sistema auditivo a ter em conta	26
3.3-Aspetos a ter em conta nos contributos da composição e sua influência na espacialização	30
3.3.1-Abordagem histórica aos sistemas de difusão	30
4-O projeto.....	38
Modelo de investigação adoptado	38
4.1-Técnicas de captação usadas neste projeto	40
4.1.1-.....	43
Técnicas de captação para reprodução em 5.1	43
4.1.2-Técnicas de captação coincidentes	45
4.1.3-Técnicas de captação espaçadas usadas	48
4.1.4-O sistema Ambisonics	49
5-Estudo de caso Drumming GP	60
PROCEDIMENTOS	65
Considerações acerca de mistura e contributos de autores.....	65
Sessões de trabalho	71
Sessões de experimentação.....	75
Observação de algumas sessões de experimentação	77
Sessão de experimentação da obra Water Drum.....	87
Water Drum-Projeto.....	89
Mistura da obra Water Music.....	92
Edição da obra Water Music de Tan Dun nas 3 abordagens	94
Análise de resultados.....	107
6-Discussão	111
7-Conclusão	113
8-Bibliografia	115

Resumo

Esta tese pretende apresentar e discutir a problemática de espacializar um *ensemble* de percussão no palco sonoro. Para isso, abordaram-se os conceitos mais importantes relacionados com a espacialização no âmbito da produção áudio, caracterizou-se o contexto da percussão atualmente, enquanto *ensemble* de Música de Câmara, analisando-se um estudo de caso da prática adotada pelo Drumming GP, ao longo dos últimos anos, quer em performance ao vivo, quer em estúdio. Fizeram-se várias gravações, que se editaram e misturaram, tendo havido uma continuidade e desenvolvimento de técnicas de produção que culminaram na aprendizagem e sistematização para futuras práticas com este tipo de *ensembles*, otimizando a sua espacialização na paisagem sonora, quer em reforço sonoro, quer em amplificação, quer em estúdio. Neste projeto será apresentada apenas uma dessas obras no formato DVD-Vídeo e DVD-Audio.

Há várias obras gravadas no decorrer do presente projeto que irão futuramente passar pelo mesmo processo de produção multimédia final, estando algumas já num estado avançado desse processo. Foram realizadas várias sessões de apresentação deste projeto em diversas *performances* ao vivo, em diversas salas de espetáculo, existindo um registo destas demonstrações no *site* construído de raiz para este projeto. Para além disto, será editado em Novembro um fonograma do compositor António Pinho Vargas, resultante das sessões de experimentação deste projeto.

A amostra do projeto apresentada, que está anexada a esta tese, representa o tipo de produto que se consegue e pretende produzir aplicando as técnicas e conhecimentos adquiridos ao longo deste processo. Há 3 misturas distintas com abordagens diferentes, sendo de realçar que uma delas foi produzida em *ambisonics*, uma técnica que demonstrou ter um grande potencial a ser explorado futuramente por mim, na área do áudio espacial. O facto da amostra do projeto ser apresentado em DVD-Audio e DVD-Video, permite para além da reprodução das misturas sem compressão áudio no caso do DVD-Audio, a realização criativa de um vídeo com alusão ao processo de gravação da obra apresentada, que acompanha a mistura criativa, explorando os limites do processamento áudio, representada no DVD-Video, formato de consumo.

A técnica *ambisonics* conquistou algumas pessoas e entidades, que demonstraram interesse em apoiar a divulgação do projeto nos próximos meses. Algumas das testemunhas, profissionais do áudio e da percussão, podem ser observadas no registo audiovisual no *site* referido anteriormente.

Abstract

This thesis intends to present and discuss the problems of spacializing a percussion ensemble in the sound stage. To do this, it will be approached the most important concepts related to spatialization in the scope of audio production, attending the actual percussion context while chamber music ensemble and analyzing a case study of the practice adopted by Drumming GP, over the past few years, in live performance and in studio environment.

Several recordings were produced, edited and mixed, existing a continuity and development on production techniques which culminated in the learning and systematization for future practices with this type of ensembles, optimizing their spatialization in the soundscape, either in sound reinforcement, amplification and in studio.

There are several recorded works in the course of this project that will eventually pass through the same final multimedia production process.

The sample of the project, submitted to this thesis, represents the type of product that is possible and intended to produce applying the techniques and knowledge acquired throughout this process. There are 3 different mixtures with different approaches, it should be noted that one of them was produced in ambisonics, a technique that has been shown to have a great potential to be explored in the future, in the area of spatial audio. The fact that the project sample is presented in DVD-Audio and DVD-Video, allows, in addition to the reproduction of mixtures of uncompressed audio, the creative achievement of a video, with allusion to the recording process of the presented piece, accompanying the creative mixture, exploring the (limits) boundaries of audio processing.

The Ambisonics technique revealed to be a very good choice to work in the future.

1-Apresentação

1.1-Motivações

Este projeto emanou da motivação pessoal e desafio profissional fomentados pelo desafio que foi feito por algumas entidades da área da música contemporânea, especialmente no que diz respeito à classe da percussão em particular.

A experiência pessoal e profissional de trabalhar com vários *ensembles* de música contemporânea, em que as componentes de difusão *surround*, gravação e espacialização na classe da percussão são extremamente importantes e frequentes (muitas vezes com a componentes da eletrónica associada), foi determinante na escolha de um estudo de caso para abordar e explorar algumas questões.

Enquanto *performer*¹, o trabalho de colaboração com o *Remix Ensemble* desde 2004, em que muitas das obras continham a componente de difusão *surround* e com uma forte componente de espacialização, nomeadamente *Quodlibet*, de E. Nunes, *Domaines*, de P. Boulez, *Surround*, de Mitterer, *Schuberts « Winterreise »*, de Hans Zender, *Nahctwach*, de W. Rihm, ou no projecto da Fundação Calouste Gulbenkian *Next Future*, entre muitas obras e projectos, resultaram em experiência e contato proporcionados, que me despertaram um grande interesse e me permitiram obter alguma prática na abordagem à espacialização sonora, enquanto sonoplastia criativa, surgindo daí a minha “abordagem criativa”, que pode ser observada no projecto.

Sendo técnica de som do *Drumming GP* há cerca de 7 anos e tendo projetado e implementado todos os desenhos de som dos programas e concertos realizados pelo *ensemble* desde então (e sendo percussionista), surgiu ao longo do tempo a necessidade de perceber e responder a determinadas particularidades e desafios desta problemática.

Terei de assinalar outra contribuição importante que ocorreu no desenrolar deste processo foi a presença na *Spatial Audio in Today's 3 D World*², na Universidade de York, revelando-se ser um momento de viragem para a fase onde se iniciou a componente da experimentação prática do sistema *ambisonics*. De referir, que até esta altura só conhecia este sistema teoricamente e por isso, a aprendizagem e interesse nesta tecnologia até ao momento, tem sido exponencial.

¹ Quer na componente da operação *performativa* electrónica, quer enquanto sonoplasta e operadora na espacialização e montagem destas obras.

² “AES 25th UK Conference SPATIAL AUDIO”



Figura 1 - Drumming “Castelo S. Jorge”

De relevar ainda na descrição do processo o facto de ter sido apresentada uma proposta no final da temporada passada pela parte da Egeac³, que consistia no desafio de criar um programa no Castelo de S. Jorge em que a espacialização sonora dos instrumentos de percussão fosse o mote crucial. Esta *performance* seria repetida várias vezes até 2014, tendo sido como mais um incentivo para desenvolver uma abordagem na espacialização sonora do *Drumming GP*, a aplicar nas práticas futuras. A figura apresentada anteriormente ilustra uma das sessões de experimentação das captações deste projeto, cujos *performers* estavam espalhados pelo espaço de cena, com a distância de vários *metro* entre si.

Entretanto, ao longo do processo e por necessidade de experimentação das diferentes abordagens de espacialização, desenvolveu-se trabalho prático que era apresentado nas *performances* do *ensemble* durante os concertos, com difusão *surround*.

O projeto áudio desenvolvido ao longo deste projeto foca o princípio da exploração espacial através da abordagem e implementação da tecnologia *ambisonics*⁴ e de

³ A Egeac (Empresa de Gestão e Equipamentos de animação), é uma entidade que gere os equipamentos da Câmara Municipal de Lisboa. Esta *performance* aconteceu no dia 5 de Novembro de 2011, com a denominação de “O Mar de Sophia” e contou com a colaboração de uma ator, que recitava poesia de Sophia de Mello Breyner Andersen, andando pelo espaço. A plateia e os *setup*'s de percussão estavam misturados. Os músicos deambulavam pela plateia e iam percorrendo cada *setup* conforme planeado previamente. Consultar: <http://www.youtube.com/watch?v=x1nbB9fSgvk> e <http://www.castelodesaojorge.pt/?t=new&id=439>

⁴ Esta referência diz respeito à mistura em *ambisonics* no formato-B, não no formato de consumo final (– formato-G-), conceitos abordados posteriormente. O projeto relativo à abordagem “imersiva”, (que está em *ambisonics*), em qualquer momento do processo de produção pode ser descodificado para outro formato que não o 5.1 apresentado neste projeto, como se verificará adiante.

vários procedimentos de mistura e espacialização, no que diz respeito ao estudo da espacialização de um *ensemble* de percussão.

Ao longo da investigação percebeu-se que a tecnologia referida prenunciava ser uma das soluções mais operacionalizáveis, quer pelas vantagens técnicas, quer pelas mais-valias artísticas que demonstrou ter, testemunhada e postulada por vários profissionais, abrindo possibilidades diversas para várias aplicações na área do desenho de som, futuramente.

Serve a presente tese para apresentar o projeto da espacialização de um *ensemble* de percussão que recorreu a diversas técnicas de produção, mais ou menos tradicionais, e perceber algumas abordagens à utilização de diferentes ferramentas e técnicas de mistura que influenciam a nossa percepção espacial e psicoacústica, tendo como ponto de partida o trabalho que existe na indústria fonográfica e abordando alguns conceitos menos explorados comercialmente.

Este projeto é o resultado ilustrativo do que foi investigado e sendo implementado ao longo dos dois últimos anos no *Drumming GP*, no que diz respeito à sua espacialização sonora, quer em termos de *performance*, quer em termos de gravações em estúdio ou ao vivo. Depois de ter sido feita uma recolha e análise exaustiva à literatura existente e aos produtos fonográficos no contexto da espacialização da percussão e do estudo acerca de conceitos como espacialização, mistura, captação, *surround*, formatos, *ambisonics* e psicoacústica, foi feita uma análise às entrevistas exploratórias⁵ efetuadas a alguns maestros, compositores e percussionistas que lidam diariamente com problemas de espacialização da percussão, de modo a ter uma base de dados prévia acerca da opinião empírica que estes profissionais têm desta questão. Deste modo foi possível elucidar algumas questões iniciais e criar uma linha condutora mais fundamentada e estruturada, em termos metodológicos.

A recolha e análise das várias gravações de alguns *ensembles*⁶ e registo da difusão ao vivo das *performances*, foi objeto de estudo e análise empírica na fase inicial.

Foi construído um modelo de análise que assenta num “estudo de caso”, com a produção de um DVD de uma gravação do *Drumming GP*, criando-se várias abordagens na mistura/espacialização e análise respetiva no presente documento,

⁵ Fizeram-se entrevistas não directivas no início do processo, e directivas e semi-directivas na parte final do projecto.

⁶ *Drumming GP*; *Ictus Ensemble*; *Remix Ensemble*; *Les Percussionistes de Strasbourg*, entre muitos outros.

com o objetivo de perceber as opções, possibilidades, características e limitações desta etapa.

Futuramente apresentar-se-á um conjunto de dados recolhidos através de entrevistas feitas durante o presente projeto⁷ a profissionais experientes na área da sonoplastia e espacialização sonora, quer em tempo real (situação de concerto/*performance*), quer em produção de estúdio, que tiveram contacto com o áudio produzido e puderam tecer as suas considerações, que irão sendo publicadas no *site* referido.

Apesar da fase de mistura de qualquer produção ser uma etapa que apresenta muitos elementos de subjetividade, esta fase em relação à especificidade da “espacialização”⁸ enquanto “desenho de som”, levanta algumas características técnicas e estéticas que são elementos objetivos de análise do presente trabalho. Para além disso, a pertinência da problemática foi identificada como comum e pertinente ao longo da investigação, em várias produções e abordagens de outros profissionais.

Neste estudo foram realizadas várias horas de experimentação técnica ao longo de vários meses; nesta fase de experimentação foram analisados os vários tipos de microfones, usadas técnicas de captação coincidentes e não coincidentes e a tecnologia *ambisonics*. Foram experimentados vários espaços acústicos e feita alguma edição do material musical gravado nesses espaços. Procedeu-se à fase de experimentação da mistura para um formato de consumo, 5.1 e respetiva análise.

Chegando a algumas conclusões práticas do que resultaria melhor na espacialização da produção da gravação para 5.1 do *ensemble*, tendo como base alguns pressupostos teóricos e análise empírica, partiu-se para a metodologia a adoptar nos 6 meses seguintes.

O presente documento pretende fazer uma descrição dos procedimentos, opções, conclusões, técnicas, materiais e pensamentos que orientaram o projeto. No final, na secção de “Anexos” encontrar-se-ão alguns documentos de trabalho que foram elaborados por mim no processo para apoio às várias sessões de trabalho.

⁷ Para consultar o conteúdo total das entrevistas realizadas, p.f., consultar:
<http://susebeat.wix.com/spatializingdrumming#!home/mainPage>

⁸ Considera-se mistura neste estudo, como a “mistura para o espaço”, apesar de ao longo do trabalho se apresentarem várias definições de espacialização, de vários autores, conceito intrínseco à etapa da mistura.

1.2-Introdução e Objectivos

Este projeto é uma amostra representativa do que foi investigado e implementado ao longo dos dois últimos anos no *Drumming-Grupo de Percussão*, no que diz respeito à sua espacialização sonora, quer em situação de performance em palco, quer no contexto de gravação em estúdio ou ao vivo, tendo em conta a problemática de *Como espacializar o Drumming GP no palco sonoro*.

O objetivo principal deste estudo é apontar para a possibilidade de se fazerem novas abordagens relativamente à espacialização de um *ensemble* de percussão, desde sistemas muito simples (como é o caso do *stereo*), a sistemas mais complexos (como é o caso dos sistemas multicanal). Apresenta -se na amostra em DVD, acoplada a esta tese, algumas dessas possibilidades e abordagens, fazendo algumas considerações.

A possibilidade de sonorizar um espaço através de vários altifalantes (sistemas multicanal), reproduzindo a tridimensionalidade do palco sonoro, foi uma questão premente neste estudo, pois é uma tendência nos requisitos dos compositores, programadores e de outros *ensembles* deste tipo, como se constatou ao longo do trabalho de campo junto dos agentes referidos.

É também objectivo inerente a este projecto observar se há ou não uma tendência da disposição de percussão em palco, quer seja por compositor, ou por “escola de composição”, ou mesmo por *ensemble*.

Com a investigação, foi-se percebendo algumas outras possibilidades e variantes, quer da técnica *ambisonics*, quer de outras técnicas e abordagens (como o *Wave Field Synthesis-WFS*, abordagem que no entanto não está no âmbito desta investigação).

Ainda relativamente à questão da análise objectiva e sistemática do conteúdo das entrevistas efetuadas ao longo do projeto, importa clarificar que esse objeto de estudo não está no âmbito deste projeto, que pretendia fazer uma proposta de mistura e espacialização, sem ser alvo direto e absoluto da opinião metódica, de uma amostra significativa de profissionais, quer do áudio, quer do meio musical. Apesar disso, como foi possível criar material suficiente, sendo possível produzi-lo após o término académico, a recolha que foi realizada no campo de acção deste projecto será objeto de estudo futuro.

2-Contexto do problema

O espaço, o tempo, a música...

A capacidade humana de localizar um som no espaço envolvente, corresponde a conseguir determinar a direção e distância dessa fonte sonora. Jens Herder aponta ainda que a “sensação de distância”, é o resultado de *delays*, reverberação e intensidade (Herder 1997).

Segundo *The Oxford English Dictionary*, “espaço” define-se como “as dimensões de altura, profundidade e largura onde todas as coisas existem e se movem” ou ainda como “ intervalo de tempo” (2012 2012). Conforme foi estudado por Maria Hanna Harley, reconhecida investigadora na área da relação e comprometimento do espaço na música, o conceito de espaço tem tido diversas abordagens concetuais em áreas tão diversas ao longo dos tempos, como na filosofia, na linguística, ou mesmo na matemática. Historicamente, há registos da preocupação com este conceito já no século IX, com Helmholtz, a referir a relação que existia entre espaço e tempo. A autora constatou ainda que o termo “espaço musical” foi usado em 1930¹¹, a propósito de uma comparação acerca da espacialidade na música de Debussy e na pintura.

A relação entre os conceitos de espaço, espaço-tempo, espaço musical e da música com a matemática e geometria, têm sido veementemente exploradas pelos investigadores e compositores. Segundo Harley, os parâmetros do som são separados em parâmetros musicais e manipulados por meios espaciais (Harley 1994).

Nils Peters defende que quando se fala em “espacialização” de determinado material sonoro, há *a priori* diversos procedimentos intrínsecos à própria aplicação da técnica, seja na disposição e calibração dos altifalantes (sistema de difusão), passando pelo próprio local/sala onde é projetada, como à própria técnica de espacialização. Segundo este autor, são vários os campos de conhecimento que devem ser considerados e aplicados no estudo da espacialização, seja a acústica de salas, a psicoacústica, o

¹¹ A propósito do tema “ espaço-tempo”, proposto por E. Cassirer no Fourth Congress of the Society of Aesthetics

processamento digital de sinal, a interação “ computador-homem”, a percepção musical, entre outros (N. Peters 2010), aos quais deverá ser dada a devida importância e enquadramento que não estão previstos na extensão e âmbito do presente projecto, embora tenham sido estudados no ciclo de estudos anterior¹².

Nos últimos anos, a investigação e tecnologia relativa à espacialização do som tem vindo a ser amplamente explorada, tendo-se desenvolvido e aplicado muito; já a sua implementação tecnológica em termos criativos tem sido contestada por parte de alguns compositores, como Natasha Barrett, teoria também apoiada por Peters, que defendem que esta oferta tecnológica está a ser sub-aproveitada (Otondo 2007; Peters 2010). Esta posição é reforçada por Marije Baalman, que defende que as ferramentas de espacialização à disposição implementam uma tecnologia que tanto podem restringir como potenciar as técnicas de composição musical, e por isso devem ser usadas com adequação ao fim artístico que se pretende atingir. Acrescenta ainda que as tecnologias devem ser desenvolvidas de modo a que possam ser utilizadas facilmente pelos compositores (Baalman 2010).

2.1-Declaração do problema

Como espacializar um ensemble de percussão no palco sonoro?...

Em comparação com uma orquestra, que em palco tem uma disposição muito rígida e definida, em que existem *standards* universalmente adotados¹³ (tanto em situação de concerto, como na abordagem da mistura fonográfica), a disposição em palco de um *ensemble* de percussão não tem um *layout* definido, pois os compositores que escrevem para percussão não usam sempre as mesmas diretrizes de disposição em palco na partitura (apesar de quase sempre haver uma legenda ilustrativa), e até dentro do catálogo das obras de um compositor existem métodos diferentes de dispor a percussão em palco.

¹² No decorrer da Licenciatura em Produção e Tecnologias da Música.

¹³ Apesar de haver inúmeros excepções na História da Música de compositores que deixaram diretrizes muito claras da colocação de “músicos fora do palco” para efeitos sonoros (como Mahler no Finale da 2ª Sinfonia, ou Respighi, no seu solo de trompete em Festivais de Roma ,no Requiem de Verdi, com Strauss na Sinfonia Alpina, ou Gluck com Orfeu e Euridice, onde no final do II Acto um ensemble de cordas e harpa tem a indicação de estar fora do palco, entre muitos outros), ou a necessidade de usar de vários maestros para dirigir uma “multi-orquestra”, como em Ives (44ª Sinfonia, que exige dois maestros) ou Stockhausen (Gruppen, obra para 3 orquestras à volta da audiência, inspirado pela musique concrète e o serialismo) de usarem claramente a dinâmica como ferramenta para criar a sensação de “distância” ou “aproximação” do som, ou fragmentação temática para criar efeitos de localização.

Apesar deste facto relativamente à disposição da percussão em palco, existem já propostas de classificação de desenhos espaciais (*spatial designs*). Existe uma proposta de classificação que é particularmente adequada ao cerne desta investigação, pois é apresentada segundo a perspectiva da fonte sonora *per se*, na indissociabilidade da sua essência e contiguidade na tridimensionalidade do campo sonoro, enquanto “parte de um todo”, em que o objeto sonoro é tido como parte integrante nesse campo.

Harley, autora que contribuiu para as primeiras incursões no estudo e abordagem empíricas deste projecto, discute exaustivamente esta perspectiva que baseia com a sua proposta de classificação no movimento dos *performers* e da audiência, estando em contraponto com a proposta de classificação de Boulez¹⁴, que é uma tipologia que deverá cobrir as várias situações de espacialização sonora e não só a clássica situação de “sala de concerto” com música instrumental. A autora anteriormente referida baseia-se na localização dos *performers* no espaço, como referido, sendo esta classificação uma “reflexão das divisões presentes no repertório da música espacializada”¹⁵ em detrimento do critério de seguir um esquema com o número fixado de *performers* ou *ensembles* no espaço (Harley 1994)¹⁶.

2.2-Caraterização da classe de percussão e enquadramento na problemática

A percussão enquanto “classe” é relativamente recente na música ocidental, tendo vindo a ser introduzida lentamente no contexto da orquestra, onde segundo Samuel Adler, era utilizada apenas como acompanhamento, ou para reforçar as linhas rítmicas e enfatizar as linhas harmónicas no acompanhamento da música marcial, informação apoiado por Donald Grout que reforça essa opinião afirmando que serviria também para dar ênfase e dramatismo a clímaxes e/ou para dobrar passagens, modelando a cor dos restantes instrumentos da orquestra (Donald J. Grout 2001; Adler 2002, 431; 494-500). Era uma classe usada pontualmente e raramente tinha um papel

¹⁴ Segundo a autora, P. Boulez terá apresentado em 1963 uma classificação de “desenhos espaciais” elementar, que dividia em tipologias “estáticas” ou “móveis”, considerando o conceito de simetria e assimetria nos esquemas estáticos (Harley 1994, 207-208)

¹⁵ (Harley 1994, 208)

¹⁶ Esta classificação compreende por exemplo as seguintes categorizações: o tipo de ambiente acústico [como espaço fechado, tipo sala de concerto; outro tipo de sala fechada; espaço aberto; espaço variável; espaço privado (head-phones)], tipologia de “espaços sonoros”, onde se refere ao tipo de fontes sonoras (seja acústica, electrónica, ou mista), à divisão de categorias da estaticidade ou mobilidade do público e/ou dos *performers*, e ainda uma proposta de design espacial para vários tipos de campos/fontes sonoras(sejam de qualidade acústica ou electrónica),entre outras considerações.

destacado (Tavernier 1998). A partir do início século XX, estando ainda o Ocidente mergulhado numa depressão económica e ainda sob o escrutínio de várias ditaduras impostas, surgiu um movimento que se denominou de Música Nova, que depois deu continuidade a vários cortes e aglutinações de ideais e utopias que dominaram a escrita de vários compositores como Stravinsky, Shostakovich, Copland, John Cage, Stockhausen, Bartók, Berio, Boulez, Schoenberg, Berg, Messiaen, Varèse, Milhaud, Xenakis, entre muitos outros. Estes compositores foram fulcrais para o desenvolvimento exponencial da classe de percussão, enquanto naípe independente do contexto orquestral (Blades 2005; Donald J. Grout 2001, 696-755; Harley 1994). Réjean Ceaucauge considera que a percussão, e propriamente os *ensembles* de percussão, são o novo meio escolhido para mediar a expressão artística de alguns dos maiores compositores do século XX/XXI, como Xenakis, Cage, Varèse, entre outros (Ceaucauge 2003, 47).

Algumas das razões pelas quais a percussão se desenvolveu tanto nos últimos anos deve-se também ao desenvolvimento tecnológico dos instrumentos, da fusão e troca de conhecimento oriundo das várias misturas culturais que se fizeram e conseqüentemente da interação entre vários tipos de instrumentos de origens e técnicas diferentes. Para além disso, deve considerar-se que as capacidades técnicas dos percussionistas se desenvolveu exponencialmente, proporcionando aos compositores matéria fértil em termos de exploração criativa dessas ferramentas performativas. Esta relação é biunívoca já que os próprios compositores ao longo do tempo também desafiaram a capacidade técnica dos percussionistas, ajudando-os a desenvolvê-la.



Figura 2-Performance do *Drumming GP* com Orquestra de Timbilas Moçambicanas, numa das sessões de espacialização deste projecto, em fevereiro de 2012.

Na figura acima apresentada está bem ilustrada a questão da fusão dos *ensembles* de percussão, como é o caso do *Drumming GP*, com os instrumentos de percussão mais ocidentais, como marimbas e vibrafones no plano de trás, com instrumentos tradicionais de outras culturas, como é o caso das timbilas no plano da frente, a propósito de uma das sessões de trabalho da fase de experimentação de captação e mistura, para este projecto em particular.

A complexidade e diversidade dos instrumentos do naipe da percussão, onde podemos encontrar membranofones, idiofones, aerofones e cordofones (Henrique 2002; Thomas 2001) quer de altura definida, quer indefinida e que podem ser abordados de várias maneiras diferentes, quer usando baquetas construídas com materiais distintos, quer usando as mãos para tocar, ou arcos de cordofones, ou o próprio corpo quer tirando partido da componente da música eletrónica, entre múltiplas abordagens distintas (Adler 2002; Mazza 2003) levanta alguns problemas em termos de **normalização da sua disposição em palco** e posteriormente, quanto à sua **espacialização** em termos de registo fonográfico, não existindo nenhuma norma, ou sequer registo sistemático de “como espacializar um *ensemble* de percussão”.

Observe-se em abaixo uma ilustração meramente demonstrativa da temática da disposição heterogénea do *Drumming GP* e que mostra a pertinência da sua aplicação enquanto estudo de caso da problemática apresentada.



Figura 3-Diversidade de *layouts* do Drumming GP em diversos programas¹⁷

Convém relembrar que no naipe da percussão é recorrente ser solicitado, por questões artísticas, a inclusão de instrumentos menos desenvolvidos organologicamente e até muito limitados em termos de projeção sonora, maleabilidade e fusão tímbrica, como usar instrumentos tradicionais e/ou pouco convencionais (adufe, apitos, travões-de-disco, copos, chapas, ossadas...), o que também incrementa a excentricidade do naipe na relação com a tecnologia e com *standards* de disposição no espaço, seja dentro do naipe, ou com outros instrumentos.

Ao contrário da “disposição de orquestra”, que está amplamente divulgada e obedece a um conjunto de critérios rigoroso (Michels 2003, 64), que se prendem com razões históricas, acústicas e musicais (H.Benade 1990), a percussão é uma classe que pela

¹⁷ Fonte: www.drumming.pt em 12/11/2011

sua natureza e história, pela diversidade de abordagem técnica e estética e pela pouca sistematização que existe nesta área, levanta sempre muitas questões e incertezas na sua implementação em palco, levando a que técnicos, músicos e compositores tenham que adaptar os procedimentos caso a caso, criando dispersão de informação e abordagens distintas.

2.2.1- Aspectos a ter em conta na decisão da disposição em palco da classe da percussão

Para além dos aspectos inerentes referidos, é muito importante considerar que a disposição de um *ensemble* de percussão em palco é sempre de acordo com o compromisso de vários aspetos, não necessariamente por esta ordem:

- orientações do compositor;
- orientações do diretor artístico;
- disponibilidade de espaço físico;
- disposição em ensaio;
- visibilidade entre músicos e entre *setups*;
- disposição dos *setups*;
- alinhamento do programa e sua relação com a montagem dos *setups*;
- orquestração;
- percussionistas disponíveis;
- os músicos têm de se ver e/ou ouvir uns aos outros e ao maestro (se houver);
- mudanças de página e “montagem”¹⁸ da partitura;
- existe frequentemente partilha de *setups* e mesmo troca durante uma mesma obra;
- a fisicalidade pronunciada que é exigida a um músico percussionista, pelas razões anteriormente descritas e porque os vários *setups* podem ter alturas e disposições muito variadas, o músico tem de se adaptar rapidamente (quase sempre toca de pé);

Em termos de *performance*, quer em contexto de ensaio, quer em termos de situação de concerto, os *ensembles* de percussão deparam-se frequentemente com espaços

¹⁸ Quase sempre é necessário “(re)-montar” a parte de cada músico por *setup*, que o faz individualmente, tendo em conta a otimização na leitura.

únicos e limitativos, quer em termos de dimensão ou forma, quer em termos de espaço útil para usarem, ou mesmo com a questão prática da operacionalização dos meios técnicos inerentes à *performance* (recorrendo à manipulação da eletrónica, amplificação e monição, por exemplo) (Tavernier 1998).

2.2.2- Tendências na abordagem da espacialização da percussão

A literatura estudada aponta para que não exista nenhuma norma universalmente adoptada por nenhum *ensemble* de percussão que dite a disposição a adotar em palco. Este fenómeno é facilmente explicado porque depende essencialmente dos fatores anteriormente descritos (Tavernier 1998), sendo também afetada, ainda que indiretamente na sua relação, identificação e interação com uma notação (essencialmente gráfica), pouco tradicional e formatada, como se poderá observar de seguida.

Manel Ramada considera muito importante a inclusão de um diagrama “visto de cima” na partitura (alusiva à disposição), pois facilita o estudo do intérprete e as trocas de instrumentos e baquetas inerentes à execução; se possível deverão ser indicadas as movimentações necessárias na própria partitura (sejam de mudanças de *setup* ou troca de instrumentos, por exemplo). O mesmo autor considera ainda que, a menos que o compositor queira um efeito específico estereofónico ou coreográfico, em obras para orquestra não se tem ainda muito cuidado com indicações deste tipo (Ramada 2000). Adler reforça esta ideia nas suas considerações acerca da disposição da secção de percussão; deixa por exemplo a indicação aos compositores de que será melhor anexar um diagrama dos *setups* na partitura geral e deixar indicações precisas de quantos percussionistas são necessários, considerando as limitações físicas mínimas inerentes¹⁹ ao desempenho da obra. Na figura abaixo apresentada, pode observar-se um exemplo da complexidade da disposição dos *setups* nesta classe. Atente-se para o diagrama da direita, onde se pode constatar que o compositor deixou bem clara a disposição que o *ensemble* deveria ter na sala, neste caso, envolvendo o público, formando um hexágono.

¹⁹ Consideram-se aqui limitações inerentes o facto de se lidar com o facto de só se ter duas mãos e duas pernas e ao facto de que se tiver de “partilhar setups”, tem de ter tempo eficaz para sair e chegar a cada setup.

