

Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa

Mestrado em Som e Imagem – Design de Som



CATÓLICA PORTO
ARTES

**Espacialização Musical:
A Banda Sonora de “Bom Dia, Alegria!”**

Manuel João de Almeida Costeira e Sousa Mendes

Professor Orientador: Prof. Doutor Paulo Ferreira Lopes

Porto, Junho 2015

Resumo

O espaço, o tempo e o som, são paradigmas inerentes à condição humana. A paisagem sonora que nos rodeia chega até nós de todos os lados, e o cérebro tem a capacidade, juntamente com fenómenos físicos, de perceber exatamente de onde vem determinado som, mesmo não estando em contato visual com a fonte sonora.

Sendo tão natural ao Homem esta noção de “espaço sonoro”, era também natural a aplicação da espacialização sonora nas expressões artísticas onde o som é fundamental. A música seria a primeira expressão artística onde, conscientemente, se pensaria uma peça que oferecesse ao espetador uma sensação de espaço distinta do habitual concerto. No cinema, o primeiro filme onde é usada a espacialização sonora, mais frequentemente denominado *surround*, foi no “Fantasia” de *Walt Disney* (1941). A orquestra, responsável por sonorizar o filme foi dividida em quatro secções, e captada em quatro pistas independentes, que foram posteriormente reproduzidas em quatro altifalantes distintos.

Na música, a espacialização é um assunto debatido desde muito cedo. Já em 1600 *Giovanni Gabrieli*, músico veneziano e organista principal da basílica de S. Marcos, dispôs vários instrumentistas por vários pontos da basílica, interpretando composições musicais da sua própria autoria, que criou especialmente para serem tocadas na basílica. Isto representa o conceito base de espacialização e mostra que, como referido anteriormente, desde cedo músicos e compositores se debatem com este tema. *Pierre Boulez*, por exemplo, compôs “Répons”. Esta é uma peça importantíssima no estudo da espacialização, onde o objecto central é uma orquestra, e à sua volta encontra-se a audiência. Espalhados por seis pontos distintos encontram-se diferentes instrumentistas solistas que, captados por microfones, são processados em tempo real e reproduzidos em diferentes espaços da sala. Esta peça “obrigou” ao desenvolvimento de *software* e *hardware* específico para a sua concretização.

A espacialização da banda sonora de “Bom Dia, Alegria!” resulta do estudo da relação entre a percepção auditiva, o espaço acústico e a arte musical, dando assim origem à presente dissertação.

Abstract

Space, time and sound are paradigm connected to human condition. Soundscape that around us, arrives all over the place, and the brain has capacity with physical phenomenal to realize exactly where comes an particular sound, even if not in visual contact with the sound source.

Being so natural to man this notion of "sound space" was also the application of natural spatial sound in artistic expression where the sound is critical. The music would be the first artistic expression which consciously one would think a piece that offers the spectator a distinct feeling from the usual concert space. In Cinema, the first film where the sound spatialization was used more often called surround, was in "Fantasia " Walt Disney (1941).

The orchestra responsible to make the sound to the film was divided into four sections, and captured four independent tracks, which were later reproduced in four different speakers.

In music, the spatial distribution is a subject debated since long ago. Already in year of 1600 *Giovanni Gabrieli*, Venetian musician and principal organist of St. Mark's Basilica, arranged several musicians for several points of the basilica, playing musical compositions of his own composition, which created especially to be played in the basilica. This is the basic concept of spatial and shows that, as mentioned above, early musicians and composers are struggling with this issue. *Boulez*, for example, composed "Répons". This is a very important part in the study of spatialization, where the central object is an orchestra, and around it is the audience. Spread across six distinct points are different instrumentalists soloists who, captured by microphones are processed in real time and played in different room spaces. This piece "forced" to software development and specific hardware to achieve them.

The spatialization of the "Bom dia, Alegria!" soundtrack, results of the study of the relationship between auditory perception, the acoustic space and the art of music, thus giving rise to this dissertation.

Palavras-chave

Espacialização, música, música espacial, composição musical, banda sonora, percepção sonora.

Keywords

Spatialization, music, spatial music, musical composition, soundtrack, sound perception.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais pela possibilidade que me proporcionaram em frequentar o ensino universitário, o que possibilitou a apresentação deste trabalho. À restante família, incluindo os que já partiram, com especial referência ao meu avô por me ter deixado a afinidade que tenho com a música como herança.

Ao Prof. Dr. Paulo Ferreira Lopes pela orientação dada e conhecimento transmitido, bem como ao Prof. Dr. Henrique Pereira pelos conselhos e dicas que foi dando ao longo da escrita da dissertação.

À Teresa Almeida pelo apoio incondicional que provou dar ao longo dos últimos anos. À Rosário Almeida pela revisão do documento. À Mariana Costa pela ajuda na composição musical que deu origem ao projecto musical abordado no presente documento.

Aos companheiros que tornaram os últimos anos mais fáceis, João Lourenço, Hugo Leal, João Almeida, António Pinheiro. Ao Pedro pelo material audiovisual que sempre cedeu, e aos meus amigos Dinis e Lula por toda a motivação que foram dando ao longo dos últimos meses.

Índice de Conteúdos

1. Introdução

1.1. O Tema e o Projecto	p.8
1.2. Problemática	p.8
1.3. Método	p.9
1.4. Estrutura	p.9

2. Espacialização Sonora

2.1. Percepção	p.12
2.1.1. <i>Pitch</i> ou Altura	p.15
2.1.2. Intensidade	p.17
2.1.3. Timbre	p.18
2.2. Localização sonora	p.21
2.2.1. Diferença de Tempo Inter-Aural	p.23
2.2.2. Diferença de Intensidade Inter-Aural	p.24
2.3. Acústica de salas	p.25
2.3.1. Som Directo	p.26
2.3.2. Reflexões	p.27
2.4. Espacialização virtual	p.29
2.4.1. Processamento Espacial	p.31
2.4.1.1. <i>Stereo</i>	p.32
2.4.1.2. <i>Dolby Surround</i>	p.32
2.4.1.3. <i>Ambisonics</i>	p.34
2.4.1.4. Binaural <i>Stereo</i>	p.35
2.4.2. <i>Software</i>	p.36
2.4.3. Estação 4X	p.38
2.4.4. Reverberação	p.40

3. Espacialização na música

3.1. Giovanni Gabrielli	p.45
3.2. Stockhausen	p.47

3.3. John Cage e a Obra “ 4’33’’ ”	p.49
3.4. Pierre Boulez	p.51
4. A Espacialização na música do filme “Bom, dia Alegria!”	p.54
4.1. A Banda Sonora	p.56
4.2. A Espacialização	p.59
5. Conclusão	p.66
Bibliografia	p.67
APÊNDICES	p.71
APÊNDICE A	p.72
APÊNDICE B	p.75
APÊNDICE C	p.80
ANEXOS	p.82
ANEXO A	p.83
ANEXO B	p.89
ANEXO C	p.90

1. Introdução

1.1. O Tema e o Projecto

A presente dissertação centraliza-se na questão da espacialização na música e surgiu na vontade de adquirir conhecimentos nesta área. Desde o início do percurso universitário que o meu interesse pelo som, tanto enquanto fenómeno físico como artístico, fez-se notar pelas minhas escolhas académicas, o que, juntamente com a ligação que tenho com a música, culminou num estudo entre a relação dos processos cognitivos que compõem a percepção auditiva e a arte musical.

A questão que relaciona a música e o espaço é ancestral, remontando o séc. XVI, e, fruto do avanço tecnológico, esta relação é hoje estudada não só como um adorno da composição mas também como uma característica concetual das obras. O projeto final é o culminar de uma pesquisa acerca da espacialização na música, onde faço uma comparação com algumas obras realizadas até então. A espacialização da banda sonora do filme “Bom Dia, Alegria” é resultado da relação entre os conceitos mais primitivos da musica espacial e a tecnologia que hoje faz parte da composição e performance musical.

1.2. Problemática

O processo de composição, e a sua posterior espacialização, suscitaram em mim o interesse em perceber quais são e como funcionam os processos cognitivos responsáveis pela percepção que temos do espaço acústico. Entender estes fenómenos é, a meu ver, essencial para perceber a influência que o espaço pode ter numa obra musical.

Por outro lado, a tecnologia inerente à criação de obras espaciais dos dias de hoje faz-me questionar a recriação da percepção auditiva em sistemas de reprodução, e como estes são utilizados nas composições/performances musicais.

No fundo, e no que diz respeito à espacialização, todos os conceitos físicos e cognitivos abordados ao longo da dissertação coabitam com a arte musical, complementam-se, e é objetivo desta dissertação perceber essa relação.

1.3. Método

O uso de várias referências bibliográficas e a fusão de informação entre as várias fontes representa a metodologia abordada na presente dissertação, que pretende uma compilação de conhecimento artístico e científico fidedigno. Assim, procurei autores cuja relação com a temática abordada ao longo do documento seja confiável, fazendo uma análise das suas obras e do seu propósito. Surgiram então alguns nomes como Luís Henrique, *Matthew Nudds*, *Brian Moore*, *Alton Everest*, *Albert Bregman*, *Douglas Kahn*, *Paul Miller*, entre outros, cujas obras vão encontro da temática tratada.

Também o valor científico que o documento carrega é importante. Para uma melhor compreensão da linguagem utilizada procurei referências de documentos semelhantes, e que, ao mesmo tempo, tratassem dos vários temas abordados nesta dissertação. Alguns projetos de investigação estão, portanto, na génese bibliográfica do presente documento, bem como o contato com alguns dos investigadores em causa, tendo testemunhos pessoais dos mesmos.

A clarificação dos conceitos inerentes à palavra espacialização, dos vários compositores de musica espacial e suas obras é importante para a compreensão do projecto final apresentado no capítulo quarto. Procurei então referências que explicassem, quer cientificamente quer concetualmente, as obras e compositores abordados no terceiro capítulo, conseguindo uma melhor compreensão do projeto final.

A espacialização musical da banda sonora do filme “Bom Dia, Alegria” é apresentada como projeto final, onde é feita a relação entre este projeto e o estudo efetuado ao longo da dissertação.

1.4. Estrutura

Precedendo a abordagem de autores e obras da história da espacialização na música é essencial tecer algumas considerações sobre a espacialização em si, seja do foro percetivo ou técnico. O capítulo segundo trata de explicar os conceitos necessários à compreensão da perceção auditiva, bem como a exposição de técnicas e sistemas que visam a espacialização sonora, estando dividido em quatro partes. O funcionamento das componentes que o sistema auditivo deteta, como o *pitch*, a intensidade e o timbre, a localização sonora, a acústica de

salas e a espacialização virtual. Os três primeiros resultam da fusão de processos físicos com processos cognitivos. O quarto prevê a recriação dos conceitos supra referidos através da exploração da tecnologia e informática, apresentando e explicando várias ferramentas que fazem parte da história da espacialização quer pelo resultado que estas oferecem, quer pela descoberta e avanço tecnológico que estas representam.

O terceiro capítulo foca quatro compositores que marcaram a história da espacialização na música, cada um com a sua abordagem, e que serviram como referência para o projecto final. *Giovanni Gabrielli* é considerado por muitos como a primeira verdadeira abordagem à espacialização musical, embora não tenha sido pioneiro. O fato de ter tornado o espaço como elemento da composição faz com que seja uma figura incontornável na história da música espacial. *Karlheinz Stockhausen*, e a sua habilidade técnica, impressionou bastante e provocou sensações cognitivas que não eram exploradas anteriormente. O fato de ter desafiado o tradicional, colocando as suas obras em espaços onde a aceitação a novos conceitos era complicada, fez com que este compositor alemão seja bastante aclamado na música espacial. A obra “3'44''”, de *John Cage*, é abordada no terceiro capítulo pela importância que teve na sua relação com a percepção do espaço. Sendo este conceito essencial para a compreensão da música espacial, tendo o espaço como elemento de composição ou dinâmico, *Cage* entra também na história da relação entre a música e o espaço. Por último, *Pierre Boulez* faz com que a música espacial represente muito mais do que a disposição de sons no espaço. A sua ligação ao IRCAM e às descobertas lá realizadas, bem como a utilização de novas ferramentas nas suas obras criando novos conceitos, como na obra “*Répons*”, colocam este compositor como sendo um dos principais impulsionadores da música espacial que se compõe atualmente.

O quarto capítulo é alusivo ao projeto final. O filme “Bom Dia, Alegria” dá o mote para a composição de uma banda sonora, que é espacializada, e é apresentada como projeto. Neste capítulo é abordada a importância da música no cinema, bem como um pouco da sua evolução na relação entre ambas as artes ao longo do tempo. Sendo que o projecto tem como base um filme, também este é explicado e contextualizado. Após ser feita uma clarificação no que diz respeito à composição musical em si, o último sub-capítulo explica a abordagem que foi feita na espacialização da mesma.

Por último a conclusão resume o resultado obtido no projeto final e a ligação que este apresenta com os demais capítulos, apresentando propostas de trabalho futuro que poderá ser realizado nos temas abordados ao longo da dissertação.

2. Espacialização Sonora

Este capítulo aborda o conceito de percepção espacial que temos do ambiente sonoro que nos rodeia, através de fenómenos anatómicos, no caso do aparelho auditivo, acústicos, e recriação de espaços sonoros provenientes da tecnologia digital. A audição, bem como a visão, dá-nos informação do meio onde estamos inseridos, e a compreensão dos fenómenos que resultam na percepção de um espaço sonoro é o objectivo deste capítulo, para um melhor entendimento da problemática da dissertação.

2.1. Percepção

A audição humana é capaz de distinguir diferentes espaços, proveniência e direccionalidade de diferentes fontes sonoras, a movimentação de objectos, diferentes timbres, entre muitas outras características do ambiente sonoro ao qual o ser humano está sujeito. Estas percepções resultam de *“processos de integração, organização e interpretação de sensações auditivas”*¹.

Os sons, enquanto objetos de um determinado ambiente, são portadores de características que os distinguem, tais como o timbre ou o *pitch*. Isso faz com que consigamos distinguir diferentes objetos, ainda que estes sejam semelhantes. Por exemplo, perante dois instrumentos musicais do mesmo tipo, (um é de qualidade elevada e de construção cuidada, e o outro, de qualidade reduzida), as diferenças do material que os compõem, a construção mais ou menos cuidada alteram por completo o resultado final, e o som que cada um irá produzir. Essa diferença é claramente perceptível ao ouvido humano. Uma característica sonora, onde se tornam bastante claras as diferenças de percepção auditiva, é o timbre, como indica Brian Moore²: *“Differences in timbre enable us to distinguish between the same note played on, say, the piano, the violin, or the flute.”*³

¹ PEREIRA, Joana Ramos. *Design e Música: Presença do som no design (Dissertação Mestrado)*. Lisboa, 2011, p.51

² Brian Moore é autor do livro *“Introduction to the Psychology of Hearing”* referido ao longo da presente da dissertação.

³ MOORE, Brian. *An Introduction to the Psychology of Hearing* - 6th Edition. Boston, 2013, p. 285

Estas diferenças são perceptíveis à audição humana, e correspondem àquilo que é mais comum abordar quando se fala de percepção auditiva.

Ainda que faça parte da nossa interpretação do meio (as percepções suprarreferidas), a audição não visa apenas diferenciar características de objetos sonoros. Tal como a visão, ou qualquer outro sistema perceptivo, a audição dá-nos a informação do meio onde nos encontramos, o que está a acontecer em nosso redor. Isso é-nos útil e representa a principal função do sistema de percepção auditiva.

“Sounds are public objects of auditory perception. When a car starts it makes a sound; when hands clap the result is a sound. Sounds are what we hear during episodes of genuine hearing.”⁴

Apesar de um objeto emitir vibrações através de um meio⁵, as ondas que chegam ao ouvido são muito mais que aquelas que o objeto produz, senão vejamos: quando um músico toca um violino numa sala, o instrumento vai produzir ondas em todas as direções, inclusive na direção do espetador que se encontra na sua frente. Ao ser omnidirecional, a produção de ondas sonoras implica que estas não se vão dirigir apenas na direção do espetador, mas também na direção das paredes que compõem a sala, que por sua vez vão refletir as ondas. O espetador vai receber não só as ondas provenientes diretamente do violino, como também as indiretas, que são refletidas pelas paredes. Estas são recebidas pelo ouvido mais tarde que as que chegam diretamente, e as suas características vão sendo alteradas ao longo do seu percurso. O resultado final dar-nos-á a informação do espaço onde estamos: se é um espaço aberto ou fechado, se é um espaço vazio ou não e o seu tamanho. Obviamente, isto contribui para a percepção auditiva que vimos abordando.

Mas Mathew Nudds ⁶, no entanto, aborda uma questão interessante, o processo desde a deteção até à percepção de objetos sonoros.

⁴ Casey O’Callaghan. *Sounds and Perception: New Philosophical Essays*. In Mathew Nudds; Casey O’Callaghan, ed. lit. – p. 26

⁵ As partículas que compõem um meio, ao serem excitadas, provocam ondas longitudinais, de diferentes características, que são interpretadas pelo sistema auditivo.

⁶ Professor na Universidade de Warwick, co-autor da Obra “*Sounds and perception: New Philosophical Essays*”.

“Auditory perception tells us about the sources of sounds. In order to do so, it must extract the information about those sources embodied in the pattern of frequency components of the sound wave that is detected by the ears. The frequency components detected by the ears are the result of the interaction of many different object vibrations. How does the auditory system extract information about individual objects?”⁷

Matthew Nudds divide o processo em três momentos. O primeiro é a sensação transdutora que os ouvidos executam, a detecção das ondas sonoras. Neste momento, os ouvidos detetam as propriedades da onda sonora. Como descreve o autor supramencionado, se refletirmos sobre o resultado de uma onda sonora detetada por nós, podemos observar um espectrograma sonoro⁸ que codifica as frequências e as propriedades temporais da onda. Dentro dos conjuntos de frequências que o humano consegue perceber, o ouvido capta todos os componentes frequenciais⁹ resultantes da vibração sonora. Estes componentes podem, muitas vezes, ter sido produzidos por diferentes fontes sonoras. É aqui que surge o segundo momento, segundo Nudds. Para determinar quantos sons estão a ser produzidos em qualquer momento e poder extrair informação sobre quais os objetos que estão envolvidos, o sistema auditivo tem que organizar os componentes frequenciais em grupos, correspondentemente pelos objetos que as produzem. Para os parciais que são produzidos por uma fonte sonora apenas serem “tratados” em conjunto, e aqueles que são produzidos por diferentes fontes, processados distintamente, os componentes precisam de ser agrupados.

O terceiro, e último, processo descrito por *Nudds*, não se encontra muito clarificado. Do processo anterior, o de agrupamento, resultam conjuntos de componentes que são interpretadas como tendo sido produzidas por uma única fonte. Esses conjuntos contêm informação relativa a essas fontes, e o resultado é a percepção das várias propriedades das fontes sonoras. Isso indica que o sistema auditivo consegue extrair essa informação, e é aqui

⁷ Nudds, Matthew. *Sound and Space in: Sounds and Perceptions - New Philosophical Essays*. p.72

⁸ Gráfico que analisa a densidade espectral de uma onda sonora (eixo “Y”), num determinado período de tempo (eixo “X”).

⁹ Cada uma das frequências que constituem um som complexo.

Os sons complexos são resultado de um conjunto de frequências, e cada uma dessas frequências designa-se por componente ou parcial.

que reside a incerteza: Qual a informação e de que maneira é extraída? Quantas são as fontes sonoras e onde estão? Estas são informações que o sistema auditivo consegue analisar, como podemos verificar pela seguinte citação de Mathew Nudds.

“Exactly what information is extracted and how it is extracted, is, for the most part, unclear. We can perceive how many sources there are and often where they are. I have described examples of various features of sources that we can perceive, and examples of our ability to recognize sources as events of certain kinds or as involving certain kinds of object. These recognition processes might match representations of the features of sources with representations of kinds of events and objects (similar to the way visual object recognition functions), or they might simply track some characteristic pattern of frequency components produced by certain kinds of events and objects.”¹⁰

Em suma, a experiência auditiva, os sons que percecionamos e como os percecionamos, é resultado da maneira como o sistema auditivo agrupa os componentes que deteta. Se perceciona os vários parciais e os agrupa num único conjunto, então percecionamos um *único* som. Se os agrupa em dois conjuntos, então percecionaremos dois sons.

Como defende Matthew Nudds, para além de características como o timbre, *pitch* e intensidade, a perceção auditiva dá-nos a informação do ambiente em que estamos inseridos, referindo-se às perturbações no ar causadas por objetos e eventos que são, assim, perceptíveis por nós.

2.1.1. *Pitch* ou Altura

<< Pitch may be defined as “that attribute of auditory sensation in terms of which sounds may be ordered on a scale extending from low to high” >> ¹¹

¹⁰ Idem Ibidem, pág.74

¹¹ MOORE, Brian. *An Introduction to the Psychology of Hearing* - 6th Edition. Boston, 2013, p.203

Como descreve Brian Moore, o *pitch*, ou altura, é a sensação que nos permite distinguir sons graves de sons agudos, e que se relaciona diretamente com a frequência do estímulo. Esta percepção auditiva é responsável por nos criar a sensação de melodia. Deparamo-nos aqui com dois conceitos interessantes, o de *relative pitch* e o *absolute pitch*. A altura relativa, *relative pitch*, refere-se à sensação que temos de um som relativamente a outro. Relativamente a esta sensação, a forma mais simples de a entender é exemplificando com situações onde algumas pessoas conseguem facilmente identificar e reproduzir melodias. A sensação de altura absoluta é a “apreciação de um som isolado”¹² e é responsável pela capacidade que um número reduzido pessoas têm de reconhecer ou reproduzir uma nota sem qualquer tipo de referência.

Apesar de a frequência ser o fator mais importante, há vários fatores externos que se devem considerar como a intensidade, espectro, duração, envolvente e presença de outros sons¹³, e depende da zona da membrana basilar que é excitada. Portanto, diferentes frequências estimulam diferentes partes da membrana basilar, e os neurónios que a essa parte estão associados transmitem o sinal.

Luís Henrique¹⁴ aborda no seu livro “Acústica Musical” três pontos relativamente ao *pitch* bastante relevantes.

O primeiro, *Efeito Stevens*, revela-nos que a variação da intensidade pode afetar a sensação de altura, em sons puros. Quando se aumenta a intensidade, os sons graves descem e os sons agudos sobem¹⁵. O segundo ponto abordado pelo autor, é a Escala de Mel. Esta designação, *mel*, provém da palavra *melodia* e é a unidade que quantifica a sensação subjetiva de altura.¹⁶

¹² HENRIQUE, Luís L.. Acústica Musical. Lisboa, 2002, p.866

¹³ Idem Ibidem, p.862

¹⁴ Luís Henrique autor da obra “Acústica Musical”, Lisboa, 2002.

¹⁵ Idem Ibidem, pág. 863

¹⁶ Idem Ibidem, pág. 864

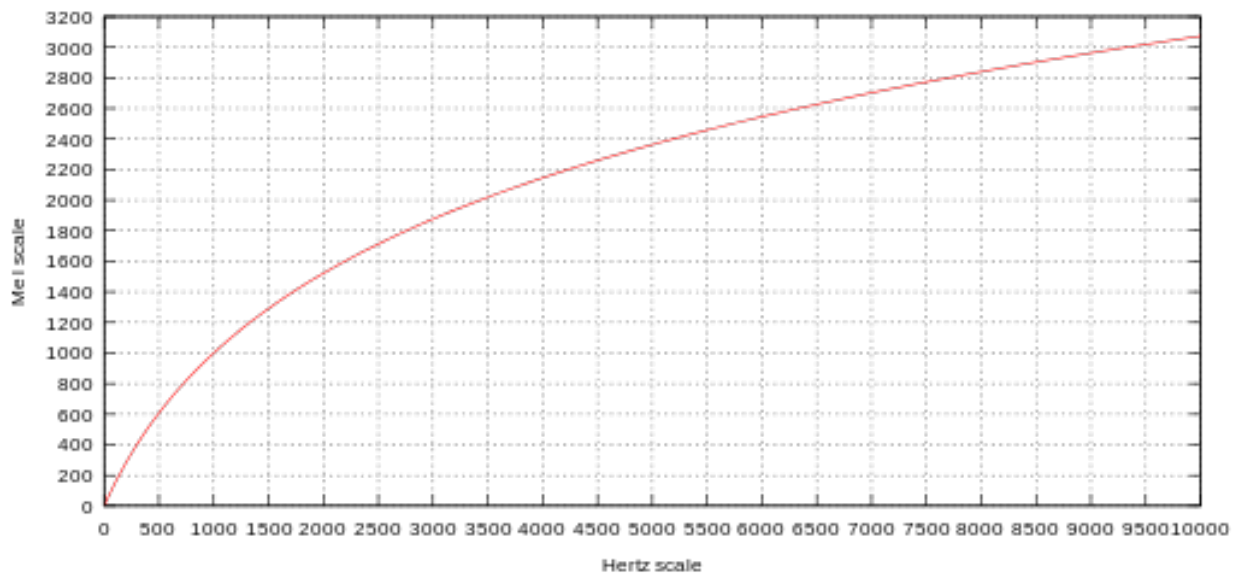


Fig.1 Escala de mel

Como se pode ver pelo gráfico apresentado, um som de 1000 Hz equivale a 1000 mel, e duplicando o valor de mel, duplica-se a sensação subjetiva de altura.

Por fim, Luís Henrique aborda a circularidade da sensação de altura. Este é facilmente compreendido pelas oitavas, quando nos referimos a notas musicais. Por exemplo, se tocarmos num piano com várias oitavas, começando na nota Dó, subindo a escala, a nota a seguir ao Si é novamente o Dó, e se continuarmos a escala, voltaremos novamente ao Dó. Temos, por isso, uma sensação de que voltamos ao ponto de partida. Na verdade, a identidade entre esses sons é tão acentuada que têm o mesmo nome.

2.1.2. Intensidade

A sensação de intensidade é aquela que nos permite distinguir um som mais *forte* ou mais *piano*, mais alto ou mais baixo. A intensidade, ou *loudness*, é definida como o atributo

da sensação auditiva que nos indica como vão ser ordenados os sons numa escala do mais silencioso para o mais ruidoso¹⁷.

São quatro os fatores que modificam a sensação que temos de intensidade: a previsibilidade, a fadiga, a idade e a exposição¹⁸. O ouvido médio contém músculos de proteção para quando as vibrações são muito fortes e prever que vamos ou não ouvir um som forte, produz sensações de intensidade diferentes. Também a fadiga produz uma grande diminuição da sensação de intensidade. Com a idade, a sensibilidade auditiva vai-se perdendo e, por arrasto, a sensação de intensidade também. A exposição prolongada a sons intensos causa um estado de fadiga auditiva, que consiste numa diminuição da sensibilidade auditiva.

Existe uma intensidade mínima para que um som possa ser ouvido e uma intensidade máxima que, quando ultrapassada, causa intolerância auditiva. Luís Henrique aborda esta questão, denominando estes limites por *limiar da audibilidade* e *limiar da dor*, respetivamente.

O limiar da audibilidade é a intensidade mínima necessária para que se consiga ouvir um som. As frequências graves e as que se encontram na região sobreaguda, são as que ouvimos menos bem.

O limiar de dor é a intensidade sonora máxima que ouvido ainda consegue tolerar, mantendo o discernimento musical¹⁹. Ao aumentar continuamente a intensidade de um som, atingiremos um ponto de intolerância auditiva, que quando ultrapassado esse limite, o som poderá causar-nos dor. A exposição a sons intensos, durante várias horas, pode causar danos irreversíveis na sensibilidade auditiva.

2.1.3. Timbre

Esta é a sensação menos compreensível em termos físicos quando comparada com fenómenos como a altura ou a intensidade e é extremamente difícil de quantificar. É o timbre

¹⁷ MOORE, Brian. An Introduction to the Psychology of Hearing - 6th Edition. Boston, 2013, p.133

¹⁸ HENRIQUE, Luís L.. Acústica Musical. Lisboa, 2002, p.870

¹⁹ Idem Ibidem, p.871

que nos permite distinguir, por exemplo, dois instrumentos distintos a tocar a mesma nota, com a mesma intensidade. Este descreve, portanto, a nossa perceção da qualidade tonal de sons complexos.²⁰

David Howard e James Angus²¹ referem algumas ideias que são normalmente associadas à nossa perceção de timbre como: *rico, aberto, brilhante, maçudo, estridente, colorido*.²² Assim sendo, quando se descreve um determinado som como sendo *metálico, quente* ou *doce*, a descrição refere-se, certamente, ao timbre. Estas são expressões usadas por músicos num esforço de descrição de um determinado timbre, recorrendo para isso a analogias a outras perceções sensoriais (sinestésias), tal como descrito na citação.²³

*“The description given by Scholes (1970) encompasses some timbre descriptors: ‘Timbre means tone quality-coarse or smooth, ringing or more subtly penetrating, ‘scarlet’ like that of a trumpet, ‘rich brown’ like that of a cello, or ‘silver’ like that of a flute. These color analogies come naturally to every mind.”*²⁴

Existem dois agentes responsáveis pela capacidade auditiva de estabelecer uma diferenciação tímbrica entre sons: a *forma de onda* e o *envelope*.²⁵ As ondas sonoras produzidas por diferentes instrumentos apresentam características diferentes e o ouvido humano consegue distinguir as qualidades tímbricas associadas a uma determinada fonte sonora. No entanto, caso duas fontes sonoras produzam ondas semelhantes, a diferenciação tímbrica recorre ao envelope sonoro. O desenvolvimento acústico desde o silêncio, no início da nota, a sustentação da nota e o regresso ao silêncio, no final, constituem o envelope. David Howard e James Angus enumeram três fases relativas a uma nota. “*Onset*”, ou ataque,

²⁰ PEREIRA, Joana Ramos. *Design e Música: Presença do som no design (Dissertação Mestrado)*. Lisboa, 2011, p.57

²¹ Autores da obra literária “*ACOUSTICS AND PSYCHOACOUSTICS*”

²² HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustis*. Oxford, 2001, pág.210

²³ HENRIQUE, Luís L.. *Acústica Musical*. Lisboa, 2002, p.872

²⁴ HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustis*. Oxford, 2001, pág.211

²⁵ PEREIRA, Joana Ramos. *Design e Música: Presença do som no design (Dissertação Mestrado)*. Lisboa, 2011, p.57

corresponde ao momento desde o silêncio até o começo da nota. “*Steady state*”, que Joana Ramos Pereira descreve como decaimento e sustentação²⁶, é a parcela significativa da nota. Por fim, o “*Offset, or release*” diz respeito ao relaxamento da nota, ao momento em que a intensidade sonora se desvanece atingindo novamente o silêncio.

²⁶ Decaimento acontece após o ataque, onde o som sofre uma diminuição de intensidade, até se estabilizar, e a sustentação é a duração da nota musical, onde a intensidade se mantém constante.

2.2. Localização Sonora

*“The perception of the location of a sound source begins at the external ear, the pinna. Sound reflected from the ridges, convolutions, and surfaces of the pinna combines with the unreflected direct sound at the entrance to the auditory canal. This combination, now encoded with directional information, passes down the auditory canal to the eardrum and then to the middle and inner ear and finally to the brain for interpretation.”*²⁷

A escuta do ambiente sonoro que rodeia o ser humano é resultado de um complexo processo de localização de fontes sonoras. Nele está envolvida a direccionalidade das fontes, a distância da fonte, desde o ponto de vista do ouvinte, e ainda a deteção de movimento de uma fonte. Quase todo o processo está associado à definição de audição binaural, ou àquilo que a sensação binaural oferece ao ouvinte. Esta capacidade, muito superior à da vista, que se limita a um ângulo restrito do campo de visão, capta sons provenientes de todas as direções.²⁸

Como descrito no excerto supra citado, esta perceção tem início no pavilhão auditivo (*pinna*). Neste componente do ouvido externo²⁹, os sons, provenientes de uma fonte sonora, são refletidos na sua superfície e combinam, com o som que provem diretamente da fonte, na entrada no canal auditivo. Esta combinação contém informação direccional do som, atravessa o canal até ao tímpano, trespassando então o ouvido médio e interno para que possa ser interpretado pelo cérebro. A Fig. 2 representa sinteticamente este processo, onde se considera uma frente de onda, representada por vários “raios perpendiculares” a essa frente de onda.

²⁷ EVEREST, F.Alton; POHLMANN, Ken C.. The Master Handbook of acoustics - 5th Edition. 2009 pág. 56

²⁸ HENRIQUE, Luís L.. Acústica Musical. Lisboa, 2002, p.880

²⁹ Constituído pelo pavilhão auditivo e pelo meato auditivo externo, ou canal auditivo externo.

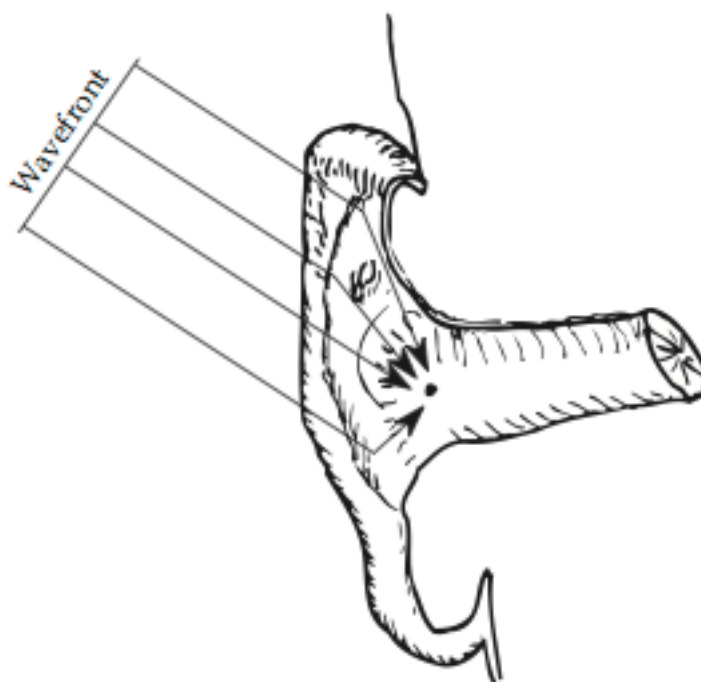


Fig.2 Representação de uma frente de onda sonora, onde se observa a junção das reflexões e do som directo. (Imagem retirada do livro “Master Handbook of Acoustics”).

O facto de possuímos dois ouvidos, separados pela cabeça, faz com que, quando uma fonte sonora emite um som, as ondas por este causadas cheguem aos ouvidos de forma distinta, com diferentes características e em tempos desfasados. Apesar de mínima, essa diferença altera por completo a percepção que temos do som. A cabeça é, por constituir um obstáculo à captação do som, o principal responsável pelas características direcionais do ouvido. Consoante a direção de incidência do som nos ouvidos, que varia, a sensibilidade destes também se altera. Como descreve Luís Henrique, diferentes frequências sensações de intensidade, sendo que nas mais graves (inferiores a 300Hz) esta sensação não depende da direção, enquanto para frequências mais agudas todas as direções onde as ondas são obrigadas a *contornar* a cabeça provocam uma sensação de intensidade inferior ³⁰.

³⁰ HENRIQUE, Luís L.. Acústica Musical. Lisboa, 2002, p.881

A agilidade de localizar a fonte de um som envolve a escuta da direcionalidade, composta pelo azimute e elevação, bem como a percepção da distância do recetor à fonte sonora³¹. Quanto à direcionalidade, esta percepção acontece como resultado das diferenças que detetamos ao nível dos ouvidos: diferenças de tempo, de intensidade e de timbre. Basta um pequeno desvio no ângulo de incidência para que seja perceptível a diferença de tempo com que a onda chega aos dois ouvidos, bem como a intensidade.

2.2.1. Diferença de Tempo Inter-Aural

“ITDs detect the location of low frequency sounds ranging from the lowest audible frequency up to approximately 1300–1500 Hz, with localization accuracy improving as frequency decreases.”³²

Como é referido na citação, a diferença de tempo inter-aural é responsável pela deteção de frequências graves, desde as mais baixas, audíveis pelo ser humano, até sensivelmente as frequências entre 1300Hz e 1500Hz, sendo que quanto mais grave for, melhor será percepção.