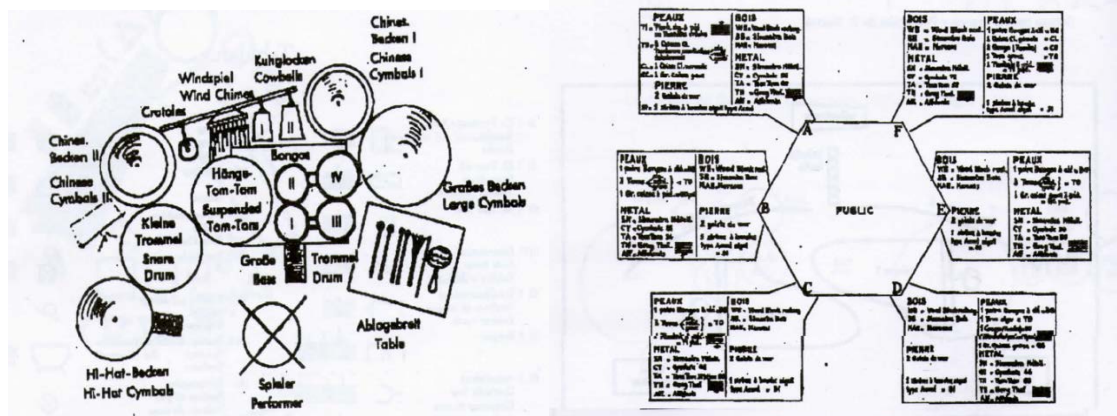


Figura 4-Exemplo de dois diagramas que constam nas partituras para percussão, à esquerda, a obra *Rotation* (H. Weiss) e à direita *Persephassa*, de I. Xenakis. Fonte própria.

A partir do século XX, em termos de perspectiva espacial, o naipe da percussão passou frequentemente, da parte de trás, “para a parte central e de frente do palco”. Steven Schick defende, apoiado por Aldo Mazza, que é graças ao desenvolvimento tecnológico dos instrumentos e das técnicas de baquetas usadas (chegam a ser 6 baquetas por percussionista!)²⁰, que o modo como se aborda a percussão atualmente foi reformulado, sendo urgente abordar este tipo de questões da espacialização, de maneira a criar uma base de sistematização, na componente do desenho de som (Mazza 2003, 24,25; Adler 2002; Schick 2006).

No entanto, há que referir que existe um outro mundo, que não é objeto de estudo estrito nesta tese, que é o mundo da percussão africana e oriental, étnica em qualquer dos casos.

No contexto destas culturas existe uma determinada normalização da disposição do *ensemble* de percussão em palco que se prende com o facto da tradição de música para percussão nestas culturas ser antiga relativamente à nossa, e por isso, a disposição dos instrumentos em palco é claramente definida e rigorosamente cumprida, baseando-se na hierarquia funcional e até sagrada de cada instrumento (ex^o. as “orquestras de timbilas” em África, ou as “orquestras de gamelão” na Indonésia). Apesar disso, e reforçando as considerações tecidas anteriormente, até este tipo de instrumentos/*ensembles* são por vezes solicitados pelos compositores ocidentais (e não só), para integrarem o naipe da percussão em orquestra ou para se fundirem nos

²⁰ Bem como a utilização da eletrónica por parte dos compositores.

ensembles de percussão profissionais, o que aumenta a complexidade na sistematização destas questões, conforme se pôde observar nas figuras apresentadas.

Há vários séculos que se testemunha a tentativa de vários compositores²¹ abordarem a questão da espacialização sonora, para explorar e potenciar as fusões e abordagens musicais, distribuindo os instrumentos pelo espaço, e segundo Harley, com o intuito de criar diversos efeitos acústicos de difusão, reflexão e refração. A propósito disto, importa realçar que o conceito de “projeção sonora no espaço” foi introduzido por Varèse (Producers & Engineers Wing 2004; Harley 1994).

Observe-se o exemplo da primeira página da partitura da obra para percussão *solo*, *Soliloquy*, de W. Kraft, na figura abaixo mostrada e o exemplo da partitura da obra *Persephassa*, na figura 4 (em cima, do lado direito).

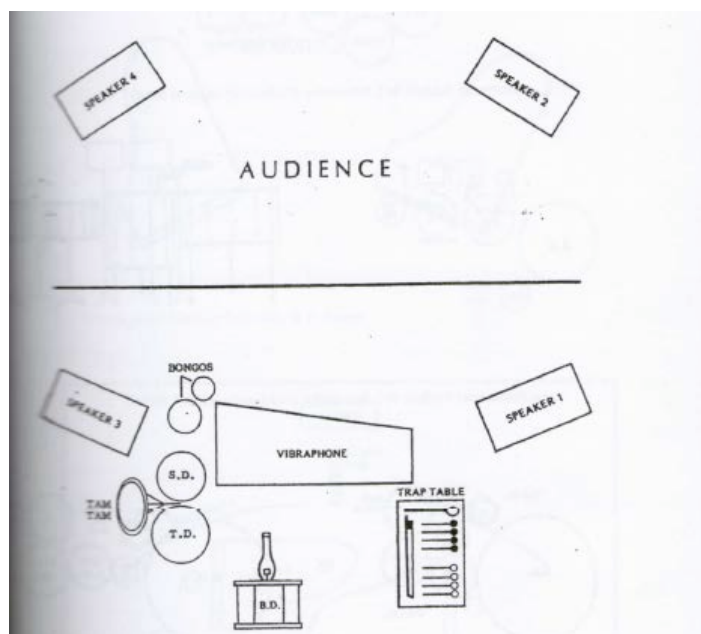


Figura 5-Layout do setup proposto pelo compositor para a obra “ Soliloquy”. Fonte própria.

Será útil observar o enquadramento das características das técnicas de composição tradicionais, que segundo Baalman, se enquadram dentro dos seguintes parâmetros e objetivos:

²¹ Com Varèse a introduzir microfones e altifalantes em palco e em 1958 a usar 350 altifalantes na difusão, com Poème Electronique (Varèse 1936, 17-22), Stockhausen em Kontakte (1958-60) e Oktophonie (1990/91).

-Criar trajetórias sonoras; usar a localização como um parâmetro serial; a distribuição mais ou menos difusa da energia sonora, o uso da estimulação de salas, seja acústica ou artificialmente (reverberação) e/ou a recriação de salas (Baalman 2010).

Em termos de notação, Shick realça que a partir do século XX, os compositores usam uma linguagem extremamente gráfica e que muitas vezes apelam a uma proposta de espacialização dos instrumentos, conforme já pode ser observado nas últimas figuras apresentadas (Schick 2006, 178-230), apresentando o exemplo de *Circles*, de L. Berio e como pode ser reforçado pela análise do diagrama que consta na partitura da obra *Aria*, de Englert (James Blades), como se pode observar nas imagens abaixo apresentadas:

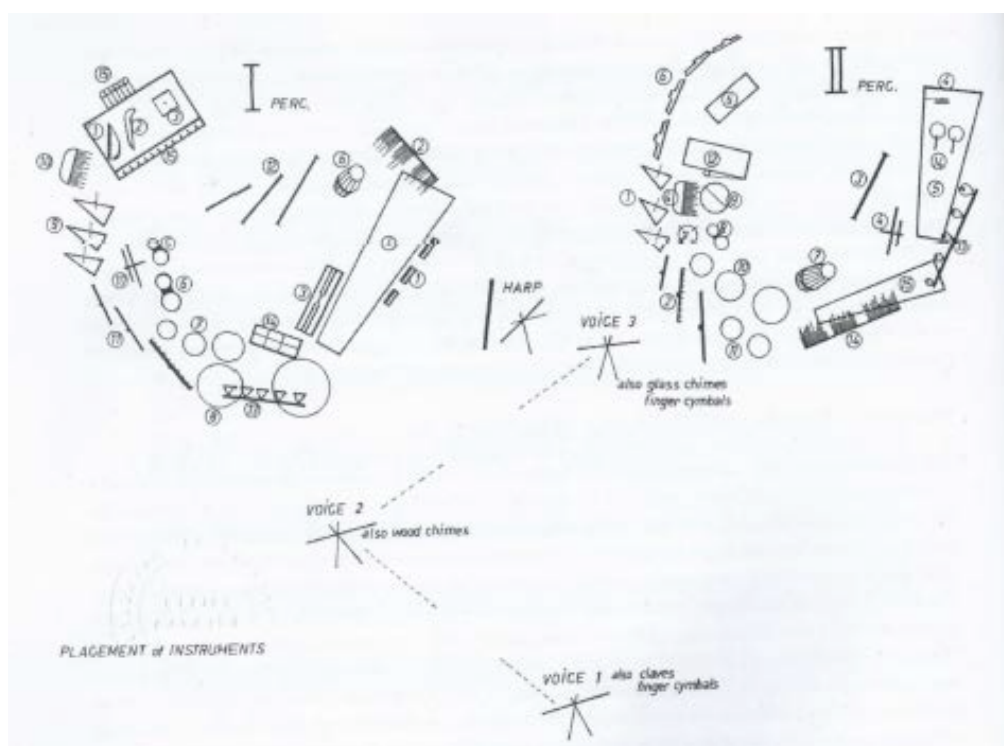


Figura 6-Layout da obra "Circles", proposto pelo compositor (L.Berio)

Fonte: Schick, p.24

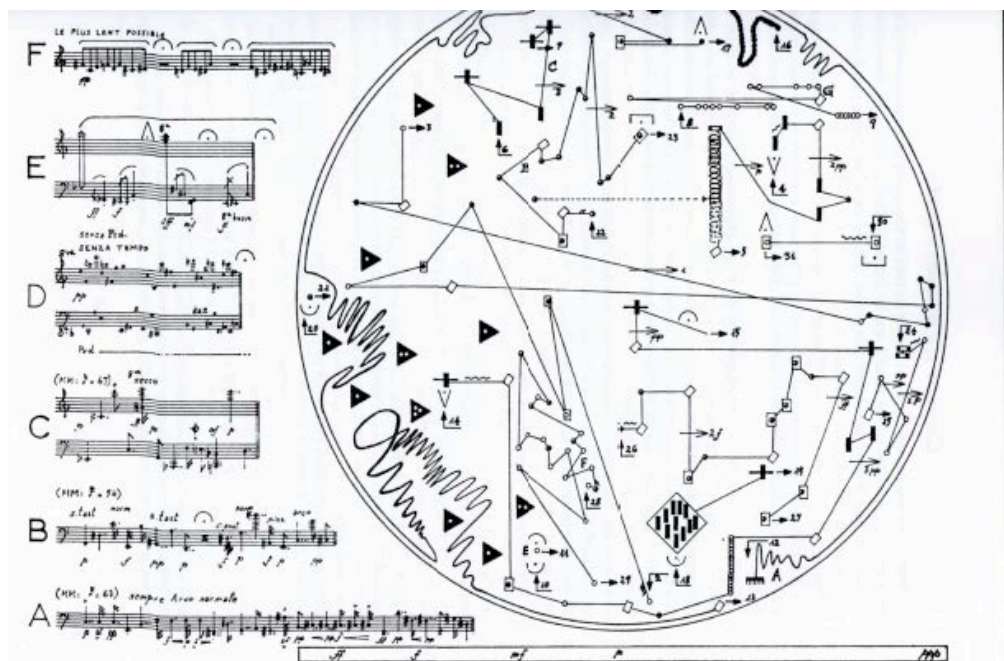


Figura 7- Layout da obra "ARIA", proposto pelo compositor (G. G. Englert).

Fonte: Blades, p.441

2.2.3- Abordagem a outros projetos

Existem diversos registos de alguns *ensembles* de percussão em *stereo* e em *surround*, e apesar de nos últimos anos ter existido um incremento de produções em *surround*, da audição rigorosa de vários fonogramas, detetou-se que quase todos eles abordam a imagem do palco sonoro numa "perspetiva tradicional"; isto é, a maior parte da informação musical passa-se à frente do ouvinte, ficando nos altifalantes de trás apenas a informação da sala reflexões/reverberação. Nestas referências, a perspetiva de "estar dentro do *ensemble*" no registo fonográfico, é quase inexistente.

Em 2011, a propósito do seu 50º Aniversário, "Les percussionistes de Strasbourg" apresentaram um programa na "School of Music and the Center of Digital Arts and Experimental Media (DXARTS)" que incluía as obras "Persephassa" (I. Xenakis), "Tempus ex Machina" (G. Grisey) e "On Space" (J.Pampin), sendo um estudo-de-caso pertinente de ser analisado, visto todas as obras deste programa terem

assentado esteticamente na exploração da difusão *surround*. Algumas considerações registadas nas “notas de programa” desta *performance* foram proferidas pelo próprio Gérard Grisey, que refere que, como na maioria dos seus trabalhos “ o material é quase sublimado num fluxo sonoro puro” (notas de programa do concerto); ainda relativamente à obra *Persephassa*, considera ainda que “ ganha muito do seu efeito por ter os seis percussionistas distribuídos à volta da audiência” (notas do programa).

A obra *On Space*, utiliza material gravado de outras obras, funcionando como um *background* sonoro, sendo esse material difundido em *surround* juntamente com o som produzido nos *setups* dos percussionistas (consultar notas de programa no apêndice 1).

3- Estado da Arte

Importa abordar alguns conceitos diretamente relacionados com a problemática referida, de modo a que se possam clarificar perspetivas ao longo desta tese e delimitar desde já o âmbito e extensão de áreas em que assentam os princípios deste projecto.

Neste capítulo serão enquadradas algumas questões relativas ao que se fez durante os últimos anos na área da espacialização, fazendo referência e um afloramento contextual às áreas confinantes.

É do conhecimento geral que uma *performance* ao vivo só pode ser experienciada por um número limitado de pessoas, tendo características de espaço e tempo, que são únicas em cada *performance*, sendo indissociáveis do local onde acontecem. A reprodução de uma *performance* gravada num espaço acústico específico, levanta algumas questões que se pretendem abordar neste projeto, aquando da espacialização num palco sonoro. A identificação e aplicação prática da espacialização de um *ensemble* de percussão no palco sonoro é a problemática abordada, pelas razões descritas anteriormente.

Importa perceber como têm vindo a ser abordados os conceitos relacionados com o “espaço na *performance*”. Segundo The Oxford English Dictionary ²², a primeira vez que há conhecimento de se ouvir falar do conceito de “*surround*” (em latim

²² <http://oxforddictionaries.com/definition/english/surround> em 3/10/2011

superundare), terá sido no século XIX, e era associado a “ algo que forma uma barreira à volta de um objeto”, algo relacionado com “estar à volta”.

Segundo o relatório da *EBU-European Broadcast Union*, o termo “áudio multicanal”, é usado para designar formatos de som multicanal para a criação, gravação, reprodução ou transmissão de eventos sonoros que usam mais do que dois canais de reprodução ou transmissão”; já o termo “ som *surround*” é comumente usado no contexto do “áudio multicanal” para “caraterizar a atmosfera acústica e o efeito de envolvimento de um som” (EBU Technical 2002, 1,2). Bruce Barlett define ainda o conceito de *spaciousness*, como sendo “a sensação de uma tridimensionalidade de espaço no ar” (Bartlett 1991), e Bradley et al, segundo Verheijen, considera que há duas noções distintas de *spaciousness*: a largura aparente de fonte e o envolvimento do ouvinte, cada uma delas associada a diferentes partes temporais do impulso de resposta do sinal, sendo que a noção de ampliação da fonte no palco sonoro se prende com uma relação com as primeiras reflexões (até 80 ms depois do som direto); Greisinger, afirma no entanto que as primeiras reflexões se devem considerar até aos 50 ms (Verheijen 1998; Griesinger 1999).

3.1-Considerações psico-acústicas. Contributos para os procedimentos.

O contributo da área da psicoacústica e paralelamente a influência da acústica de salas, demonstrou ser uma das áreas mais importantes que se abordou no decurso deste projecto. Embora sirva apenas de enquadramento, foram tidas em consideração algumas premissas básicas destas áreas, que tanto influenciam e contribuem para a problemática estudada.

Edwin Verheijen é um autor que afirma que só a partir dos anos 60 é que no contexto da acústica de salas e psicoacústica, se reconheceu que “as reflexões eram as responsáveis pela sensação de espacialidade” (*spaciousness*²³) e que só em 1971, com Barron, se deu a devida importância às reflexões laterais no seu contributo para a “impressão especial”; já em 1993, J. M. Potter refere-se a este fenómeno como a “ampliação subjetiva da fonte sonora”, tendo ainda descoberto que as frequências abaixo dos 1500 Hz não têm um contributo significativo para esta sensação.

²³ Segundo Wolfgang Hess e Jens Blauert , este termo por causar alguma confusão e divergência de opiniões no meio, foi resolvido quando Morimoto e Maekawa em 1999 introduziram o termo “auditory source width” (ASW) que segundo o autor é globalmente aceite(Wolfgang Hess 2005)

Segundo as recomendações estabelecidas pelo *standard* da indústria, o modo como naturalmente ouvimos será muito mais próximo do conceito de *surround* do que propriamente do conceito *stereo* ou *mono*. Luís Henrique defende que talvez seja porque o som que nos rodeia possa vir de todos os lados, condicionado:

-quer pela fonte emissora, cujo sistema é indissociável de 3 elementos: a excitação mecânica, o elemento ressoador e o sistema radiante;

-quer pelos limites do espaço onde se propaga, quer seja ao ar livre ou num espaço fechado ou pelo próprio meio em si (que em conjunto com os limites do sistema, reflexão, absorção e reverberação, determina como o som se propaga) (L. Henrique 2002, 103).

Rumsey defende ainda que os “sons naturais”, nos dão estímulos e deixas nas 3 dimensões (profundidade, altura e largura) e que as pessoas tendem a focar a sua atenção relativamente ao que acontece em frente a elas recorrendo à visão, e usando a audição quando a ação se passa atrás ou acima delas (Rumsey 2001, 1)

Para além destas considerações, ouviremos os sons complexos agrupados, sem os conseguir distinguir como elementos individuais e por isso, difusos e misturados, o que nos levará à sensação geral de espacialidade, sem uma noção determinada de “direção” ou “localização”²⁴(Blauert 1983)

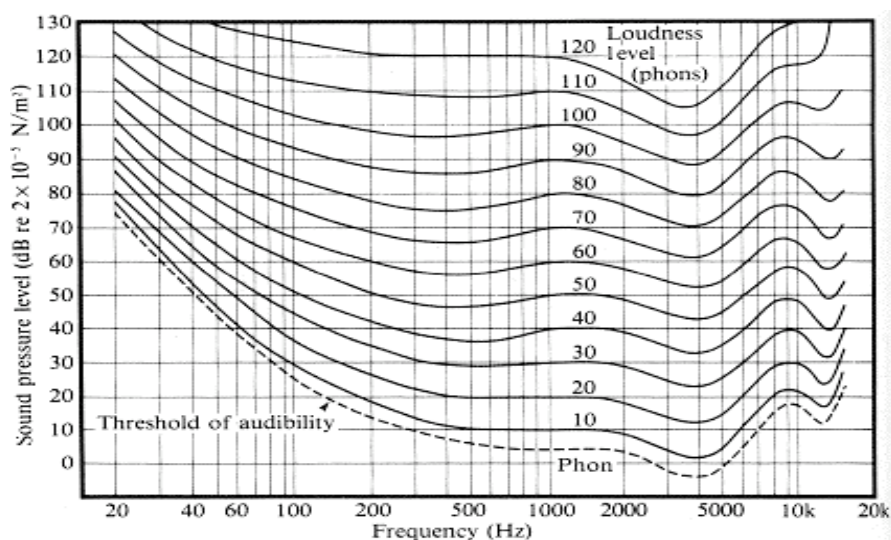
Gerzon postula ainda que não será preciso dominar o campo da psicoacústica, da Física do som e da Neurociência, para projetar um sistema de som *surround*, mas sim saber que tipo de informação do campo sonoro (estímulo discretizado), é necessário para criar uma determinada percepção e com esses dados (re)construir então esses mecanismos(Gerzon 1974). Everest realça ainda que não há “equipamentos subjetivos” que nos possam disponibilizar resultados das medições feitas à resposta que um estímulo físico provoca num indivíduo. Segundo este autor, a única maneira de medir a resposta humana a diferentes tipos de sons, é através dos testes psicoacústicos, que deverão seguir regras restritas, sendo estas respostas analisadas estatisticamente (Everest 2007).

²⁴Para aprofundar conhecimentos acerca destas contribuições, consultar também o “Efeito de precedência (Haas effect)”, em *Acústica Musical*, de L.Henrique.

Estimulo sonoro → Testes psicoacústico → Som subjetivo como resposta

Tendo em conta que o nosso sistema auditivo é irregular, resultando no incremento de sensibilidade na região das médias frequências, em comparação com as baixas frequências.

Por exemplo, de modo a ter a mesma sensação de intensidade nas baixas frequências, ter-se-à de incrementar esta zona, em termos de intensidade (Rossing 2000), como se pode observar no gráfico das *Curvas de Intensidade de Fletcher*.



8-Curvas de intensidade de Fletcher. Adaptado de Everest (Everest 2007,110)

3.2-As não-linearidades do sistema auditivo a ter em conta

Importava analisar e rever sucintamente alguns parâmetros importantes quando se reflete e implementam procedimentos na manipulação do som, nomeadamente no processo de mistura, relativamente ao que diz respeito à capacidade de localização de um som.

As diferenças de intensidade, de espectro e diferenças de tempo de um sinal sonoro, são parâmetros que o sistema psico-acústico usa para determinar a localização de um som (Blauert 1983; H.Benade 1990).

Observe-se ainda que um sistema que é linear pode definir-se como um sistema onde o sinal de entrada é igual ao sinal de saída, isto é, o que entra é igual ao que sai. Pelo contrário, um sistema não-linear implica sempre que haja distorção, relativamente ao sinal de saída, face ao mesmo sinal de entrada; há uma alteração do que saiu, relativamente ao que entrou. Isto pode ocorrer se por exemplo o sinal de entrada é excessivo face à capacidade do sistema, o que irá levar à introdução de distorções. Tal como este facto acontece com equipamento eletrónico, o mesmo acontece com o nosso sistema auditivo.

Há várias causas que interferem no processo de audição. Partindo-se do facto de que existe uma “não linearidade do ouvido” (seja ouvido externo, médio ou interno)²⁵, todas as características e variantes inerentes à sensação de intensidade, passando pelas características direcionais do ouvido que em muito influencia a percepção da direcção dos sons e a difração provocada pela cabeça (L.Henrique 2002, 809-880). Lund postula que o controlo da direcção e a distância de um som são fatores fundamentais na nossa capacidade de determinar a localização de um som (Lund 2000). Pulkki é ainda um autor que afirma que o som que nos chega a cada ouvido é diferente do som original, tal como é diferente do som que chega a cada ouvido, posição defendida também por L. Henrique, que sustenta ainda que o nosso ouvido tem características direcionais, pois tem diferentes sensibilidades conforme a direcção de incidência do som (apesar de abaixo dos 300 Hz a sensação de intensidade não depender da direcção do som) (D. Havelock 2008, 747-751; L.Henrique 2002). Rayleigh aponta ainda para que o nosso sistema auditivo usa diferentes mecanismos para localizar sons, acima ou abaixo dos 700Hz. Este e outros autores, como Strutt, defendem ainda que acima dos 5KHz, outro tipo de mecanismos são ativados (Strutt 1876, 32-33). Considerando ainda a posição de Roads, que defende ainda que os sons acima dos 6 KHz têm efeito reflector, quer no próprio ouvido externo, quer nos ombros do ouvinte, afetando assim a localização vertical nessa banda de frequências²⁶.

O referido autor sustenta que a localização é dependente da parametrização de 3 dimensões (Roads 1996, 458-460):

²⁵ O ouvido é capaz de gerar frequências que não existiam no sinal original (e que varia por sua vez ao longo da gama de frequências).

²⁶ Há a introdução de delay's, consequência das reflexões, resultando num efeito de comb-filter no espectro sonoro (Roads 1996)

-Azimuth ou ângulo horizontal²⁷;

-Distância (para sons estáticos) e *velocity* (para sons que se movem);

-*Zenith* (altitude) ou ângulo vertical.

Para a determinação da distância o ouvido obedece às seguintes premissas: relação do sinal direto e do sinal reverberado, que diminui em intensidade de acordo com a lei do quadrado da distância; a perda dos componentes da zona das altas frequências e do detalhe dos sons mais ténues, que também diminuem com a distância.

O mecanismo da localização das fontes sonoras foi um dos mais importantes a levar em linha de conta no desenvolvimento de determinados procedimentos e influenciou os critérios de mistura adotados. Segundo Gerzon, relativamente a este mecanismo, o sistema auditivo terá desenvolvido diferentes métodos de o aplicar, tendo desenvolvido como que um sistema de prioridades para decidir que método usar em diferentes situações, em que as expectativas, experiência e atenção que existem *a priori* são determinantes nos resultados obtidos. Este autor defende ainda que se terá de ter em conta o “efeito Haas” que postula que as primeiras reflexões de um som nos dão indicações da sua direção (Gerzon 1974).

Ainda segundo Gerzon (que cita outros autores), ao longo da evolução humana o nosso sistema auditivo deverá ter encontrado estratégias diferentes conforme a gama de frequências em questão, conforme prenunciado anteriormente. Para além disso, o nosso ouvido insere-se no sistema psicoacústico, de modo que as expectativas e outros mecanismos (como o “Efeito de máscara”, o “efeito *cocktail party*”, ou os “limiares de audibilidade”), deverão influenciar a nossa audição e o que experienciamos dela (Gerzon 1974).

O modo como ouvimos naturalmente e o método de recriar artificialmente esse fenómeno terá sido sempre o grande busílis e mistério dos profissionais da área do áudio.

Gerzon defende que os mecanismos que possibilitam a localização dos sons pelos nossos ouvidos não são satisfeitos pela maior parte dos sistemas (de reprodução

²⁷ Por sua vez, para determinar o azimuth (ângulo vertical) de um som, o ouvido deverá recorrer aos diferentes tempos de chegada do som a cada ouvido, vindo apenas de um dos lados; ao efeito de sombra da cabeça²⁷; e ao efeito causado no espectro pelo comb-filter das reflexões das altas-frequências no ouvido externo e nos ombros.

eletrônica), pois os canais de distribuição são insuficientes (Gerzon 1974). Esta posição é também partilhada por outros autores como Stuart que refere que “ em geral, quanto mais altifalantes forem aplicados, mais eficazmente é reproduzido o campo sonoro”, defendendo ainda que se deve ter em conta que “ já que os sistemas multicanal não têm uma correspondência de 1:1 entre os canais transmitidos e os canais difusores, será necessário um conhecimento profundo do sistema psicoacústico, para evitar discrepâncias de timbre e intensidade (Stuart 1996). Lund acrescenta que o *sweet spot*²⁸ (a área de escuta preferencial) será mais alargado do que nos sistemas *stereo* convencional (Lund 2000).

Segundo Verheijen, será fundamental preservar os requisitos da imagem sonora na produção, nomeando os mais importantes, como: a distância e direção das fontes, correspondendo à localização; bem como o nível de difusão do campo reverberante e a impressão geral do ambiente acústico (Verheijen 1998). Foi importante conhecer e levar em linha de conta todos os parâmetros descritos aquando da fase prática de captação e mistura do projeto, já que condicionou as escolhas técnicas levadas a cabo.

Ainda a considerar como influência inerente à espacialização em espaços fechados, será a área da acústica de salas²⁹ e embora não seja de todo do âmbito deste projeto fazer um estudo exaustivo nesta área, importa chamar a atenção deste parâmetro, quer seja relacionada com a sala de captação, ou mistura.

Várias são as perspetivas e teorias, segundo as quais a acústica de salas é estudada. Este é um ponto extremamente importante quando se fala em música, instrumentos musicais e *performance*, no sentido em que, sendo a sala uma extensão do próprio instrumento, condiciona e limita a *performance*, já que interfere diretamente com o músico, através das suas reflexões e por isso, afeta diretamente qualquer gravação e/ou difusão sonora. Um dos parâmetros mais importantes e estudados é o “tempo de reverberação” da sala, que não é mais do que o tempo que um som perdura numa sala, após a fonte sonora se ter extinguido (H.Benade 1990, 189-191). Nenhuma sala é “boa” ou “má”, depende a que fim se destina. A teoria psicoacústica, já referida, é uma teoria que foi abordada por Schroeder et al, onde foi proposto um parâmetro para a determinação da qualidade acústica de uma sala, *Interaural cross-correlation*

²⁸ N. Peters debruça a sua investigação no estudo e análise na reprodução de áudio espacial focado na problemática do *sweet spot*(Peters 2010)

²⁹ Segundo L.Henrique a acústica de salas é “um ramo da acústica aplicada que estuda o campo sonoro gerado em espaços fechados (...)” (Henrique 2002, 758)

coefficient -IACC (coeficiente de intercorrelação binaural). (Schroeder 1974). Este conceito foi posteriormente desenvolvido por Yoichi Ando ³⁰ (L.Henrique 2002, 757-798).

Esclarece-se desde já que a abordagem ao “áudio 3D” não está no âmbito desta investigação, que sendo segundo Takala et al, é usado para enfatizar a sensação de presença, no contexto da criação dos ambientes virtuais (M. Grohn 2001). Segundo a literatura consultada, esta é uma tecnologia deveras recente e com muitas lacunas e vazios em termos de publicações científicas, pelo que se optou por não alargar o âmbito deste projecto a essa temática, aguardando pela consolidação e sistematização das áreas científicas adjacentes.

3.3-Aspetos a ter em conta nos contributos da composição e sua influência na espacialização

Relativamente à “direção” e “trajetória” dos sons, J. Chowing³¹ é um autor deveras importante já que através da sua obra *Turenas*, deu um contributo importante para a compreensão e exploração destes conceitos no contexto da espacialização sonora, onde apresentou o desenvolvimento de algoritmos que criavam trajectórias sonoras à volta dos ouvintes, criando ainda deixas de percepção espacial, como o efeito dopler³², efeito da absorção do ar e da atenuação som com a distância (Zelli 1998)³³, Roads defende ainda que os delays são uma das deixas fundamentais para a “localização” num sistema multicanal (Roads 1996, 436).

3.3.1-Abordagem histórica aos sistemas de difusão

De seguida faz-se brevemente um enquadramento de como foi o caminho dos sistemas multicanal até aos dias de hoje, nos seus pontos mais significativos no áudio multicanal, enquanto influência neste projecto.

Nos anos 30 os *Laboratórios Bell* fizeram diversas experiências no que diz respeito ao formato do áudio multicanal e em 1938, a *Walt Disney*, criou a ideia de adicionar “som

³⁰ Professor no “Dept. of Quantum Functional Materials Institute of Scientific and Industrial Research (ISIR) Osaka University”

³¹ J.Chowing é também o pai do algoritmo de síntese FM.

³² Quando a distancia entre o som e ou ouvinte varia, a deixa da velocity do som é uma alteração da “altura” (pitch) do som (Roads 1996)

³³ O seu trabalho deu origem a várias abordagens como o “Spatialisateur” do IRCAM, ou o “Halaphone” usado por L. Nono e P.Boulez.

surround” ao seu seu filme *Fantasia* (Producers & Engineers Wing 2004; Ron Streicher; Dooley 1985) (este conceito foi de tal maneira inovador, que quando saiu em 1941, ficou conhecido como *fantasound* (Owsinski 2006, 66-70; Klapholz 1991). Este sistema consistia num sistema de 4 canais, em que eram enviados efeitos para os canais de trás, havendo um canal esquerdo, frente, direito e um *mono surround*, sendo codificado em 2 pistas. Este conceito foi usado pela “ Fox Cinemascope” mas só nos anos 60 ocorreu um uso mais alargado através do *Dolby Stereo*. Esta experiência é considerada o predecessor do atual sistema *5.1 surround*, sendo que a diferença é que no filme da *Disney*, o sistema usava apenas 3 canais que eram reproduzidos através de 5 colunas(Holman 2000).

Apesar de o *stereo* só ser comercializado nos anos 50, Blumlein antecipou a quadrafonia em 1931 tendo desenvolvido uma matriz de 4 canais (Gerzon 1974).

Ainda nos anos 50, a *20th Century Fox* começou então a usar um sistema de 4 canais (3 canais centrais e 1 canal *surround*), “simultaneamente foram usados seis sistemas nos musicais *Oklahoma* e *South Pacific* tendo 5 canais frontais e *surround*, atrás da audiência (Hietala 2007).

A *Cinemascope*³⁴ usava na mesma altura um sistema *stereo* de 4 canais (3 canais centrais e um de efeitos, sendo um precedente para a evolução da introdução do filme de 6 pistas de *70mm*, com 5 canais frontais (esquerdo, esquerdo/centro, centro, centro/direito, direito e um canal de *surround*) (Producers & Engineers Wing 2004).

O sistema quadrifónico, que nos finais da década de 60 e princípios de 70, em termos de expressão comercial, por limitações técnicas, tecnológicas e económicas³⁵, não teve a aplicação e reconhecimento devidos na indústria e no mercado da música (na altura vivia-se a era do “vinyl”, usando-se a manipulação de fase e amplitude). Para além do factor de que os consumidores não estavam preparados para investir na aquisição de 4 altifalantes e num sistema adicional de amplificação e descodificação, já que o sistema quadrifónico consistia na altura num sistema de 4 canais em 2 pistas.

Em termos de difusão, as indicações de montagem orientam para que os altifalantes sejam montados equidistantes do *sweet spot*, formando um quadrado, conforme se

³⁴ Cinemascope (35mm)- em cada fita eram gravados magneticamente, em bandas estreitas ,diversos canais de som Surround Sound Pasta, Present, and Future- A History of multichannel audio from mag stripe to Dolby Digital-DOLBY http://www.dolby.com/uploadedFiles/zz_Shared_Assets/English_PDFs/Professional/2_Surround_Past.Present.pdf-13/05/2011

³⁵ Podendo apontar-se como condicionantes as imensas propostas por parte das marcas, aumentando a dispersão por resultado da competição e concorrência das diversas marcas, não havendo uma oferta de homogeneidade de formatos ao consumidor; por exemplo a guerra entre a Beta e o VHS.

pode ver na figura do lado direito, em contraponto ao tradicional sistema *stereo*:

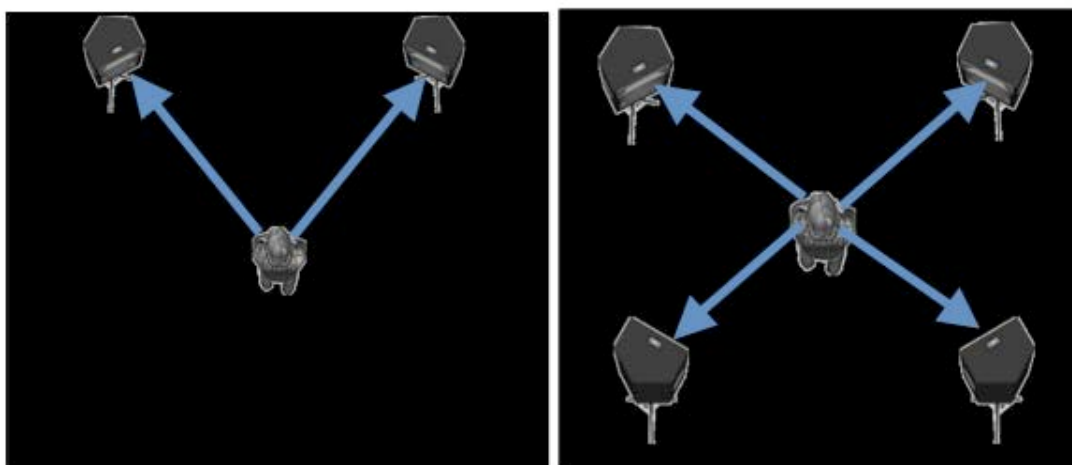


Figura 9-Ilustração do sistema *stereo* e do sistema quadrífonico. Fonte própria.

Em 1967 o grupo de *Rock*, *Pink Floyd*, produziu o que é considerado e documentado como o “primeiro grande concerto com som *surround*” no “Queen Elizabeth Hall”, em Londres³⁶, que teve como predecessor a obra de Stokhausen (*Kontakte*). Steinke (D. Havelock 2008) refere ainda que na mesma época, na Alemanha foi introduzido um sistema de difusão multicanal que era distribuído por diversos altifalantes à volta da audiência, que recebiam o mesmo sinal que era então atrasado de várias maneiras. Graças à necessidade de sincronismo e do processo de distribuição serem partes integrantes desta indústria, a adopção de matrizes de codificação como o *Dolby stereo* (1976) tornaram-se prática comum³⁷. Os Laboratórios da *Dolby* apresentaram ainda um sistema de matriz, denominada *Dolby Stereo (35mm)*³⁸

O *dolby stereo* foi na altura usado em filmes que tiveram muito sucesso, como “*Star Wars*”, mas cedo se percebeu que a resposta em frequência, relativamente às baixas frequências, era muito aquém do que se mostrava ser necessário, passando a ser introduzido um canal de baixas frequências independente e exclusivo (Holmann, 2000). Foram vários os contratempores para este sistema que, como Tozzoli defende (relativamente à falha do sistema quadrífonico), se deveu a este ter uma tecnologia “à frente da sua época” (Tozzoli 2005). Apesar disso, na mesma altura, o formato VHS

³⁶ Os Pink Floyd foram a primeira banda a usar um equipamento dedicado para fazer a panorâmica no sistema quadrífonico- Azimuth Co-ordinator http://www.pinkfloyd.com/history/timeline_1967.php, em 28/12/2012

³⁷ Esta tecnologia permitia transportar os canais esquerdo, direito, centro e um canal de trás mono *surround*.

³⁸ Através do registo de 2 canais através da tecnologia óptica, se derivavam 4 canais de informação já usada no mono dos anos 30 (*Surround Sound Past, Present, and Future- A History of multichannel audio from mag stripe to Dolby Digital-DOLBY*)

provocou uma mudança de atitude do consumidor, pois passou a poder desfrutar do “cinema em casa”. Desde essa altura, os formatos de entrega (*cassettes*, *CDs*, leitores portáteis...) tornaram-se uma norma e o sistema *Dolby Pro Logic* permitiu uma experiência *surround* (esquerdo, direito, centro e *surround-LCRS*) que podia ser facilmente experienciada em casa através de um descodificador.

3.4-O sistema 5.1

A base de investigação deste projeto relativamente às questões relacionadas com o formato final de entrega mais adequado e acerca da frequência de amostragem mais adequada a adotar neste projeto, teve como base inicial um documento elaborado por mim, anexado a este projecto

Nos últimos anos a indústria do áudio tem mostrado a tendência para acompanhar os formatos HD (*High Definition*) do mundo da Imagem/Vídeo, em detrimento dos formatos SD (*Standard Definition*) como os que se usam no CD (*Compact Disc*). Tal tendência provocou o uso incrementado de *sample rates* (frequências de amostragem), cada vez mais elevados, podendo ir até ao uso de 192kHz, o que tem levantado muitas dúvidas, discussões e mitos criados no meio.

Numa investigação anterior percebeu-se a existência de uma preocupação no meio em relação aos obstáculos que a Indústria Áudio encara ao tentar fazer da “alta definição” um sucesso comercial. Numa convenção da AES (*Audio Engineering Society*), J. Watkinson postula que a “possibilidade que os formatos de alta definição oferecem, excedem os limites acústicos da maior parte das gravações” (WILLIS 2007, 1-2).

A enorme oferta de formatos “para além de causar confusão entre os consumidores, também criou desafios aos fabricantes, de maneira a produzirem com o compromisso qualidade -preço” (WILLIS 2007, 1-2).

Depois de uma análise ao mercado constatou-se que o formato que rapidamente se implementou e continua a criar mais adeptos é o DVD – Vídeo (De LANCIE 2001, 5). Percebeu-se que a expressão comercial do formato de consumo emergente, DVD-Vídeo, em comparação com os formatos HD, como o SACD (*Super Audio Compact Disc*)³⁹ ou o DVD-Áudio, é muito maior, provavelmente porque prima pela versatilidade das suas aplicações quer em filmes e conteúdo media, quer em aplicações como

³⁹ O SACD usa o DSD – Direct Stream Digital – pelo método de codificação de 1bit, especificado pelo Scarlet Book [3].

vídeos musicais, jogos, entre outros (De LANCIE 2001, 19). Sendo que comercialmente se trabalha para este formato, surgiu a necessidade de compreender rigorosamente se a produção áudio em alta definição introduz mais-valias na percepção de análise do áudio final produzido. Para tal, analisou-se no estudo realizado anteriormente, se existem ou não diferenças subjectivas perceptíveis entre duas amostras produzidas respectivamente às frequências de amostragem 48kHz e 96kHz, para o formato DVD-Vídeo, para o qual foi desenvolvido esse estudo anterior⁴⁰. Nos últimos anos a demanda dos sistemas de áudio de “alta definição” dos estúdios profissionais tem migrado para o mercado de consumo através da disponibilidade de *media* que oferece a capacidade necessária e os mecanismos de *hardware* correspondentes, como os transdutores e conversores A/D, levando o formato do CD tradicional a perder o seu estatuto como referência no equipamento de áudio (consultar em “Apêndices”, o documento elaborado acerca das considerações que estiveram na base do estudo do formato DVD-Vídeo) .

Juntamente com a componente forte de Imagem e conteúdo *media* associado, o DVD-Vídeo apresenta grandes probabilidades de continuar a ser o formato de consumo por excelência nos próximos anos.

Apesar de existir literatura acerca das boas práticas da mistura de som para o sistema 5.1., quase todos os estudos e documentação técnica se baseiam na calibração do sistema 5.1 para **Cinema**, pois este é um sistema intrinsecamente ligado ao desenvolvimento desta indústria e à sua história. Por isso, as considerações das boas práticas, os procedimentos recomendados, adotados e (re) conhecidos pela grande parte dos técnicos e sonoplastas, acaba por ser muito influenciada por este tipo de abordagem, que abrange ainda o modo como a maior parte das pessoas concebe, aceita e entende a mistura de música para sistemas multicanal.

De assinalar, que na indústria do Cinema toda a cadeia áudio tem uma parametrização bem definida e é descrita exaustivamente, no que diz respeito ao sistema de amplificação e equalização, passando pela descrição exaustiva do equipamento, até ao tipo de tratamento acústico que as salas de mistura e posterior difusão para o público devem ter. Disto resultaram um conjunto de normas que criaram os *standards* da indústria, implementados há muito tempo nos Teatros e Cinemas, obedecendo a

⁴⁰ Este estudo pode ser consultado nos anexos desta tese e que foi consultado como fonte de estudo nesta secção.

rigorosos testes de calibração e manutenção dos sistemas (como exemplo: THX). Para além disso, há que ter em consideração que, ao nível da produção, comparativamente ao nível do consumidor, o *workflow* é o mesmo, eliminando a questão das falhas ao nível de implementação e calibração de sistemas⁴¹.

Há ainda que ter em conta que grande parte dos consumidores de música irá ouvir num sistema de “home cinema”, o que poderá levar à adulteração da intenção da mistura elaborada pelo “tonmeister”⁴², por vezes com grande distância daquilo que foi produzido em estúdio. Será uma mais-valia perceber como otimizar o processo da cadeia de mistura para 5.1, desde a captação à difusão e sistema de escuta, tendo em conta o modo como o consumidor comum vai ouvir a música em 5.1. Nesse sentido, os laboratórios *Dolby* fizeram um esforço no sentido de reunirem informação que pudesse ser seguida adaptada para a produção de música em 5.1, tendo em conta estes fatores, informação que foi tida em conta no desenvolvimento deste projeto, nomeadamente no processo de mistura (Dolby Laboratories 2005). Segundo alguns especialistas (Dolby Laboratories 2005), a apropriação e aplicação das regras implementadas do *standard* 5.1 (originalmente desenvolvidas a pensar no Cinema), aos sistemas de produção e formato de consumo de música em 5.1, seriam uma mais-valia para o consumidor, tendo documentado convenientemente como adaptar o sistema de difusão e produção usado em cinema, para a produção de música, como já foi apresentado.

Segundo Rumsey, este *standard*, também é referenciado como “3/2 Stereo” em reconhecimento à posição da configuração na hierarquia dos sistemas *stereo* multicanal, que vão do *mono* a muitos canais”⁴³.

Tozzoli aponta ainda que à medida que o desenvolvimento do som em Teatro e o sistema 5.1 se foi tornando mais comum, o *Dolby Digital* e o *DTS* tornaram-se o *standard* aplicado ao formato de consumo.

⁴¹ No contexto da parametrização de mistura e difusão, passando pela conceptualização dos objetos sonoros (Michel Chion 1994; “<Miking with DPA Microphones A workshop in Surround Miking .pdf>”; Cubitt 1998; Mikkel Nyman 2003) à descodificação do sistema psicoacústico, este sistema está bem documentado.

⁴² Tonmeister: é a expressão de origem alemã, usada no meio profissional para denominar o profissional que trabalha em produção musical, tendo aptidões e conhecimentos técnicos (captação, gravação,mistura,etc) e conhecimentos artísticos (arranjos, composição, etc.)

⁴³ Segundo o documento técnico Multichannel surround sound systems and operations (Francis Rumsey and Sawaguchi 2005)

3.4.1-Configuração do sistema 5.1

A abordagem à montagem e calibração do sistema 5.1 usado na mistura deste projeto está assente num *standard* de *broadcast*, ITU-R BS.77-5 e em vários documentos da *European Broadcast Union*⁴⁴. Estas recomendações ditam a colocação de 5 altifalantes discretos no espaço à volta da posição de escuta: três à frente (L, *left*, R, *right*, e C, *center*), dois atrás (Ls, *left surround* e Rs, *right surround*)⁴⁵

A questão de por vezes também ser denominado de “ 3.2 “ deve-se ao facto de ter havido a necessidade de acrescentar mais um canal, LFE (*low-frequency channel*), sendo reproduzido num *sub-woofer* (que dá a possibilidade da extensão frequencial grave ser aumentada). Este canal é também conhecido por ser o “canal dos efeitos especiais” na indústria do cinema⁴⁶. A largura de banda é limitada entre os 20Hz e os 120 Hz, tendo o incremento de mais 10 *dB*, segundo este *standard*.

Segundo a consulta de vários documentos técnicos⁴⁷, chegou-se a um consenso há alguns anos atrás, acerca da configuração que deveria ser adotada, procurando satisfazer o compromisso de se conseguir proporcionar uma reprodução espacial que potenciasse e servisse para a optimização da representação desse espaço e a necessidade de criar uma abordagem compatível e prática com a reprodução de dois canais até aí formatadas.

Em 1987 o sistema *surround* 5.1 foi desenvolvido como *standard* para “o som para Cinema” (Holman 2000). Esta configuração ficou conhecida como “sistema de reprodução 5.1” por convenção, devido ao uso de 5 canais de frequência (3 canais centrais, L, esquerdo, C, centro e R, direito, e dois canais *surround*, Ls-*left-surround* e Rs-*Right surround*) e de um canal adicional, conhecido como “ LFE” (.1- tendo uma banda de frequências muito limitada), como já referido. Os canais da frente, L e R, mantinham a sua compatibilidade com o *stereo*.

A indústria do cinema usou durante muito tempo o sistema de 3 canais frontais (esquerdo, centro e direito), desenvolvida pelos *Laboratórios Bell*, de modo a

⁴⁴ International 2007; EBU Technical Report BPN021 1999

⁴⁵ Quanto à calibração do sistema e das condições de escuta na mistura, consultar documento em “apêndices”

⁴⁶ Owisinski chama-lhe *boom-channel* (Owisinski 2008; ITUR-BS.775.1 1994)

⁴⁷ Francis Rumsey and Sawaguchi 2005

proporcionar o ancoramento/fixação dos diálogos, eliminando a “phantom image”⁴⁸ que o *stereo* proporciona (Owsinski 2006)⁴⁹.

Existem várias alternativas ao sistema 5.1 anteriormente apresentado, que são variações deste, tal como o formato usado pela Dolby-EX e o DTS-ESTM⁵⁰. O primeiro, *Dolby-Ex*, tem a variação de acrescentar um altifalante central na parte de trás, que não sendo discreto, resulta da codificação dos canais de trás, Ls e Rs. (Producers & Engineers Wing 2004). Desde já se esclarece que em todas as designações posteriores, os canais de difusão serão abreviados com as denominações apresentadas na próxima página.

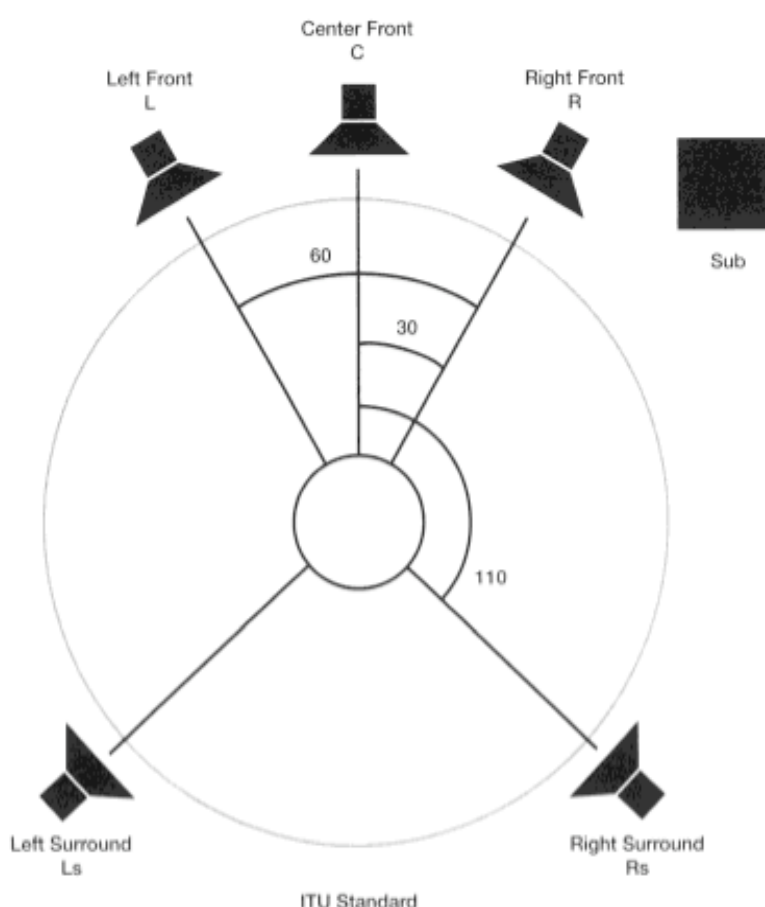


Figura 10 - Diagrama do *standard* do sistema 5.1

Fonte:Retirado de Pro Tools Surround Sound, de R. Tozzoli (Tozzoli 2005)

⁴⁸ O conceito de “phantom image” foi reconhecido por Alain Blumlein em 1931.

⁴⁹ A norma “SMPTE RP 173:2002-Loudspeaker Placements For Audio Monitoring In High-definition Electronic Production” onde é descrito o modo como o sistema deve ser calibrado, é mais uma das normas orientadoras, onde é frisado a questão da fixação dos diálogos.

⁵⁰ Estes formatos juntamente com o MLP e o DST (Direct Stream Transfer, que é o único que não é processado através de PCM, sendo obtido através de DSD)são os formatos mais usados para a codificação discreta para surround

L Left
R Right
C Centre
LS Left Surround
RS Right Surround
LFE Low Frequency Extension

O *standard* que foi adotado no endereçamento de canais na produção da mistura e masterização do 5.1 neste projeto é o da Dolby, SMPTE e ITUR, como se pode observar:

Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4	Canal 5	Canal 6
Esquerdo Frente	Direito frente	Centro	<i>Low frequency effects</i>	Esquerdo trás	Direito trás

4-O projeto

Modelo de investigação adoptado

Seguindo os critérios de Raymond Quivy, sendo uma investigação de cariz qualitativo e tendo-se em conta todo o contexto da problemática, a adopção de um estudo-de-caso como método seria a decisão metodológica mais acertada a adoptar (Raymond Quivy).

No início desta investigação, o desafio de fazer um projeto de gravação com o *Drumming GP* surge como uma oportunidade única para abordar empírica e sistematicamente a questão da espacialização no palco sonoro de um *ensemble* desta natureza, em quase todos os concertos⁵¹. Para além disso, estavam programadas algumas gravações para a passada temporada e também isso servia para testar a questão da mistura e espacialização de um *ensemble* de percussão.

Este estudo partiu de um contexto de trabalho que explora exhaustivamente a *multimédia*, servindo diversos conceitos artísticos que se baseiam essencialmente em

⁵¹ A média de concertos é de ocorrerem uma vez por semana ao longo do ano.

cenários de espacialização sonora, com incidência na classe da percussão. Para além disso, a motivação gerada pela experiência empírica e profissional, resultado de alguns anos na área da captação, mistura e produção de conteúdos *multimédia* eclodiu neste projeto, cuja amostra é objeto de estudo nesta tese.

Após a análise exaustiva do conteúdo fonográfico existente, participação e implementação de instalações sonoras, trabalho de som ao vivo em grandes espaços⁵², gravação em estúdio e do longo trabalho desenvolvido em parceria direta na composição em tempo real, com diversas soluções para a difusão sonora⁵³, constatou-se que um dos problemas mais frequentes nesta especificidade passava por se conseguir implementar e compreender um desenho de som *standard* dos *ensembles* de percussão. Testar e observar a abordagem à espacialização do *Drumming GP* oferecia um contacto direto e privilegiado de trabalho de campo, lidando com diferentes situações onde se podiam deixar abertas as hipóteses de, em determinado momento do processo, surgirem aspetos importantes para a investigação, tal como se verificou. A especificidade deste tipo de *ensembles* em Portugal, com o grau de programação, acessibilidade e qualidade artística que este *ensemble* tem, é quase inexistente. Para ilustrar a dificuldade de se conseguir reproduzir ou recriar uma imagem otimizada do palco sonoro num sistema de difusão adequado para este tipo de formação⁵⁴, observe-se as seguintes figuras elucidativas, onde se pode observar a diversidade de *layouts* e *setups* de outros *ensembles* desta natureza:

⁵² Alguns exemplos ilustrativos da complexidade de sistemas com que se trabalhou, Ircam, Kazan, Athens Concert Hall, Rock in Rio, etc...

⁵³ É frequente trabalhar-se com diversos sistemas de difusão, com complexidade que pode variar entre 2 pontos de difusão até a algumas dezenas!...

⁵⁴ Como já se explanou, a disposição dos ensembles de percussão não está assente num *standard* pois varia a sua disposição de programa para programa, de obra para obra, de grupo para grupo, de espaço para espaço...



Figura 12-Diversidade na disposição da classe de percussão e seus *ensembles*

4.1-Técnicas de captação usadas neste projeto

Para se poder reproduzir e recriar uma imagem real num sistema de difusão, onde se recorre a altifalantes, é necessário captar previamente essa fonte sonora,

usando-se para isso **microfones**⁵⁵.

Sucintamente, os microfones podem ser classificados segundo as suas características de diretividade; podendo ser omnidirecionais ou bidirecionais (figura-de-oito)⁵⁶. A partir desta base podem ser reconstruídos todos os outros padrões de polaridade (Ron Streicher; Dooley 1985), como se pode observar na figura abaixo apresentada:

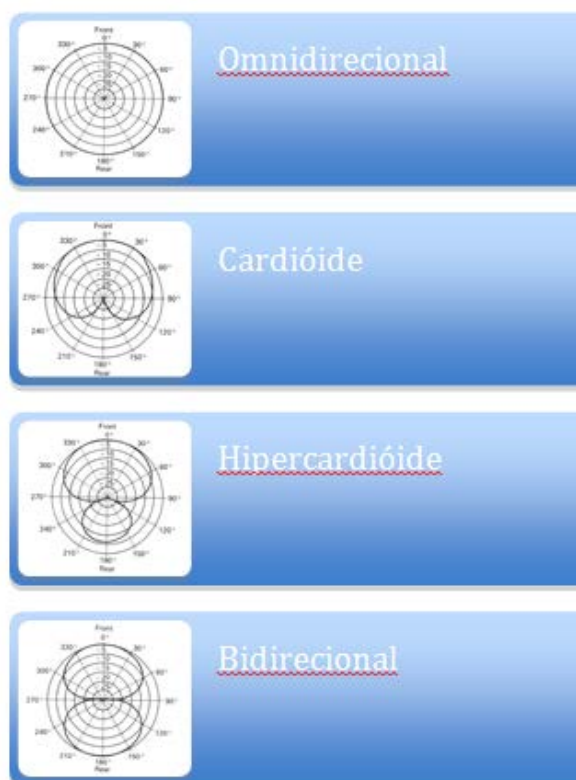


Figura 13- Padrão de polaridade dos microfones.

Adaptado de *Stereo Microphone Techniques*, de Bruce Barlett (página 4). Neste esquema, a sensibilidade apresenta-se face ao ângulo da incidência do som.

Como abordado anteriormente, como possuímos um sistema psicoacústico associado a dois ouvidos, cuja codificação e decodificação entre os estímulos e a sensação que isso provoca, são complexas, segundo Gerzon, os sistemas que se propõem a simular e manipular isso, tentam recriar e explorar essas sensações, de modo a conseguirem

⁵⁵ Transductor electromecânico, converte energia acústica em energia mecânica, que por sua vez é convertida em energia eléctrica.

⁵⁶ Abordam-se aqui os "padrões de polaridade" de um microfone. Segundo Barlett, um microfone bidirecional é um microfone que é mais sensível aos sons que vêm de duas direções, frente e trás do microfone, rejeitando os sons que vêm dos dois lados do microfone. Este tipo de padrão também é conhecido por ser "figure-of-eight"(figura-de-oito), pela representação gráfica do seu padrão num eixo cartesiano. Um microfone omnidirecional é aquele cuja sensibilidade é igual em todas as direções.

recriar a respetiva relação “causa-efeito” (Gerzon 1974). Quando ouvimos um som natural, ouvimo-lo com determinadas características inerentes: tem uma direção, uma localização, uma altura, uma determinada intensidade, está num determinado espaço, o que no ouvinte provoca uma sensação, cria uma percepção e ganha determinado significado. L. Henrique afirma que esta percepção resulta de vários elementos, como diferenças de intensidade, de tempo e de timbre que são detectáveis pelos dois ouvidos (L. Henrique 2002, 894).

Algumas das vantagens da utilização de técnicas *stereo* em detrimento das técnicas de captação pontual (*monomiking*- captação com microfones por cada fonte sonora), passam por se conseguir criar a sensação de panorâmica e de profundidade no campo sonoro, criando a percepção de espaço entre instrumentos, e entre o ouvinte e o palco sonoro, para além de dar a possibilidade de se criar a “sensação de sala” (reverberação) (Owsinski 2009). Apesar disso, o uso de técnicas de captação *mono* não é limitativo para se poder colocar os objetos sonoros onde se pretende no palco sonoro, sendo aplicada a técnica de *panning*. Regra geral, este tipo de técnica é combinada e complementa técnicas *stereo* e técnicas de captação *surround*. (Owsinski 2009).

Resumidamente, nas técnicas de captação *stereo* existem duas grandes divisões, **as técnicas coincidentes e as técnicas de não-coincidentes**. Segundo Verheijen, as primeiras usam dois microfones direccionais, cuja disposição no *setup* as coloca coincidentes no plano horizontal, evitando assim diferenças de tempo de chegada do sinal às duas cápsulas e consequentemente diferenças de fase, apoiado por L. Henrique que afirma que este tipo de requisitos se encaixam na denominada “estereofonia de intensidade”(L.Henrique 2002; Bartlett 1991; Verheijen 1998). Dentro das técnicas de captação coincidentes, serão abordadas brevemente as que foram usadas, pelo menos durante a fase de experimentação, Blumlein,MS e XY. As segundas, técnicas espaçadas, regra geral usam dois microfones espaçados entre si com padrão de polaridade omnidirecional, em que o tempo de chegada do sinal é diferente para cada uma das cápsulas. São conhecidas por apresentarem uma sensação espacial acentuada. L. Henrique atesta que este tipo de características fazem esta técnica ser reconhecida como “estereofonia de tempo”.

4.1.1-Técnicas de captação para reprodução em 5.1

Segundo Lund, apesar de haver um aumento de investigação para o aperfeiçoamento de técnicas de captação para sistemas multicanal nos últimos anos, e tendo em conta o desenvolvimento de técnicas que envolvem *array's* de microfones de padrões de polaridade definidos e com distâncias entre cápsulas muito bem determinadas, *nenhuma técnica parece conseguir eficazmente transferir uma sala para um sistema de difusão 5.1*⁵⁸(Lund 2000, 2). Tendo em conta este tipo de postural amplamente encontrada na literatura, nesta parte serão apresentadas sucintamente algumas características apenas de algumas das técnicas de captação para reprodução em 5.1, usadas neste projeto, quer na fase de experimentação, quer já na fase de implementação de procedimentos.

Existem duas grandes classificações para as captações multicanal, que são as técnicas de captação coincidentes definidas por Blumlein em 1931 (Blumlein and AES 1986), que está na base da técnica *Ambisonics*, e as técnicas de captação espaçadas, em 1934 defendidas por Steinberg e Snow (Steinberg 1984), que por sua vez são a base da técnica *Wave Field Synthesis* (WFS).

Encontraram-se na evolução deste projecto, duas grandes tendências no que diz respeito ao tipo de captação *standard* 5.1; os autores que trabalham especialmente com as técnicas que têm como “base principal técnicas de captação de 5 canais” e as que têm como “base as técnicas de captação com separação entre os canais da frente e os de trás”(Rumsey 2005), pela repetição com que surgem na literatura abordada e por terem sido aplicadas recorrentemente na fase de experimentação deste projeto , aqui se deixam algumas considerações básicas acerca do enquadramento destas técnicas.

Rumsey defende que as primeiras são o tipo de técnica que consiste em ter um “*array principal*” de 5 microfones dispostos relativamente perto uns dos outros, tendo como princípio a abordagem à criação de “phantom images” no plano horizontal, nos 360º do palco sonoro (Rumsey 2001, 188-200).

As segundas que tratam os canais da frente e de trás separadamente, onde o objetivo é através do “*array da frente*” criar este tipo de fenómeno, *phantom image* e

⁵⁸ Tradução livre :“(...) no technique seems to transfer a room from microphones to 5.1 speakers in a truly precise and stimulating way”

conjuntamente com o “array de trás”, para obter a recriação do espaço/sala, apesar de poder utilizar este recurso em todos os canais, ainda que em diferentes níveis.