As baixas frequências têm grandes comprimentos de onda, ao invés das altas frequências. Frequências com menos de aproximadamente 1000Hz têm um comprimento de onda superior à cabeça do recetor, sendo que quando encontram a cabeça (obstáculo) as ondas sonoras, que se propagam em linha reta, contornam a cabeça. Este é fenómeno de difração. Tanto a difração como a reflexão e absorção dependem da relação entre o tamanho de onda e o obstáculo. Quando o comprimento de onda é inferior ao tamanho do obstáculo existe reflexão e absorção. Se o comprimento de onda é superior ao obstáculo, então existe refração.

As ondas sonoras, ao contornarem a cabeça e admitindo que a fonte sonora não se encontra de frente para o recetor (azimute de 0°), chegam o ouvido mais distante tendo já

³¹ SOLOMON, Jason Wyatt. Spatialization in Music: The Analysis and Interpretation of Spatial Gestures (Phd Dissertation). Georgia, 2007, pág.76

³² SOLOMON, Jason Wyatt. Spatialization in Music: The Analysis and Interpretation of Spatial Gestures (Phd Dissertation). Georgia, 2007, pág.77

atingido previamente o ouvido mais próximo. Esta diferença de tempo resulta numa discrepância de fase³³ entre os sinais que cada ouvido recebe.

Assim sendo, quanto menos frontal estiver uma fonte sonora dum recetor, a diferença de tempo inter-aural será cada vez maior, atingindo o ponto máximo quando a fonte sonora se encontrar diretamente em frente a um ouvido (azimute de 90°).

2.2.2. Diferença de Intensidade Inter-Aural

Como está referi anteriormente, quando as frequências encontram um obstáculo, cujo comprimento de onda é inferior ao tamanho desse mesmo obstáculo, existe reflexão e absorção. A diferença de intensidade inter-aural é precisamente referente às frequências mais agudas.

Sons cujas frequências ultrapassem os 1000Hz não têm comprimento de onda suficiente para conseguir “contornar” a cabeça, sendo por isso “bloqueada” a sua passagem até ao outro ouvido. Este fenómeno resulta numa sombra sonora, causando uma diminuição da intensidade no ouvido mais distante. O som alcança o ouvido mais distante atravessando a cabeça, atenuando bastantes frequências que compõem o som emitido pela fonte, e que conseqüentemente vão resultar numa disparidade tímbrica entre os sinais obtidos pelos dois ouvidos.

Ao invés do observado no ponto 2.2.2, a diferença de intensidade inter-aural é mais eficaz quanto maiores forem as frequências que compõem um som. É também importante referir que há um intervalo de frequências (entre 1000 e 5000) onde a exatidão na localização de fontes é mais fraca, intervalo esse onde o ser humano é mais sensível.

³³ Medida indicativa de quão distante está uma onda relativamente ao início do seu período.

2.3. Acústica de Salas

O espaço onde um recetor recebe sinais sonoros é determinante na percepção que este tem sobre o som, visto que diferentes materiais e/ou diferentes arquiteturas oferecem diferentes respostas sonoras. Assim sendo, a acústica de uma sala é preponderante na percepção espacial do ser humano, que consegue apontar algumas características do espaço onde se encontra sem recorrer à percepção visual. A consciência auditiva espacial vai, portanto, para além dos pontos abordados em 2.1 e 2.2., existindo uma experiência emocional e comportamental do ser humano.

Diferentes arquiteturas e espaços acústicos provocam diferentes sensações nos ouvintes, com significados pessoais, culturais ou sociais, e ainda estimulam diferentes estados sentimentais como ansiedade, tranquilidade, isolamento, socialização ou medo. Efetivamente esta consciência da audição espacial resulta numa percepção auditiva bastante mais completa. Esta é capaz de influenciar o nosso comportamento social, visto que existem espaço que reforçam a coesão espacial, e outro que, pelo contrário, reforçam o sentimento de solidão. É capaz também de dar algum sentido de orientação quando se anda por um determinado espaço. Neste caso, a deteção de obstáculos e/ou superfícies é um suplemento à visão, e que mesmo em caso de escuridão, consegue substituí-la. A sensação estética de um espaço é também fruto da consciência da audição espacial, que uma vez mais é um complemento à percepção visual, adicionando riqueza aural ao espaço. Por último realça a experiência que podemos ter da voz e da música. São as características acústicas de um espaço que ao fundirem com fontes sonoras, criam uma experiência aural no espectador que varia de usar para lugar. O espaço é por isso uma extensão de obras musicais/sonoras.

Estas diferenças que cada espaço possui, e cada um tem as próprias e únicas características, é resultado de fenómenos físicos que afetam a percepção sonora.

2.3.1. O Som Directo

O som direto é aquele que chega em primeiro lugar ao ouvido. Qualquer sinal sonoro emitido por uma fonte demora algum tempo a chegar ao recetor, por muito pouco que esse tempo seja. Sabemos que em condições normais a velocidade do som é de 344 m/s^{34} , e que, admitindo essas condições normais, se um recetor está à distância de 10m quando uma fonte sonora emitir um som, este vai receber o sinal 0,03s depois do som ser emitido. É devido a este fenómeno acontecer que quando observamos um relâmpago, apenas ouvimos o trovão alguns segundos depois, indicando que quanto mais tempo houver entre o relâmpago e o trovão, mais distante estará a tempestade.

É após um pequeno *delay* que o ouvinte vai ouvir um som emitido pela fonte sonora: o som vai percorrer o menor caminho possível entre ela e o ouvinte, sendo então o primeiro som percebido por este.

“The direct component is important because it carries the information in the signal in an uncontaminated form.”³⁵

Como podemos observar no excerto supratranscrito, a componente direta é importante pois transporta a informação no sinal, sem este estar contaminado. Isto significa que o som direto não transporta qualquer tipo de ruído ou reflexões que alteram o som original de uma fonte.

Assume-se então que quanto mais som direto for percebido pelo ouvinte, mais clareza este terá na percepção.

³⁴ A velocidade do som não é a mesma em todas as circunstâncias. Dependendo do material onde é propagado, o som atinge diferentes velocidades, sabendo que quanto mais denso for o material, mais velocidade o som atingirá. Também a temperatura atinge a velocidade do som, quando este é propagado no ar, sabendo que quanto mais quente o ar estiver, mais velocidade o som vai obter. O valor referência é de que a velocidade do som é de 344 m/s a 20°C .

³⁵ HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustics*. Oxford, 2001, pág.248

2.3.2. Reflexões

Pouco tempo após ter ouvido o som direto, o ouvinte vai receber os sons refletidos pelas superfícies do espaço onde se encontra. Estas reflexões diferem-se do som direto pelo tempo e da direção que assumem, visto que chegam em momentos temporais desfasados e, uma vez que foram refletidos, adotam uma direção diferente.

As percepções destes sons refletidos variam não só consoante o espaço onde o ouvinte se encontra, mas também mediante a fonte sonora ou o ouvinte se move nesse espaço. São essas variações que nos dão indicação do tamanho do espaço e da posição da fonte sonora no espaço. Efetivamente, o tamanho do espaço pode alterar bastante a percepção de um som. Caso um ouvinte se encontre num espaço bastante grande e com superfícies refletoras, sem material absorvente, e uma determinada fonte emitir um som, se o trajeto percorrido pelas ondas refletidas for superior a 344m, o ouvinte ouvirá o som direto e um segundo depois ouvirá a repetição desse som. Este é um caso claro a diferença entre a distância percorrida pelo som direto e pelo som refletido.

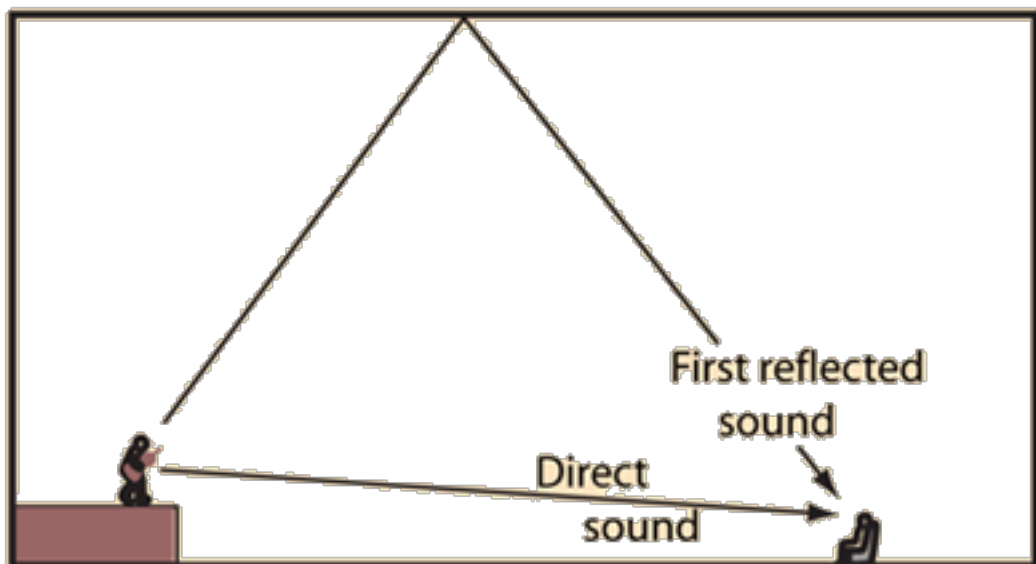


Fig. 3 Representação gráfica de som direto e som refletido.

Como podemos observar, a distância que as reflexões têm de percorrer até alcançar o ouvido altera bastante a percepção sonora, sendo a intensidade das reflexões bastante afetada não só pela distância mas também pelo material pelo qual o som é refletido, uma vez que qualquer material absorve alguma energia contida nas ondas sonoras.

Apesar de termos analisado a reflexão de um som em apenas uma superfície, este fenómeno físico não acontece apenas uma vez, como podemos verificar na citação:

“Because there are so many possible reflection paths, each individual reflection is very close in time to its neighbours and thus there is a dense set of reflections arriving at the listener.”³⁶

Na verdade existem imensas reflexões. Se pensarmos que o som é emitido em todas direções, todas elas poderão ter uma superfície refletora, e no caso de ser um espaço fechado, como temos vindo a analisar, o som vai ser refletido em todas as paredes desse espaço, e cujas reflexões vão também elas ser refletidas posteriormente. Todas estas reflexões chegam ao recetor, e a esta característica do espaço denomina-se *reverberação*.

A reverberação tem um papel fundamental na percepção do espaço, uma vez que é em função do tamanho dum espaço que se determina o tempo de reverberação. Quanto maior for o espaço maior será o tempo de reverberação. Quanto mais pequeno, menor será o tempo. Para além de tudo isto, esta característica é também responsável por adicionar “riqueza” e “brilho” ao som, sendo por isso um aspeto que se tem em conta aquando da construção de espaços dedicados a espetáculos musicais, como podemos observar na afirmação de Luís Henrique:

“Do ponto de vista acústico a sala é portanto uma espécie de prolongamento do instrumento.”³⁷

³⁶ HOWARD, David M.; ANGUS, James. Acoustics and Psychoacoustics. Oxford, 2001, pág.254

³⁷ HENRIQUE, Luís L.. Acústica Musical. Lisboa, 2002, p.760

2.4. Espacialização Virtual

A tecnologia alcançou um nível e uma evolução tal que o processamento áudio é praticamente imprescindível. A manipulação eletrônica e digital do som tornou-se uma importante área na produção de obras musicais/sonoras. A espacialização também não fugiu à evolução tecnológica, e também ela pode ser hoje processada, recriada e manipulada virtualmente.

Segundo Nils Peters³⁸ a história do áudio espacial remonta o ano de 1881 como indica o texto transcrito:

*“However this story probably begins earlier in 1881 with C. Ader’s Théâtrophone, a telephonic distribution system that allowed music listening over the telephone lines using a headset with loudspeakers for each ear.”*³⁹

Nils afirma que foi com o *Theatrophone*⁴⁰ que surgiu a primeira experiência espacial auditiva, mas é em 1931 e 1934 que surgem técnicas de captação, que ainda hoje perduram, e davam um arranque na questão da especialização no áudio manipulado. Estas técnicas, *blumlein* e técnicas de microfones espaçados respetivamente, dão a possibilidade de captar um determinado ambiente/espço, tentando replicar uma audição espacial. No cinema, as técnicas de microfones espaçados tiveram impacto no desenvolvimento da primeira experiência multicanal, chamado *Fantasound*, e que foi usado no filme da *Disney* “Fantasia”. Entretanto novas técnicas foram surgindo e, cada uma com vantagens e desvantagens, permitem ainda hoje pensar numa peça sonora e replicar um determinado espaço sonoro. Também *Chowning* tem um lugar na espacialização ao propor o primeiro sistema de espacialização implantado em software capaz de simular a posição, distância e movimento de fontes sonoras virtuais. *Chowning* utilizou um sistema de quadrifonia que se baseia nos conceitos de audição espacial abordados anteriormente.

³⁸ Investigador de tecnologia musical na Universidade McGill

³⁹ PETERS, Nils. *Developing Sound Spatialization Tools for Musical Applications with Emphasis on Sweet Spot and Off-center Perception*. Montral, 2010, pág.3

⁴⁰ Aparelho que permitia ouvir em casa, com dois altifalantes (um para cada ouvido), peças ou músicas que iam sendo apresentadas em algum teatro, tudo isto por rede telefónica.

Com o avançar do tempo, e da tecnologia, a questão da recriação, replicação e manipulação espacial foi sofrendo o natural desenvolvimento e usada quer no cinema como na música, e é em por volta de 1957 que é apresentado reverberador artificial (ver 2.4.2.). Como foi abordado no ponto 2.3.2., a reverberação é uma característica bastante importante na percepção espacial, e graças ao *EMT-140* a criação artificial de reverberação, sem recurso a espaços físicos, passou a ser uma realidade e uma das mais importantes e usadas aplicações na produção musical.

Tudo isto foi concebido e usado em sistemas de reprodução sonora, colunas que amplificassem aquilo que tinha sido captado e manipulado previamente, e também estes sistemas sofreram várias experiências e evoluções, existindo nos dias de hoje alguns sistemas de reprodução que são bastantes usados.

2.4.1. Processamento Espacial

Este é um aspecto importante na produção contemporânea. Tanto na música como no cinema, as obras sonoras passam por este processo que, de certa forma, recria ou confere algumas características espaciais à obra.

Cada sistema tem as suas características, mas todos assentam no uso de várias várias colunas, que são dispostas num determinado espaço, consoante o sistema usado. Isto permite desde logo a simulação de direcção, característica e aspecto fundamental da percepção espacial da audição. Mas o processamento espacial não trata apenas a característica multicanal, onde cada faixa pode ser trabalhada individualmente. Há processos de automatização de sons, controlados em *softwares* de manipulação digital de som, que resultam na percepção de movimentação sonora. Isto só possível com a existência da tal característica multicanal, que é capaz de induzir no ouvinte os aspectos da localização sonora (ver 2.2).

David Howard e James Angus indicam quatro sistemas usados regularmente⁴¹.

⁴¹ HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustics*. Oxford, 2001, pág.356

2.4.1.1. *Stereo*

Este é o sistema multicanal mais simples, que contempla apenas duas vias. Com este sistema consegue-se criar a ilusão de direção do som, usando a diferença de intensidade entre as duas colunas.

O facto de ser composto apenas por duas vias limita bastante a perceção espacial que se consegue obter, pois o ouvinte apenas receberá informação sonora vinda da frente. Ainda assim consegue criar a ilusão da movimentação de objetos com sistemas de automação digital.

O sistema *stereo* é o mais comum de se encontrar em concertos, bem como nos sistemas de reprodução caseiros.

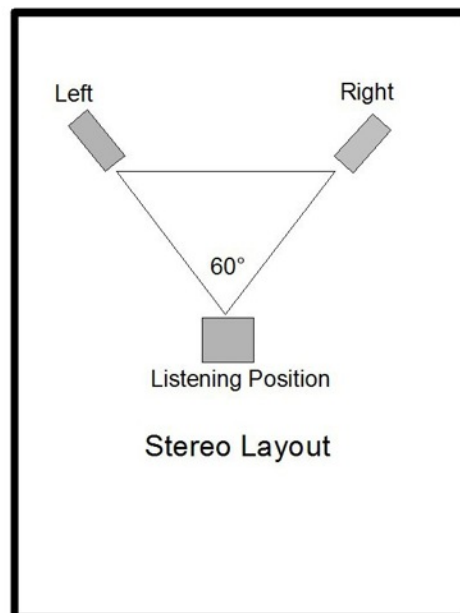


Fig.4 Representação de uma disposição *stereo*. Idealmente, o ângulo criado entre o som recebido pelo altifalante do lado esquerdo e do lado direito terá de ser 60°.

2.4.1.2. *Dolby Surround (5.1)*

Este é o sistema mais utilizado em cinema. Contempla, no mínimo, seis faixas independentes de forma a criar um círculo em volta do ouvinte.

As seis faixas referidas anteriormente dizem respeito ao 5.1 (associado ao termo *Dolby surround*). Isto significa que o sistema utiliza cinco altifalantes com uma escala de

frequências bastante abrangente, e um *sub-woofer* apenas dedicado a reproduzir frequências mais baixas. Este último é usado para enfatizar essas frequências, e é um altifalante com características próprias que o permitem fazer.

Neste sistema observamos 3 colunas frontais e duas traseiras, ligeiramente enviesadas, para além do *sub-woofer*. Estes cinco altifalantes têm, segundo a norma utilizada, funções específicas. A coluna central é usada para reproduzir toda a ação que se passa num filme, como diálogos ou efeitos sonoros. Isto permite uma maior inteligibilidade do que uma representação *stereo*. As restantes colunas são responsáveis pela reprodução das reflexões que se pretendem dar à composição sonora, bem como a sensação de direção e movimentação no espaço. Posto isto, o ouvinte é envolvido num campo sonoro que recria um determinado espaço. O 5.1 é também utilizado em *DVD's* musicais, para reprodução caseira. Neste caso, exemplificando com concertos, o ouvinte tem a possibilidade de, caso tenha um sistema adequado em casa (bastante usual nos dias de hoje), ouvir as reflexões do espaço onde o concerto aconteceu, tendo estas sido também elas captadas *in loco*, ou em alternativa, reflexões criadas posteriormente por meios digitais. Em qualquer uma das situações, a imersão e percepção é maior do que no sistema *stereo*.