O facto de se usarem as técnicas com um *array* da frente deve-se muito ao facto de na prática, os profissionais terem de lidar com os formatos do *stereo* e do 5.1. em simultâneo e porque grande parte dos produtos comerciais contêm uma versão *stereo* e uma versão para 5.1; daí usarem como técnica base um *setup* de captação *stereo* com microfones para os canais de trás (*Ls* e *Rs*)(MEINDL).

Kassier *et al* analisou e comparou uma gravação feita simultaneamente com diversas captações *surround*, referindo ainda para a quase inexistência de material de testes de gravação no formato 5.1, tendo sido essencialmente com base neste estudo que foram feitas as selecções preliminares na escolha das técnicas de captação para este projeto.

Uma das questões que tem sido difícil alcançar e que é muito referida na literatura, é o facto de ser muito difícil conseguir-se obter no sistema de reprodução 5.1 uma *phantom image* estável nas laterais do ouvinte. Esta questão é muitas vezes levantada, como resultado do uso de algumas técnicas, onde se poderá constatar o que os especialistas chamam de *hole in the middle*; isto é, se por um lado, é relativamente simples criar um *stereo* à frente, e que por sua vez pressupõe conseguir-se ter uma *phantom image* estável (entre as colunas *L*, *left*, e *R*, *right*), o mesmo não acontece com a relação entre as colunas *L* e *Ls* e *R* e *Rs*, ou mesmo entre as colunas *Ls* e *Rs*.

Surgiu há vários anos, uma técnica, entre outras, que veio tentar responder a esta lacuna, o *Ambisonics*, conseguindo dentro de determinadas zonas de escuta, gerar sinais que recriam razoavelmente o campo sonoro. Esta tecnologia será abordada adiante, já que foi abordada a propósito do desenvolvimento deste projecto, estando a ser implementada e estudada para aplicações futuras na mistura e espacialização no *Drumming GP*.

Uma grande questão no uso das técnicas de captação 5.1, será o facto de, em termos de reprodução, o sinal ser enviado para os diferentes altifalantes, independentemente da localização da fonte sonora aquando da captação, o que levanta a problemática dos *delay's* e níveis entre os altifalantes.

Kassier et al., no artigo anteriormente referido, fez um estudo informal comparativo entre várias técnicas de captação *surround*, onde determinou a relevância de fazer este tipo de captações e produzir este tipo de material de gravação⁵⁹.

Foram usadas na fase de experimentação técnicas de captação coincidentes, técnicas de captação espaçadas e *ambisonics*, tendo sido maioritariamente exploradas as seguintes: *AB*, *Binaural*, *Blumlein*, *MS*, *Deca Tree*, *ORTF*, *XY Duplo MS* e *Ambisonics*. No âmbito desta tese serão apenas abordadas as que fizeram parte da etapa de produção da gravação final, após a fase de experimentação, já que a sua importância no processo não foi alvo de avaliação objetiva, servindo apenas o propósito da experimentação. A escolha de algumas técnicas em detrimento de outras⁶⁰ prendeu-se com questões logísticas.

A seguir são abordados sucintamente alguns conceitos relacionados com os princípios teóricos da implementação destas técnicas.

4.1.2-Técnicas de captação coincidentes

As técnicas de captação coincidentes assentam no princípio das “diferenças de amplitude” que chegam às duas cápsulas dos microfones, evitando teoricamente quaisquer “diferenças de tempo” de chegada às cápsulas dos microfones. Têm algumas características que as distinguem das técnicas espaçadas, como os seus sinais serem “*mono-compatíveis*” e a sua imagem do palco sonoro ser bastante estereofónica (L.Henrique 2002).

Segundo G. Kearney, Blumlein foi o grande mentor deste tipo de técnicas, após ter concluído que ao introduzir “diferenças de amplitude” entre os dois canais de difusão, seria possível induzir o sistema psicoacústico a interpretar estas diferenças como sendo “diferenças de tempo” de chegada aos nossos ouvidos; com este tipo de técnicas consegue-se posicionar no sistema de difusão uma imagem estável, com compatibilidade *mono*. Consegue-se este tipo de efeito ao usar o *panpotting* (manipulação panorâmica) numa mesa de mistura, por exemplo; que não é mais do que alterar a intensidade do sinal sonoro de determinada pista, para a esquerda ou para a

⁵⁹Neste artigo estuda-se a variação de distância entre cápsulas, entre os microfones da frente e os de trás, nos *arrays* de microfones (MEINDL; Rumsey 2001) (MEINDL, M.J.; VETTE, U.; GORNE, T.; Investigations of the effect of Surround Microphone Setup on Room Perception)

⁶⁰ Principalmente pela regularidade com que seria necessário ter acesso a este tipo de material.

direita. Blumlein concluiu que as cápsulas dos microfones devem estar perfeitamente coincidentes no plano horizontal, de maneira a anular diferenças de tempo de chegada às mesmas. As diferenças de amplitude são obtidas através dos padrões de polaridade dos microfones, que os tornam mais ou menos sensíveis aos sons das várias direções de onde chegam (Kearney 2008).

A seguinte descrição das técnicas de captação *stereo* foi baseada no livro *New Stereo Soundbook* (R. Streicher 2006).

Técnica M/S (ou Mid/Side) usada nas sessões

Esta forma de intensidade *stereo* usa um microfone que é o componente *Mid*⁶¹ (M), originalmente cardióide, com o seu eixo apontado ao centro da fonte sonora, e um microfone *Side* (S), um “figura-de-oito”, orientado lateralmente para que o seu lado neutro de captação esteja alinhado com o eixo de captação de maior sensibilidade do microfone *Mid*. O microfone lateral é posicionado verticalmente coincidente com o microfone *Mid*, para minimizar quaisquer diferenças de fase no tempo de chegada dos sinais dos dois microfones. Devido ao posicionamento do microfone *Side* apontado à fonte sonora com o seu lado neutro de captação, o sinal captado é essencialmente som ambiente, pouco ou nenhum som directo é captado. No entanto o sinal dos dois microfones só passa a *stereo* após o processamento dos seus sinais através de uma matriz electrónica, que faz o somatório das diferenças dos dois sinais captados pelos dois microfones. O que acontece é a combinação dos componentes *Mid* e *Side* que vão produzir um novo sinal para cada canal *stereo*; ao somar o *Mid* com o *Side*, produz-se um sinal cardióide apontado à esquerda, ao subtrairmos o *Side* ao *Mid* e invertendo a polaridade obtemos um cardióide direccionado à direita.

Características encontradas nas sessões de captação: riqueza de som devido à captação de frequências médias e altas reflectidas, que as outras técnicas não captam⁶² Permite variar facilmente o ângulo de gravação e a largura do *stereo*, através da manipulação da matriz.

⁶¹ Também denominado por “middle”.

⁶² Uma maneira prática de se verificar se o está bem posicionado é ao passar a saída da matriz para mono, não se ouvir o *Side*; se se juntar o canal direito e esquerdo ao centro, o *Mid* deve deixar de ter som. Regra geral esta é uma técnica conhecida por induzir menos problemas de fase por proporcionar uma mono-compatibilidade mais eficaz.

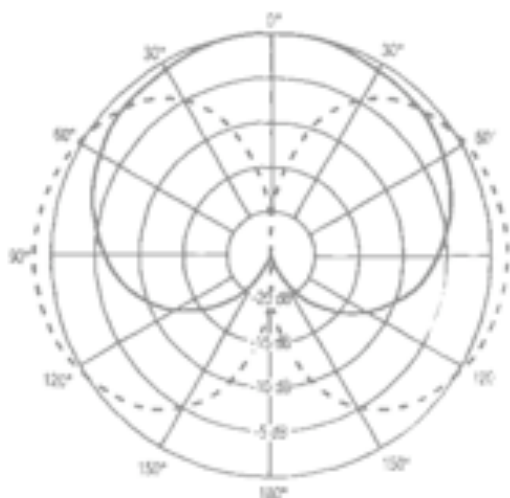


Figura 14-Padrão de polaridade resultante da técnica MS

Duplo MS

Esta técnica tem como base a técnica *stereo MS* e foi muito estudada pela “Schoeps”, consistindo em usar 3 microfones num *array*: 2 de padrão de polaridade cardióide e um “figura-de-oito” por *array*, em que as cápsulas ficam num eixo horizontal coincidente. A técnica de captação “Duplo MS” foi abordada na sessão de gravação realizada em Guimarães, no Centro Cultural Vila-Flor. Esta foi a única sessão em que se gravou a 96 KHz/24 bit, tendo-se abandonado este formato de produção pelas razões apresentadas no documento em apêndice.

O artigo “ Double M/S- a Surround recording technique put to test”, analisou várias similaridades entre este sistema de gravação e o sistema *ambisonics*⁶³, consideradas nos procedimentos adotados.

Técnica BLUMLEIN

É a técnica base dos pares coincidentes, e a par das primeiras gravações *stereo*, foi desenvolvida em 1930 por Alan Blumlein, que usou um par de microfones figuras-de-8 de transdutor de fita, “angulando” as linhas dos eixos das suas cápsulas em 90°. Um dos atributos desta técnica é o facto dos sinais dos dois quadrantes laterais serem

⁶³ Para mais informações, consultar, p.f. “Double M/S- a Surround recording technique put to test”

captados fora de fase devido ao seu padrão de polaridade; devido a este aspecto deve-se ter em conta a posição do microfone de modo a manter o equilíbrio entre o som reverberante e o som directo e para evitar componentes “fora de fase”.

Técnica XY

Esta técnica geralmente usa dois microfones cardióides idênticos cujo ângulo entre si pode variar, mas tendo como ângulo de referência base “90°” entre as duas cápsulas. O microfone X envia o sinal da esquerda directamente, e o Y o sinal da direita. As propriedades estereofónicas dependem da polaridade dos microfones e do ângulo formado pelo seu posicionamento. Uma propriedade fundamental do sistema de microfones é o seu ângulo de captação formado simetricamente a partir dos seus eixos centrais. O ângulo escolhido entre os microfones determina a largura aparente da imagem sonora. Foi bastante usada quando existiam nas sessões *setups* pequenos e/ou por cada *setup*, pelas suas características estereofónicas.

4.1.3-Técnicas de captação espaçadas usadas

Este tipo de técnicas explora as diferenças de fase, provocada pelo espaçamento que há entre cápsulas.

Técnica AB

Utiliza dois microfones omnidireccionais, AB, espaçados entre eles apontados paralelamente à fonte sonora. Regra geral usam-se dois microfones similares com padrão de polaridade omnidirecional. Explora a imagem *stereo* em termos de diferença de fase, provocada pelas diferenças de tempos de chegada do sinal às cápsulas dos microfones, que induzem a percepção da localização do ouvinte. Esta técnica foi usada exaustivamente nas sessões de experimentação, tendo-se chegado à conclusão de que resultaria bem, se complementado com o uso de técnicas de captação pontual. Usou-se bastante esta técnica quando a fonte sonora correspondia a um *ensemble* de maiores dimensões.

A abordagem às técnicas de captação usadas foi aqui feita de uma forma muito sucinta, pois não é do âmbito deste projecto aprofundar a implementação e aplicações técnicas inerentes. Apesar de ser muito importante implementar devidamente as técnicas de captação, tendo em conta o conhecimento do tipo de microfones e o seu

comportamento face a várias fontes sonoras e situações diversas de captação, foi mais importante, enquanto contributo para a investigação e desenvolvimento deste projeto, contar com o conhecimento e experiência acumulados, contando sempre com a bibliografia adequada em caso de dúvidas e concentrar-me nas conclusões resultantes dos procedimentos das misturas para evoluir no processo de desenvolvimento deste projeto.

4.1.4-O sistema *Ambisonics*

Este tipo de sistema teve um papel e importância fundamentais neste projeto, pois revelou-se como uma das respostas à solução da problemática inicial.

Em termos de tecnologia, das suas aplicações, técnicas, materiais e procedimentos inerentes, de relevar que foi a minha primeira abordagem a este sistema⁶⁴, desde a apreensão de conceitos, à sua aplicação, demonstrando ser uma tecnologia a explorar e aplicar nos projectos profissionais futuros. Por estas razões, foi dada maior focalização na exploração deste sistema, quer em termos teóricos, quer na sua aplicação prática no projeto, desde o primeiro contato, que desde aí, foi sempre usado em todas as sessões de captação e explorado exaustivamente na fase de mistura e espacialização, onde revelou ser mais eficaz, como se discutirá adiante. De qualquer maneira, adianta-se já que este é um sistema que envolve algumas questões bastante complexas e por isso, há que considerar e valorizar que esta foi, apesar de fundamental e extremamente enriquecedora, a primeira abordagem prática ao sistema.

Segundo Peter Craven⁶⁵, a primeira abordagem relacionada com este tipo de problemática terá ocorrido em França no final do século XIX, aquando da transmissão de um concerto através de receptores de telefones que recebiam o sinal que era captado através de um sistema de cabos e telefones/emissores, distribuídos ao longo do palco; mais tarde, no final dos anos 20 do século XX, A. Blumlein desenvolveu investigação fulcral para o desenvolvimento desta técnica, utilizando dois microfones com padrão de polaridade “figure-of-eight” (de recordar que o *stereo* foi patenteado apenas em 1937!), em que o ângulo entre cápsulas é de 90°, como se pode ver na figura:

⁶⁴ Pela análise da bibliografia consultada, está a ter uma forte procura e investimento na sua exploração e desenvolvimento.

⁶⁵ A propósito de uma palestra denominada “Ambisonics-Old and New”, Peter Craven foi o investigador que iniciou a “AES 25th UK Conference SPATIAL AUDIO”

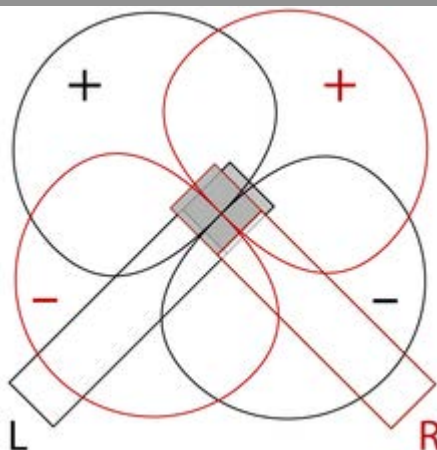


Figura15-Padrão de polaridade da técnica Blumlein.

Fonte:wikipedia.org (20 fevereiro 2012)

Caraterísticas do sistema

O *ambisonics* é um sistema que, baseado em princípios psicoacústicos e assente nos trabalhos teóricos de Gerzon⁶⁶, Barton e Fellgett (Rumsey 2001), assenta num método de codificação de sinais (acústicos ou elétricos) relativo à informação contida num campo sonoro no que diz respeito à direção e amplitude do sinal⁶⁷, e como é referido por Gavin Kearney, é feita uma codificação da informação de todas as direções contida num ponto do espaço sonoro (Kearney 2008).

Segundo vários autores, estes sinais são depois armazenados, e são independentes do *setup* de reprodução, podendo ser decodificados para reprodução num *array* de *n*-altifalantes, dando teoricamente ao ouvinte a possibilidade de perceber os sons localizados num campo sonoro tridimensional (D.G. Malham; Myatt 1995, 58-70). Segundo Rumsey, a fidelidade das dimensões representadas do campo sonoro, usando os procedimentos adequados⁶⁸, depende diretamente do nº de canais reprodutores. O processo de codificação e o processo de decodificação são completamente independentes e separados na cadeia de produção.

⁶⁶ Gerzon defende que o *stereo* convencional não funciona bem a reproduzir “phantom image”, quando o ouvinte está fora do eixo central, ou quando os altifalantes têm um ângulo maior que os 60°(Francis Rumsey and Sawaguchi 2005; Rumsey 2001)

⁶⁷ Este sinal/informação pode ser gravado com um microfone *Soundfield* ou pode-se sintetizar esta informação recorrendo a métodos matemáticos de codificação (Otondo 2007)

⁶⁸ Recorrendo à Hig-Order Ambisonics-HOA, que será apresentada adiante.

A diferenciação deste sistema consiste na possibilidade de “encerrar hierarquicamente a abordagem de todo o processo da cadeia áudio, desde a fase da captação, passando pelo armazenamento dessa informação, ao processo de reprodução do som” (Rumsey 2001); para além disso, abre a possibilidade de abordar a reprodução do campo sonoro de uma maneira mais abrangente e já no caso da utilização de *high order ambisonics (HOA)*, o *sweet spot* torna-se maior, o que sugere uma mudança de atitude no que diz respeito a trabalhar em ambiente de produção de conteúdos, pois aumenta a área do ponto de escuta (D.Malham). Portanto, ao recorrer-se à aplicação de *ambisonics* de ordens superiores (“HOA”) aumenta-se o *sweet spot*, aumentando a zona de escuta.

High Order Ambisonics (HOA): não sendo do âmbito deste projeto, importa esclarecer que resumidamente, a teoria da “divisão” do campo sonoro em “esféricos harmónicos” cujas funções matemáticas” descrevem a incidência das ondas sonoras e quanto mais alta for a ordem desses “esféricos harmónicos”, maior e melhor é a sua precisão descritiva do campo sonoro. Alguns autores como D. Malham, defendem que a grande mais-valia deste sistema é a possibilidade de (re) produzir o campo sonoro tal qual ele existia na captação, com as suas 3 dimensões bem representadas. Esta possibilidade aumenta quando se usam as “harmónicas de ordens mais altas” (HOA). O princípio adoptado será abordar esta tecnologia, no que diz respeito à etapa de reprodução, na perspetiva da reprodução do campo sonoro como um “entidade” que é transposta nesse processo para a escuta, em detrimento de abordar os “altifalantes que reproduzem o sinal sonoro”; portanto a localização e direção dos elementos sonoros são independentes da localização dos altifalantes; (D.G. Malham; Myatt 1995).

Esta posição é apoiada e reforçada por Baalman, que num estudo comparativo com várias técnicas de composição espacial e tecnologias de espacialização, chegou à conclusão de que através da aplicação do técnica *ambisonics*, se consegue ter uma impressão espacial e difusa da gravação, como se os altifalantes não pudessem ser localizadas *per se*, mas sim as fontes sonoras, reforçando a ideia da (re)criação de um campo sonoro uno e total (Baalman 2010).Kearney aponta ainda para a vantagem de se anularem os problemas de fase e defende que usando o *ambisonics*, é possível atingir-se o posicionamento correto das fontes sonoras em todas as posições à volta do ouvinte (D.G. Malham; Myatt 1995; Kearney 2008).

Como já foi referido, a representação e codificação do campo sonoro é independente dos altifalantes e da sua localização; o processo de codificação é baseado na direção de cada ponto no espaço e não no meio difusor, que é independente desta etapa. Contudo, apesar de depender sempre da “ordem” usada na gravação, quanto mais altifalantes forem usados na reprodução, mais bem discretizado é o campo sonoro.

Na fase da reprodução é “recriado” o campo sonoro, sendo que o rigor desta recriação depende diretamente do nº de altifalantes usados, são então “recriadas” as 3 dimensões do som (largura, “x”, profundidade, “y” e altura, “z”). Quanto mais altifalantes forem usados na reprodução⁶⁹, mais esféricos harmónicos do campo sonoro são reproduzidos e mais bem discretizados elas serão, tornando o campo sonoro reproduzido mais detalhado⁷⁰. Para além disto, não existe qualquer restrição quanto à sua disposição/colocação⁷¹, sendo apenas necessário assegurar 4 altifalantes no mínimo, e dependendo da disposição dos altifalantes consegue-se também reproduzir a componente “altura”⁷²(Kearney 2008).

O *ambisonics* distingue-se e distancia-se do “som/sistema quadrifónico”, já que este, tal como foi mencionado anteriormente, exige a exclusiva e impreterível utilização de 4 altifalantes na reprodução e, ao contrario do *ambisonics*, não pode ser adaptado a diferentes situações de escuta (Norlén 2008, 18; Rumsey 2001).

A reprodução do campo sonoro tridimensional pode ser feita ao nível do plano horizontal, sendo denominado sistema pantofónico ou assente na forma global de uma esfera, denominando-se sistema perifónico (com a componente altura). M. Baalman acrescenta e reformula este conceito considerando que a reprodução pode ocorrer para um palco sonoro apenas 360° horizontal (neste caso, como referido, denominando-se então “sistemas pantofónicos”), ou para o formato de palco sonoro esférico (sistemas perifónicos) (Baalman 2010).

Resumindo, o sistema *ambisonics* codifica o som que vem de todas as direções⁷³ e descodifica esse sinal para um nº de altifalantes a definir, requerendo pelo menos 4 altifalantes. Neste caso, tal como referido anteriormente, a representação do campo

⁶⁹ Sempre dependente da “ ordem” usada na gravação, como referido.

⁷⁰ Se se recorreu ao uso de HOA no momento da síntese ou captação.

⁷¹ Embora seja preferível usar sistemas de reprodução simétricos (Kearney 2008)

⁷² O *ambisonics* com a componente “altura” é está no âmbito dos sistemas “perifónicos”. Neste caso, ter-se-? De assegurar que a componente “z” foi codificada/ gravada na gravação

⁷³ Codifica em termos da informação contida nas componentes de pressão e velocidade.

sonoro será apenas no plano horizontal, dizendo-se então que a reprodução é pantofônica (de duas dimensões); se contemplasse o plano vertical, dir-se-ia que estávamos perante uma reprodução perifônica (de 3 dimensões, em que o elemento “altura” era contemplado).

Como é afirmado por Rumsey, a etapa de gravação ou síntese, não é minimamente limitada pela etapa de reprodução, já que se pode reproduzir para um nº muito variável de altifalantes (Rumsey 2001). Esta é uma das grandes mais-valias deste sistema, razão pela qual foi adotado na metodologia deste projeto. Sendo a etapa de gravação/síntese completamente independente da etapa de reprodução, aumenta-se a eficácia da reconstrução do campo sonoro, na reprodução, aumentando-se o nº de altifalantes. Neste projeto foi usado apenas a abordagem ao *ambisonics* de 1ª ordem e a componente altura não foi usada na gravação por isso(nem na captação, nem na reprodução).

Captação

D. Malham (D.G. Malham; Myatt 1995; Peters 2010), reconhecido investigador do sistema *ambisonics* postula o seu princípio se desenvolveu através da técnica desenvolvida por Blumlein, em que se usam dois microfones “figura-de-oito” a formarem um ângulo de 90º entre eles, com as cápsulas perfeitamente coincidentes e acrescentando rigorosamente no eixo de coincidência destas cápsulas um microfone de padrão de polaridade omnidirecional (obtendo-se assim o plano horizontal do campo sonoro). Peters descreve que acrescentando um microfone “ figura-de-oito” a este *array* colocado no mesmo eixo referido, perpendicularmente ao *array*, introduz-se a possibilidade de gravar a informação relativa à componente altura (Peters 2010, 127), como já referido. Kearney afirma ainda que o microfone omnidirecional apenas capta a informação sonora da fonte e da sala face à posição do microfone, os sinais obtidos através dos microfones “ figura-de-oito” irão ser codificados e dar a informação da direcionalidade dos sons (Kearney 2008).

Formato-A e formato-B

O denominado “formato-A” pode ser obtido através de um microfone *soundfield*⁷⁴, que tem 4 cápsulas montadas num *array* que corresponde geometricamente à face de um tetraedro, ficando perfeitamente coincidentes teoricamente, em que os padrões de polaridade ficarão dispostos como se conforme se pode ver na figura abaixo:

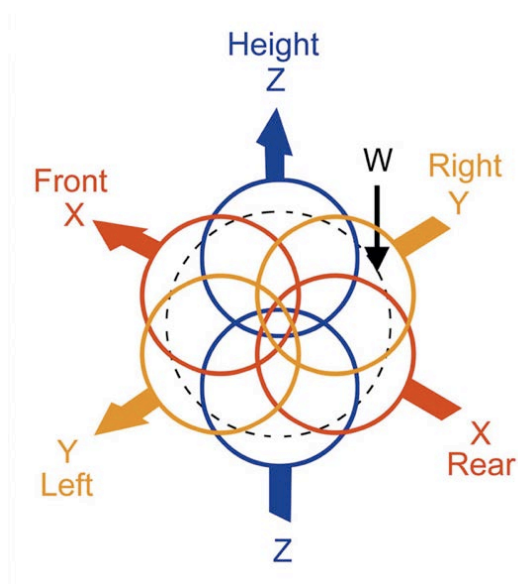


Figura 17 - Diagrama da disposição das cápsulas do

*Soundfield*⁷⁵

Figura 15 - Microfone *Soundfield*

Este formato consiste então em 4 sinais *mono*, frente-esquerdo (FE), frente-direito (FD), trás-esquerdo (TE) e trás-direito (TD), que são obtidos através do microfone quadrifónico. Cada sinal é equalizado para compensar o espaço que possa haver entre cápsulas, com o intuito de representar à saída, o campo sonoro no ponto central do microfone (Blauert 1983). O formato-B é derivado do formato-A através das técnicas matemáticas (Carlsson 2004):

⁷⁴A denominação de microfone *Soundfield* corresponde à marca deste tipo de microfones mais conhecida no meio, adoptando-se muitas vezes esta denominação para qualquer microfone deste tipo, embora não seja estritamente correto.

⁷⁵ Fonte: http://www.soundonsound.com/sos/dec05/articles/qa1205_4.htm-Hugh Robjohns

$$X = 0.5(FE-ET) + (FD-TB)$$

$$Y = 0.5(FE-TD) - (FD-TE)$$

$$Z = 0.5(FE-TE) + (FD-FD)$$

$$W = 0.5(FE+TE) + (FD+TD)$$

É um microfone com 4 cápsulas perfeitamente coincidente, em que a técnica aplicada no microfone é o equivalente a usar uma cápsula omnidirecional com mais três cápsulas “figura-de-oito”, ficando em termos de disposição axial, uma no sentido “esquerdo-direito”, outra “frente-trás” e a outra “ cima-baixo”, como se pode ver na figura 5) (Kearney 2008).

A sua premissa é conseguir captar em cada ponto de cada fonte sonora no espaço, a informação que vem de todas as direções em cada ponto. O *Soundfield* capta informação da representação de 1ª ordem. Teoricamente, com este microfone consegue capturar-se toda a informação presente no campo sonoro.

Segundo alguns autores, como Rumsey e Kearney, o *ambisonics* tem vários formatos na sua cadeia de produção. O “formato-A” é a designação que diz respeito à fase em que ao sinal que é inicialmente captado pelo microfone, (com 4 cápsulas cardióides, orientadas como se pode ver na figura 5), cujas cápsulas estão montadas nas faces de um tetraedro; diz-se que nesta fase “o sinal está no formato A”), o formato-B diz respeito à etapa de processamento e equipamento (em estúdio),o formato-C é relativo à fase de transmissão e o formato-D à fase de descodificação (Rumsey 2001, 112-114; Kearney 2008).

Com a estrita configuração descrita é possível produzir o sinal dos 4 sinais obtidos através do microfone através de cálculos matemáticos (aquilo que se denomina de *codec*, ou codificação).

Rumsey defende que a fonte de um sinal *ambisonics* pode ser obtida, ou através de um microfone como o *Calrec Soundfield* (figura 15), sendo uma microfone com 4 cápsulas perfeitamente coincidentes (Kearney 2008), e a sua premissa é conseguir captar em cada ponto de cada fonte sonora no espaço, a informação que vem de todas as direções em cada ponto. O *Soundfield* capta informação da representação de 1ª ordem, através da aplicação de processamento adequado a uma fonte de sinal artificial que assenta em princípios matemáticos. Kearney apoiado por Malham, aponta ainda

para que a programação/desenho dos *codecs* aplicados a esse sinal assente na base de que, inicialmente os sons processados no formato-B são colocados conceptualmente na superfície de uma esfera com o valor de raio unitário ($r=1$), como se pode ver na figura 17. Os sinais que fiquem fora desta esfera não serão decodificados adequadamente e tendencialmente irão “saltar” o altifalante mais próximo; de modo a evitar este problema, vários autores apontam que as coordenadas da fonte sonora devem obedecer à seguinte equação, que poderá ser amplamente estudada na literatura consultada (Rumsey 2001; Kearney 2008; D.G. Malham; Myatt 1995, 58-70)

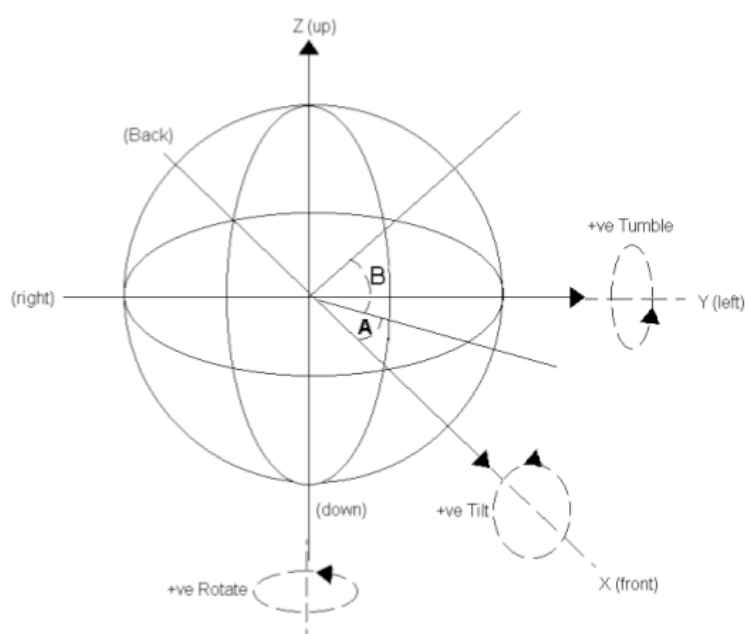


Figura 18- Representação gráfica da esfera com raio 1, em que A=ângulo de rotação em relação ao formato central e o B= ângulo de elevação do plano horizontal (figura retirada de Kearney 2008))

Para se codificar a informação *surround* com a componente de altura recorre-se à soma do sinal mono da componente omnidirecional:

Esquerdo+direito+frente+trás+cima+baixo (componente W), com a soma da diferença entre os três restantes sinais que advém dos três microfones “figura-de-oito”:

Frente-trás (componente X);

Esquerdo-direito (componente Y);

Cima-baixo (componente Z)

Em termos de captação de informação, tal como foi mencionado anteriormente, a posição de um som nas três dimensões do campo sonoro é captado através de microfones de 1ª ordem (figura-de-oito e cardióides), que serão codificados em 4 canais, W, X, Y e Z (*Ambisonics de primeira ordem*). Nesta fase, estamos perante o “formato-B”, este formato é baseado na decomposição harmónica (esférica) do campo sonoro e corresponde à variação da pressão sonora naquele ponto (D.G. Malham; Myatt 1995). Kearney apoia esta posição, afirmando que um microfone *soundfield* para gravar tridimensionalmente o campo sonoro usa uma componente omnidirecional e três componentes “figuras-de-oito”, denominando-se estas como “componentes esféricas harmónicas”. Ainda o mesmo autor, postula que tendo como ponto de partida o centro da esfera e colocando o sinal mono no centro dessa esfera, as suas coordenadas seriam:

$$x = \cos A * \cos B$$

$$y = \sin A * \cos B$$

$$z = \sin B;$$

Estas coordenadas são diretamente relacionadas com o sinal do formato-B:

$$X = \text{Sinal de entrada} * \cos A * \cos B$$

$$Y = \text{Sinal de entrada} * \sin A * \cos B$$

$$Z = \text{Sinal de entrada} * \sin B$$

$$W = \text{Sinal de entrada} * 0.707$$

Os coeficientes $\cos A * \cos B$ irão colocar o som monofónico em qualquer lugar da superfície do campo sonoro, produzindo o sinal de saída em formato-B codificado⁷⁶(Kearney 2008)

A versão de primeira ordem de codificação codifica o sinal em 3 canais para os sistemas pantofónicos e um outro canal para o sistema perifónico (com informação de “altura”).

⁷⁶ O valor 0,707 diz respeito a considerações matemáticas relacionadas com a criação de uma distribuição mais harmoniosa dos 4 sinais quando da recolha de som pelo microfone.

Relativamente ao canal “ W “, este é o correspondente à saída do microfone omnidirecional e corresponde ao sinal *mono* (ordem zero).

Através da decomposição de ondas planas do campo sonoro, o *ambisonics* faz uma aproximação ao campo ondulatório, algo muito aproximado a uma discretização/quantização das direções e amplitudes que chegam a cada ponto do campo sonoro. Ao aumentar o nº de canais de codificação e decodificação (altifalantes), aumenta-se o rigor com que se consegue discretizar o campo sonoro, dizendo-se assim que se “aumenta a ordem do *ambisonics*”.

Segundo Barret, as representações de alta-ordem apresentam uma descrição e discretização mais eficazes pois, como já foi referido, cada ordem representa uma ordem de esféricos harmónicos (Otondo 2007).

A abordagem ao *ambisonics* neste projeto

Neste projeto foi feita uma abordagem à mesma matéria editada com diferentes abordagens na mistura e comparação qualitativa entre as diferentes abordagens no que diz respeito à espacialização dos objetos sonoros. Barrett é uma autora profusamente analisada neste trabalho que postula que através da espacialização *surround* e do *ambisonics*, encontrou uma metodologia para trabalhar em *sound design*, frisando que através do *ambisonics* consegue compor eficazmente a informação espacial, por ser possível e acessível controlar a estrutura espacial musical (Otondo 2007), sendo este um contributo importante enquanto argumento para a sua utilização em variadíssimos casos.

O *ambisonics* é uma tecnologia que se propõe a reproduzir o campo sonoro com uma aproximação muito estreita à da captação do campo sonoro real. Sendo este projeto uma abordagem à espacialização e distribuição de um *ensemble* de percussão, estudei e explorei exaustivamente ao longo do tempo as suas limitações e potencialidades, somando isso à experiência prática de usar a técnica *surround* “Duplo MS” (que segundo é apoiado por Helmutt Wittek é técnica que tem várias semelhanças com o *ambisonics*), interessava abordar um sistema que demonstrava *a priori* responder eficazmente à problemática enunciada anteriormente (H.Wittek 2006).

5-Estudo de caso Drumming GP

O Drumming GP é um *ensemble* de percussão cujo repertório é essencialmente do século XX e contemporâneo. Este *ensemble* tem cerca de 15 anos e conta com dezenas de obras estreadas e escritas para si, contribuindo para o aumento de repertório escrito para percussão.

O *ensemble* procura tocar repertório propositadamente escrito para si e para a sua instrumentação, adquirindo instrumentos e material técnico de acordo com isso, o que acentua a especificidade e peculiaridade deste *ensemble*. Cada programa tem as suas características e segundo Miquel Bernat⁷⁷, o compromisso passa por conseguir otimizar o nº de instrumentos para cada *setup*/obra entre obras. Isto é, os *setups* e a disposição em palco, geralmente depende e é limitada diretamente pelo nº de instrumentos disponíveis e conciliados com a instrumentação para cada obra. Por conseguinte, ou se tenta usar o menor nº de instrumentos possível (e isso implica “mudanças de cena” e com isso, mais tempo e agilização nas deslocações “em cena”, entre outras questões), ou terá de se duplicar ou triplicar o nº de instrumento em *setups* no palco.

Programas abordados enquanto objecto de estudo da disposição atípica do *ensemble*

Neste parte são apresentadas algumas características espaciais cénicas dos programas que mais contribuíram enquanto matéria de estudo significativa e útil para este projeto, nomeadamente com as gravações e experimentação realizadas. Numa fase mais avançada, foram implementados alguns procedimentos em *performances*, fruto desta investigação.

Muitos outros programas que foram estudados no âmbito deste projeto, nomeadamente da fase de experimentação e exploração de meios e técnicas, não serão objeto de análise nesta tese, enunciando-se apenas os que contribuíram diretamente para a amostra final e que mais se assemelham a esta, anexada a este documento.

⁷⁷ Ver em no *site* feito para este projeto, a entrevista feita a Miquel Bernat, Diretor Artístico do Drumming GP.

Os programas que aglutinam várias obras que necessitam de instrumentos e/ou setups em comum, obrigam a uma articulação entre compromissos logísticos e artísticos. Como exemplo ilustrativo, analisou-se o programa “Xenakis” em que o *Drumming GP* executa as *Pléiades* e a obra *Rebounds*, onde é possível usar *setups* duplicados (*Peles e Rebounds*), ou *Constructions* de Cage, que sendo um único programa, usa *setups* com instrumentos duplicados entre obras, optando-se regra geral por duplicar *setups* no palco, tendo em conta as “mudanças de cena”.

O programa “Viagem: Mares e Estrelas”, também é um programa que lida muito com esta problemática, e por isso foi objeto de estudo para este projeto, pois concilia o programa “Xenakis” (referido anteriormente) com a obra *Mares*, de A. Chagas Rosa, acabando por ser um bom exemplo enquanto híbrido: devido ao grande nº de instrumentos necessários para executar estas duas obras no mesmo programa, o *setup* da obra *Rebounds*, não é montado à parte dos outros *setups*, mas “aproveita-se” a base de um *setup* da obra de Chagas Rosa, e adicionando 3 ou 4 instrumentos entre obras, consegue-se tocar o *Rebounds*.



Figura 19-*Drumming GP* com difusão *surround*
do programa “Viagem: mares e estrelas”⁷⁸

⁷⁸ Performance realizada no dia 29 de Julho 2012, com a minha abordagem na espacialização *surround*, a propósito da aplicação de procedimentos apurados com este projecto.

Apresentando apenas estes três exemplos, consegue-se perceber as várias limitações que levam a várias combinações possíveis nas decisões de disposição do *ensemble* e o *Drumming GP*.

Na classe da percussão, existem algumas obras que relativamente à sua disposição em palco na estreia, se tornaram referência aquando das suas reposições. No entanto, Gagné refere que a percussão teve a sua maior expressão a partir do século XX, altura em que, ainda segundo Adler e Blades, a instrumentação se torna mais complexa, quer em termos de número e tipo de instrumentos, quer na perspetiva da orquestração (Gagné 2003; Adler 2002; Blades 2005). Tudo isto levou a uma complexidade logística inigualável no tempo. A questão da manipulação da eletrónica em muitas das composições⁷⁹ cujo uso da percussão é muito acentuada, também levou a que se tivesse de começar a pensar num novo paradigma da disposição e uso da percussão em palco e na sua espacialização nos registos fonográficos.

Não havendo um *standard* de disposição da percussão em palco, conseqüentemente levantam-se questões de não-homogeneidade nas produções fonográficas e nos sistemas de difusão, resultando em diferentes abordagens “caso-a-caso”. As características mencionadas na secção “Aspetos a ter em conta na decisão da disposição em palco da classe da percussão”, deverão ser considerados nesta problemática, já que como foi referido, condicionam muito a sua implementação.

⁷⁹ ⁷⁹ A eletrónica recorre muito a efeitos resultantes do uso de “atrasos” no tempo, o que afeta diretamente a relação “espaço-tempo”(Harley 1994)



Figura21-Sessão de gravação para este projeto com técnica Duplo MS, MS e técnicas pontuais do *Drumming GP*, em 2 de Dezembro de 2011. Note-se a distribuição em palco.

Deve-se levar em linha de conta os problemas de implementação das obras em diferentes espaços acústicos, para além da necessidade de adaptação constante a cada espaço acústico, levando à desmotivação pela parte dos compositores (que não vêm as suas obras difundidas e registadas de acordo com a intenção inicial do acto de compôr). Ainda a considerar indelevelmente, deverá ser a constatação da irregularidade e até ausência de formação e informação dos próprios sonoplastas⁸⁰, que no acto de proceder ao desenho de som, têm de lidar com limitações e questões técnicas que poderiam ser previstas e otimizadas, caso houvesse um procedimento sistemático e conhecido universalmente. A própria investigação acerca da disposição

⁸⁰ Entenda-se como "sonoplasta" o técnico que desenha o sistema de som, seguindo e convivendo com diretrizes artísticas e técnicas.

da percussão em palco e como esta deve ser abordada em termos da produção da mistura no palco sonoro é quase nula⁸¹.

Existe contudo alguma documentação de procedimentos adoptados na disposição do palco sonoro em sistemas convencionais⁸² (como em *stereo* e 5.1), relativa a outro tipo de formações (como a orquestra sinfónica, bandas de *Rock*, *Pop-Rock*, entre outros⁸³), mas em relação à percussão (porventura pela sua especificidade como já foi abordado anteriormente), a discussão no meio é constante e difusa...

Ao longo do projeto foram feitas algumas entrevistas exploratórias⁸⁴, registando-se e analisando-se as considerações que os vários intervenientes no processo teciam, designadamente compositores, maestros, técnicos de som, músicos e diretores artísticos de *ensembles* de percussão⁸⁵ e perceberam-se algumas tendências gerais que correspondiam às primeiras hipóteses de investigação:

- a espacialização a sua implementação é considerada muito importante, especialmente na classe da percussão;
- não existe uniformidade e universalidade nos termos descritivos dos critérios musicais em relação ao que se pretende potenciar na espacialização;
- existe uma preocupação geral em considerar que se devem sistematizar e uniformizar medidas e procedimentos técnicos que respeitem e vão ao encontro das exigências musicais e performativas;
- não existe uma linguagem que seja entendida de igual modo por todos os intervenientes (compositores, técnicos, músicos...).

Contudo, entretanto os concertos com percussão foram acontecendo, as gravações de grupos de percussão existem, mas estas questões são eternas e não existe uma sistematização destas questões, o que foi criando matéria fértil para a investigação desta problemática.

⁸¹ Adler faz referencia a que alguns percussionistas desenvolveram o seu setup " de acordo com a sua própria preferência , realçando ainda que "muitas vezes são idiossincráticos".

⁸² Ver abordagens na Parte III, as entrevistas feitas a vários técnicos de som e produtores em *The Mixing Engineer's Handbook*, de B. Owsinski (Owsinski 2006) e *Pró Tools Surround Sound Mixing* de R. Tozzoli (p.20)

⁸³ Ver exemplo na secção " Mistura: Contributo de Autores"

⁸⁴O conteúdo de algumas das entrevistas realizadas encontram-se em apêndices, as restantes, consultar,p.f., o site desenvolvido para este projeto: <http://susebeat.wix.com/spatializingdrumming#!home/mainPage>

⁸⁵ Ver em anexos as entrevistas

PROCEDIMENTOS

O *Drumming GP* apresenta-se em concerto regularmente com difusão *surround* em várias salas de todo o mundo, onde os próprios programas e obras encomendadas aos compositores são estabelecidos pelo Diretor Artístico, que cada vez mais imprime esta solicitação, a componente de espacialização *surround*. Isto concretiza-se quer em termos de *performance* ao vivo, quer em termos de gravação em estúdio. Neste capítulo apresentam-se algumas das sessões de *experimentação* deste projeto, em que a componente de espacialização e difusão *surround* esteve fortemente presente, tendo sido usadas várias técnicas de captação, desde *mono*, *stereo* e *ambisonics*.

Considerações acerca de mistura e contributos de autores

Nesta parte são consideradas algumas opiniões e posições tomadas por referências de produtores, especialistas na área da espacialização sonora, nomeadamente em sistemas e misturas *surround*. Gary Baldassari⁸⁶(no programa musical “*CineSymphony*”), técnico experiente a manipular sistemas *surround*, é um desses exemplos analisados e a propósito da aparente complexidade da implementação e manipulação deste tipo de sistemas, reforça a ideia de que a vantagem de se ter muito “espaço” no ambiente de produção em *surround*, permite logo no momento da captação, resolver as questões levantadas com a compressão e equalização. Defende ainda que se pode ter dois tipos de abordagens distintas nesta fase; por um lado pode-se pensar na distribuição e colocação dos objetos sonoros (ex^o instrumentos musicais) no palco sonoro, projetando-se assim um *setup* de captação que capte e represente logo *a priori* essa distribuição, para isso utilizam-se “técnicas de captação *surround*”.

Por outro lado, pode-se abordar a captação e gravação como em qualquer ambiente de produção tradicional em *stereo* (podendo usar vários tipos de captação, *mono*, *stereo*...), conseguindo-se segundo este autor chegar aos mesmos resultados, utilizando-se na mistura técnicas e efeitos como *panning*, *delays*, *reverb* (entre outros), concretizando a colocação, definição e distribuição no palco sonoro.

Outro autor deveras reconhecido, Bobby Oswinski, considera importante na abordagem à evolução e análise de tendências na mistura, realçar que o “estilo de

⁸⁶ Notas de programa do concerto: *From Concert to Surround Sound Broadcast: Composer, Elmer Bernstein, Conducts at the Sarasota Film Festival.*

mistura” comercial tem-se desenvolvido ao longo dos anos de acordo com algumas “escolas” de produção, nomeadamente, a “escola de Los Angeles”, a “escola de New York” e a “escola de London” (Owsinski 2006, 2-6). Observe-se através do seu ponto de vista que as escolas de pensamento da mistura *surround* seguem uma das seguintes linhas ou perspetivas: ou “na perspetiva da audiência” ou a “do meio da banda”.

A primeira considera coloca os elementos musicais nos altifalantes da frente e o ambiente da sala nos altifalantes de trás, abordagem que muitas vezes não considera o uso do canal LFE. A segunda perspetiva coloca o ouvinte no centro do campo sonoro e os elementos musicais espalhados pelos 5 altifalantes, envolvendo o ouvinte.

Ainda a propósito desta postura, B.Owsinski é um autor que defende que esta perspetiva cria um palco sonoro que soa dramaticamente maior do que o que se consegue atingir no *stereo*; no entanto pode não ser tão autêntico como a primeira perspetiva, no sentido de recriar uma perspetiva realista e tradicional de palco sonoro, como se consegue obter na primeira.

Este autor define e defende que os elementos determinantes para uma boa mistura nos estilos de música em que ele opera⁸⁸ serão⁸⁹:

- o equilíbrio: relação de nível entre os elementos musicais;
- gama frequencial: ter a representação apropriada de todo o espectro frequencial;
- dimensão: adição de ambiência aos elementos musicais;
- dinâmica: controlo de nível sonoro de cada instrumento;
- interesse: tornar a mistura especial;
- panorama⁹⁰: colocar os elementos musicais no campo sonoro.

⁸⁸ Trata-se neste caso de Rock,Pop,Country,Swing, entre outros,. Apesar de não se poderem aplicar os mesmos critérios na música usualmente executada por ensembles como o Drumming GP mas neste caso, servirá de base de referência com as devidas distâncias e relativizações.

⁸⁹ Adaptado de (Owsinski 2006)

⁹⁰ O autor adotou este conceito em que defende que é o mesmo que “a localização dos elementos sonoros no campo sonoro”

Estas definições foram analisadas e reflectidas no decorrer do projeto, servindo como uma das referências no que diz respeito aos elementos e medidas e contemplar na conceptualização e realização da mistura.

Na indústria do Cinema, relativamente a misturar em *surround* vs misturar para *stereo*, o canal e altifalante central é usado essencialmente para os diálogos; apesar disto, é proeminente considerar ainda a opinião de B. Owsinski, que defende que na mistura para música a utilização deste canal levanta geralmente algumas questões aos técnicos (em que alguns optam mesmo por não o usar), recorrendo à criação de uma “*phantom image*” através do canal esquerdo e direito frontais. Outros usam esse canal e altifalante central para isolar alguns elementos como a voz (que normalmente tem uma mensagem de texto associada), ou instrumentos com funções solísticas no conteúdo musical, outros ainda abordam os 5 altifalantes com a mesma importância, usando o equilíbrio das diferentes localizações dos elementos musicais na paisagem sonora (Owsinski 2006).

O autor Rich Tozzoli analisou ainda uma gravação como “estudo-de-caso” no seu livro, da gravação de *Larry Chernicoff-“Windhorse”*⁹¹, que foi captada inicialmente a pensar já no ambiente de produção *surround*, por Paul Antonell. Nesta análise consegue-se apurar alguns procedimentos de boas práticas importantes para abordagem ao presente projeto, tendo sido um contributo importante nesta investigação, que culminaram na gravação referida: planeamento da disposição no espaço acústico em que se pretendia ter os músicos, com a apresentação de diagramas dessa disposição. Tendo em conta, estética e tecnicamente, o estilo musical do grupo, que neste caso era Jazz, espelhava-se indelevelmente o conceito sonoro inerente de “música de câmara”, bem como a escolha adequada e cuidada do espaço acústico que se fez para realizar a captação e gravação. De referir ainda que esta gravação foi misturada com o *setup stereo* primeiramente e só depois com o *setup 5.1*, como muitas das produções abordadas, o que criou a deteção de diferenças interessantes ao comparar a mistura *stereo* com a mistura para 5.1, que só foram descobertas após a mistura com o *setup 5.1*; diferenças como a extensão de graves no baixo, de sobre-harmónicos nos sopros, ou mesmo de pequenas frases nos instrumentos, que na mistura *stereo* não tinham sido detetadas (Tozzoli 2005). A deteção deste tipo de diferenças deixa em

⁹¹ Este trabalho ganhou o prémio “Best Surround Recording of the year” no “Surround Music Award” em 2005.

aberto as potencialidades características da abordagem *surround* a misturas feitas anteriormente em *stereo*.

Outras considerações mais técnicas relativamente às decisões gerais de mistura são também tecidas por alguns autores, como Meindl e Slotte, que afirmam que se por exemplo for colocado som direto nos altifalantes de trás, isso levará a que seja produzida “indefinição na imagem” ou ainda relativamente a este tipo de questões, Meindl refere que os autores Potter *et al* concluíram que “a sensação de espacialidade é dependente da frequência”. Nesse mesmo artigo são analisadas várias correntes de opinião de vários teóricos, tendo sido mais uma referência nos procedimentos da mistura, no que diz respeito nomeadamente a: recomendações das distâncias entre microfones nas técnicas *surround*; a como obter mais “envolvimento” e considerações acerca do uso das correlações de fase, como fazer para obter determinados efeitos na reprodução do campo sonoro ou como incrementar a sensação de espacialidade do campo sonoro, entre outros atributos (Slotte 2005) (MEINDL).

Relativamente ao uso de reverberação, existem por exemplos compositores que descrevem o tempo de reverberação mínimo que exigem que exista no espaço para que a sua obra seja executada (exemplo *Últimos Ritos*, de John Tavener)⁹².

Uma das premissas iniciais desta investigação, advém de se constatar com a análise da documentação levantada, que um sistema de difusão *surround* é o que melhor corresponde ao modo como ouvimos, já que numa situação do dia-a-dia real, ouvimos maioritariamente “som que vem de todos e quaisquer lados”. Não estando assente no princípio de ouvirmos o ambiente que nos circunda como “vindo de um altifalante, que está a determinado ângulo”, mas sim de “som que nos envolve”⁹³.

Há que ter em conta também posições talvez mais radicais como a de B. Owsinski, que defende que a “mistura em *surround*” será melhor que o *stereo*, justificando-se porque esta abordagem apresenta algumas características em contraponto com o *stereo*, tais como: a *claridade* dos instrumentos, testemunhando um “incremento de dimensão”, e da presença de uma “profundidade inerente” *a priori*, que no *stereo* se tem de construir de raiz, entre outras razões (Owsinski 2006, 117).

⁹² www.johntavener.com, consultado em 22/03/2012.

⁹³ Ao contrário da visão, a nossa audição é (relativamente) “omnidirecional”; apesar de ouvirmos melhor em determinados ângulos e direções, conseguimos ouvir um som, sem ser necessário rodarmos a cabeça, ou os ouvidos para o conseguir perceber (Michel Chion 1994)

A literatura aponta para uma tendência generalizada e amplamente documentada em explorar e dissertar as questões relacionadas com os critérios que baseiam as opções na “mistura de som para imagem”, especificamente para Cinema e/ou vídeo. Não sendo o âmago deste trabalho, importa referir nomeadamente o trabalho de Michel Chion, grande estudioso do som para imagem, que explorou exaustivamente os conceitos do som diegético e do som não-diegético. Segundo as teorias deste autor diz-se que o som diegético é o som cuja origem se pode ver na imagem (como vozes das personagens no ecrã, ou sons que são feitos com objetos visíveis), ao contrário do som não diegético, que é sugestionado (por exemplo, comentários de narrador, ou sons que criam ambientes). Interessante ainda, é verificar que o conceito de “som acusmático” é defendido por Chion como sendo “o som que é ouvido, sem que seja visto o que causou a sua origem”. Este autor defende ainda que o som quando é síncrono com a imagem, esta “se torna a fonte perceptível do som”, o que é uma ferramenta importante quando é difícil criar esta ilusão recorrendo apenas ao som (Michel Chion 1994). Estas considerações foram importantes estudar aquando a exploração na edição de vídeo para a edição de imagem na “abordagem criativa” do DVD-Vídeo e daí esta abordagem.

Note-se apesar disso que a abordagem da mistura e espacialização para Cinema não é do âmbito desta investigação, reunindo características muito próprias, que dizem respeito à relação hierárquica do “som para a imagem”⁹⁴. Nos anos 50 foram desenvolvidos na indústria do Cinema vários sistemas de áudio discretos, como o *Cinemascope*, *Panavision*, entre outros, que foram abandonados à custa do alto custo de implementação e pela falta de competitividade com os avanços tecnológicos. Segundo alguns autores, como R. Tozzoli, os realizadores de cinema tiveram uma tendência precoce pelo som *surround*, em detrimento ao *stereo*. Daí a tecnologia de base da difusão em *surround* estar tão desenvolvida e referenciada e ser uma oportunidade poder transpor e apreender determinados princípios para a mistura de música e nomeadamente para potenciar e otimizar a espacialização dos *ensembles* de percussão, ainda que com as devidas especificidades.

Relativamente a acções adequadas que se devem adotar quando se mistura música para um sistema multicanal, existe alguma documentação técnica que foi seguida, nomeadamente no documento já referido anteriormente, *5.1-Channel Music*

⁹⁴ Para mais informações ver Michel Chion (Michel Chion 1994)

Production Guidelines, que deixa algumas indicações técnicas (de *wordclock*, frequências de amostragem, entre outras etc...) e até algumas considerações acerca de como o material musical deve ser tratado em na mistura para 5.1, nomeadamente no que diz respeito à utilização do canal central. Usando apenas o canal central obtém-se *a priori* mais “clareza” do que recorrendo à criação de uma *phantom image* como se pode verificar na opinião dos especialistas; no entanto, há que considerar que este canal oferece a oportunidade de atribuir uma localização precisa e fixa do objeto sonoro, dentro da imagem sonora; por isso, pode-se optar por se trabalhar a imagem central, através do uso dos canais esquerdo e direito (L e R) obtendo uma *phantom image* , usando apenas o canal central(*hard center*), ou ainda usando as duas técnicas, canal esquerdo e direito (*phantom image*) com o canal central, proporcionando uma imagem mais atenuada(Dolby Laboratories 2005)

Relativamente ao “canal .1” ou canal de efeitos, LFE (“*low frequency effects*”)⁹⁵, como é sempre alvo de alguma especulação e até uso inadequado⁹⁶, entende-se que é um canal com uma banda de frequências limitada, cerca de 30Hz-120 Hz, tendo em média um incremento de 10 dB relativamente aos restantes canais, colmatando a lacuna dos sistemas seus antepassados, que não eram eficazes na reprodução de frequências graves sem distorcerem.

Deve ter-se em conta que no processo de mistura, as baixas frequências não devem ser enviadas apenas para este canal, pois em muitos dos sistemas de reprodução muitas vezes, este canal nem sequer é considerado. É reconhecido no meio profissional que muitos sistemas consumo (5.1), na descodificação do “bass management” enviam o conteúdo das baixas frequências da mistura diretamente para este canal, algo que deve ser levado em linha de conta no processo de mistura.

Durante a fase de produção de um projeto desta natureza, entendem-se algumas fases comuns a qualquer produção áudio, depois das escolhas estéticas e escolha de repertório, sendo elas: a captação (recolha de material áudio), edição e mistura e masterização/finalização. Neste caso, tendo sido escolhido o formato final de consumo em registo DVD-Vídeo e DVD-Audio, teve de se proceder a seguir, ao processo de “DVD- Authoring” (a analisar mais à frente).

⁹⁵ LFE: muitas vezes é chamado de canal “boom”, pois geralmente é usado para reproduzir e incrementar as baixas frequências nos filmes, que advêm normalmente de efeitos grandiosos, como terremotos (Owsinski).

⁹⁶ Da fonografia analisada, há misturas que claramente não previram o devido corte, causando ruídos e *rumble* indesejado e que perturba a imagem e espetro.

Sessões de trabalho

Na próxima secção serão apenas apresentadas as técnicas e procedimento-base para a realização das três misturas, trazendo-se também algumas considerações de autores que foram levadas em consideração nas decisões tomadas nesta etapa, para além das referidas ao longo desta tese.

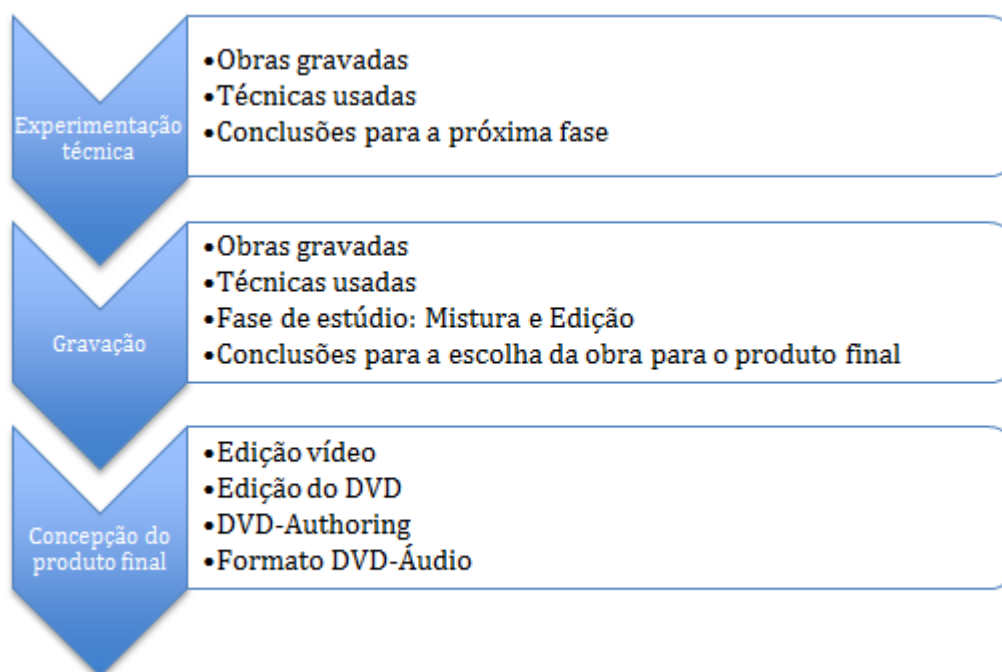


Figura 22- Esquema geral e abreviado das fases práticas do projeto

Inicialmente foi elaborada uma proposta de mistura e espacialização, descrevendo os objetivos e alguns critérios a ter em conta nos procedimentos, que definiriam o resultado final pretendido que foi entregue aos orientadores. Os objetivos e ideias apresentados na altura eram os pontos e conceitos-chave aos quais pretendia chegar e os quais me propunha apresentar no final do projeto.

Proposta de critérios (3) de mistura/espacialização de um *ensemble* de percussão para o formato 5.1, da mesma amostra musical (2):

Tradicional

O ouvinte situa-se fora do palco sonoro, ao centro, na plateia, ouvindo o discurso musical em frente e na sua envolvente, a sala/reverberação.

O movimento sonoro existe em termos de profundidade, panorâmica e de acordo com o palco sonoro. Perspetiva tradicional do público.

Objetivo: Fazer uma mistura a pensar na reprodução do palco sonoro tradicional e tendo como base o stereo, usando os canais *surround* apenas como emuladores de uma sala (tendo apenas o som resultante das reflexões).
Optimização da distribuição dos instrumentos no espaço/palco sonoro, com o objetivo de incrementar/potencializar o conteúdo musical e emocional através da mistura em 5.1.

Perceber o que sobra em termos de percepção musical após a mistura.

Técnica de captação: Microfone quadrifónico estático ao centro do ensemble e captação pontual por *setup*.

Técnica de mistura: trabalhar os instrumentos em termos de equilíbrio e relação tonal, focalização dos *setups*, equilíbrio e fusão tímbricos, distribuição dos instrumentos/*set's* no palco sonoro

Criar uma imagem Stereo (LCR)+ Surround (Ls+Rs), em que os canais *surround* servem essencialmente para recriar uma sala/reflexões. Recorrer ao conceito de “phantom image” para recriar dimensão a determinados objetos sonoros. *Panpotting*.

Conceito de difusão: Criar diferentes planos sonoros e *layers* de profundidade. A profundidade do campo sonoro torna-se imagética.

Estratégias: Recorrer à introdução da reverberação para, através das reflexões, criar ou reforçar a forma dos objetos sonoros e orientar o ouvinte relativamente à sua posição que tem no espaço e que cada objeto sonoro tem. Ter em conta a absorção do ar às altas frequências.

Análise/limitações previstas: Redução do efeito da sala de captação, recorrendo-se à captação pontual, que terá mais sinal direto da fonte sonora.

Imersiva

O ouvinte situa-se dentro do palco sonoro, no centro do *ensemble*, ficando os instrumentos à sua volta, em frente e atrás (esquerdo e direito). Perspetiva de um músico.

Objetivo: criar um ambiente imersivo e envolvente, em que o ouvinte sente o movimento instrumental coerente com o discurso sonoro. O som “viaja” pelos diferentes pontos de escuta, de acordo com os diferentes discursos instrumentais. O ouvinte terá a sensação de “estar presente” no espaço musical e de poder interagir com ele.

A espacialização é colocada ao serviço do discurso narrativo, servindo como interface entre a partitura/compositor e a reprodução/ouvinte. A *performance* sonora usa a espacialização como ferramenta para descrever a diegese, respeitando a partitura.

Esta mistura enquadra-se nas tendências encontradas em gravações de referência misturadas nativamente para 5.1.

Analisar subjetivamente a percepção musical da mistura produzida.

Técnica de captação: Microfone quadrifónico (formato-A) estático ao centro do ensemble, calibrado para, à mesma pressão acústica ter o mesmo ganho.

Técnica de mistura: Minimalista. Correção de algum ponto relacionado diretamente com a técnica de captação (rotação do set de captação). Edição exaustiva. Manipulação do padrão de polaridade das colunas. Equalização. *Ambisonics*. Recriação de salas.