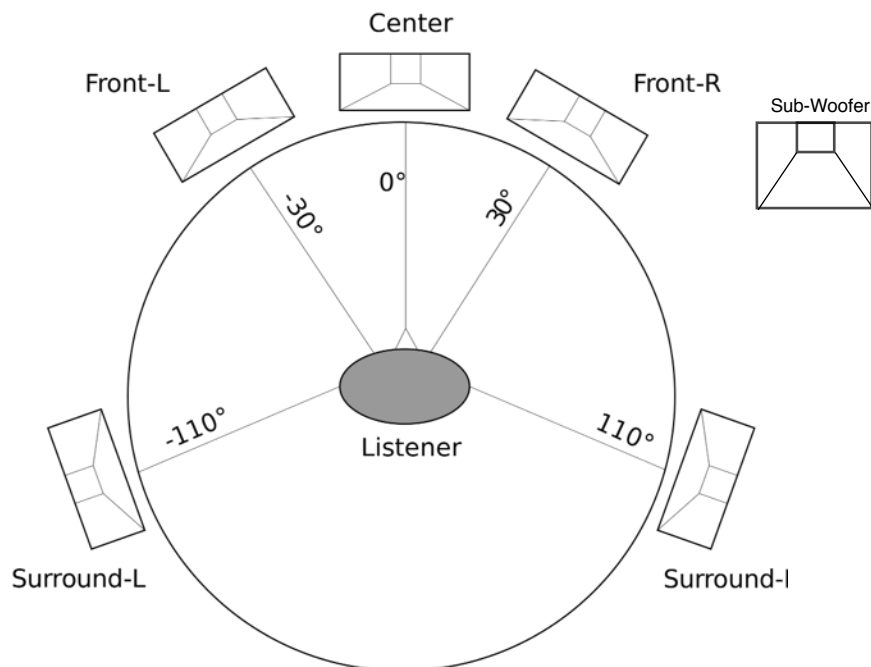


Fig.5 Representação da disposição de colunas no sistema 5.1

2.4.1.3. *Ambisonics*

“Another form of spatial sound presentation is called *ambisonics*. This is a three-dimensional sound reproduction system that tries to simulate the sound field at a given point in the room.”⁴²

Como descreve a citação, o sistema *ambisonics* simula um campo sonoro tridimensional num determinado ponto de uma sala. Se, por um lado, o *dolby 5.1* cria um círculo em volta do ouvinte, o sistema *ambisonics* cria uma “esfera” em seu redor usando pelo menos oito colunas, permitindo a percepção de sons vindos de todo o lado.

A grande diferença deste sistema para os outros, para além do nível de imersão que se consegue obter, é que este não está pensado para que um determinado altifalante tenha uma determinada direção. O ouvinte percorre o espaço delimitado pelos altifalantes e sua percepção vai alterando consoante a sua movimentação, tal como acontece nos espaços físicos.

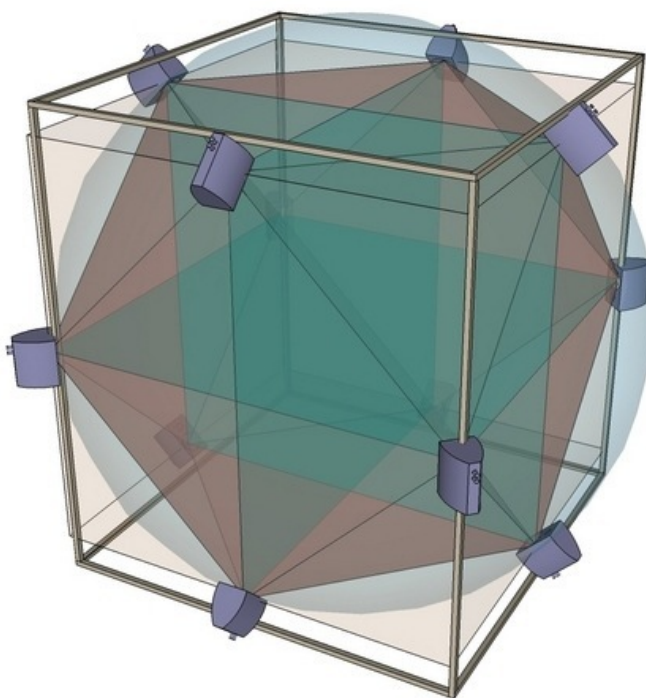


Fig.6 Representação esquemática de um possível sistema *ambisonics*

⁴² HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustics*. Oxford, 2001, pág.357

2.4.1.4. Binaural Stereo

Este sistema apresenta novamente apenas dois canais, mas desta vez para ser reproduzido em *headphones*. O *stereo* binaural apresenta resultados que se podem tornar bastante reais, especialmente se durante a captação for usada a própria cabeça. Tudo começa, por isso, na captação.

À semelhança da captação *stereo*, fazer captações binaurais implica a utilização de dois microfones, a diferença é que entre os microfones se encontra uma cabeça, e os microfones estão colocados no lugar dos ouvidos (ver Fig.6). Isto permite que os microfones captem todas as componentes da percepção de um espaço, inclusive o efeito de sombra sonora provocado pela existência de um obstáculo entre microfones, a cabeça, o que leva à percepção auditiva do espaço que foi gravado. Uma vez que todo o ambiente em redor dos microfones preparados para captação binaural chega até este com as alterações produzidas pelo efeito sombra, abordado no ponto 2.2, o resultado final apresenta não só uma sensação auditiva de 360°, ainda que nenhum microfone, para além dos dois necessários para a captação binaural, tenha sido colocado estrategicamente para esse efeito.



Fig.6 *Dummy head (Neumann)*. Simulação de uma cabeça humana, com microfones no canal auditivo.

Apesar de todo o realismo associado ao *stereo* binaural, este apresenta uma grande desvantagem relativamente aos outros sistemas de reprodução, é que a imagem stereo não muda consoante o ouvinte move a sua cabeça.

Existe um acessório específico para este género de captação, a *dummy head*. Resumidamente é uma simulação de uma cabeça humana, construída com material de densidade semelhante, e com dois microfones embutidos no canal auditivo, tal como representa a figura.

2.4.2. Software

Existem imensas ferramentas informáticas capazes de controlar a espacialização na música. Como referido anteriormente, o sistema proposto por *John Chowning* foi o primeiro a ser implantado em software e capaz de simular os elementos da especialização

“A digital computer was used to generate four channels of information, which are recorded on a tape recorder. The computer program provides control over the apparent location and movement of a synthesized sound in an illusory acoustical space. The method controls the distribution and amplitude of direct and reverberant signals between the loudspeakers to provide the angular and distance information and introduces a Doppler shift to enhance velocity information.”⁴³

O excerto resume o funcionamento do sistema onde é proposta uma divisão do espaço em quatro, sendo que os altifalante criam as fronteiras entre eles, como se pode observar na Fig. 7. Neste sistema, os quatro altifalantes estão dispostos de modo a criar os cantos de um quadrado, fazendo com que haja um perímetro imaginário e uma ilusão de uma espaço acústico, onde no seu centro se encontra o ouvinte, estando à mesma distância de todos os altifalantes.

⁴³ CHOWNING, John M. *The Simulation of Moving Sources*. Stanford, 1971

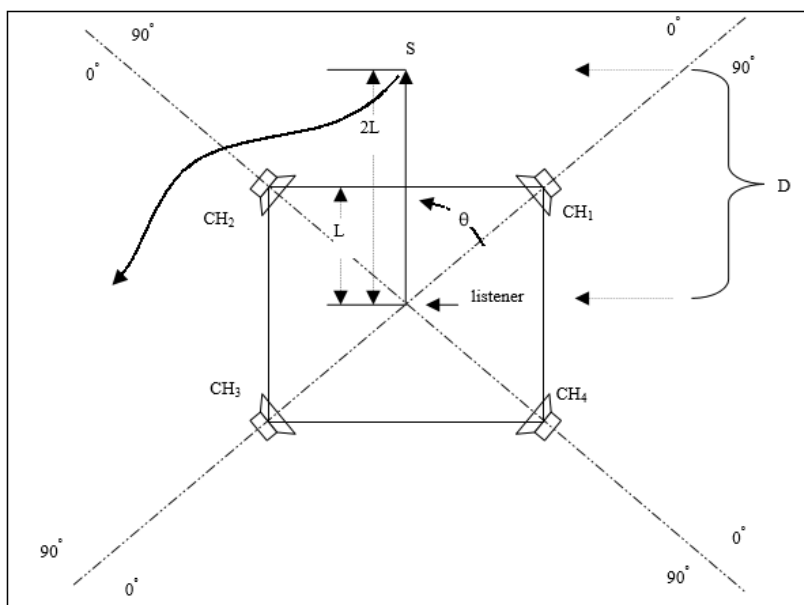


Fig. 7 Configuração dos altifalantes no sistema proposto por *Chowning*, onde está representado o limite dos espaço ilusório.

Foi criado um programa capaz de controlar os vários parâmetros da espacialização. Um monitor apresentava um quadrado, representativo dos limites referidos anteriormente, e um controlador que simulava o movimento que o som iria ter no espaço. Também a reverberação era controlada, e cada altifalante tinha um reverberador com *delays* e ganhos independentes, de forma a atingir uma melhor qualidade de difusão.

No IRCAM (ver 3.4) é desenvolvido o software *Spat* (originalmente chamado de *Spatialisateur*). Esta não é uma proposta de uma técnica de espacialização, como a de *Chowning*, mas sim uma ferramenta que inclui várias técnicas como *ambisonics* ou binaural, entre outras. É um software capaz de se adaptar a vários sistemas, usando uma cadeia de processamento que se divide em quatro processos, como descreve Rui Penha⁴⁴: o módulo da fonte sonora, que se refere à manipulação do sinal para introdução de atrasos relativos à distância da fonte e de manipulação espectral. O módulo de sala, onde se dá o cálculo da reverberação. O módulo de panorâmica, onde se manipulam os sinais recebidos a partir dos

⁴⁴ PENHA, Rui Luís Nogueira. *Modelos de Espacialização: Integração no Pensamento Composicional* (Tese de Doutoramento). Aveiro, 2014 p.136

módulos referidos anteriormente. Por último, o módulo de descodificação, responsável pela correção espectral e temporal dos sinais a enviar para os altifalantes.

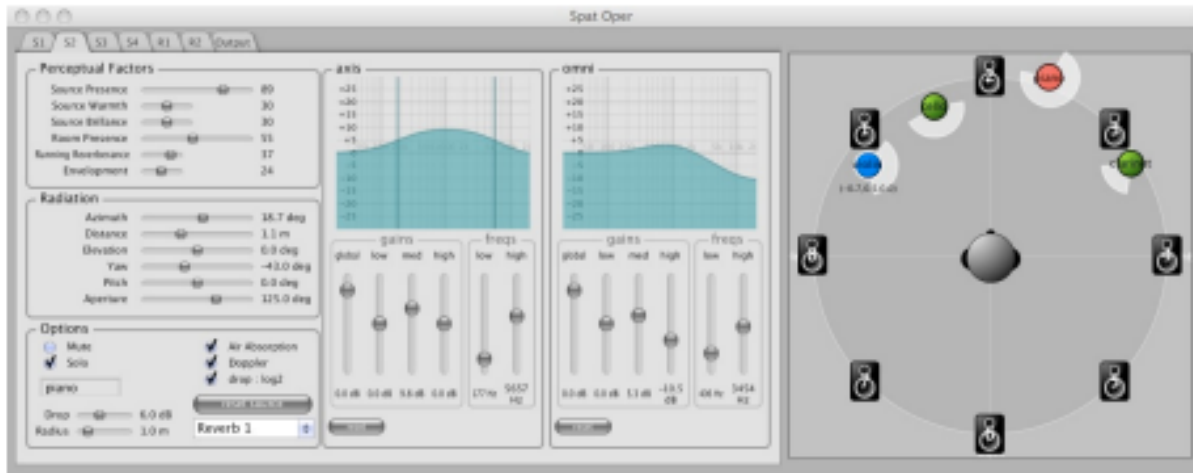


Fig. 8 Interface da aplicação autónoma de uma versão do software *Spat*.

Para além de uma aplicação autónoma, *Spat* é também disponibilizado no formato de extensões para MAX.

MAX faz parte de um lote de *softwares* de programação, tal como o Pure Data, que permitem a criação de ferramentas personalizadas de composição. MAX é um *software* que utiliza uma linguagem programação visual, usado no desenvolvimento de ferramentas musicais e aplicações multimédia, que trabalha em tempo real. Desenvolvido no IRCAM, por *Miller Pickette*, é usado para a composição musical ou criação de software musical, que pode ser usado em performances ao vivo.

2.4.3. Estação 4X

Desenvolvido no IRCAM, a estação 4X é um sistema criado para o processamento de sinal digital. Estava equipado com duas placas, uma para controladores e outra para a

interface. Tinha 16 *outputs DAC*⁴⁵ e 16 *inputs ADC*⁴⁶, para que o sintetizador pudesse ser usado para várias funções em tempo real como: Performances musicais, processamento de som, gravação digital, espacialização, análise e síntese sonora. Foi a partir deste sistema que *Pierre Boulez* criou a sua obra “*Répons*”. (ver 3.4.)

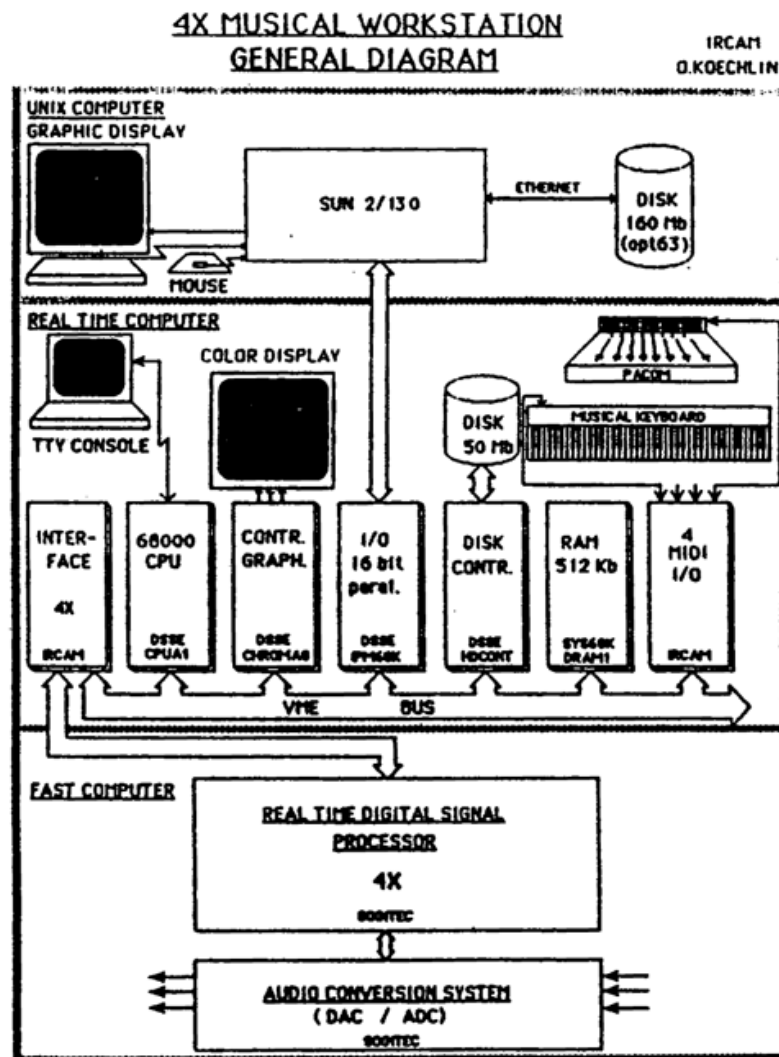


Fig. 9 Diagrama geral do funcionamento da estação 4X.

Este sistema teve bastante sucesso entre músicos e compositores, apesar de algumas falhas técnicas que foi tendo, uma vez que adicionava qualidade estética às suas obras. A utilização da estação 4X por parte de vários compositores, como *Robert Rowe*, *George*

⁴⁵ Conversão de digital para analógico.

⁴⁶ Conversão de analógico para digital.

Benjamin ou *Jean-Baptiste Barrière*, comprovam o sucesso que esta teve no meio musical da altura. A potencialidade deste instrumento digital despertou muito interesse em *Boulez*, que viu a possibilidade de uma grande investimento no IRCAM, através da divulgação deste sistema.

2.4.4. Reverberação

Neste capítulo já não abordo os sistemas de reprodução, mas sim de uma ferramenta essencial na construção de obras sonoras cuja espacialização virtual é um objectivo.

Como foi abordado no ponto 2.3.2, a reverberação é um importante componente na percepção de um espaço, contendo informações acústicas sobre o mesmo, e hoje em dia também ela pode ser criada e modulada digitalmente. A adição artificial de reverberação tornou-se uma prática bastante comum principalmente na produção musical, e existe uma extensa lista de aplicações digitais capazes de o fazer, atingindo um resultado bastante natural e a um custo razoável.⁴⁷

Existem várias formas de se criar reverberação artificial. No passado o sinal sonoro era reproduzido numa sala de reverberação, e captado por um microfone. Posteriormente, o sinal sonoro captado, contendo a reverberação da sala, era misturado com o sinal original com a quantidade desejada. Atualmente, a reverberação artificial é criada digitalmente, usando *software* ou *hardware*. Como podemos observar na Fig.10, é adicionado um atraso (*delay*) ao sinal original, e parte do *delay* é encaminhado para o início do percurso, o que resultará em mais atrasos.

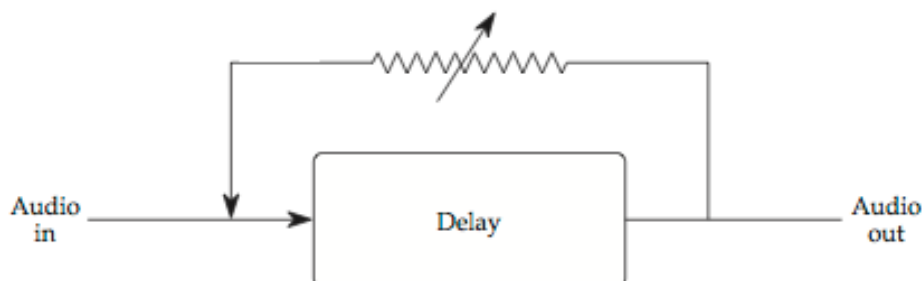


Fig. 10 Representação esquemática do princípio da criação de reverberação digital (The Master Handbook of acoustics - 5th Edition).