Conceito de difusão: fontes omnidirecionais e sensação de “ausência de colunas pontuais”. Criar um ambiente, uma paisagem sonora, um som uno, sem identificação clara ou intenção de localização da direção de um som, mas antes de envolvimento sonora imersiva. O som é dinâmico no espaço. Não há nenhum

eixo preponderante relativo à localização das fontes sonoras, nem há concentração do discurso musical num ponto do espaço/ponto de difusão.

Análise/limitações previstas: As reflexões e difrações obtidas e criadas na captação e depois na difusão, criarão em conjunto com a descodificação psicoacústica, diferentes níveis e tempos de chegada do som, o que influenciará a percepção da direção e qualidade do som. Relação com questões de fase.

Presença fixa de uma sala (que influencia pelas reflexões que introduziu na captação).

Criativa

O ouvinte estará perante um espaço sonoro em que não reconhece padrões de localização, relação na distribuição do palco sonoro. O som tem uma relação direta com ele, enquanto ouvinte, comparativamente ao discurso musical, com o qual não há uma relação direta com a distribuição espacial.

Objetivo: Criação de uma paisagem sonora na sua essência, o discurso musical perde a sua narrativa de origem e é tratado como a matéria-prima para explorar o espaço, apenas como matéria sonora.

A espacialização é o meio para criar uma reinterpretação, a partir dos vários processos usados/ferramentas, apontando para ser um sulco de uma nova linguagem, para perceber os limites do que pode ser aceite tendo em conta o ponto de partida, a partitura, a performance. O papel de um produtor na mistura e espacialização do material sonoro.

Para servir a questão estética, serão abordados e explorados os extremos do que é tecnicamente possível.

As regras relativas ao equilíbrio tímbrico, a colocação dos instrumentos no palco sonoro, a relação frequencial, o recorte do espaço que cada instrumento/*setup* ocupa, não obedece a critérios pré-estabelecidos ou tradicionais, em termos de localização.

> Perceber o que sobra em termos de percepção musical após a mistura.

Técnica de captação: Multicanal, *stereo* e pontual.

Técnica de mistura: Abordagem a diferentes *Plug-in's*, equalização, automação, compressão, expansão. *Close-up* sonoro, para criar tensões e concentração em determinado elemento musical.

Conceito de difusão: Exploração da técnica *Ambisonics*, recriação de um campo sonoro. Profundidade. Hiperbolização do espaço, aproximação à caracterização das 3 dimensões de cada ponto no espaço.

Análise/limitações previstas: O discurso musical perde-se. Incoerência. Problemas de fase. Difusão.

Sessões de experimentação

Este projeto passou então por diversas fases, em que na fase de experimentação se abordaram exaustivamente várias técnicas de captação, com vários microfones, diversas disposições do *ensembl*, como referido; desenharam-se os sistemas de captação e difusão, entre outros procedimentos que foram sendo abordados em várias salas nas “saídas de campo” em concertos/*performances* e em sessões de gravação.

Ainda no decorrer desta fase, em estúdio, foram sendo editadas e misturadas as amostras que iam sendo gravadas ao longo do tempo. Em simultâneo foram dadas a ouvir aos profissionais contatados, considerando as suas opiniões nas decisões da espacialização na mistura.



Figura 24-Sessão de escuta do projeto por um dos entrevistados (Francisco Leal). Fase de experimentação

Sendo a problemática deste estudo a abordagem à “disposição de um *ensemble* de percussão”, que é sempre tão diversa como já se explicou, importava ter contacto na fase de experimentação com várias situações diferentes. Para isso, foi feito um levantamento geral de todas as obras que o *Drumming GP* tem no seu repertório⁹⁹, em que local foram tocadas ou gravadas, observar a sua disposição no palco sonoro e como foi gravado e difundido no sistema de som e que tipos de sistemas de som foram usados. A seleção das obras que foram abordadas em termos de captação e difusão sonora durante a fase de experimentação para este projeto e que continham forte distribuição *surround*, foram as seguintes:

Noir de l’Etoile (Gérard Grisey); *Persephassa* (Xenakis); *Estúdio para la Modulaci3n Métrica*(J. Manuel López López), *Reflections on the nature of water* (J. Druckman) *AdKom* , *A Different kind of measure*(E. Champion)¹⁰⁰, entre muitas outras. Como foram apresentadas em diferentes salas e em diferentes contextos, teve de se adaptar o desenho de som de cada programa.

Os fonogramas¹⁰¹ que o *Drumming GP* realizou e editou comercialmente antes deste projeto, também foram alvo de análise crítica da minha parte, juntamente com o Diretor Artístico, relativamente a como estavam distribuídos os *setups* no espaço sonoro e como abordar esta questão nas sessões de experimentação, procurando encontrar o

⁹⁹ Para consulta do repertório, por favor, Consultar <http://www.drumming.pt/ingles.htm>

¹⁰⁰ Consultar, p.f., notas de programa da estreia:

<http://www.ccb.pt/sites/ccb/ptPT/Programacao/Musica/Documents/Prg%20Semana%20de%20Percuss3o.pdf>

¹⁰¹ Por favor consultar toda a discografia que foi estudada: <http://www.drumming.pt/discografia.htm>

conceito que melhor serviria à espacialização futura em diversos contextos, quer das mesmas obras, quer fazendo o paralelo com outras que se pudessem vir a concretizar.

Os fonogramas analisados em questão foram todos produzidos em *stereo*. A tendência geral encontrada foi colocar hierarquicamente os instrumentos em *layers* de diferente profundidade, procurando usar todo o espaço que o *stereo* proporciona; quer através de *panpotting*, quer através de diferenças de nível. Sendo o palco sonoro limitado pela difusão frontal, este estava sempre em frente ao ouvinte, entre o altifalante esquerdo e direito frontais, ainda que recorrendo-se ao efeito de “*phantom image*” ao centro, constatando-se que a perspectiva destes fonogramas se encaixa na abordagem tradicional ao palco sonoro.

Observação de algumas sessões de experimentação

Sendo o *Drumming GP* um ensemble com as características de distribuição espacial tão específicas e com o potencial de espacialização tão trabalhado ao nível artístico, fazia todo o sentido desenvolver um método de produção áudio que estivesse de acordo com isso. Produzir um fonograma em *surround*, como já foi referido anteriormente, abria novas possibilidades de espacialização, criando um envolvimento único, implicado em todas as considerações até agora tecidas. A possibilidade de distribuir eficazmente o palco sonoro “à volta do ouvinte” foi a grande expectativa deste projeto, quer da minha parte, quer da proposta do director artístico do Drumming GP. Apresentam-se de seguida algumas das sessões de experimentação com figuras ilustrativas e como foram muitas sessões; optei por apresentar apenas as mais significativas em termos de contribuição para o resultado final do projeto, quer pelas conclusões relativamente às técnicas, ou microfones, quer pelas salas usadas, quer pela complexidade da sua disposição, que condicionou as decisões tomadas na gravação e mistura do projeto final, será disponibilizado mais material ilustrativo no *site*. Apresenta-se também a análise sucinta de cada uma das sessões de experimentação escolhidas, cujas conclusões foram determinantes na construção contínua do modelo de trabalho.

Na figura a seguir apresentada, relativa à sessão de gravação do projeto, podem observar-se dois *setups* de obras distintas, um assinalado com um círculo a branco e o outro com um círculo a vermelho, onde se experimentaram várias disposições, quer no momento da captação, quer na abordagem à mistura. Este *layout* é demonstrativo do

tipo de disposição mais simples e frequente que o *Drumming GP* tem em *performance*, quer ao vivo, quer em gravação. Neste caso¹⁰², o *setup* do círculo a cor branca é composto por um quarteto de marimbas (para a obra *Volcano Mouth*) e o círculo a cor vermelha representa um outro quarteto de instrumentos vários (tina de água, *waterphone*, chocas, etc..., para a obra *Tan Dun*).

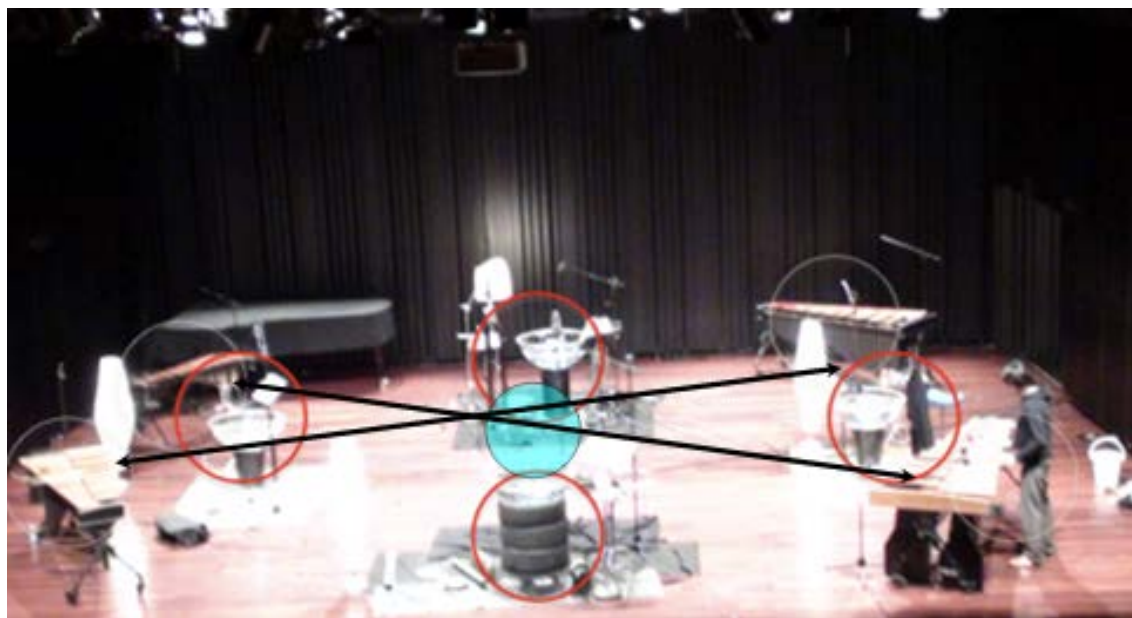


Figura 24 -Sessão de captação e gravação da obra *Water Music*, no auditório de Espinho

Na obra *Volcano Mouth* (4 instrumentos de lâminas, 3 marimbas e um Xilofone, círculo branco), propunha-se que a distribuição do palco sonoro na mistura fonográfica fosse simétrica e estática, representada pelas setas a preto (cuja amostra final não está no âmbito deste projeto).

A outra obra, *Water Drum*, será alvo de análise mais exaustiva posteriormente, já que é o objeto de estudo deste projeto e está acoplado a esta tese. No entanto, pode observar-se desde já que o círculo de cor ciano assinala o local onde estava o microfone quadrifónico, ao centro do *ensemble*.

Na próxima fotografia pode observar-se uma disposição do *ensemble* numa sessão da fase de experimentação técnica deste projeto.

¹⁰² O exemplo ilustrativo é já de uma das sessões de gravação para este projeto



Figura 25 Performance ao vivo, com difusão *surround*, em Dezembro de 2011 (sessão de experimentação de espacialização ao vivo)

Observe-se mais uma vez, a diversidade e complexidade de *setups* no palco sonoro, transposta para a espacialização no espaço da *performance*. Para esta sessão usaram-se as técnicas de captação “Duplo MS” (à boca de cena, no centro do palco sonoro) e captações *stereo* por cada *setup*. Para além disso, fizeram-se também captações muito próximas (para criar a ilusão de “close-ups” sonoros), em determinados instrumentos (indissociáveis da *performance*) que precisavam de ser processados particularmente, como por exemplo: “caixas-de-música”, berimbau-de-boca, “bolas saltitonas” que eram “raspadas” nos pratos e gongs tailandeses, som de “rasgar de papel”, entre outros instrumentos peculiares.

Neste caso, estudou-se com o diretor artístico que momentos musicais colocar sonicamente atrás da plateia e quais os que ficariam no restante palco sonoro. De uma maneira geral, como a ação se passava exclusivamente em frente aos ouvintes, só as reverberações se colocaram na parte de trás do sistema, excluindo um ou outro efeito de trémolos nos tímpanos, que iam diretamente para os *sub-woofers* (neste caso estavam calibrados para tocarem a partir dos 40HZ até aos 120Hz) e dois efeitos especiais, um que era feito com um arco de violino no ar (movimento que passava de trás para a frente no sistema de difusão), o outro eram gotas de água (bacia verde na

figura) cujas primeiras reflexões foram bastante trabalhadas na sua reverberação. Os *gongs* graves também estavam filtrados em termos de equalização e eram enviados num sub-grupo para irem diretamente para os *sub-woofers*. A “reverberação longa”¹⁰³ tinha cerca de 5,5 segundos e era usada em momentos muito específicos em que os vibrafones eram tocados juntamente com os *log-drums*. A movimentação em termos laterais só era usada, recorrendo a *delays* por canal, numa perspetiva realista, colocando os instrumentos no palco sonoro real.

Todas as questões até agora descritas são consideradas e equacionadas, no processo de elaboração do “desenho de som” de um programa quando em *performance* vivo, que engloba genericamente a escolha cuidada dos tipos de microfones¹⁰⁴, das técnicas de captação mais adequadas, o tipo de monição dos músicos mais ajustada, a elaboração da programação eletrónica, o espaço disponível¹⁰⁵, ou escolha do sistema de difusão mais adequado ao *layout* no palco e ao espaço, entre outros procedimentos.

Mais sentido faz ainda, produzir este *ensemble* em *surround*, nas obras e programas em que os músicos estão realmente distribuídos pelo espaço, como foi possível trabalhar ao longo deste projeto, como se pode observar na figura seguidamente apresentada:

¹⁰³ Trabalharam-se mais dois tipos de reverberação geral para este programa.

¹⁰⁴ Entre os microfones comuns de condensador, com os vários padrões de polaridade, às “shotgun”, aos “pressure zone microphone”, entre muitos outros

¹⁰⁵ Por vezes os array’s de microfones são pendurados ou acoplados ao cenário e/ou instrumentos.

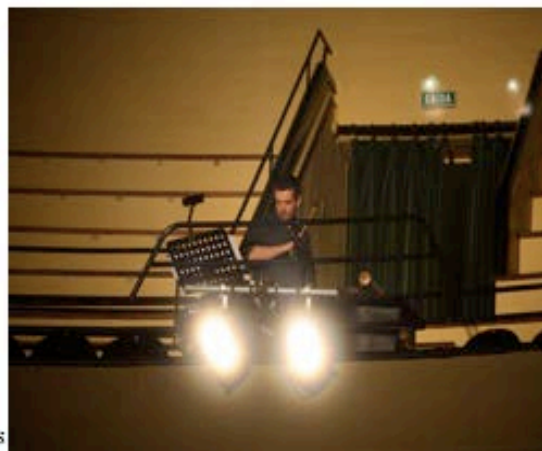
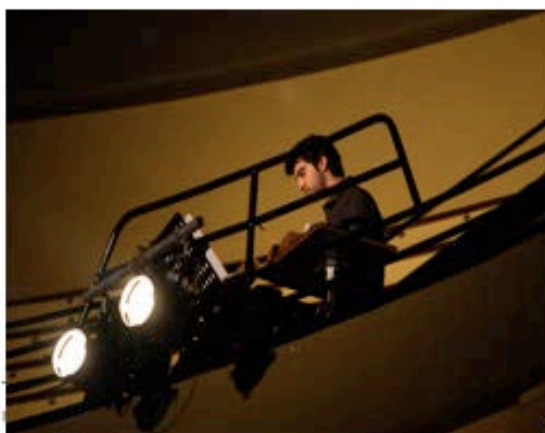
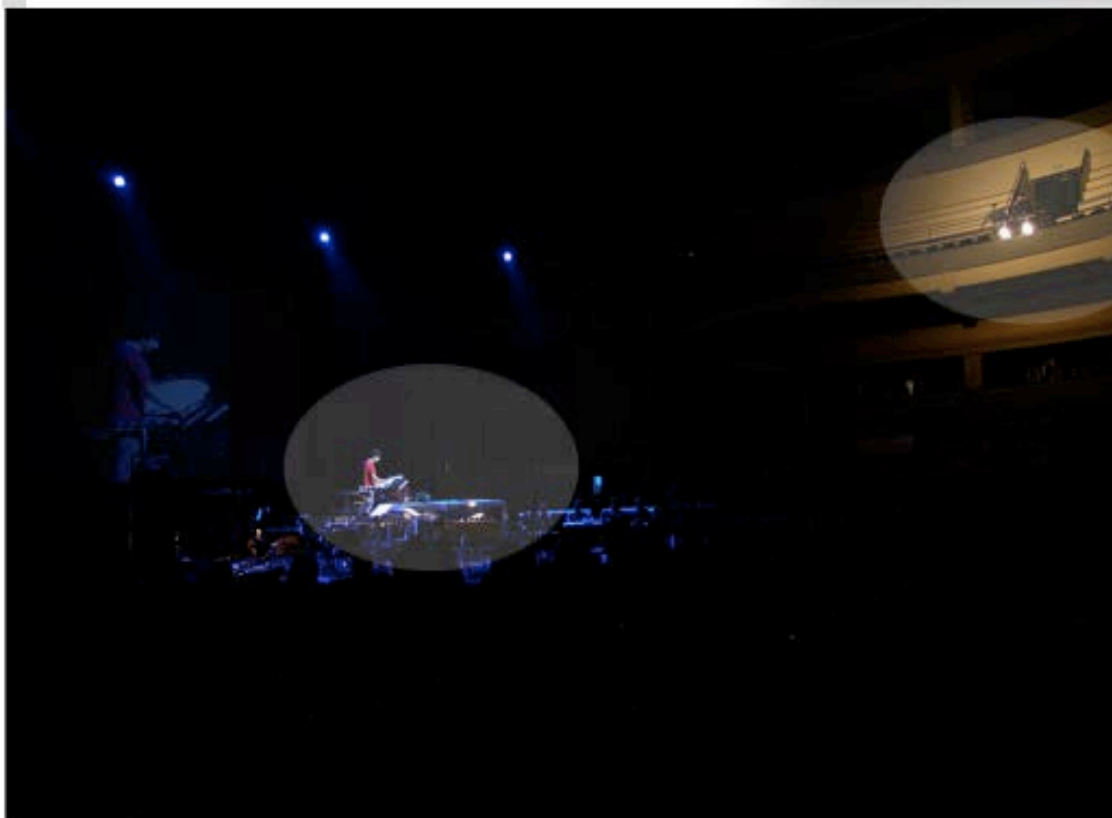


Figura 26 - Performance ao vivo, com difusão *surround*, em 2011 (sessão de experimentação de espacialização ao vivo no Coliseu do Porto). Sessão de experimentação num ensaio.

Esta fotografia apresenta uma sessão ainda da fase de experimentação, de uma *performance* da obra *Trio*, de John Cage, inserida no programa *Constructions* de Cage. Está assinalado na fotografia de cima a relação entre o *performer* que está no palco e outro que está na zona de público, que se situa acima da zona da plateia, a várias dezenas de metro de distância e num plano vertical muito acima do palco.

Esta *performance* foi difundida em *surround*, tendo sido colocados cerca de 28 altifalantes espalhados pelo espaço, tendo sido calibrados no dia anterior à *performance*¹⁰⁶, de acordo com as especificidades deste programa. Em conjunto com o *ensemble* decidiu-se a disposição dos músicos e respetivos *setups* na sala e trabalhou-se o desenho de som deste programa para este espaço. Utilizaram-se vários tipos de microfones e captações, nomeadamente, as técnicas de captação MS (na boca de cena) e XY (em cada *setup*), para além de vários microfones colocados pontualmente em instrumentos específicos. Cada músico tinha ainda monição de *click-track* com sistema de *in-ears*, que concebi especialmente para este programa, prevendo a dificuldade dos músicos em conseguirem ouvir-se entre si, derivado à distância a que iam estar uns dos outros.

Em termos de movimentação das fontes sonoras, como foram salvaguardados vários altifalantes por área de público a cobrir e tendo em conta a localização dos *setups* no espaço, foi possível através do uso de “matrizes” e envios para “ grupos”, fazer um esquema dos endereçamentos adequados; isto é, o princípio era o de “reforço sonoro” (em detrimento da atitude estrita de amplificação), e por isso, ao enviar o sinal de cada *setup* para a sua zona de difusão, que tinha uma correspondência real com determinado (s) altifalante (s), simulava-se uma “amplificação natural”, correspondendo ao aumento em termos de presença da imagem do *setup*. A única movimentação sonora evidente que se adotou foi uma automação simples realizada no sistema *Pro Tools*, que era acionada de cada vez que era acionado um *trigger* nos bombos de cada *setup*¹⁰⁷, dando a sensação de movimento contínuo que viajava entre *setups*, ou como se propunha atingir, viajava no espaço envolvente. Esta fotografia mostra a mesma sessão da mesma obra, do outro lado, o lado do palco.

¹⁰⁶ Calibração feita com o sistema *Sim*. Tinha como base o *layout* do palco, com toda a instrumentação disposta no espaço.

¹⁰⁷ Como as únicas frases musicais que começavam no bombo de cada *setup* faziam um movimento musical que, *setup* a *setup*, corria cada *setup*, como um *break continuum* que começava num dos músicos de um dos extremos, passava para o músico central do palco, e deslocava-se para o outro músico oposto.

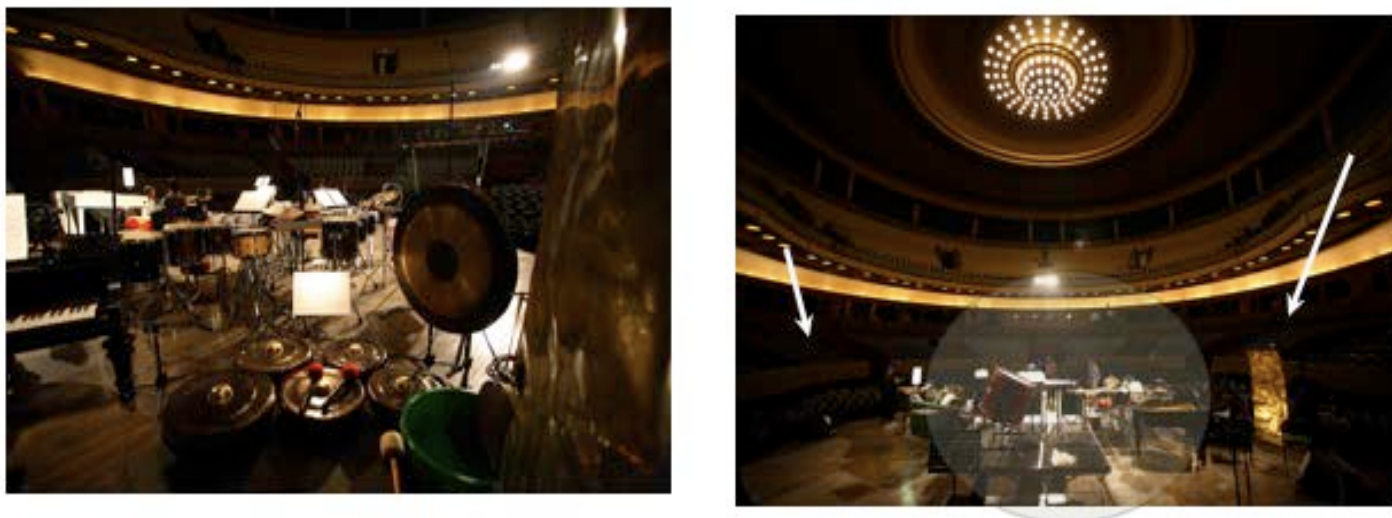


Figura 26 Performance ao vivo, com difusão *surround*, em 2011. Sessão de experimentação técnica num ensaio. Vista do palco para a plateia

Nas figuras acima apresentadas pode observar-se uma das sessões de experimentação, sendo importante analisar a disposição dos *setups* no palco assinalada com um círculo na figura do lado direito, que está deslocado no centro da plateia. As setas indicam ainda a zona dos balcões onde o público se encontrava, pois a cena passava-se quer nos pisos superiores (galerias), quer na zona central do espaço (tipo arena).

Na próxima figura pode observar-se uma das últimas sessões da fase de experimentação, onde os *setups* estão dispostos à volta e por trás do público (assinalados como “plateia”) em que desenhei a distribuição espacial do sistema de difusão *surround* também específico para esta sala e programa (*Le Noir de L'Étoile*, de G. Grisey).



Figura 28 - Difusão *surround* numa das sessões do projeto. A espacialização foi projetada de acordo com o espaço e programa

Neste caso, o sistema foi calibrado com a aplicação dos *delays* devidos, acertados para cada *setup*. O sistema de difusão principal foi reforçado com “torres de *delay*”, para além dos altifalantes colocados e posteriormente calibrados em cada *setup*. Cada músico tinha monição de *click-track* com sistema de *in-ears*. Nesta sessão já foi abordada a tecnologia *ambisonics* em termos de captação, onde se usou o microfone quadrifónico em conjunto com a técnica Duplo MS e técnicas de captação *stereo* por *setup*. De seguida apresentam-se algumas ilustrações relativas às gravações já na

fase da implementação do projeto, incluindo-se na gravação a utilização do microfone quadrifônico.



Microfone quadrifônico

Figura 28-Em cima: sessão de gravação. Em baixo: Difusão *surround* de material gravado em *ambisonics*.

Na figura acima apresentada, podem observar-se duas *performances* distintas, na figura de cima, fez-se a captação e gravação com o microfone quadrifônico e captações pontuais, sendo já o *setup* e sala onde foram feitas as gravações finais deste projeto. Tozzoli é um autor que tece considerações quanto à espacialização dos instrumentos no ambiente *surround*, enquanto na fase de gravação. Aponta uma distribuição no espaço dos elementos de uma bateria, gravada com técnica “multimikking” (referidas anteriormente como “captações pontuais”) mas com adição

de “microfones de ambiente”¹⁰⁸ considerando para isso a percentagem de “divergência” e/ou “convergência” na distribuição espacial panorâmica, facto tido em conta na mistura, já que se usou esta técnica. (Tozzoli 2005, 19-21). Na figura de baixo pode observar-se a *performance* onde se difundiu material o gravado e processado em *ambisonics*, que fazia parte integrante desta *performance*.

Estas duas sessões serviram essencialmente para experienciar as potencialidades e experimentar a técnica, em termos de captação e posterior difusão *surround*. Futuramente, espera-se poder usar esta tecnologia principalmente na difusão de algumas obras com electrónica.

Na próxima figura, pode observar-se ainda outra sessão de experimentação da obra de A. Pinho Vargas, *Estudos e Interlúdios*, também já com o uso do microfone quadrifónico e recorrendo à tecnologia *ambisonics*. Esta sessão foi importante por ter sido feita na sala onde se iria fazer a sessão de gravação final deste projeto e onde se adquiriu o material para a electrónica difundida posteriormente em *surround* (ver figura anterior).



Figura 29 - Sessão de experimentação de captação, da obra *Estudos e Interlúdios*, de A. Pinho Vargas, no Auditório de Espinho

¹⁰⁸ Consideram-se aqui “microfones de ambiente”, microfones que são colocados estrategicamente em pontos da sala de captação onde o objetivo é captar o “ambiente da sala”, sendo o sinal rico em reverberação/reflexões da sala, ficando caracterizadamente com “som ambiente/acústico de sala”. Este sinal não capta diretamente nenhum instrumento.

Sessão de experimentação da obra *Water Drum*

A obra que foi registada e escolhida para este representar este projeto, foi a obra *Water Drum*. Nas figuras seguintes pode observar-se já uma sessão de experimentação da obra *Water Music*, que decorreu no Castelo de S. Jorge, a primeira vez que se teve contacto com a obra. Esta obra estava inserida no programa “O Mar de Sophia”. Nesta sessão de experimentação usou-se a captação pontual por *setup* e 3 técnicas de captação MS (um por cada *setup*, que correspondia a cada obra deste programa). Esta sessão foi extremamente importante porque permitiu conhecer melhor o repertório que iria posteriormente ser gravado no Auditório de Espinho (cujo resultado final é a produção anexa à tese).

A sala de captação desta sessão era extremamente reverberante, comparativamente à sala que foi usada na captação da gravação final e foi importante perceber e analisar isso na gravação desta sessão, já em estúdio. Estudaram-se então quais as soluções técnicas para otimizar as características que daí podiam advir, tendo em conta as exigências do *ensemble* para a *performance*.

Pode observar-se do lado direito dois *setups* de obras distintas (*Volcano Mouth*, com marimbas e o *Water Drum* com a tina de água em cima); do lado esquerdo, observa-se um dos 4 pontos da mesma obra, noutra zona da sala de uma perspetiva da sala vista de um dos *setups* do *Water Drum*.

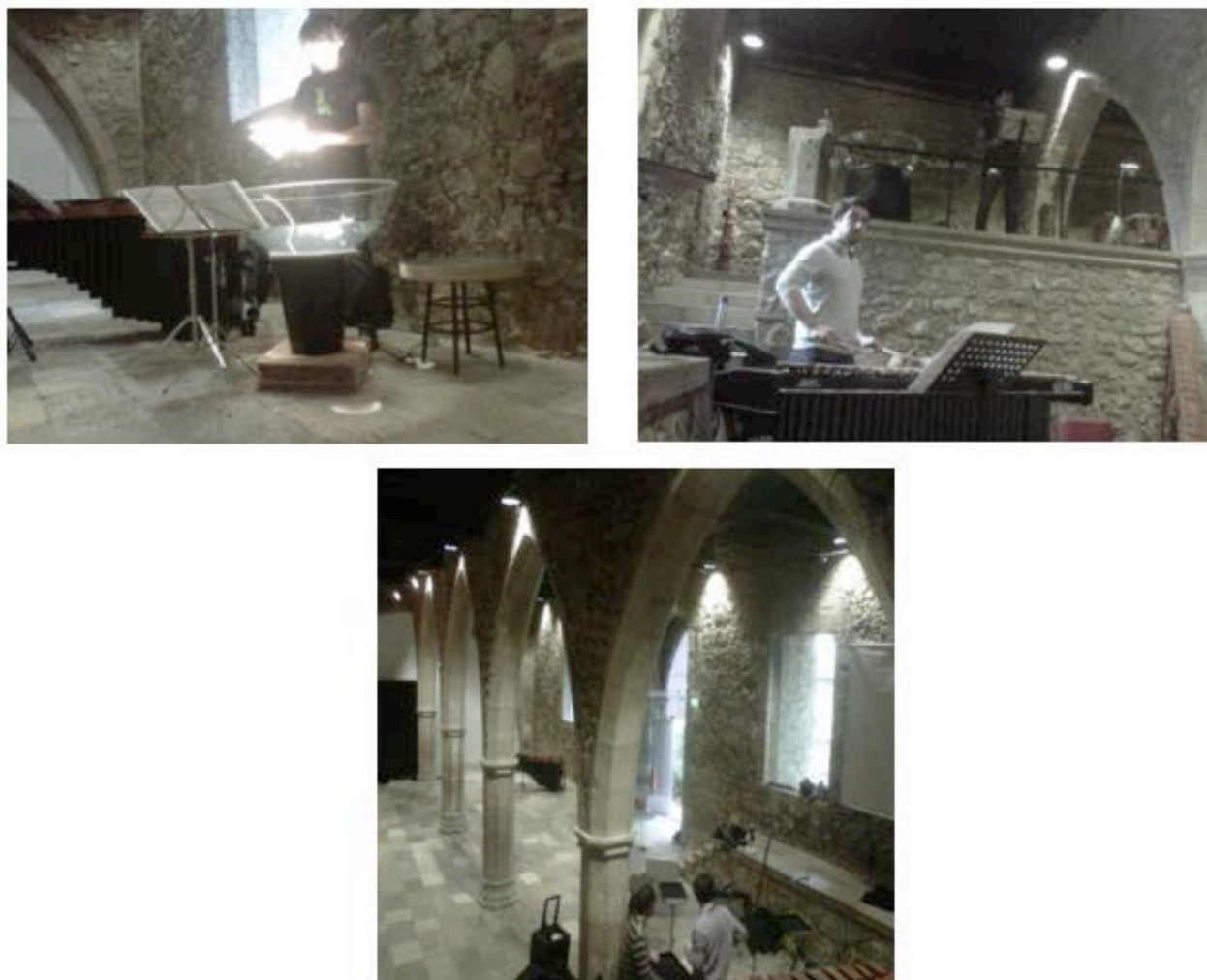


Figura 31 – Drumming “Mar de Sophia”, Castelo S. Jorge

Observe-se na fotografia de cima, uma vista de pormenor da gravação da obra, plano visto de cima e o microfone quadrifónico na fotografia de baixo.

As restantes obras gravadas a propósito deste projeto foram: *Volcano Mouth* (Jocondo), *Deep Water Music* (A. Chagas Rosa), *Estudos e Interlúdios* (A. Pinho Vargas), *Árias de Ópera para Tuba e Percussão* (A. Pinho Vargas), *Drumming the hard way* (Carlos Azevedo), *Reflections on the Nature of Water* (Jacob Druckman) e serão editadas brevemente, passando pelo mesmo processo da obra *Water Drum*.

Water Drum-Projeto

A obra escolhida neste projeto tem como instrumentação em cada *setup*, os seguintes instrumentos (multiplicados por 6, correspondentes a 6 *setups*): tina de água com 25 m³, *waterphone*, taças de madeira, *ago-go*, tantam ou gong, copos de plástico, chocas afinadas (em alternativa), tubos de ferro, mola suspensa (apenas solista), “escorredor de esparguete”, *watershake*. Como se pode observar, os *setups* desta obra são extremamente específicos, cabendo ao músico encontrar materiais e instrumentos que sejam timbricamente adequados às solicitações musicais do compositor expressas nas indicações da partitura.



Figura 31 - Pormenor de gravação para este projecto da performance da obra *Water Music*, de Tan Dun, no Auditório de Espinho.

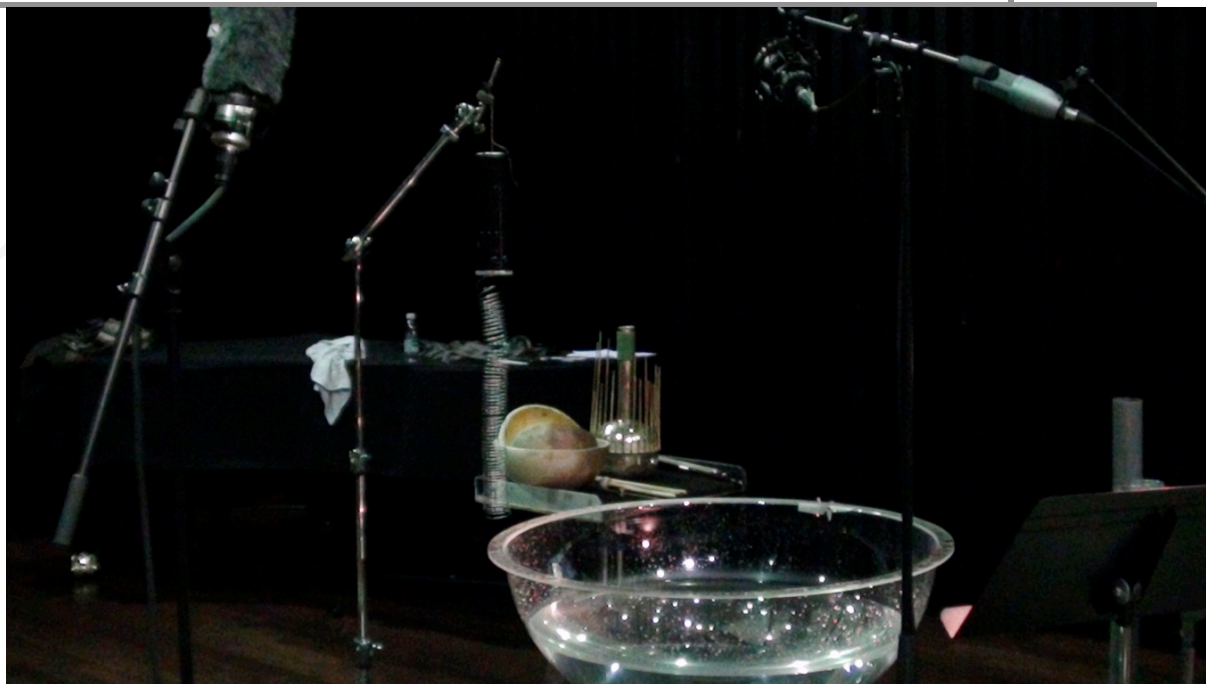


Figura 32- Setup modelo de cada músico para a gravação da obra *Water Music*

Para se escolherem as técnicas de captação mais adequadas, foi necessário ao longo do processo de experimentação levar em consideração os modos de irradiação de cada instrumento, e subsequentemente, e observar auditivamente as suas interações com o resto do *setup* onde se inseriam, bem como os modos de vibração de cada instrumento¹⁰⁹, considerando ainda por L. Henrique, o resultado da interação do elemento percussivo com cada instrumento, como baquetas e mãos (L. Henrique 2002).

A gravação realizada para este projecto foi feita ao vivo no Auditório de Espinho e a distribuição em palco escolhida, por questões musicais e artísticas, foi em forma de círculo, com os músicos voltados para o centro do palco, tal como se pode ver na figura:

¹⁰⁹ Para aprofundar estas questões, consultar, p.f.: *Modal Analysis of Musical Instruments by Holographic Interferometry.*



Figura 33-Layout da sessão de gravação de *Water Drum*

Setup da gravação de *Water Music*

Teve-se como base orientadora na decisão dos procedimentos de captação, a posição dos vários autores estudados, como Tozzoli, que constatou que os técnicos com mais experiência de produção em *surround* (que regra geral são técnicos que gravam muito orquestras e *ensembles* de música erudita), misturam várias técnicas de captação, sejam *mono*, *stereo* ou *surround*, com vários tipos de padrões de polaridade, colocando estes *setups* a partir de diversas perspetivas, seja no lugar do maestro, seja na zona de público, sejam “voados”¹¹⁰ seja mais longe ou mais perto de cada instrumento ou *setup*, procedimentos que por conseguinte foram bastante experimentados durante a fase de experimentação.

O *setup* desta gravação consistiu em usar um microfone quadrifónico e por *setup* um microfone de condensador com padrão de polaridade cardióide. Na figura abaixo apresentada pode observar-se em pormenor os microfones que existiam em cada *setup*, bem como o microfone quadrifónico que se encontrava no centro do *ensemble* (na figura existe um microfone assinalado com uma seta azul, que não foi usado na sessão deste projeto).

¹¹⁰ Entenda-se “voados” como os microfones que são pendurados no tecto ou em zonas muito altas, por cima da zona a captar.

Microfone
quadrifónico



Figura 34-Setup de microfones usados em cada set de percussão.

Acerca da calibração, montagem e *setup* de escuta, foi seguido um conjunto de procedimentos que pode ser consultado na secção “Apêndices”.

Mistura da obra *Water Music*

Optou-se por se fazer a mistura em *surround*, criando a perspetiva *inside the group/ensemble*¹¹³, por assim ser mais eficaz a criação de imersividade, por ser possível criar mais *spots* de distribuição no palco sonoro (espacialização), do que o *stereo* e por corresponder a grande parte das solicitações por parte dos compositores do *Drumming GP* nas suas indicações na partitura. O diretor artístico do *ensemble* levantou inicialmente a problemática de ser abordado constantemente pelos compositores para que as suas obras fossem difundidas nesta perspetiva, envolvendo e circundando a audiência com o *ensemble*. Como previamente foi referido, este conceito e abordagem foi implementado ao vivo em várias salas e locais distintos, desde o “Coliseu do Porto”, ao “El Escorial”, em Madrid, na “Sala Suggia”, da Casa da Música no Porto, no “Auditório de Espinho”, no “Centro Cultural Vila-Flor”, em Guimarães, entre vários.

O facto de estar programado para a presente época e a próxima um programa exclusivamente para difusão *surround* e sendo difundido ao vivo com este conceito,

¹¹³ Expressão amplamente conhecida no meio do áudio profissional e reflete a perspetiva de audição de se estar no “meio da banda/*ensemble*”, ao contrário de se estar na perspetiva da plateia a ouvir o palco sonoro à frente.

criou sustentabilidade à ideia de se implementar desde já esta abordagem num registo fonográfico, permitindo assim a sua utilização em várias instalações sonoras onde o *Drumming GP* irá estar presente com o programa *Water Music* a partir de Setembro de 2012 até Julho de 2013.

A entrega da amostra do projeto em DVD-Video prende-se com a questão de se proporcionar uma visualização do ambiente em que decorreu a gravação, inserindo-se este registo na “perspetiva criativa”. O “formato de consumo” (formato em que o consumidor final vai ouvir o produto) é extremamente importante, pois introduz alguns elementos, que se não forem previstos na etapa de produção, podem distorcer alguns princípios básicos de mistura (como foi abordado no capítulo anterior acerca da análise de Tozzoli); por isso, ao longo do processo foi-se testando as misturas em vários sistemas de reprodução com várias escutas e corrigindo erros que foram sendo detetados (como erros digitais, conflitos frequenciais, entre vários). Convém também esclarecer que em termos de edição, esta foi realizada no *software* “Digital Performer”, cujo projeto foi comum a todas as misturas; isto é, todas as misturas usaram a mesma sessão de edição. Em termos de procedimentos, a edição foi muito simples, embora morosa, pois procedeu-se à escolha de muitos *takes* e “edição” propriamente dita¹¹⁴ (tendo em conta a partitura). Portanto, a base para cada mistura, foi sempre a mesma amostra de áudio.

Inicialmente foi elaborada uma proposta de mistura e espacialização, descrevendo os objetivos e alguns critérios a ter em conta nos procedimentos, que definiriam o resultado final pretendido que foi entregue aos orientadores, como supramencionado. Os objetivos e ideias apresentados na altura eram os pontos e conceitos-chave aos quais pretendia chegar e os quais me propunha apresentar no final do projeto. As diferentes abordagens de mistura e espacialização à amostra anexada a esta tese, resulta do processo até agora apresentado. Tal como já foi referido, foram feitas muitas horas de experimentação, de gravação, edição e mistura e chegou-se a algumas conclusões, que estão refletidas nestas 3 misturas.

Seguidamente serão apresentadas brevemente os procedimentos e ferramentas adotados em cada um das misturas, tradicional, imersiva e criativa. Na próxima secção serão discutidas algumas decisões e análise dos resultados obtidos.

114 Neste caso, entenda-se por edição: escolha de *takes*, cortes, colagens de áudio, *fades*, etc...Esta obra em particular, foi uma das únicas que não foi gravada com *click-track*, o que dificultou muito a edição. Não foram feitos quaisquer *overdubs* nesta mistura.

Na figura apresentada pode observar-se a estação de trabalho onde foi realizada a fase de edição da obra *Water Music*, com o sistema já descrito anteriormente. Seguidamente, apresentarei os procedimentos gerais aplicado em termos de edição às 3 abordagens e em termos de mistura base inicial comum às abordagens “tradicional e criativa”.

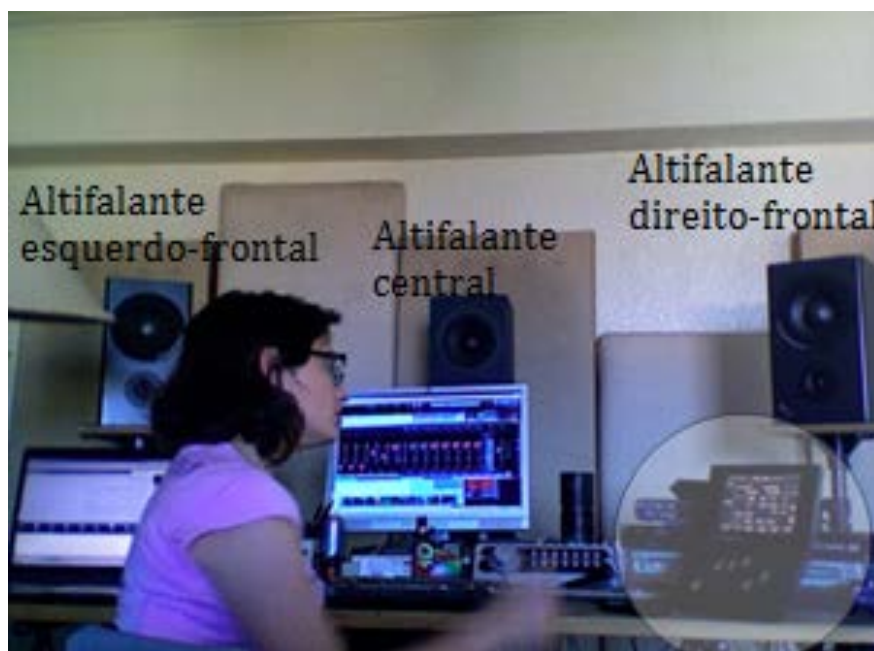


Figura 35-Illustração da régie de mistura.

Edição da obra *Water Music* de Tan Dun nas 3 abordagens

Primeiramente fez-se uma audição e estruturação da obra gravada e análise dos pontos-chave de mistura, com a marcação das mudanças de andamento, de textura, alterações de instrumentação e análise macroscópica da obra e divisão sequencial por partes, recorrendo à análise da partitura. Depois fez-se um estudo do tempo de reverberação diretamente relacionada com cada parte, havendo oscilações apenas na ordem dos “milissegundos”. Procedeu-se ao estudo da sequência de eventos musicais (cadências rítmicas, entrada de vozes, contraponto, análise de dinâmicas e textura), com marcação gráfica na partitura dos locais onde se faria maiores intervenções e alterações dramáticas, em termos de processamento posterior. Procedeu-se à criação de um diagrama hierárquico de *layers* da mistura, de acordo

com os planos de profundidade a distribuir no palco sonoro e um *template* para as sessões de trabalho.

Teve-se sempre o cuidado de não se fazerem alterações de edição e/ou alterações de tempo, de abordagem para abordagem, tendo-se feito um corte geral na equalização (passa-baixos aos 120Hz) do envio para o canal LFE, comum às 3 abordagens distintas.

Abordagem tradicional e criativa

Subsequentemente em relação às abordagens “tradicional” e “criativa” adotaram-se igualmente os seguintes procedimentos, que se foram apurando ao usar várias escutas para detetar problemas e abranger os vários problemas que iam surgindo:

-Fez-se a análise da consequência do uso de determinados filtros (equalização,...) no tempo e a sua interação com os outros *layer's* /instrumentos, analisando a relação causa-consequência na macroestrutura da obra.

-Acertaram-se temporal (em relação à distância de chegada do sinal) e auditivamente os *delays* em cada pista, com referência à técnica usada no centro do *ensemble* (microfone quadrifónico), de modo a minimizar os atrasos e consequentes problemas de *phasing* na mistura.

-Observou-se a relação das panorâmicas com o timeline geral e com a sua interação com os *plug-ins* (rotações de fase, etc...), corrigindo estas questões com os ajustes necessários nos parâmetros dos *plug-ins*.

-Fez-se automação da reverberação em tempo real, embora com valores e parâmetros diferentes entre estas duas abordagens.

- Aplicou-se compressão da reverberação para “controlar a sala”, usando no envio o *plug-in* “*Linear Phase Multiband*”, para fazer um tratamento geral da equalização das misturas. Envio independente para os altifalantes de trás e para os altifalantes da frente. No retorno através do *Plug-in RNDigital D4* fez-se o “controlo de dinâmica” do sinal, manipulando o controlo de nível, inserindo-o a seguir à reverberação nos canais dos altifalantes de trás.

Considerações acerca da abordagem criativa

Ainda na abordagem criativa, procedeu-se à criação de espaços e alteração tonal dos instrumentos, recorrendo à manipulação radical do tempo de reverberação e usando o endereçamento de canais para sub-grupos de grupos, onde eram aplicadas várias ferramentas de processamento, nomeadamente *delays*, inseridos em sub-grupos de equalização, que explorava a componente espacial, que se foram criando, tendo em conta intenção de criar mais *layers* sonoros.

De um modo geral, fez-se a escuta individual de cada pista relativa a cada microfone pontual e um endereçamento das pistas para cada grupo criado. Acertaram-se panorâmicas e fez-se uma automatização de espacialização de cada objeto sonoro, tendo em conta a distribuição da partitura, na introdução da obra, até estabilizar a *performance*.

Procurou-se a criação de espaços e linhas de som entre as frases musicais que se iam gerando através do processamento e procedeu-se à interação rítmica e tímbrica, controlando o tempo musical e inserindo-o como controlador de variáveis nos parâmetros de alguns *plug-ins*, enviando-os para os altifalantes de trás, como resposta aos objetos sonoros que eram gerados nos altifalantes da frente. Os *plug-ins* usados foram: “Plugo” (Liquid Digital; Morphulescencs), “Obelisk”; “iZotope Trash” e sentiram-se algumas dificuldades em encontrar ferramentas (*plug-ins*) dedicados para *surround*, que não em *stereo*.

Procedeu-se à construção de um *template* para a mistura em 5.1 no *software Nuendo 4.3* (criação de pistas e respetivo endereçamento). Criação de grupos separados de processamento de sinal, tendo em conta os sinais que correspondiam a “pontuais”+ “quadrifónico” . Criação de 2 grupos de *delay*, um enviado para os altifalantes de trás, o outro para os altifalantes da frente. Recorreu-se ao uso dos *plug-ins* na alteração do tempo e altura/frequência dos sinais, criaram-se *layers* de mistura (uso das reverberações para criar diferentes planos, tendo-se ainda recorrido ao uso de *plug-ins* para alterar a importância de cada voz, com sobreposições, alterações rítmicas e dos padrões. Explorou-se a relação das panorâmicas com o *timeline* geral, a sua interação com os *plug-ins* e consequências nos resultados finais (rotações de fase, etc...), criando modulações nos espaços e alteração tonal dos instrumentos. Procurar de

espaços e linhas de som entre as frases musicais. Explorou-se a interação rítmica e tímbrica.

Existiram algumas condicionantes gerais na mistura da abordagem criativa, pois tendo sido uma gravação ao vivo, sem recorrer a *overdubbs* e não tendo havido captação “peça-a-peça”, detetou-se nesta fase que era difícil conseguir obter determinadas frequências que não foram captadas na fonte sonora, quando se pretendia obter mais presença e manipular os transientes de ataque, por exemplo.

Nesta abordagem fez-se um tratamento do som enquanto objeto sonoro e não enquanto música com todos os seus elementos. Movimentos, criação de texturas, manipulação e alteração tímbrica.

Abordagem imersiva

Seguidamente são apresentados sucintamente, os procedimentos e ferramentas usadas nesta abordagem, fazendo-se sucintamente a apresentação dos *plug-ins* usados na mistura da “abordagem imersiva”.

Esta foi a mistura em que a tecnologia *ambisonics* foi abordada desde o início da cadeia de produção até à sua finalização; isto é, desde a captação à sua conversão para o formato 5.1, conforme se pode analisar.

A figura abaixo apresentada é uma ilustração retirada de uma das sessões de trabalho no *Reaper*, o *software* utilizado nesta mistura. Pode observar-se o *interface* de uma das partes da sessão de trabalho:



Figura 37-Sessão de trabalho de mistura na abordagem imersiva

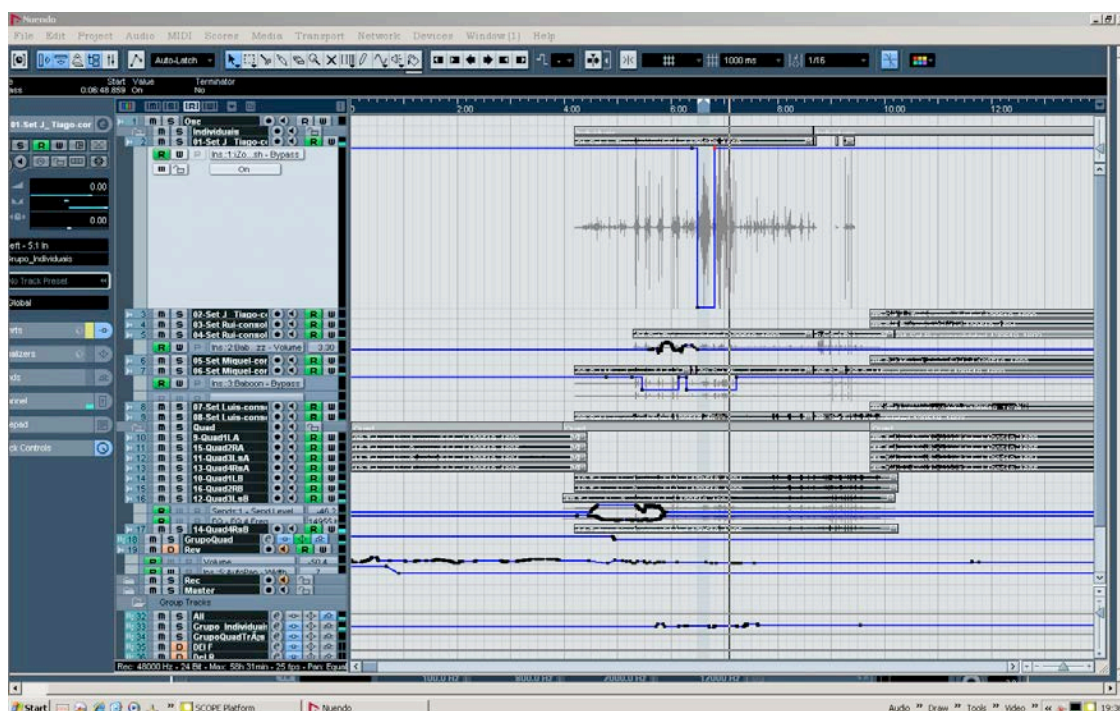


Figura 38 - Ilustração alusiva a um dos *templates* de uma das muitas sessões de mistura no software Nuendo.

Os procedimentos para a mistura em *ambisonics* passaram por colocar os microfones pontuais num grupo e codificá-los em formato-B (usando-se o *plug-in* Solo2B); depois colocaram-se em série os *plug-ins* B2B para o formato-B e posteriormente o *plug-in* B2G para poder trabalhar em 5.1.

A mistura foi feita à base de movimentações na espacialização, descrevendo o movimento realista que os músicos fizeram aquando da captação. Como a colocação dos músicos/instrumentos não é pensada e realizada na localização das colunas, mas sim a localização dentro do campo sonoro¹¹⁵ a um ponto no espaço, proporcionalmente, o mesmo local da gravação. O campo sonoro comportou-se de um modo muito fiel à realidade do momento da captação e por isso não foram usadas muitas ferramentas de processamento. No entanto e recorrendo ao *plug-in* de processamento do formato-B ("B2B"), que permitiu criar uma automação da "rotação

¹¹⁵ Num sistema convencional corresponderia a usar a técnica de panning para colocar os objetos sonoros em determinado local entre altifalantes, o que difere do que se consegue fazer neste sistema, na reprodução do campo sonoro.

do campo sonoro”, através da sua inserção no grupo do microfone quadrifónico, até a imagem estabilizar. Isto porque no momento da captação, os músicos deslocavam-se desde cerca de 20/25m da plateia, percorrendo vários roteiros até chegarem ao palco. De modo a criar um ambiente imersivo, recorreu-se também à automação da troca do plano da frente com o de trás (através do parâmetro “ front-back flip” do plug-in “B2B”). Fizeram-se também ajustes no plano horizontal (largura de palco), portanto entre a perspetiva esquerda e direita do palco sonoro.

Em relação ao uso e manipulação da “diretividade do sistema de reprodução (altifalantes), automatizou-se uma mudança na diretividade das colunas na Introdução da obra, até a imagem estabilizar (entre “omnidirecional”, “0” até “figura-de-oito”, “1”, passando por “cardióide”, “0,5”)¹¹⁶ e da relação do ângulo, quer dos altifalantes da frente quer dos de trás, alterando as relações posicionais do palco sonoro. Para isso recorreu-se ao parâmetro “

Subtilmente, fez-se uma automação do nível de sinal que ia para o centro e para os altifalantes de trás e realizou-se uma criação intensiva de movimentos no campo sonoro. Os *cross-fades* foram muito subtis entre a parte da frente e a parte de trás e de acordo com o discurso musical. Em relação a esta mistura constatou-se que foi necessário criar muitos sub-grupos e usar alguma automação, relativamente a níveis e ao envio de nível das reverberações. Usou-se também automação nos envios de cada *plug-in* e de acordo com cada pista e respetivo envio. Criaram-se diferentes *fades* e *cross-fades*. Fez-se ainda alguma equalização da reverberação.

Fez-se experimentação das diferentes sensações de distância na relação direta com a manipulação da diretividades dos altifalantes, atingindo-se a criação de ilusões de movimento nas 3 dimensões, como aproximação e envolvimento; distanciamento e sensação de espacialidade, nos diferentes pontos de escuta. Bem como a criação de diferentes sensações de distância na relação direta com a manipulação dos parâmetros de nível do sinal original e da reverberação.

Maioritariamente foram usados *plug-ins ambisonics*, mas foram usados alguns “Izotope” e “Ircam Tools”, para processar o áudio na pista *master*.

¹¹⁶ Estabilizou-se a diretividade dos altifalantes do seguinte modo: nos altifalantes da frente, esquerdo e direito: 0,7 (hipercardióide); nos altifalantes de trás:0,5

Chegou-se à conclusão que todos os procedimentos e ferramentas usadas interagiam e afectavam o resultado final da espacialização, tudo está interligado, em termos de percepção e de ação-reação com a introdução de elementos novos.

Análise à mistura da abordagem “imersiva”

Importa realçar os resultados observados pela análise desta abordagem, observando os seguintes pontos-chave da mistura e analisar-se algumas consequências nos resultados finais:

-Comparação e relação inter-dependente entre o plano da frente e o plano de trás. O campo sonoro foi equilibrado consoante o discurso musical.

-Ao ser possível fazer mudanças da diretividade das colunas conforme a necessidade de focalizar a posição e discurso musical (ou para um apontamento pontual), normalizava-se a localização das fontes no palco sonoro.

-Observou-se que tudo o que eram modificações mínimas de panorâmica, ou de qualquer outro parâmetro, eram rapidamente detectáveis à mínima alteração, resultando em diferenças de fase perceptíveis.

-Os movimentos são mais apurados, isto é, qualquer alteração de posição do som no espaço é muito perceptível, muito mais do que noutro tipo de abordagens.

- Os harmónicos de cada *setup* eram acentuadamente audíveis.

-Destacou-se a característica de não haver um *sweet spot* muito restrito, mas mais uma *sweet area*.

-Identificou-se uma grande vantagem em poder descodificar o sinal para o nº de altifalantes que se pretender ao usar o *ambisonics* (por se poder armazenar o sinal em w,x,y e z), podendo aumentar a qualquer momento o seu rigor na reprodução do campo sonoro, usando mais altifalantes.

De seguida apresenta-se uma breve explicação acerca das características dos *plug-ins* usados no processamento do *ambisonics*.

Plug-ins “Daniel Courville”¹¹⁷:

Solo2B

Este *plug-in* codifica um canal se *stream* em formato-B de 1ª ordem, permitindo que a mistura seja feita completamente em formato-B, mesmo que algumas fontes tenham originalmente apenas um canal (monofónicas).

Quad2B

Este *plug-in* é o codificador do sinal quadrifónico (4 sinais de entrada) em sinal/mistura para o formato-B de 1ª ordem. Tem a possibilidade de ter como 4 sinais de entrada (esquerdo-frente; direito-frente; esquerdo-trás, direito-trás) codificando-os em 4 saídas (W,Z,Y e Z-“vazio”¹¹⁸).

Este *plug-in* foi o escolhido nesta etapa pois as fontes originais de sinal estavam num formato quadrifónico (através da captação do microfone quadrifónico) podendo com este *plug-in* ser ainda codificado em formato-B. Para além disso, adequa-se perfeitamente ao caso concreto, pois o plano “Z” (altura) não estava contemplado no âmbito deste projeto. Tendo como referência o canal central, este *plug-in* codifica o canal esquerdo frontal a 45º à esquerda, o canal direito frontal a 45º à direita, o canal esquerdo-trás a 135º direito e o canal direito-trás a 135º direito.

B2B

Processador de 1ª ordem do Formato-B. Este *plug-in* possibilita, no processamento de sinal e/ou mistura em formato-B, manipular o campo sonoro em vários parâmetros do campo sonoro, seja na rotação do eixo sonoro, na elevação no plano altura, na inclinação ou na alteração da tridimensionalidade do palco sonoro (entre frente-trás, esquerdo-direito, cima e baixo (altura)]. Tem a possibilidade de ter 4 entradas (WXYZ) e 4 saídas (WXYZ).

¹¹⁷ Daniel Courville foi um autor que conheci na Conferência de Áudio Espacial da AES, em York, com quem conversei acerca desta temática e que me deu a conhecer estes plugins e mos explicou na primeira pessoa. No entanto, esta explicação é adaptada de <http://www.radio.uqam.ca/ambisonic/b2x.html>, em 30/03/2012.

¹¹⁸ “Dummy” (tradução livre): este canal fica “vazio”, não tem conteúdo, nem aplicação, neste caso.



Tabela 1-Plug-in “B2B” usado na mistura da abordagem “imersiva”.

B2G

Tem a possibilidade de ter seis entradas (WXYZ, em que o canal Z e outros dois são *dummies* e seis saídas (esquerdo, direito, centro, *low frequency effects*, esquerdo-*surround*, direito-*surround*). Este *Plug-in* foi usado neste caso para decodificar o sinal formato-B de 1ª ordem para o formato 5.1. Através deste *Plug-in* foi possível controlar

B2Verb

A partir de sinal em formato-B vai gerar *reverb* em formato-B de 1ª ordem. Tem a possibilidade de ter 4 entradas (W,X,Y e Z: *dummy*) e 4 saídas respectivas (W,X,Y e Z: *dummy*). Tem 13 *presets* (desde “plate” até “cathedral”).

TTT Dynamic Range Meter (à direita)

Foi utilizado para servir de monitoração visual à mistura final desta abordagem (*truepeaker*), tendo sido inserido na pista *master* (2 por cada canal=6).

Apresenta-se resumidamente uma tabela onde consta o *software* usado na maior parte do processo.