⁴⁷ EVEREST, F.Alton; POHLMANN, Ken C.. *The Master Handbook of acoustics* - 5th Edition. 2009 pág. 175

Como foi já demonstrado anteriormente, uma reverberação contém milhares de reflexões. Para obter esse resultado digitalmente, a vários *delays* são adicionados mais *delay*, criando assim a sensação de densidade que a reverberação tem. Este princípio é representado na figura 11.

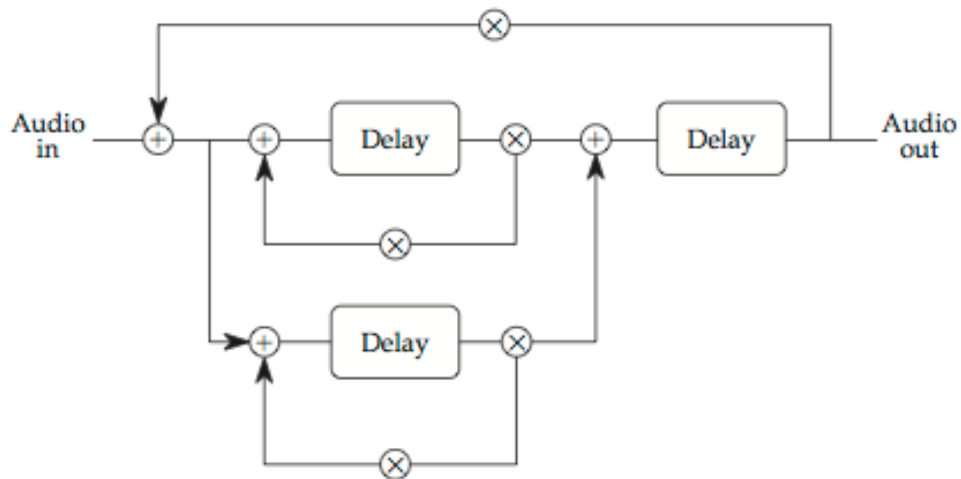


Fig. 11 Representação esquemática dos sucessivos *delays* necessários para obter densidade na reverberação digital (The Master Handbook of acoustics - 5th Edition).

Os algoritmos usados na informática para criar a reverberação digital nos dias de hoje são bastante mais complexos que os esquemas apresentados, sendo que estes são os princípios básicos da obtenção de reverberação a partir de um sinal, e os resultados obtidos são também mais completos e naturais.

2.5. Conclusão

Este capítulo serviu como um esclarecimento de como funciona a percepção auditiva do ser humano, como se comporta acusticamente um determinado espaço e como simular virtualmente um determinado espaço.

O ser humano possui algumas características que resultam na percepção de diferentes fontes sonoras em diferentes espaços, e que, sumariamente, são fruto da diferenciação da altura, intensidade e timbre de um som.

Também a localização sonora é responsável pela percepção do espaço onde estamos, visto que nos indica a localização de uma determinada fonte sonora. Aqui, as diferenças de tempo e intensidade inter-aural são responsáveis pela percepção da direção de um objeto sonoro.

A resposta acústica dos diferentes espaços e salas é um fator fundamental na percepção espacial, pois esta é variável e depende de bastantes fatores. Também neste capítulo, explico o funcionamento acústico, para que melhor se percebam as condicionantes de um espaço, e de que maneira afetam uma onda sonora.

Por fim abordo a questão da especialização virtual. Este é fator bastante contemporâneo e usado em praticamente todas as produções de música atuais. Ferramentas como o Max foram criadas para permitir aos compositores uma maior liberdade criativa nas suas composições, e também as performances ganharam novos contornos e possibilidades com o surgimento de software de espacialização sonora. A estação 4X, do IRCAM, é também exemplo do avanço tecnológico que esta área sofreu. Este *hardware*, usado em “*Répons*” de Boulez, demonstra o processamento de sinal que foi possível obter a partir de então, tornando, por exemplo, a espacialização em tempo real possível de acontecer.

Sem estas noções da *espacialização* e da sua percepção, tornar-se-ia mais complicado contextualizar e abordar de forma mais exata o essencial da presente dissertação: *Espacialização Musical* da banda sonora do filme “Bom dia, Alegria!”.

3. *Espacialização na Música*

A relação entre o espaço e os intérpretes musicais é ancestral e esteve sempre relacionada com a prática performativa. Temos por exemplo as marchas de bandas militares que executam a sua performance enquanto atravessam um determinado espaço de uma cidade; ou a construção de edifícios unicamente pensados para a arte performativa, tal como o teatro grego na Grécia antiga. Este último é um espaço ao ar livre, onde a excelente visão e a acústica são características importantes. É compreensível esta relação antiga entre espaço e intérpretes: este vínculo diz respeito à performance em espaços físicos.

O que pretendo com esta dissertação é perceber a integração do espaço na obra, ao invés da integração da obra no espaço.

A música foi a primeira expressão artística onde a *espacialização* foi utilizada para enfatizar a obra. O primeiro termo no qual se pode falar de sonorização espacial é *cori spezzati* (ver 3.2). Este é um termo italiano que é falado desde o séc. XVI, e que está relacionado com composições antifonais⁴⁸. Nele, os cantores são divididos em grupos distintos, podendo mesmo estarem separados em diferentes partes dum edifício.

A veneziana basílica de São Marcos assume um papel preponderante nas obras onde o espaço e a arquitetura do edifício são um elemento da composição. Uma característica que coloca este monumento na história da *espacialização musical*, é o facto de ter dois órgãos dispostos um em frente ao outro e em espaços opostos da basílica. Isso levou o compositor Adrian Willaert⁴⁹ a compor peças que, para além dos coros, continham também grupos instrumentais separados no espaço. Este é um bom exemplo da utilização do espaço físico da arquitetura do edifício com o objetivo de enriquecer a música ali interpretada. O papel dos músicos, enquanto *performers* é secundário, sendo a contemplação da música, do espaço e da ligação que ambos têm, o principal objetivo da obra.

⁴⁸ Consiste na alternância das vozes cantadas por partes dos coros.

⁴⁹ Compositor holandês, bastante influente no seu tempo, que se manteve ativo principalmente em Itália.

Esta prática foi “exportada” para o resto da Europa, tornando-se comum em Inglaterra⁵⁰. Em 1573, em celebração do quadragésimo aniversário de *Queen Elizabeth*, *Thomas Tallis* compôs “*Spem in Allium*”, obra que usava quarenta partes vocais dispostas por oito coros, cada um com cinco “vozes”.

Várias obras foram surgindo ao longo do tempo, como por exemplo “*The Unanswered Question*” de *Charles Ives*, onde o *ensemble* de cordas estava colocado do lado oposto do trompetista solo e de um *ensemble* de sopros. Este compositor foi influenciado pelo seu pai, *George Ives*, que tinha também feito experiências no campo da especialização musical, usando uma banda, dividida em dois, que marchava em direcções contrárias.

A tecnologia foi evoluindo, e também tomou um lugar na especialização. *Paul Miller*⁵¹ refere que a obra “**GESANG DER JUNGLINGE**” de *Stockhausen* terá sido a primeira verdadeira composição em quadrifonia⁵². Também na sua obra “*KONTAKTE*” é notória a evolução que a especialização na música ia tendo, o compositor criou uma plataforma giratória com um sistema de rotação de altifalantes para que os sons orbitassem em redor da audiência.

Ainda que a percepção auditiva transmita a sensação de tridimensionalidade, o termo “espaço” está conotado com diferentes significados, como podemos observar pela transcrição:

“*In sumary, space may be understood as “an intervale, a lenght of way, a distance,” or as “a period of time,” or as “a void or empty place,” or as “the dimensional extent occupied by a body*”⁵³.

⁵⁰ ZVONAR, Richard. *A History of Spatial Music - Historical Antecedents from Renaissance Antiphony to Strings in the Wings*

⁵¹ Musicologista e teórico musical, é um estudioso da obra de *Karlheinz Stockhausen*. Dos vários trabalhos académicos desenvolvidos, destaco a sua dissertação para obtenção do grau de Doutoramento “*The Serial Shaping of Space*”.

⁵² Disposição de quatro altifalantes num determinado espaço, criando um quadrado.

⁵³ HARLEY, Maria Anna. *Space and Spatialization in Contemporary Music: History and Analysis, Ideas and Implementations (Ph.D.Dissertation)*. Montreal, 1994, p.20

Esta multiplicidade de associações que podemos atribuir ao termo “espaço”, potenciam o significado do seu termo na música, tal como indica a autora da tese supra citada. A utilização do espaço de forma propositada na música é, como constatado, um conceito já abordado e trabalhado há bastantes anos e, com ou sem auxílio da tecnologia, vários artistas exploraram a sensação aural do espetador. Podemos então assumir que *espacialização* na música, se aplica a obras cujo seu conteúdo foi propositadamente construído e montado para que o ouvinte contemple algo mais para além da composição em si.

Este capítulo procura dar a conhecer alguma história da *especialização na música*, reportando obras de alguns compositores, que serviram também de referência para o trabalho desenvolvido no capítulo 4.

3.1. Giovanni Gabrielli

Apesar de não ter sido o primeiro a utilizar a técnica *cori spezzati*, que, como referido anteriormente, foi o primeiro conceito a nascer relacionado com a espacialização musical, Gabrielli foi um dos mais influentes compositores da sua época, tendo tido um papel preponderante na música espacial.

Gabrielli explorou a arquitetura da basílica de S. Marcos, usando grupos distintos de cantores para criar o efeito de *cori spezzati*. Esta técnica, que era já recorrente na altura, foi aprofundada por *Gabrielli*, elevando a importância que esta viria a ter. Com os seus motetos⁵⁴ o como opositor passou a integrar instrumentos e mais coros às suas composições, elevando o nível da técnica supra referida.

Depois de ter vivido na Alemanha alguns anos, foi em 1585 que *Gabrielli* se tornou organista da basílica e no ano seguinte, aquando da morte do seu tio, *Andrea Gabrielli*, assumiu a posição de principal compositor da basílica.

Veneza era, por esta altura, bastante cosmopolita, e grande parte dos acontecimentos musicais da cidade concentravam-se junto à basílica de S. Marco, o que facilmente atraiu

⁵⁴ Moteto – O moteto é um género musical polifónico surgido no século XIII, onde, inicialmente, se usavam textos distintos para cada voz.

bons músicos. Ao ser a figura musical com mais importância da basílica, e tendo acesso a tudo o que esta oferecia, *Giovanni* compôs bastantes obras policorais com a introdução de *ensembles* instrumentais. “*In Ecclesis*”, composta para ser interpretada na basílica, é uma das obras primas do compositor, e provavelmente a mais aclamada. Nesta obra *Gabrielli* compôs para dois coros, solistas, órgão e instrumentos de sopro e cordas, sendo que estes estavam divididos e posicionados em espaços distintos da basílica.

Apesar de não ter sido o primeiro a usar esta técnica musical, *Giovanni Gabrielli* explorou bastante as potencialidades do *corri spezzati*, colocando a percepção do espaço como um possível elemento da composição musical.

Foi em meados do séc. XVI que a cidade de Veneza, que, a seguir a Roma, era a mais importante da Península Ibérica, foi berço da melhor música de órgão de Itália⁵⁵, e que tinha a catedral de S. Marcos como o coração da música veneziana. Veneza, e em especial a catedral supra referida, viu nascer muitos compositores de referência e que deixaram um contributo assinalável na história da música.

A escrita de motetos policorais existe mesmo antes do tempo de *Adrian Willaert*, compositor de referência e fundador da “Escola Veneziana”, onde compositores da região escreviam frequentemente para coro duplo⁵⁶. O uso desta técnica coral não é originário de Veneza, mas é aqui, e a partir de *Willaert*, que o *cori spezzati* evolui e ganha bastante dimensão. Traduzido à letra significa “coros separados”, e é precisamente aqui que existe o pensamento da inclusão do espaço na obra. As composições contemplam mais do que um coro, estes separados no espaço físico e com registo antifonal.

⁵⁵ GROUT, Donald; PALISCA, Claude. *História da Música Ocidental*. Lisboa, 1994, pág.301

⁵⁶ Idem Ibidem, pág. 302

3.2. *Stockhausen*

Karleheinz Stockhausen foi um compositor alemão de música contemporânea, tendo tido sem dúvida uma forte contribuição na evolução da música espacial. Numa conversa que tive com *Dr. Paul Miller*⁵⁷, investigador do trabalho de *Stockhausen*, este revelou o porque do compositor ter um papel tão preponderante na evolução da música espacial.

Stockhausen foi um dos primeiros compositores a compor música espacial de grande complexidade, a integrar o movimento na estrutura de uma peça, e a tornar a componente espacial um elemento inseparável das suas composições. Tudo isto foi colocando *Stockhausen* na vanguarda da música contemporânea, especificamente da música espacial.

O primeiro trabalho de *Stockhausen* na música espacial é, como referido no início do capítulo, “*GESANG DER JUNGLINGE*”. Esta obra foi inicialmente pensada para cinco altifalantes, mas acabou por ser reduzida a quatro, e onde o compositor apenas explorou a sensação de *panning*⁵⁸. *Paul Miller* refere que a principal intenção de *Stockhausen* ao conceber “*GESANG DER JUNGLINGE*” foi integrar a perceção espacial na composição. Juntando isto ao fato de querer ser criativo no uso de recursos e estimular a capacidade auditiva dos ouvintes, *Stockhausen* quis enfatizar o fato da especialização poder aumentar a quantidade de informação que é comunicada com a audiência. Tendo começado por querer integrar o domínio da espacialização em sistemas que o próprio estaria a desenvolver, resultou na criação de uma nova experiência auditiva.

Miller indica duas obras que são, para ele, as melhores composições de *Stockhausen*. “*SÍRIUS*” foi uma obra onde pela primeira vez o compositor compôs música eletrónica para reprodução num sistema que utilizava oito altifalantes. Quatro solistas estavam separados em pódios, cada um num determinado ponto do espaço. Este pódios não se encontravam à mesma altura que os altifalantes estariam, havendo assim uma relação de diferentes níveis de intensidade vertical, introduzindo ainda mais movimento no plano vertical que em obras anteriores como “*KONTAKTE*”. “*COSMIC PULSES*” é uma das últimas composições que *Stockhausen* escreveu, e é também uma das mais marcantes. Nesta obra o movimento espacial

⁵⁷ Ver apêndice B.

⁵⁸ Distribuição de um sinal sonoro num determinado campo sonoro multicanal.

é o principal interesse e onde foi planejado o movimento de 241 sons em 24 *layers* em redor da audiência⁵⁹. Segundo *Paul Miller* esta obra esconde uma referência à data de nascimento do compositor, algo que ele não divulgou, e que para *Paul* atribui ainda mais significado à obra.

*“As I just said, to discover for every new work a sound world which is unknown to me and to others as well, so that the development of our capability of listening continues. We should not stop developing our musical intelligence and the scale of our musical perceptions - what we can feel through music - because then we change.”*⁶⁰

A citação transcrita demonstra a preocupação que o compositor tem desenvolver as capacidades musicais, ou a inteligência musical como o próprio indica, bem como a escala das percepções musicais. O objetivo de tornar a música um objeto de percepção e expansão espiritual, e não apenas um mero entretenimento, é uma preocupação constante em *Stockhausen*, como podemos observar na seguinte transcrição:

*“Many people think music should mainly entertain the body, with all the dances et cetera. Very few musicians adhere to the principle that music should be added to the repertoire that expands the spirit.”*⁶¹

Stockhausen impressionou bastante nas décadas de 50 e 60 ao demonstrar uma enorme habilidade técnica usada nas suas obras. O efeito provocado pelo compositor era algo que não era normal nem usado nas salas de concerto e, por outro lado, os compositores da altura tinham bem ciente a dificuldade que existia em fazer este tipo de música em locais tradicionais. Não sendo o único, *Karlheinz Stockhausen* é responsável pela percepção espacial na música usando a tecnologia, tendo conseguido recriar resultados da nossa percepção auditiva através da tecnologia e adaptá-los na música.

⁵⁹ MILLER, Paul. *Stockhausen and the Serial Shaping of Space* (Phd Dissertation). New York, 2009, pág.27

⁶⁰ STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Texte zur Musik (Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik)*, vol. 17. pág.298

⁶¹ Idem ibidem

3.3. *John Cage* e a obra “4’33’’ ”

Nascido a 5 de Setembro de 1912 e proveniente de Nova Iorque, este é um compositor que causou bastante impacto na música contemporânea, mais especificamente com a sua obra “4’33’’ ”, sendo considerado por muitos como um compositor vanguardista do séc. XX. O que me leva a abordar *John Cage* nesta dissertação é precisamente essa obra que tanta polémica causou.

“4’33’’ ” foi uma obra escrita em 1952 e apresentada pela primeira vez nesse mesmo ano no *Woodstock* em Nova Iorque. A peça consiste em quatro minutos e trinta e três segundos de silêncio, onde o *performer* não toca nada, fazendo apenas três silenciosos movimentos, cada um com o seu *timing*. *David Tudor*⁶² ao fazer a sua interpretação da obra, provocou uma sensação de estranheza e repulsa no público, havendo gente a abandonar o local e muito burburinho entre quem persistia em ficar a assistir.

*“People began whispering to one another, and some people began to walk out. They didn't laugh -- they were just irritated when they realized nothing was going to happen, and they haven't forgotten it 30 years later: they're still angry.”*⁶³

Como podemos observar pela citação, a receptividade do público foi muito pouca, tendo causado uma sensação de desconforto perante o que estavam a assistir.

Dr. Douglas Kahn, Professor na Universidade de *South Wales - Sydney*, diz, numa pequena conversa⁶⁴ que não foi por acaso que *John Cage* concebeu esta obra, senão vejamos:

“You should understand first of all that 4'33" was a huge, well-placed gesture. Others had made similar gestures previously in the histories of the arts, but it was the fact that he was making the gesture within the conservatism of the Western art music (WAM) tradition that gave his act its power. WAM moves very slowly, but when it has moved it has reverberated

⁶² Pianista que executou a peça pela primeira vez.

⁶³ Cage conversation with Michael John White (1982), in Kostelanetz 1988, 66, in: SOLOMON, Larry J.: The Sounds of Silence, in: <http://www.azstarnet.com/~solo/4min33se.html>

⁶⁴ Ver Apêndice A.

throughout the rest of the arts. It may not be the case anymore, but in the 19th and 20th centuries its slowness for change was associated with its scope of influence. “⁶⁵

Dr. Kahn afirma ter sido uma ação muito bem pensada e colocada em prática. O fato de *Cage* ter feito esta intervenção dentro do conservadorismo ocidental que se fazia notar musicalmente, resultou numa obra com bastante impacto, não só na música como nas outras artes.

A peça “ 4’33’’ ” remete-nos para o ponto 2.3 da presente dissertação, onde é abordada a consciência auditiva. Facilmente se relaciona o resultado da primeira vez que a obra foi interpretada com esta consciência auditiva. “ 4’33’’ ” acaba por impor no público a percepção sobre espaço onde está inserido, forçando uma audição atenta sobre os objetos sonoros que possam rodear cada um. *James Prichett* aponta duas abordagens que a audiência pode ter com esta peça de silêncio⁶⁶. Por um lado, prestam atenção à qualidade acústica do ambiente que a rodeia, ouvindo sons que não tinham sido ouvidos antes, dando destaque ao mais pequeno ruído. Isto, segundo *Prichett*, é tratar a obra como um objeto estético, tal como outra peça de música mas constituído por sons não tão usuais. A outra abordagem passa por um pensamento sobre o que poderá significar a peça.

Como indica *Dr. Kahn*, é necessário diferenciar a percepção do espaço, a distribuição multicanal de fontes sonoras e a resposta acústica que um determinado local tem por si só para perceber onde enquadrar a peça, e como pode estar influenciando outros trabalhos. “ 4’33’’ ” pode ser interpretada como uma clara imposição da percepção auditiva do espaço que rodeia uma audiência.

⁶⁵ Apêndice A

⁶⁶ PRICHETT, James. In <http://rosewhitemusic.com/piano/writings/silence-taught-john-cage/>

3.4. *Pierre Boulez*

Nascido a 26 de Março de 1925, *Boulez* é um maestro e compositor de origem francesa, e uma figura incontornável na música do séc.XX. Juntamente com *Karlheinz Stockhausen*, foi um dos expoentes máximos do serialismo⁶⁷ e modernismo da música contemporânea.

A relação de *Boulez* com a música espacial nem sempre existiu. Foi a partir dos finais dos anos cinquenta e inícios dos sessenta que *Boulez* começou a integrar nas suas composições sons electrónicos e efeitos espaciais, mostrando interesse na combinação entre sons electrónicos e acústicos. Em 1958 compôs a sua primeira obra electroacústica, “*Poésie pour Pouvoir*”, que foi escrita para três orquestras e cinco faixas contendo sons instrumentais processados, e terá tido como influência uma das obras de *Stockhausen*, “*Gruppen*”, onde *Boulez* foi um dos maestros.

Depois de uma interrupção na música electroacústica, *Boulez* foi convidado a encabeçar o projeto IRCAM, *Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique*. Este tornou-se um dos mais importantes centros de investigação e desenvolvimento de tecnologia musical, tendo concebido bastantes ferramentas importantes na história da música espacial. Uma dessas ferramentas foi o processador 4X, um sistema desenhado para a performance ao vivo e a espacialização musical que analisava, manipulava e sintetizava sons em tempo-real. Esta foi uma descoberta tremenda na tecnologia musical, pois deu a possibilidade de novas abordagens à performance musical. Foi então que, usando as descobertas do IRCAM, *Boulez* concebeu “*Répons*”, considerada incontornável na história da música espacial.

“*Répons*” foi escrito para seis instrumentos solistas, um ensemble de vinte e quatro músicos e electrónica ao vivo. *Boulez* explorou vários tipos de comunicação entre os solistas, individualmente, e o ensemble, os sons instrumentais e as suas transformações electrónicas. Nesta obra a audiência envolve o ensemble, que se encontra no centro juntamente com o maestro e os técnicos, e que é circundada pelos seis solistas e dois conjuntos de seis altifalantes. Um dos conjuntos amplificava os sons dos solistas, o outro reproduzia os sons processados electronicamente.

⁶⁷ Técnica de composição que utiliza uma série de valores para manipular diferentes elementos musicais.

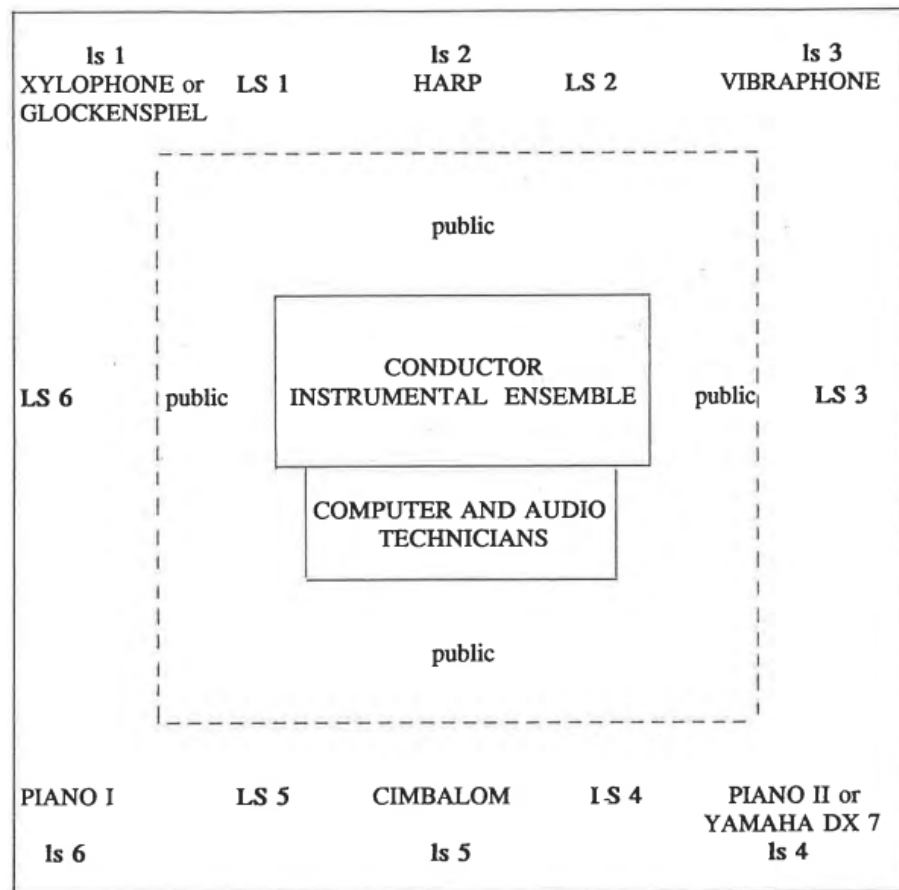


Fig. 12 Representação da distribuição dos vários componentes em “Répons”.

Apenas os sons dos solistas eram espacializados, e toda a transformação e processo de espacialização dos sons era controlado por computador. Nas primeiras performances o processamento era feito através do 4X, referido anteriormente, mas em performance mais recentes (1992), foi criado um *patch* de MAX específico para esta obra.

Esta é uma obra onde a distribuição espacial dos instrumentistas e dos altifalantes é a componente essencial do conceito, uma vez que a pretensão de *Boulez* era que não existisse distância entre a audiência e a música, mas sim que esta envolvesse e imergisse a audiência.

3.5. Conclusão

Foram vários os exemplos que fizeram história na *espacialização musical*. Como *Douglas Kahn* refere, *Alvin Lucier* tem uma abordagem original e interessante nesta questão, centrando-se bastante no espaço enquanto objeto de percepção. *Pierre Boulez* é compositor de uma obra de referência na música espacial, “Repons”. *Iannis Xenakis* explorou a movimentação sonora em peças musicais e *Murray Shaffer* a inclusão de paisagens sonoras.

Apesar da existência de muitos outros casos de estudo no campo da música espacial, neste capítulo abordei três. Por achar que a sua abordagem é fundamental para a realização e conceção da música espacial nos dias que correm, decidi abordar *Giovanni Gabrielli*, *Karlheinz Stockhausen* e *John Cage*. O primeiro, *Gabrielli*, explora o local onde exerce a função de organista e compositor, e insere o espaço como elemento da composição, este que será o primeiro passo para se compor “música espacial”. *Stockhausen* utiliza a tecnologia para o fazer, usando e desenvolvendo técnicas que servem como base para os dias de hoje. Por último, *John Cage* e a sua obra “3'44''”, aborda a questão da percepção do espaço em si, o espaço como a própria obra sonora. A consciência espacial na percepção auditiva é o que trata esta obra, algo que considero ser essencial quando se trabalha com *espacialização musical*.

É impossível falar de espacialização musical e não falar em *Pierre Boulez*. Este compositor e maestro, juntamente com o trabalho levado a cabo no IRCAM, tornou possível a criação de ferramentas personalizadas para a performance e composição musical, criando também um novo conceito na relação entre o espaço e a música.

4. A Espacialização na Música de “Bom Dia Alegria”

*“Leonor tem um trabalho invulgar: acordar pessoas. “Bom dia, Alegria!” é uma empresa que pretende ajudar as pessoas a encarar a dificuldade de acordar e de enfrentar mais um dia cheio de problemas e preocupações. Mas o que é ao certo, acordar alguém e lidar com a sua intimidade? Leonor descobre em primeira mão, ao deparar-se com um cliente fora do comum.”*⁶⁸

A transcrição explica de forma bastante resumida a história do filme. A ação centraliza-se em volta de duas personagens. Por um lado existe uma figura feminina, Leonor, que trabalha numa empresa cuja função é acordar pessoas, um serviço de despertar presencial. Leonor, quase a entrar de férias, vê-se obrigada a continuar o seu trabalho com um cliente um pouco diferente do normal, e que lhe causaria muito transtorno. Óscar é um jovem que claramente não pretende os serviços de despertar, procura apenas ter uma companhia.

Cada vez que Leonor entra em casa de Óscar, este dificulta o seu trabalho não cedendo a validação necessária para comprovar a presença de Leonor na casa, propondo vários desafios a esta em troca da validação. Isto dá origem a várias cenas de comédia, numa luta onde Leonor procura a validação, e Óscar a companhia de Leonor. Luta de esgrima, jogo de tabuleiro e várias travessuras compõem a parte mais “irreal” do filme.

Um jogo de ténis de mesa é o momento de viragem. Leonor anuncia a Óscar que finalmente vai de férias e que aquele é o seu último dia em que o vai ver. A desilusão de Óscar ao perceber que perderá a sua melhor companhia é bastante, mas Leonor quer alterar a sua vida. Esta entra em sua casa uma última vez e deixa uma mala com um mapa e uma bicicleta, com uma gravação. Percebe-se que esta incentiva Óscar a sair de casa e, se realmente procurava a sua companhia, que a procure.

Neste filme tive o papel de captar e trabalhar todo o registo sonoro, tendo bastante liberdade criativa para o trabalhar nesse sentido, quer na parte do design de som como na parte musical do filme.

A adição de som no cinema transformou o modo com este era feito. A comunicação com a audiência tinha, a partir de então, mais um ponto de ligação: a palavra, o diálogo. Uma vez

⁶⁸ Sinopse de “Bom dia, Alegria”.

que a partir desta altura os atores falavam em cena, os realizadores sentiram a necessidade de os destacar, alterando o jogo de luzes e os planos que eram habitualmente usados. Tudo isto fez com que o diálogo se torna-se o ponto chave do filme, e a audiência tivesse uma experiência auditiva nova. Mas como tudo vai evoluindo, isto era também um ponto de partida para uma nova experiência musical, como observamos na citação:

*“First, a composer could provide needs insight into the emotional and psychological drama through the music. Second, he could compose a piece of music that would accompany the film wherever it was shown. Third, the shift towards sound pictures meant that thousands of theater musicians would be put out of work.”*⁶⁹

A gravação de som direto⁷⁰ abria a possibilidade de acrescentar música ao filme. O primeiro foi “*The Jazz Singer*”, onde o cantor *Al Jolson* deu cara a vários momentos musicais durante o filme. Mas adicionar música era um processo muito trabalhoso e dispendioso. Os músicos tinham que estar presentes em cena, na melhor posição para que a sua captação fosse a melhor e, ao mesmo tempo, não perturbasse o trabalho visual. Acrescentando a tudo isto, um erro por parte dos músicos impossibilitava o uso daquele *take*, e a edição era limitada, correndo o risco de a música ficar com quebras.

Entretanto surge, por volta de 1931, a tecnologia que permite separar estes dois processos. A gravação da música passa a ser feita fora do *set* de rodagem, no seu próprio espaço, e não ao mesmo tempo. Isto permitiu que o processo de adicionar música nos filmes fosse bastantes mais flexível e não tão dispendioso.

O cinema torna-se cada vez menos uma experiência maioritariamente visual, consoante a tecnologia vai avançando e novas técnicas são usadas e exploradas, e, nos dias que correm, as salas de cinema são equipadas com o melhor equipamento de reprodução, visual e auditivo, e o acesso a *home theaters* é também relativamente simples e usual. Tudo isto faz com que ver um filme seja uma experiência que vai para além de observar imagens em movimento.

Muitos dos filmes que hoje são realizados entram no campo da fantasia ou do não real,

⁶⁹ RICHARD, Davis. *Complete Guide to Film Scoring - The Art and Business of Writing Music for Movies and TV*. Boston, 1999, pág.25

⁷⁰ Gravação do som de cena, durante as rodagens.

outros tratam histórias cujo tema facilmente se transporta para a vida real, mas todos têm um ponto comum: a história que contam tem que ser verosímil, o espectador tem que acreditar na realidade do que está a ver, ainda que esta seja fruto da sua imaginação. Para além dos diálogos e efeitos sonoros, que têm também um papel preponderante, a música encontra aqui a sua função maior, uma vez que esta trabalha a parte inconsciente da mente, e é capaz de se aliar à ilusão que se tenta criar, enfatizando as emoções que são supostas sentir.

A música, para além de ajudar a construir o sentido do filme e acrescentar densidade dramática e emocional ao filme, ajuda também a criar a atmosfera temporal e/ou espacial onde ocorre a ação. Foi a partir destas premissas que idealizei a banda sonora do filme. Tendo em conta o papel preponderante da música no cinema contemporâneo, e como esta consegue facilmente manipular a percepção de uma determinada cena ou ação, fiz uma composição consoante o que era pretendido.

4.1 A Banda Sonora

“Bom Dia, Alegria!” ainda que não seja um filme de fantasia, tem bastantes peripécias que fogem um pouco do real, situações que não acontecem de todo, e isso ajudou desde logo a construir a identidade musical do filme.

O meu papel no filme iria ser apenas de diretor de som do filme, trabalhando na catação de som e pós produção, e a música ficaria ao encargo de um compositor previamente pensado. O orçamento existente para o filme foi muito reduzido, o que levou a muita contenção de custos. Entretanto, numa fase de início de pós produção, tive acesso à *Vienna Symphonic Library (VSL)*, *plugin* que permite, através da linguagem midi⁷¹, replicar instrumentos de orquestra com uma excelente qualidade de captação. Esta é uma excelente ferramenta de composição/produção musical, contendo uma larga panóplia de *samples* de instrumentos sinfónicos, com uma qualidade de captação excelente, tocados de diferentes maneiras. É um *plugin* que oferece bastante realismo e precisão em todos os instrumentos, o que o torna um

⁷¹ “*Musical instrument Digital Interface*”, surge nos anos oitenta como forma de interligação entre instrumentos electrónicos. O que inicialmente consistia na criação de uma fonte de ligação entre instrumentos, passou também a ser usado como forma de interligação entre equipamentos de áudio ao nível de controlo e automação. O MIDI não transmite sinal áudio, apenas emite instruções que permitem controlar diversos aparelhos, transmite mensagens que são interpretadas por outros aparelhos.

software de referência no ramo.

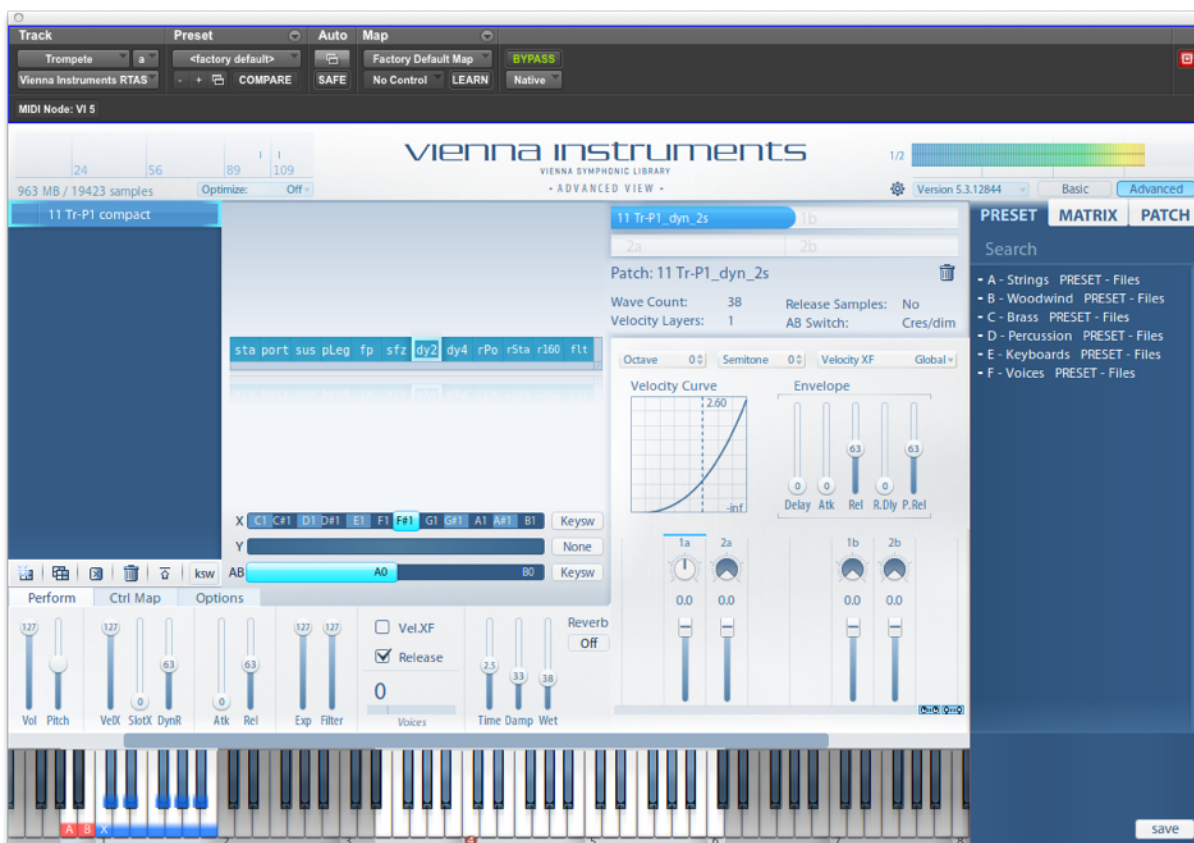


Fig. 13 Janela do *plugin* “*Vienna Symphonic Library*”, com a representação (à direita) dos vários grupos de instrumentos que o software contém e todos os parâmetros que são possíveis controlar como o envelope e dinâmicas de interpretação do instrumento.