	Tradicional	Imersiva	Criativa
Captação	Digital Performer 6.02	Digital Performer 6.02	Digital Performer 6.02
Edição	Digital Performer 6.02	Digital Performer 6.02	Digital Performer 6.02 e Reaper 4.22
Mistura	Nuendo 6;Cubase 4	Nuendo 6;Cubase 4	Reaper 4.22
Masterização			De-Interleaver;Reaper 4.22

Tabela 2-Tabela-resumo do *software* utilizado na componente de áudio

Componente da imagem no produto final

Adoptou-se ainda uma atitude experimentalista na concepção do vídeo que, ainda que seja demonstrativo e elucidativo do *layout* e dos *setups* dos músicos nesta obra especificamente, não pretende ser a reprodução fiel e síncrona da *performance*. Não se pretendia fazer um “DVD musical”, na perspetiva de reproduzir realisticamente um concerto ao vivo, mas sim ser coerente com uma abordagem criativa, relativamente ao que se passou no processo desta gravação e mistura. Na “abordagem criativa” pode-se observar um vídeo ilustrativo, que ao utilizar algumas ferramentas do *software After Effects* e usando como referência a variação de amplitude do sinal áudio¹¹⁹, introduz alguns elementos gráficos que ilustram a imagem: a dimensão dos grafismos variam entre serem maiores ou menores (conforme há mais ou menos entrada de sinal) e entre formas pré-definidas, que vão variando aleatoriamente entre valores também eles pré-definidos. A figura abaixo apresenta o *layout* desta sessão.

¹¹⁹ Através da função “Key frame detector”.

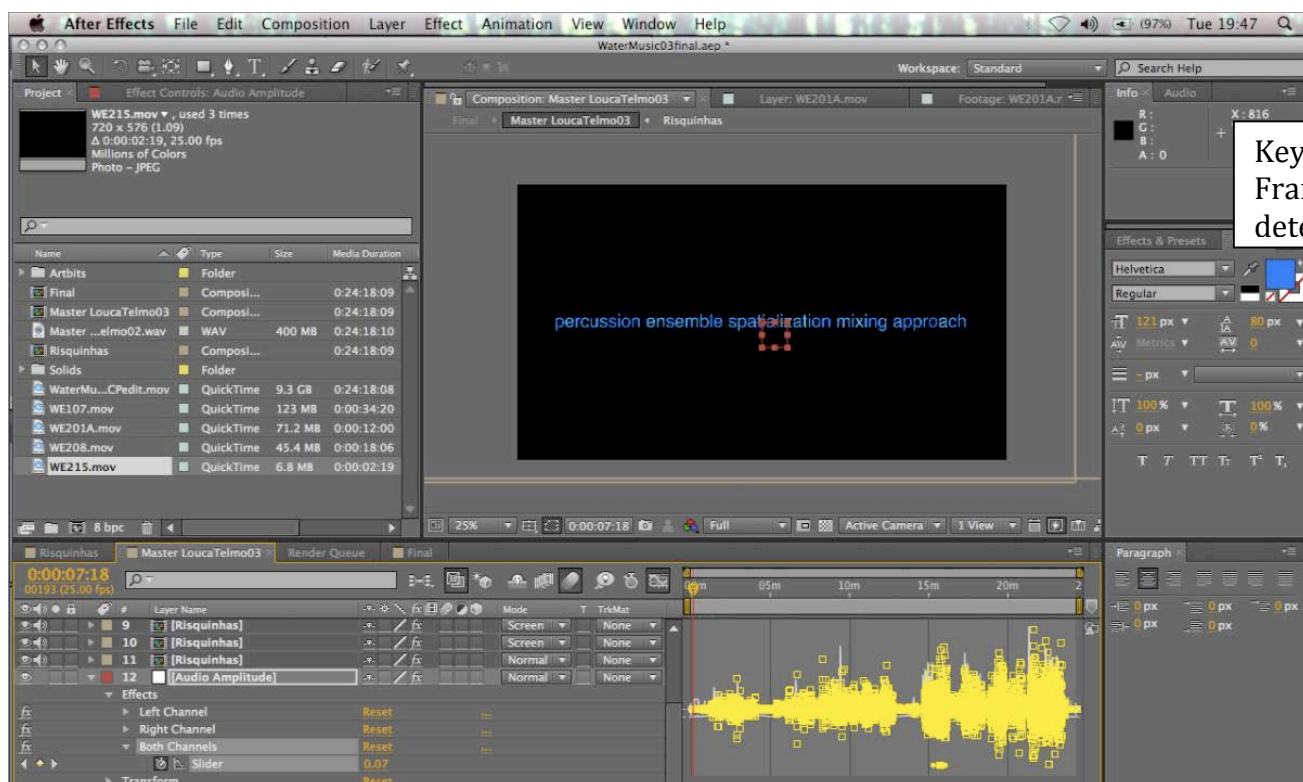


Figura 38 - Ilustração alusiva à sessão de trabalho no *software After Effects*, para tratamento da amplitude do sinal áudio enquanto variável da componente gráfica.

Para além disso, foram usadas imagens de bibliotecas “Artbeat” alusivas ao tema musical, que foram sendo introduzidas entre planos. Deste modo, a interação entre a imagem e som introduz estímulos alusivos ao movimento sonoro e à espacialização e mistura criativa. Os *close-ups* de imagem não correspondem necessariamente aos *close-ups* do som, servindo a realização e edição, o propósito criativo da “abordagem criativa”.

O DVD-Vídeo complementa assim o DVD-Audio, que apresenta as 3 abordagens, sem qualquer compressão áudio, em PCM (*pulse-code modulation*) linear.

Apesar de o DVD-Vídeo ter uma expressão muito acentuada em termos de formato de consumo, era essencialmente na etapa de produção que fazia sentido perceber as limitações e características dos sistemas apresentados, pois é nesta etapa que se estabelecem as decisões em termos de distribuição espacial no resultado final e por isso, a reacção dos profissionais do áudio relativamente à audição da amostra do áudio sem compressão (correspondendo ao áudio do DVD-Audio, em PCM linear), foi

sempre de preferência relativamente à audição do áudio com compressão “.ac3” (que corresponde à compressão usada como *sandard* no DVD-Vídeo. Registaram-se referências destes profissionais após a audição do projeto, como “timbre aveludado dos instrumentos”, “sala muito mais bem definida”, “reveberação equilibrada”, “transientes de ataque mais bem definidos”.

Apresenta-se de seguida uma tabela onde constam os elementos relativos ao vídeo.

Video	
Captação	Câmaras de vídeo DSLR (<i>digital single lens reflex</i>), 1xCanon 60D 1x550D FullHD, com compressão H264.
Edição	Final Cut Pro
Pós-produção	After Effects (Adobe)
Conversão e compressão	Compressor (para MPEG2-Video e AC3-Audio)
Authoring	DVD Studio Pro

Tabela 3-Tabela-resumo do *software* e material usado na componente vídeo.

Masterização/pós-produção

A etapa de masterização neste projecto consistiu apenas em criar uma linha orientadora e limitadora em termos de nível aparente de sinal, e para isso recorreu-se ao uso dos parâmetros de equalização do processador “Tc Electronic 6000”, onde se procedeu a uma equalização geral (com pequenos ajustes), tendo em conta a média do somatório harmónico em cada uma das misturas, exceto na “abordagem *ambisonics*”, que não passou sequer por esta etapa.

Análise de resultados

Entrevistas a profissionais

As entrevistas e encontros com profissionais da área, técnicos de som, produtores e sonoplastas foram-se realizando ao longo do projeto, apesar de terem tido mais incidência na fase de experimentação, as quais contribuíram para a consolidação de algumas decisões na fase de mistura. O contexto destas entrevistas foi feito no trabalho de campo, regra geral, durante as fases de experimentação nas salas, quer de captação, quer de mistura.

Os técnicos e sonoplastas entrevistados foram até ao momento: António Pinheiro da Silva, Francisco Leal, Fernando Abrantes, Nelson Carvalho, Branko Neskov, Pierre Lavoix e Morten Lindberg¹²⁰.

Na fase de experimentação inicial, para se fazer uma contextualização histórica da disposição da percussão em palco e nos fonogramas, entrevistaram-se os seguintes maestros e compositores: Peter Rundel, Álvaro Salazar e Juan Pampin.

Apesar de não ser possível presentemente apresentar uma amostra de resultados que seja irrefutavelmente representativa de uma amostra da população dos profissionais do áudio relativamente a este projeto, pois a criação das amostras e entrevistas precisou do desenvolvimento amadurecimento deste projeto, num futuro próximo será possível sistematizar algumas questões no que diz respeito às práticas de espacialização desta população, tendo em conta a análise que possam fazer.

Algumas conclusões positivas por parte do Diretor Artístico do *Drumming GP*, que decidiu fundamentar as suas escolhas estratégicas para os próximos 4 anos do *ensemble* tendo em conta este estudo, foram fundamentais para uma evolução positiva do projeto, a ser implementada em termos comerciais e *performativos*.

¹²⁰ Para consultar o conteúdo total das entrevistas realizadas, p.f.,consultar:
<http://susebeat.wix.com/spatializingdrumming#!home/mainPage>

Limitações técnicas

Foram realizadas cerca de 212 horas de gravação, divididas em duas fases diferentes, uma da exploração de técnicas de captação e mistura, e de repertório, e a outra de implementação dos métodos e conclusões tirados da primeira fase. A primeira fase teve como base científica a análise da bibliografia e fonografia existente, que serviu como referência de base, para além do *feed-back* que se ia tendo de alguns profissionais convidados a ouvirem as diferentes etapas do processo numa régie equipada para produção em 5.1. Esta fase deu resposta e seguimento a algumas questões de partida, no que diz respeito a soluções mais eficazes de espacialização e a novas formas de trabalhar e investigar.

Como evolução do processo, fizeram-se várias masterizações diferentes, com formatos de consumo diferentes (DVD-Audio e DVD-Vídeo), usando frequências de amostragem e resolução diferentes, tanto na gravação como na mistura (96KHz/24bit e 48KHz/24bit).

Como já foi subentendido, este projeto registado em DVD, é apenas uma amostra do trabalho final de mestrado e por questões práticas, optou-se por se produzir para este projeto apenas uma obra que aglutinasse e fosse representativo da maior parte do conhecimento, experiência e resultados conseguidos durante a investigação. Os procedimentos, limitações e aplicações técnicas foram transversais a todo o processo: após a fase de experimentação, todas as escolhas de microfones, técnicas de captação, edição e produção em geral, foram aplicadas caso-a-caso, obra a obra; isto é, as obras foram todas trabalhadas seguindo o mesmo procedimento até ao formato final de mistura. A partir dessa etapa, só se deu continuidade à obra em análise, *Water Music*, do compositor *Tan Dun*. Futuramente, será aplicado o mesmo método às restantes obras gravadas, com a diferença do vídeo ser realizado numa perspetiva realista, para fins comerciais.

Esta obra apresentou algumas características que pela sua complexidade demonstrava ser a mais apropriada para exemplificar os problemas a abordar, nomeadamente:

-características organológicas muito atípicas (ver próximo capítulo e observar fotografias);

-disposição em palco muito dificultada por ser impreterível todos os elementos se verem sem qualquer problema de ângulo ou alinhamento (tinham de estar em círculo, virados para dentro do palco)¹²¹;

-existia uma versão para “*solo*” e para “*solo de percussão e orquestra*”, sendo que esta é uma obra para vir a ser difundida em *surround* pelo *Drumming GP*, futuramente a este projeto. Esta versão em quarteto é a mais complexa para dispor num palco sonoro, as outras duas não levantam problemas, já que a versão “*solo e orquestra*” é colocada pelas indicações do compositor com a percussão à frente da orquestra e a versão *solo* coloca o solista no centro do palco ¹²²;

-o diretor artístico demonstrou na entrevista ser uma das obras com mais potencial para ser espacializada em *surround*, lançando o desafio de *como espacializar esta obra num registo fonográfico*;

Em relação aos resultados da relação entre localização e envolvimento, os profissionais defendem acima de tudo que, no que diz respeito à arte e técnica que é misturar para 5.1, que o equilíbrio entre a percepção sonora que o ouvinte sente “ à sua volta” (sentido-se “abarcado pelo som”) e a capacidade de determinar a localização de determinados elementos sonoros no palco sonoro, seja um compromisso fundamental e difícil de atingir, mas que será o objetivo fulcral da mistura em 5.1. Nas 3 abordagens apresentadas neste projeto conseguiram-se atingir resultados bastante diversos e satisfatórios e foram já usadas como material fonográfico que foi espacializado na última *performance* da temporada pelo *ensemble*, em que a reacção do público e dos agentes presentes (produtores, programadores e compositores) foi a confirmação disso mesmo, podendo observar-se uma fotografia que ilustra essa *performance*.

¹²¹ Por questões musicais, era necessário que todos os músicos conseguissem visualizar todo o ensemble: a componente visual era a chave para a interação em tempo real.

¹²² Referência com o DVD com o compositor.



Figura 39-Difusão *surround* do material deste projeto numa *performance* do *Drumming GP* (29 Julho 2012)

Muita da análise das ações e procedimentos realizados foram sendo feitas ao longo da descrição dos procedimentos e foi sendo feito o contraponto relativamente às premissas iniciais a que me propunha.

6-Discussão

O ponto de partida deste projecto era encontrar algumas soluções, procurar tendências e implementar algumas abordagens quanto à espacialização de um *ensemble* de percussão. Ao fazer o levantamento de tendências acerca desta problemática entre os profissionais da área, quer enquanto intérpretes (músicos e direcção artística), compositores e maestros, quer enquanto técnicos (sonoplastas, técnicos e produtores), acentuou-se a pertinência de avançar com este tipo de estudo, sistematizando algumas ideias e procedimentos.

Ao longo do tempo e da evolução deste projeto, deve-se referir que o diretor artístico do *ensemble* foi ouvindo as gravações, usando-as como objecto de trabalho para otimizar a distribuição dos *setups* em cada programa, em termos de espacialização dos diferentes *setups*, com o compromisso dos seguintes parâmetros: melhor espacialização sonora tendo em conta a zona de público, intervindo na implementação das diferentes áreas das salas de concerto¹²³, redução do nº de instrumentos em palco em dependência direta com o espaço útil disponível, o melhor alinhamento das obras no mesmo programa, instrumentos disponíveis para cada programa, entre melhoramento e mudanças subtis de outros aspetos focados na secção anterior. Portanto, este será um dos aspetos mais positivos a tirar deste estudo, teve aplicação e pertinência prática, podendo ser um contributo para aplicações futuras.

Relativamente às diferentes abordagens, estando bem caracterizadas anteriormente, importa analisar que tendo em conta as propostas iniciais foram superadas as expectativas, havendo espaço para outras possibilidades no que diz respeito a criar outro tipo de características; no entanto, o processo de investigação conseguiu criar alguma consolidação no que diz respeito à pergunta de partida. Os resultados obtidos, patentes no projeto final demonstram que se conseguiu concretizar todos os pontos propostos inicialmente, resultando num produto passível de ser comercializado e de ser a base de trabalho real para os agentes já referidos anteriormente. A questão central da abordagem a *Como espacializar um ensemble de percussão* foi respondida,

¹²³ Como a temporada seguinte foi programada durante esta temporada, os requisitos técnicos dos próximos concertos foram assegurados durante esta fase.

no sentido de se ter apresentado mais do que uma proposta, onde foram explorados exaustivamente os conceitos inerentes à espacialização sonora e desenho de som, aplicado a vários programas musicais, num tipo de formação que se teve de caracterizar e estudar aprofundadamente, conseguindo ainda criar um suporte fonográfico para o formato de consumo, explorando e manipulando todas as etapas de produção áudio.

Os profissionais que já ouviram o projeto têm a opinião geral de que a abordagem “imersiva” é a que oferece um maior grau de envolvimento em termos de escuta; quanto à abordagem “criativa” foi unânime que é a mais interessante em termos de espacialização, para aplicações na área da percussão. Devem no entanto ser aguardados resultados das entrevistas realizadas e da análise desses dados, pois a amostra da população não é ainda significativa, servindo apenas como ponto de orientação inicial.

Verificou-se ao longo do projeto que começa a haver uma tendência ente algumas escolas de composição em manipular e querer transmitir aos *performers*, através dos diagramas na partitura, qual a sua intenção em termos de espacialização da obra.

Percebeu-se também que os directores artísticos deste tipo de *ensembles* são os agentes diretos no terreno quem tem mais poder de decisão, pois há muitas limitações e decisões que têm de ser tomadas nos locais de ensaios e que depois são posteriormente adaptadas nos locais de *performance*. Consequentemente são os técnicos de som que terão de criar e implementar sistemas que se aproximem o mais possível da vontade artística.

Ainda relativamente aos técnicos de som e sonoplastas, salvo raras excepções¹²⁴, há ainda alguma falta de empenhamento em criar uma comunicação entre “compositor-ensemble-técnico/sonoplasta”. Quanto aos desenhos de som, quer ao vivo, quer em registos fonográficos, ainda o técnico tem alguma capacidade de acção, tendo de considerar todas as variáveis e condicionantes abordadas neste projeto.

¹²⁴ Foram iniciados contactos com técnicos do Ircam com quem trabalhei no Remix Ensemble, por exemplo, que testemunharam isso.

7-Conclusão

Neste trabalho apresentou-se um projeto da produção de espacialização de um *ensemble* de percussão, fruto de várias abordagens técnicas e estéticas, refletidas nas gravações que foram sendo elaboradas e que aglutinam uma série de procedimentos, técnicas e perspectivas como propostas à problemática.

A abordagem à tecnologia *ambisonics* demonstrou ser uma mais-valia, pois revelou ser uma solução técnica e estética deveras interessante como ferramenta de produção áudio, no que diz respeito à criação de um campo sonoro no espaço, para além de ser uma técnica pouco explorada e conhecida pelos profissionais, relativamente a outras mais usadas, mas com outro tipo de respostas.

Conseguiu-se atingir os objetivos propostos iniciais tente no projeto final. A proposta inicial não supunha uma resposta fechada e absoluta, mas sim uma proposta válida e consolidada, e que fosse fruto da aplicação prática de diversas técnicas e tecnologias relacionadas com a captação, difusão e desenho de som estudadas ao longo deste percurso.

Num futuro breve será compilada e recolhida toda a informação acerca dos profissionais do áudio e das suas práticas, complementando este projeto e finalizando mais uma pequena etapa que poderá dar o seu contributo na área do áudio espacial. Esta área demonstrou ser muito fértil e recente em termos de potencial da exploração de investigação, bem como a nível comercial.

O projeto desenvolvido consistiu na produção de uma amostra áudio multicanal, no formato de DVD-Vídeo e DVD-Audio e por isso, um registo fechado, mas a difusão e espacialização sonora¹²⁵, quer seja em espaços acústicos abertos ou fechados, com aplicação das técnicas e procedimentos desenvolvidos (quer de captação, quer de mistura) nomeadamente o *ambisonics*, são o objectivo principal do desenvolvimento futuro desta investigação e que será implementado nas *performances* ao vivo.

O balanço deste projeto é extremamente positivo porque dele produziram-se na fase de experimentação várias amostras fonográficas que irão ser editadas comercialmente

¹²⁵ Segundo Barrett, o conceito de difusão sonora é uma prática da performance que envolve “interpretação” (Otondo 2007)

nos próximos meses; para além disso, relativamente à amostra anexa a esta tese é o primeiro produto final que é a base de trabalho em termos de abordagem técnica e estética que se pretende adotar no Drumming GP, tendo já sido utilizada para esse fim. Uma das partes mais positivas deste projeto é do meu ponto de vista, as possibilidades futuras que demonstra ter.

Apresentou-se este projeto a outros *ensembles*¹²⁶ e tendo em conta a problemática inicial de “Como espacializar e misturar um *ensemble* de percussão nos dias de hoje”, as primeiras respostas são entusiasmantes¹²⁷.

Os sistemas de difusão que é mais frequente encontrar quando se trabalha com este tipo de *ensembles* é cada vez mais sistemas multicanal e as técnicas e tecnologias estudadas neste projeto serão aplicadas no futuro por mim, quer em registos fonográficos, quer enquanto criação de material electrónico e abordagem espacial dos objectos sonoros, quer em situações de concerto para sistemas multicanal.

A abordagem à tecnologia *ambisonics* foi uma mais valia no que diz respeito a responder eficaz e rapidamente a problemas cruciais de base no que diz respeito à reprodução de um campo sonoro, mais ou menos manipulado.

Futuramente, prevê-se explorar “áudio espacial”, recorrendo ao *ambisonics* na sua componente de “high order ambisonics”, de modo a conseguir otimizar e obter o campo sonoro mais detalhado.

¹²⁶ Les Percussionistes de Strasbourg e Ictus Ensemble.

¹²⁷ Consultar p.f., <http://susebeat.wix.com/spatializingdrumming#!home/mainPage>

8-Bibliografia

- Adler, Samuel. 2002. *The Study of Orchestration*: Norton & Company.Inc.
- Baalman, Marije. 2010. *Spatial Composition Techniques and Sound Spatialisation Technologies-Organised Sound*.
- Bartlett, Bruce. 1991. *Stereo Microphone Techniques*. USA: Focal Press.
- Blades, James. 2005. *Percussion Instruments and their history*. London: The Bold Strumer,Ltd.
- Blauert, Jens. 1983. *Spatial Hearing-The Psychophysics of Human Sound Localization*. Edited by The MIT Press. London.
- Blumlein, A. D. (1931). U.K. patent 394, 325, Reprinted in *Stereophonic Techniques*, 1986, , and New York AES. 1986. "U.K. patent 394,325, Reprinted in *Stereophonic Techniques*, 1986, AES, New York." Reprinted in *Stereophonic Techniques*"AES, New York.
- Carlsson, Karin. 2004. *Objective Localisation Measures in Ambisonic Surround- sound* , Music Technology, University of York Estocolmo.
- Ceaucage, Réjean. 2003. *Percussion extrêmes*. La Scena Musicale.
- Chion,M.; Claudia Gorbman, Walter Murch. 1994. *Audio Vision-Sound on Screen*.
- Cubitt, Sean. 1998. "Digital Aesthetics." (The incoherence of the soundtrack).
- D. Havelock, S. Kuwano, M. Vorlander. 2008. *Handbook of Signal Processing in Acoustics*. Edited by Springer. Vol. I: D. Havelock, S. Kuwano, M. Vorlander.
- D.G. Malham; Myatt, A. 1995. "3D Sound Spatialization using Ambisonic Techniques." *Computer Music Journal* no. 19.
- D.Malham. "EXPERIENCE WITH LARGE AREA 3-D AMBISONIC SOUND SYSTEMS."
- De Lancie, Philip; ELY, Mark 2001. -DVD Production, A Pratical resource for DVD Publishers. Edited by Focal Press. Oxford: Focal Press.
- Dolby Laboratories, Inc. 2005. *5.1-Channel Music Production Guidelines*. Issue 3.
- Donald J. Grout, Claude V. Palisca. 2001. *História da Música Ocidental*. Lisboa: Gradiva.
- DPA-"Miking with DPA Microphones A workshop in Surround Miking"
- EBU Technnical , Report. 2002. *AudioThe EBU's multichannel activities*.
- EBUTechnicalReportBPN021. 1999. *Multichannel Audio: Report on different reproduction and delivery formats available on the market*
- Everest, Alton. 2007. *Critical Listening Skills for Audio professionals*. Edited by CENGAGE Learning Course Technology.
- Francis Rumsey, David Griesinger, Tomlinson Holman, Mick , and Gerhard Steinke Sawaguchi, Günther Theile,Toshio Wakatuki. 2005. *Multichannel surround sound systems and operations-AES TECHNICAL COUNCIL In AUDIO ENGINEERING SOCIETY,Inc*.
- Gagné, Lynne. 2003. *Petite histoire de la percussion dans l'orchestre*. La Scena Musicale.
- Gerzon, M. 1974. "Surround Sound-Psychoacoustics." *Wireless World*.
- Griesinger, David. 1999. "Objective measures of spaciouness and envelopment." AES 16th International Conference on Spatial Sound Reproduction
- Griesinger, David .*The Physics and Psycho-Acoustics of Surround Recording*.
- H.Benade, Arthur. 1990. *Fundamentals of Musical Acoustics*. 2nd ed. New York: Dover Publications.
- Harley, Maria Anna. 1994. *Space and Spatialization in Contemporary Music: History and Analysis, Ideas and Implementations*, School of Music, McGill University, Canada.
- Henrique, Luís. 2002. *Acústica Musical*. Edited by Fundação Calouste Gulbenkian, Serviço de Educação e Bolsas. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Herder, Jens. 1997. "TOOLS AND WIDGETS FOR SPATIAL SOUND AUTHORIZING " *ComputGraphics- GRASP*.
- Hietala, Markku. 2007. *Perceived differences in recordings produced with four 5.0 surround microphone techniques*

- Holman, Tomlinson. 2000. 5.1 Surround Sound, Up and Running. Edited by Focal Press. USA. International, Telecommunication, Union. 2007. List of ITU-R Recommendations and Reports. Switzerland.
- ITUR-BS.775.1. 1994. *Multichannel Stereophonic Sound System with and without accompanying Picture* In ITU-R Recommendation BS.775-1.
- Kassier, R.; Lee, H.; Brookes, T.; Rumsey, F.. 2005. An Informal Comparison between Surround-Sound Microphone Techniques. Convention Paper 6429. Barcelona
- Katz, Bob. 2007. *Mastering Audio-The Art and the Science*. Elsevier ed. Oxford: Focal Press.
- Kearney, Gavin. 2008. "Multichannel Audio Technologies, Introduction to Ambisonics". University of Dublin, Trinity College
- Klapholz, J. . 1991. "Fantasia: Innovations in sound." J. Audio Eng. Soc. 39.
- Lund, Thomas. 2000. "<Enhanced Localization in 5.1 Production .pdf>." Journal of the Audio Engineering Society (Enhanced Localization in 5.1 Production):14.
- M. Grohn, T. Lokki, L.Savioja, T.Takala. 2001. "Some aspects of role of Audio in Immersive Visualization." SPIE no. 4302.
- Mazza, Aldo. 2003. Temps fort pour les percussions. La Scena Musicale.
- Meindl, M.J.; Vette, U.; Gorn, T.; . "Investigations of the effect of Surround Microphone Setup on Room Perception."
- Michel Chion, Claudia Gorbman, Walter Murch. 1994. "Audio Vision-Sound on Screen"
- Michels, Ulrich. 2003. Atlas de Música I. 2 vols. Vol. 1. Lisboa: Gradiva. Original edition, dtv-Atlas Musik-Band I.
- Mikkel Nyman, Eddy Brixen, Morten Stove. 2003. Miking with DPA Microphones- A workshop in Surround Miking. In AES 24th International Conference, edited by AES.
- Norlén, Tobias. 2008. The potential of 5.1 home surround system to create a wide listening area for music production Lulea University of Technology.
- Otondo, F. 2007. "Creating spaces: an interview with Natasha Barrett. ." Computer Music Journal no. 31 (2).
- Owsinski, Bobby. 2008. The Audio Mastering Handbook. Edited by The Mastering Engineer's Handbook, The Mastering Engineer's Handbook. USA: Thomson- Course Technology.
- Owsinski, B. 2006. The Mixing Engineer's Handbook. Edited by Thomson-Course Technology- Professional and Technical Reference. Boston.
- Owsinski, Bobby. 2009. The Recording Engineer's Handbook. Edited by Course Technology, Course Technology.
- Oxford English Dictionary. The Oxford English Dictionary-Oxford Dictionaries Online 2012. Available from <http://oxforddictionaries.com/>.
- Peters, Nils. 2010. *Sweet [re]production: Developing sound spatialization tools for musical applications with emphasis on sweet spot and off-center perception* . Department of Music Research Schulich School of Music McGill University Montreal, QC, Canada
- Producers & Engineers Wing, Surround Sound Recommendations Committee 2004. Recommendations For Surround Sound Production The National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc.
- Ramada, Manel. 2000. Atlas de Percusión. Edited by Riviera Editores: Riviera Editores.
- Raymond Quivy, Luc van Campenhout. Manual de Investigação em Ciências Sociais: Gradiva.
- Roads, Curtis. 1996. The Computer Music Tutorial. USA: Massachusetts Institute of Technology.
- Ron Streicher; Dooley, W. 1985. "Basic Stereo Microphone Perspectives--A Review." Audio Engineering Associates.
- Rossing, N. Fletcher; T. 2000. The Physics of Musical Instruments. Edited by Springer.
- Rumsey, Francis. 2001. Spatial Audio. Edited by Focal Press, Music Technology. Oxford: Focal Press.
- Rumsey, R. Kassier; H. Lee; Tim Brookes; F. 2005. "An informal Comparison between Surround-Sound Microphone Techniques." Audio Engineering Society.

- Schick, Steven. 2006. *The Percussionist's Art- Same Bed, Different Dreams*: University of Rochester Press.
- Schroeder, M. R., Gottlob, D., Siebrasse, K.F. 1974. "Comparative Study of European Concert Halls: Correlation of Subjective Preference with Geometric and Acoustic Parameters." *J. Acoust. Soc. of America*:1195-1201.
- Slotte, B; 2005 *Sharpening the image in 5.1 Surround recording*. 118th Conv. Audio Eng. Soc. Barcelona, 2005)
- Sonnenschein, David. 2001. *Sound Design- The Expressive Power of Music, Voice, and Sound Effects in Cinema*: Michael Wiese Productions.
- Steinberg, J.; W. Snow 1984. *Auditory Perspective-Physical Factors*. *Electrical Engineering* 53.
- Strutt, J. 1876. "Our Perception of the Direction of a Source of Sound." In, edited by Nature. Cambridge University Press.
- Stuart, J. Robert. 1996. *THE PSYCHOACOUSTICS OF MULTICHANNEL AUDIO* In UK 11th Conference: Audio for New Media (ANM), edited by AES. UK: AES.
- Tavernier, Jean-Claude. 1998. *À Propos de ... La Percussion*.
- Tozzoli, Rich. 2005. *Pro Tools Surround Sound Mixing*. Edited by Library of Congress Cataloging-in-Publications Data. San Francisco: Backbeat Books.
- Varèse, E. (1936). 1936. *Audio Culture: Readings in Modern Music-2004*. Edited by Christoph Cox; Daniel Warner. Vol. Chapter 4. New York: US: Continuum.
- Verheijen, Edwin. 1998. *Sound Reproduction by Wave Field Synthesis, Applied Physics*, Delft University of Technology, Holanda.
- Watkins, G: *Soundings: Music in the Twentieth Century* (London: Schirmer Books, 1988), 438.
- Willis, B; Iverson, J. . 2007. *Is There a Future for High Rez?* (www.massenbourg.com/cgi-bin/ml/hirez.html?id=9MNNzMFK 2007 [cited 10/05/2007 2007]).
- Witek, H; C. Haut, D. Keinath. 2006. *"Double M/S- A Surround recording technique put to test."* *Tonmeistertagung 2006*.
- Wolfgang Hess, Jens Blauert. 2005. "Evaluation of auditory spatial impression in performance spaces". *Forum Acusticum*.
- Zelli, Bijan. *An Interview with John Chowning-TURENAS AND ITS INNOVATIONS* 1998 [cited 28/11/2011. Available from http://cec.sonus.ca/econtact/12_2/ChowningJo_Zelli.htm