Ao ter acesso a este *plugin*, existente num dos estúdios da Escola das Artes da Universidade Católica Portuguesa, e ao saber do reduzido orçamento para o filme, assumi a responsabilidade de, para além da direção de som, compor também a banda sonora do filme. Apesar de estar bastante ligado à música nunca antes tinha composto qualquer peça musical, tampouco para um filme. Para além deste fator, aquilo que era pretendido como banda sonora eram composições orquestrais, o que dificultou ainda mais o processo de criação musical.

Assistido por outra aluna, Mariana Costa, embarquei num projeto que se adivinhava bastante trabalhoso e difícil, mas paralelamente desafiante e gratificante.

O filme estava já numa versão bastante avançada quando comecei o processo de composição, o que permitiu ter uma noção mais concreta do que precisaria de ser composto. Obviamente que existiam já referências musicais, e havia uma ideia mais ou menos concreta do que era necessário e quando era necessário, mas o facto de ter acesso à evolução do filme,

e da sua narrativa, permitiu que houvesse uma maior liberdade criativa no processo de composição. Foram compostos sete momentos musicais, que acompanharam diferentes cargas emocionais e rítmicas.

Da mesma maneira que a música tem a capacidade de mudar o sentido de uma cena, facilmente nos consegue transportar para um determinado ambiente ou ação, e, como referido anteriormente, o filme contém peripécias que fogem um pouco do real, ainda que não entre no campo da fantasia, e a intenção do realizador quanto à banda sonora, foi que esta fosse também ela exagerada nesses momentos “menos reais”, injetando no espectador a carga emocional e rítmica extra. Assim, a música teve o papel de colocar o espectador na realidade do filme, através do ritmo e melodia. Começando pelo primeiro momento musical, é a abertura do filme, que inicia com um *spot* publicitário da empresa de acordar. O exigido aqui, para além da intenção de “agarrar” o espetador com a primeira impressão, foi atribuir à empresa uma determinada grandeza e imponência. Utilizando um compasso quaternário, que aliás é usado em praticamente toda a banda sonora, a predominância tímbrica é de trompetes.

O segundo momento musical é o que apresenta Óscar, personagem principal do filme. Aqui a música teria que descrever a personagem e aquilo que ela viria a ser ao longo do filme, misteriosa e enigmática. Fiz uma composição com o recurso a instrumentos como cravo e metalofone, tímbres “brilhantes” que ajudaram a criar a identidade da personagem.

Para os vários momentos de confronto que se seguiram, foram criadas músicas com bastante intensidade, com uso recorrente de instrumentos de corda em *staccato*⁷². A intenção foi sugerir um ambiente de combate propositadamente exagerado. Este exagero é justificado com a realidade que vai acompanhando a narrativa.

Para terminar a última música carrega a “melodia do filme”, aquela que foi pensada para funcionar como tema do filme. Um início melancólico, com o uso de cordas dedilhadas de viola e harpa, prevêem o final não desejado por Óscar, atribuindo assim a carga dramática pretendida na cena. Com o aproximar do fim a música acompanha o estado emocional de Óscar terminando em extâse, estado emocional do personagem que deve ser transmitido para o público.

A composição desta banda sonora foi um desafio enorme, e perceber que instrumentos e

⁷² Tipo de articulação onde as notas musicais são executadas com suspensões entre elas, tendo cada nota pouca duração.

técnica associada funcionavam melhor foi um exercício bastante trabalhado e personalizado.

4.2. A Espacialização

Estando em processo de pesquisa para a presente dissertação, a estudar o que já havia sido feito com a especialização na música, decidi que o meu projeto final seria algo que relacionasse esta questão com a banda sonora do “Bom Dia, Alegria!”.

A espacialização foi o tema que quis abordar desde o início, quer na dissertação como no projeto, mas nem sempre foi na música que quis abordar este tema, tendo sido no teatro. O conhecimento que tinha sobre a matéria permitia-me concluir que o teatro não tinha grande história na abordagem desta questão, e isso suscitou a curiosidade em saber o porquê. Foi então que decidi abordar um grupo amador de teatro e perguntar se estariam interessados em participar neste projecto, para que este servisse também como caso de estudo na dissertação. Na verdade estava a entrar numa área cujo meu conhecimento era bastante reduzido uma vez que não domino nada a área do teatro, e a informação sobre o que haveria de fazer e como haveria de fazer era inexistente. Para dificultar a produção do projecto final, o grupo com que estava a trabalhar não conseguia, grande parte das vezes, cumprir com as necessidades que eu tinha para o avanço do projecto, como gravações dos espectáculos e ensaios para a realização de testes, e essa incompatibilidade de agenda atrasou todo o processo.

Entretanto a produção do “Bom dia, Alegria” começou, e a possibilidade de compor a sua banda sonora surgiu, uma vez que já tinha feito alguma pesquisa na área da espacialização na música, associei as duas áreas. A composição musical ocupou muito do meu tempo, uma vez que era algo que nunca tinha feito, e isso fez com que a decisão de mudar o projeto não fosse complicada.

Ao pesquisar matéria para a dissertação tive conhecimento do projecto “*Vertical Orchestra*”. Este é um projecto onde uma orquestra interpreta as suas obras e faz os seus espetáculos verticalmente, num determinado edifício. Diferenciando-se da disposição normal de uma orquestra. Este projecto aproveita a arquitetura de um determinado espaço e espalha os vários instrumentistas pelo edifício, como se pode observar na figura 14.

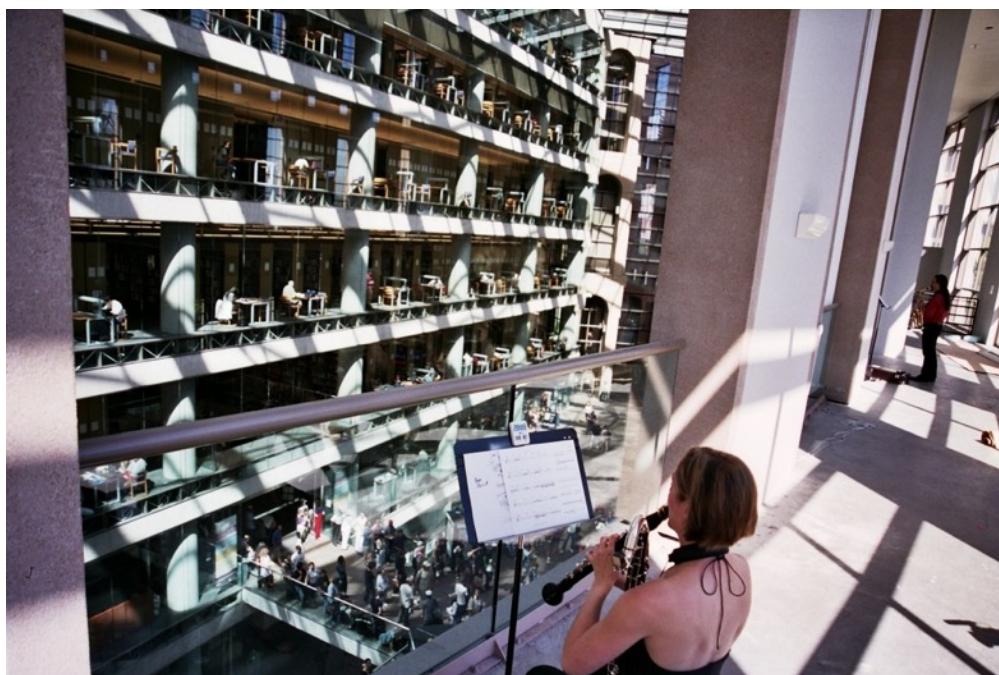


Fig.14 Instrumentista da *Vertical Orchestra* numa performance na biblioteca pública de Vancouver.

Também o público ganha uma nova liberdade nestas performances. Num concerto normal existem lugares pré-definidos onde cada ouvinte assume o seu, do início ao final do espetáculo, enquanto que numa performance como as da *Vertical Orchestra*, cada um é livre de se levantar, andar pelo edifício e ouvir música de diferentes pontos. Para além disto, a mesma peça musical tocada em edifícios diferentes, onde obrigatoriamente a disposição dos instrumentistas será diferente, tem diferentes dinâmicas e é percebida de maneira diferente, e essa é também uma vantagem da espacialização.

Percebi que este projecto tinha bastantes semelhanças com o trabalho que *Giovanni Gabrielli* fazia na basílica de S. Marcos (ver 3.1) ao posicionar vários coros e ensembles instrumentais separados. Isso levantou o interesse em perceber como funcionaria a banda sonora que estava a compor num registo semelhante, posicionar os vários instrumentos que vinha usando no espaço.

O problema é que não tinha uma orquestra à minha disposição, uma vez que a composição musical foi feita digitalmente, com o recurso apenas a *software*. Facilmente conseguiria transpor as frases MIDI das músicas para partituras, e entregar a uma orquestra, mas isso implicaria também ter uma orquestra disposta a fazê-lo, quer os ensaios das músicas bem como uma performance. Por isso optei por, uma vez mais, recorrer à tecnologia para

tentar recriar o pretendido.

Decidi então usar o *surround 5.1* (ver 2.4.1.2.) para a espacialização da banda sonora. Este é o sistema que, para além de dominar bem, poderia facilmente ter acesso quer para mistura, quer para uma audição posterior, uma vez que é fácil ter acesso a um *home theater* (5.1). Usando o software *ProTools*⁷³, procedi então a uma mistura 5.1 da banda sonora do filme “*Bom Dia, Alegria!*” com o objetivo de, no final, se poder ouvir em qualquer sistema *surround*.

Tendo as faixas dos vários instrumentos separadas, comecei por fazer a disposição dos mesmos no espaço como descrito nas figuras 15 e 16. Não tendo nenhum espaço físico como referência, fiz a disposição dos instrumentos imaginando-me no centro de um.



Fig.15 Disposição de três grupos de instrumentos diferentes.

⁷³ Software referência para pós-produção áudio.



Fig.16 Janela do controlador que posiciona o som no sítio pretendido, dentro dos limites imaginários criados pela disposição das colunas.

Apesar de nunca ter assistido a nenhuma performance da Vertical Orchestra, muito menos nenhuma composição de *Gabrielli*, foi principalmente neste último que me baseei para fazer a disposição dos instrumentos. No vídeo demonstrativo⁷⁴, onde está representada uma obra de *Monteverdi* interpretada na basílica de S. Marcos, é possível observar a disposição dos vários coros, solista e instrumentos, através de uma animação inserida no vídeo. Apesar de não ser uma obra de *Gabrielli*, a performance foi feita na basílica onde este utilizava a mesma técnica de especialização. O vídeo descreve bastante bem a projeção e propagação sonora que acontece na performance, tendo sido também uma referência para como o haveria de fazer na banda sonora.

Fiz a disposição de instrumentos pensando que estaria num espaço físico, com palcos em meu redor e a diferentes distâncias. Esta última questão, a distância, é importantíssima

⁷⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=JiyjQzPsy3I>

para uma percepção realista do espaço. A alteração da intensidade que o som tem na mistura e a filtragem das frequências altas conferem, juntamente com diferentes reverberações, a noção da distância que dá realismo à espacialização. Juntando esta técnica à da panorâmica, consegui fazer a disposição dos instrumentos no espaço.

Como anteriormente foi referido, também a reverberação confere realismo à espacialização, uma vez que esta é uma característica que varia de espaço para espaço e está sempre presente. O ouvido humano está habituado à reverberação, por isso soa estranho a entrada num espaço acusticamente tratado para não reverberar, e também por isso tem de ser tratado minuciosamente. Tendo feito a disposição dos instrumentos, adicionei reverberação digital para atribuir a característica de um espaço físico à música.



Fig.17 Janela do plugin “ReVibe II”, usado na espacialização da Banda Sonora de “Bom Dia, Alegria!”.

O plugin representado na Fig.17 permite-nos controlar vários parâmetros que compõem a reverberação, tais como a sua duração, as primeiras reflexões e a difusão existente. Assim,

consegui criar a reverberação de um espaço físico. Usando uma vez mais como referência da basílica de S. Marcos, recriei um espaço amplo e bastante reverberado, como se pode observar em catedrais no geral.

Apesar da reverberação atribuir realismo no resultado final, há uma variante que não foi possível explorar: a altura. Como é possível observar no ponto 2.4.1.2., o Surround 5.1 dá-nos a possibilidade de usar seis altifalantes, sendo que um é sub-woofer para reforço das frequências graves, onde estes se encontram num plano horizontal. O facto de não existir altifalantes em planos verticais, como se observa no sistema Ambisonics, limita bastante a disposição sonora no espaço. Uma vez que a audição humana é resultado da deteção de fontes sonoras provenientes de qualquer direção, a falta de altifalantes em planos verticais é um fator bastante determinante para uma perceção espacial menos realista, e certamente que o surgimento do Dolby Atmos⁷⁵ acontece para colmatar essa falha.

Como está referido no ponto 3.3, a obra “ 4’33’’ ” de John Cage é uma chamada de atenção ao espaço sonoro que nos rodeia, o objetivo de escutar as particularidades e características de cada espaço, mas a obra resultou porque foi colocada minuciosamente em espaços propícios. As composições de Gabrielli resultaram porque havia mais que uma simples disposição de instrumentos no espaço, sendo que estava justificada com a presença física dos músicos num determinado sítio, para além da própria arquitetura do edifício, que era também propícia a essa disposição. Em “Répons”, de Boulez, a vertente performance é também bastante vincada, e a obra refere-se não apenas à música em si mas à experiência de assistir à obra no geral. É aqui que reside a grande diferença na espacialização da banda sonora, uma vez que esta não foi concebida para uma performance ao vivo. A espacialização foi usada como um elemento dinâmico, um adorno, e não como um elemento da composição musical.

⁷⁵ Sistema de reprodução de som para cinema onde existem altifalantes por cima da audiência.

4.3. Conclusão

Este capítulo começa por fazer uma contextualização sobre o filme que deu mote à banda sonora que compus. É sintetizada uma explicação sobre a narrativa do mesmo de maneira a que o leitor possa ter uma percepção do que trata o mesmo.

Uma contextualização histórica da música no cinema, bem como o papel que esta desempenha é também feita neste capítulo, dada a importância e relevo que esta dá a qualquer obra cinematográfica. A capacidade que a música tem de manipular a percepção que o espectador tem sobre uma cena é enorme, sendo por isso um elemento cinematográfico de maior importância no cinema contemporâneo.

A explicação da banda sonora composta é fundamental para que o leitor possa perceber que música foi criada, e qual o propósito da mesma. Uma análise às músicas que compõem a banda sonora é então feita, dando a conhecer os instrumentos preponderantes e as dinâmicas criadas, para que se perceba que instrumento está associado a que parte do filme, e quais os elementos dinâmicos que diferenciam as várias cenas do filme.

Por último, é dado a conhecer o projecto final, a espacialização da banda sonora. É então explicado que o uso da especialização tem como função o adorno, não sendo considerado como um elemento da composição, comparando este factor com os vários compositores e trabalhos referidos em capítulos anteriores.

5. Conclusão

No âmbito deste trabalho foi feito um levantamento dos processos que compõem a percepção de fontes sonoras e espaços acústicos, que resulta num melhor entendimento dos mesmos. Esta clarificação é necessária para o desenvolvimento de ferramentas e sistemas que consigam simular, recriar e reproduzir virtualmente esta questão, essencial para o desenvolvimento de obras cuja espacialização sonora é parte integrante, tal como na banda sonora do filme “Bom Dia, Alegria!”.

Também uma contextualização histórica é necessária para perceber que trabalho foi feito até então, e mais importante: como foi feito. Daí a abordagem a compositores que foram desenvolvendo a relação entre o espaço e a música. *Giovanni Gabrielli, Karlheinz Stockhausen, John Cage e Pierre Boulez* são aqueles que, para mim, se destacam entre muitos outros, uma vez que deixaram uma marca bem vincada naquilo que hoje se designa por música espacial e como esta é construída.

Este estudo resultou na espacialização da banda sonora de “Bom Dia, Alegria!”, filme produzido no âmbito do mestrado de Som e Imagem da Universidade Católica Portuguesa. Compor esta banda sonora foi um desafio, e usar a espacialização como ferramenta decorativa tornou-se um processo bem mais complexo do que imaginava. A diferença entre o espaço como elemento da composição ou como adorno e elemento meramente dinâmico é a grande diferença na sua utilização na música. Como trabalho futuro tenho o objectivo trabalhar precisamente o espaço como elemento da composição, utilizando outros sistemas que não o *surround 5.1*. Fazer uma composição musical para um sistema *ambisonics* é algo que tenho bastante curiosidade em explorar.

A presente dissertação termina uma importante etapa na minha vida académica, ficando a vontade de levar a cabo uma investigação mais profunda sobre esta temática e os compositores que a abordam.

Bibliografia

- AHRENS, J.; SPORS, S., “*Spatial Encoding and Decoding of Focussed Virtual Sound Sources*”, Graz Ambisonics Symposium, 2009
- BATTEAU, D. W. (1967). *The role of the pinna in human localization. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*
- BERANECK, L., “*Concert and opera halls. How they sound*”, A.I.P. Press, 1996
- BLAUERT, Jens. *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*. Cambridge, MA, and London: MIT Press, 1997.
- BRAASCH, J., N. Peters, and D. L. Valente (2007). *Sharing acoustic spaces over telepresence using virtual microphone control*. In *Proc. of the 123rd AES Convention, Preprint 7209*, New York, US.
- BRAASCH, J., N. Peters; D. L. Valente (2008). *A loudspeaker-based projection technique for spatial music applications using virtual microphone control*. *Computer Music Journal* 32 (3)
- BRANT, H., “*Space as an essential aspect of musical composition*”, *Contemporary Composers on Contemporary Music*, Holt, Rinehart and Winston, 1967
- BREGMAN, Albert S. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. Cambridge, MA, and London: MIT Press, 1990.
- BROWNRIGG, Mark. *Film Music and Film Genre*. (PhD Thesis). Stirling, 2003
- BRYANT, D., “*The ‘cori spezzati’ of St Mark's: myth and reality*”, *Early Music History*, Vol. 1, 1981
- CHOWNING, John. “*The Simulation of Moving Sound Sources.*” *Journal of the Audio Engineering Society* 19 (1971): 2–6.
- CHOWNING, John M.; JOHN M. Grey; RUSH, Loren, and MOORER, James A.. *Computer Simulation of Music Instruments Tones in Reverberant Environments* (grant proposal for CCRMA). Stanford: Stanford University, 1974
- CREMER, L. and H. A. Müller (1982). *Principles and Applications of Room Acoustics*, (translated by T. J. Schultz). *Applied Science Publishers 1*,
- DAVIS, Richard. *Complete Guide for Film Scoring: The Art of Business of Writing Music for Film and TV*. Boston 1999

ELEN, Richard. “*Ambisonics: The Surround Alternative.*” Surround (2001)

EVEREST, F.Alton; POHLMANN, Ken C.. *The Master Handbook of acoustics* - 5th Edition. 2009

FELLGETT, P., “*Ambisonics. Part One: General System Description*”, Studio Sound, Vol.17, 1975

GERZON, M. A., “*Sound Reproduction Systems*”

GERZON, M. A., “*Surround Sound Psychoacoustics*”, Wireless World, Vol. 80, 1974

GROUT, Donald; PALISCA, Claude. *História da Música Ocidental*.Lisboa, 1994

HARLEY, Maria Anna. *Space and Spatialization in Contemporary Music: History and Analysis, Ideas and Implementations (Ph.D.Dissertation)*. Montreal, 1994

HOWARD, David M.; ANGUS, James. *Acoustics and Psychoacoustis*. Oxford, 2001

KHRISTENSEN, K. B. and T. Lund (1999). *Room simulation for multichannel film and music*. In *Proc. of the 107th AES Convention, Preprint 4993*, New York, US

MALHAM, D. G. and A. Myatt (1995). 3-D sound spatialization using Ambisonic techniques. *Computer Music Journal* 19 (4),

MOORE, B. C. J. (2012). *An Introduction to the Psychology of Hearing* - 6th Edition. Boston, 2013

MILLER, Paul. *Stockhausen and the Serial Shaping of Space* (Phd Dissertation). New York, 2009

NEUMEYER, David. *The Oxford Handbook of Film Music Studies*. Oxford, 2014

NUDDS, Matthew; O’CALLAGHAN, Casey. *Sound and Space in: Sounds and Perceptions - New Philosophical Essays*

PACHET, F. and O. Delerue (1999). *Musicspace: a constraint-based control system for music spatialization*. In *Proc. of the International Computer Music Conference*, Beijing, China, pp. 272–27

PENHA, Rui Luís Nogueira. *Modelos de Espacialização: Integração no Pensamento Composicional* (Tese de Doutoramento). Aveiro, 2014

PEREIRA, Joana Ramos. *Design e Música: Presença do som no design (Dissertação Mestrado)*. Lisboa, 2011

PETERS, Nils. *Developing Sound Spatialization Tools for Musical Applications with Emphasis on Sweet Spot and Off-center Perception*. Montral, 2010

RICHARD, Davis. *Complete Guide to Film Scoring - The Art and Business of Writing Music for Movies and TV*. Boston, 1999

SOLOMON, Jason Wyatt. *Spatialization in Music: The Analysis and Interpretation of Spatil Gestures (Phd Dissertation)*. Georgia, 2007

STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Texte zur Musik (Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik)*, vol. 17

TRUAX, Barry. “*Composition and Diffusion: Space in Sound in Space*.” Organised Sound (1999)

ZVONAR, Richard. “*A History of Spatial Music – Historical antecedents from renaissance antiphony to strings in the wings*”.

Internet

<http://solomonsmusic.net/>

<http://articles.ircam.fr/>

<http://www.musicainformatica.org/>

<http://rosewhitemusic.com/>

APÊNDICES

APÊNDICE A

Troca de e-mails ao Prof. Doutor Douglas Kahn sobre a obra de *John Cage*.

From: Manuel João Costeira Mendes [manueljoao1@hotmail.com]
Sent: Monday, June 08, 2015 4:46 PM
To: Douglas Kahn
Subject: Master degree dissertation

Hi Dr. Douglas Kahn,

I'm a Student from Portugal, and i'm doing my master degree dissertation about Music Spatialization in my final project, a soundtrack for a film.
In my dissertation, i'm talking about John Cage's "4.33" as a spatial composition.
I know that you wrote about John Cage, I found a text on the Internet "John Cage - Silence and Silencing", and that's why I contact you. I would like to know if you have some relevant information about this theme, and if you can give that information.
I also would like to know, if you can answer some questions about this, to have a certification from someone that studied John Cage.

The questions are:

- Do you consider John Cage's "4:33" a spatial composition? Why?
- Why "4:33" is more that silence?
- In your opinion, which was the intention of John Cage thinking and composing "4:33"?
- Which influence had, and it has, John Cage in the thought os space has part of musical compositions?
- Why John Cage should be on the history of "space in music"?

I'm thank the availability to answer this questions, waiting to get a reply.

Kind regards
Manuel João Costeira Mendes

From: **DouglasKahn**(douglas.kahn@unsw.edu.au)
Sent: Monday, June 08, 2015 9:43:25 AM
To: Manuel João Costeira Mendes (manueljoao1@hotmail.com)

Hello Manuel:

Thank you for contacting me. There are full professors who have told me that they were worried about contacting me, which I have always found puzzling. Many years ago, I would do exactly what you are doing, and go to the source.
First of all, make sure you do all your homework on Cage's 4'33", starting with Kyle Gann's book on the topic. You should understand first of all that 4'33" was a huge, well-placed gesture. Others had made similar gestures previously in the histories of the arts, but it was the fact that he was making the gesture within the conservatism of the Western art music (WAM) tradition that gave his act its power. WAM moves very slowly, but when it has moved it has reverberated throughout the rest of the

arts. It may not be the case anymore, but in the 19th and 20th centuries its slowness for change was associated with its scope of influence.

Cage is not necessarily the first person to refer to for spatial awareness within 20th C. composition. The concept of space can certainly be applied methodically to what he did, culminating in the immersive qualities of HPSCHD, but everything that he did in this respect already had other more focused practitioners.

It depends upon how far back you want to go. Split choruses in cathedrals will take you back to the Middle Ages. For the American context of Cage's composition the main precursor was Charles Ives who placed instrumentalists in different parts of the performance space. The more interesting part is that Ives got most of his interesting spatial and compositional ideas from his father who was a band conductor in New England. He would have one village band playing on a hillside, or have two marching bands playing different tunes going colliding in opposite directions in the town square. I believe this is discussed in Henry Cowell's book on Ives.

To the extent that Cage's concentration on listening creates an environmental space (especially when 4'33" is taken out of performances spaces and "performed" by listeners wherever they might be), all of this can be found in the writings of the great American naturalist Henry David Thoreau, as Cage himself was constantly crediting. If you check Google Scholar, you will find essays talking specifically about the relationship of Cage and Thoreau.

I have a chapter on Thoreau in my recent book, which I have attached here. It talks about an even larger spatiality, that of the space of the entire earth (earth magnitude). You will find a discussion of spatiality in the work of Alvin Lucier who, I believe, is much more relevant and original in his approach to space than Cage. Cage was primarily about the listener first of all, whereas Lucier is first of all concerned about space (even in his brainwave piece).

Let me know if you have any questions or if I can make myself clearer on the above.

Thanks, Douglas

From: manuel joão [manueljoao1@hotmail.com]
Sent: Monday, June 08, 2015 8:43 PM
To: Douglas Kahn
Subject: RE: Master degree dissertation

Hello Dr. Douglas Kahn:

First of all, I would like to thank the availability that demonstrated answering my questions, and I ask for excuse for the grammatical errors that can give.

I understand what you said about "4:33" to be a "huge, well-placed gesture", but can be that gesture perceived as spatial composition, since it provokes a deep thought about the space?

Thank you once again for everything.
Manuel



Douglas Kahn [Add to contacts](#) 6/8/2015 |▶

To: manuel joão ▾

Dear Manuel:

Yes, of course it can be perceived as a spatial composition, but one that does not necessarily have anything to do with the specific space one inhabits. Things can be said, but they also must be proven.

I summarize the issue on page 105 of the book that I sent you:

"...herein lies a difference between John Cage and Alvin Lucier: Cage found legitimacy for his aesthetic of everyday listening to environmental sounds in a scientific space that eliminated them, whereas Lucier found in science the means for listening to any and all spaces. Through the anechoic chamber Cage was liberated into a free field, whereas Lucier heard the variability of actual spaces."

RE: Master degree dissertation



Douglas Kahn [Add to contacts](#) 6/8/2015 |▶

To: manuel joão ▾

You would probably need to make differences between the perception of space (4'33"), the distribution of sound producing sources (check out Cage's Theater Piece No. 1, 1952 at Black Mountain College, influential on the spatial dimensions of Happenings later in the 1950s), or the formative qualities of spaces themselves separate from the specifics of listening or the sounds made.

APÊNDICE B

Troca de e-mails ao Prof. Doutor Paul Miller sobre a obra de *Stockhausen*.

Enviado por: Manuel João

Hi Dr. Paul Miller,

I'm a Student from Portugal, from Portuguese Catholic University, and i'm doing my master degree dissertation about Music Spatialization in my final project, a soundtrack for a film. In my dissertation, i'm talking about Karlheinz Stockhausen as a spatial composer.

I know that you wrote about Stockhausen on your Phd Thesis, and that's why I contact you. I would like to know if you have some relevant information about this theme, and if you can give that information.

I also would like to know, if you can answer some questions about this, to have a certification from someone that studied Stockhausen's work.

The questions are:

- Which was the first spatial composition from Stockhausen, and how it was developed?
- In your opinion, which was the intention Stockhausen thinking and composing that first work?
- What it is that spatialization adds to Stockhausen's music?

- Which influence had, and it has, Stockhausen in the thought of space has part of musical compositions?

- Why Stockhausen should be on the history of "space in music"?

I thank the availability to answer this questions, waiting to get a reply.

Kind regards

Manuel João Costeira Mendes

Enviado por Paul:

Hello Manuel!

Good to hear from you and thanks for contacting me!

Regarding your questions:

1. Which was the first spatial composition from Stockhausen, and how it was developed?

The work generally regarded as one of the first "spatial" compositions is "Gesang der Jünglinge," which was originally intended for five loudspeakers but then reduced to four. He used only panning in this work. You can get a sense for some of the spatialization from the sketches which are reproduced in an edition from the Stockhausen Foundation.

2. In your opinion, which was the intention Stockhausen thinking and composing that first work?

I think the intent was to use resources creatively and push the ability of listeners. Henry Brant remarked that spatialization could increase the amount of information communicated to an audience, and I think Stockhausen was aware of this possibility. Also it was to try and integrate the perceptual domain of space into a composition -- in other words, compose for another kind of sense-perception.

3. What it is that spatialization adds to Stockhausen's music?

At first I think that Stockhausen wanted to integrate the spatial domain into serial systems he was developing. You can see this tendency at work in the early essay "Musik im Raum" in *Texte* vol. 1 (translated into English in "die Reihe"). Later, I think it was about creating a new listening experience and not so much about serial matrices or rows. Instead spatialization was one of the parameters Stockhausen treated quite freely later in his life with certain exceptions.

4. Which influence had, and it has, Stockhausen in the thought of space has part of musical compositions?

Your question is a bit garbled, but I'd say that Stockhausen's spatial compositions made a big impression on people in the 1950s and 60s, especially the stunning technical ability with which he accomplished his goals. People were not used to this kind of an effect in the concert hall but I also think composers were well aware of the difficulty of trying to do this kind of music in traditional concert halls. Therefore I think the idea of using space in music was one of the reasons why a lot of new music left the "traditional concert hall" and made its way into alternative spaces such as black box theaters. And, one might even go so far as to say that this "physical" separation of new music from "classical" music further isolated contemporary composers, and led to the development of its own

culture.

5. Why Stockhausen should be on the history of "space in music"?

Because he was one of the first to compose works of spatial music of great complexity, to integrate spatial movement into the structure of a piece, and to make the spatial component an inseparable element of his composition. He also innovated in the studio (have you learned about the Rotationstisch, or rotation table that he devised for Kontakte?)

Let me know if you have any other questions!

-paul

Enviado por Manuel João:

Hello Dr. Paul!

Thank you for the availability answering my e-mail.

I would like to answer some few more questions if it's possible:

- Which is the Stockhausen's greatest spatial composition and why? What it added to the history of music?
- Which are, in your opinion, the references for Stockhausen's work?
- As it is differentiated Stockhausen from other spatial composers?

Once again thank you for your answer to this e-mail, and I ask for excuse of some grammatical errors.

Kind regards

Manuel

Enviado por Paul:

Hello Manuel!

- > - Which is the Stockhausen's greatest spatial composition and why? What it
- > added to the history of music?-

Well, this is of course a matter of opinion. I have been very fascinated with Stockhausen's spatialization for a long time because it instantly seemed to have an effect on me. One of the most vivid memories I have is of SIRIUS, which accomplishes quite astonishing 8-channel surround sound effects. Another piece that seems to project a vivid and unusual "space" is COSMIC PULSES, one of the last works Stockhausen wrote. For me, this is even more meaningful because the 241 layers of motion through 8 speakers is a hidden reference to Stockhausen's date of birth ($241 \times 8 = 1928$) that he never told anyone about.

- Which are, in your opinion, the references
- > for Stockhausen's work? - As it is differentiated Stockhausen from other
 - > spatial composers?

Do you mean composers that might have had some influence on Stockhausen?

Webern, Messiaen, medieval music (especially Stockhausen's own concept of isorhythmic motets,) Bartok and to some degree Mozart. Probably also Varese, who tried to do some spatialization too in Brussels at the exhibition there. And don't forget Karel Goeyvaerts -- you can learn more about this in a Richard Toop article.

I'm attaching a bibliography I made which contains a lot of information you might find useful, including a reference to the Toop article.

How much material do you have to work with on Stockhausen? There's a lot out there. Also, how's your German? Much of the material is in English, but a good but has not been translated.

I have scanned a lot of stuff into PDF format, but there is just so much of it that I can't scan it all. If there's anything I can do to help, let me know. I have some of the harder-to-find articles in my bibliography scanned.

-paul

Enviado por Manuel João:

I don't speak or understand German, only English.

I have some articles that I've founded on internet. Reading your Phd Dissertation I've decided to talk directly with the source.

My work on my dissertation about Stockhausen it's not too deep, because it's a chapter with some history of spacial music. But I want to have safe sources about every themes, and the best information about each composer.

Do you advise some document in particular?

Kind regards

Manuel João

Enviado por Paul:

Hi,

Well I'd definitely start with the essay on "Music in Space" in die Reihe 5. It's an early piece of writing. I'm attaching it to this email.

Most of the rest of the stuff is in German, unfortunately...If you want me to cite a few other essays I can get back to you tomorrow.

-paul

APÊNDICE C

Troca de e-mails à Prof^a. Doutora Maria Anna Harley sobre a obra de *Pierre Boulez*.

Enviado por Manuel João:

Hi Dr. Maria Anna Harley:

I'm a Student from Portugal, from Portuguese Catholic University, and I'm doing my master degree dissertation about Music Spatialization in my final project, a soundtrack for a film.

In my dissertation, I'm talking about Pierre Boulez as a spatial composer, especially about “repons”.

I know that you wrote about Boulez on your Phd Thesis, and that's why I contact you. I would like to know if you have some relevant information about this theme, and if you can give that information.

I also would like to know, if you can answer some questions about this, to have a certification from someone that studied Piérre's work.

The questions are:

- Which was the first spatial composition from Boulez, and how it was developed?
- Which had been the references that Boulez used on his spatial work?
- In your opinion, which was the intention of Boulez thinking and composing “Repons”?
- How it was conceived, and which was the impact?
- Exist other works (in spatial music) of relevance composed by Boulez?
- What it is that spatialization adds to Boulez's music?
- Which influence had, and it has, Boulez in the thought of space has part of musical compositions?
- Why Pierre Boulez should be on the history of "space in music"?

I thank the availability to answer this questions, waiting to get a reply.

Kind regards

Manuel João Costeira Mendes



maja@moonrisepress.com (maja@moonrisepress.com) [Add to contacts](#) 6/9/2015 |>
To: manueljoao1@hotmail.com ▾

Thank you for contacting Moonrise Press. Established in 2008 in California, we publish books on Poetry, Art, and Music. For more information and current news, visit our website www.moonrisepress.com, or blog: moonrisepress.blogspot.com.

Have a beautiful day,

Maja Trochimczyk, Ph.D.

ANEXOS

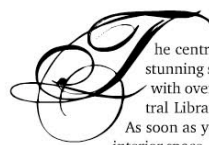
ANEXO A

Artigo sobre o projecto Vertichal Orchestra, abordado no capítulo quarto.

spatial music and guerrilla
concert tactics

Music's
Fourth
Dimension

BY JORDAN NOBLES
PHOTOS BY CLANCY DENNEHY



The central branch of the Vancouver Public Library is a visually stunning structure designed in 1995 by the architect Moshe Safdie with overt inspiration from the classical Roman Coliseum. The Central Library's atrium entrance is one of its most remarkable features.

As soon as you walk through the glass doors you are taken aback by a huge interior space. The atrium, or promenade, is seven storeys high and a full city block long. It bustles with activity as people pass through the building, sit and have coffee with friends, or enter the library to use, borrow, or return books. You pass the tiny shops and cafés that line the wall on one side as you head toward the drawbridge-like structure that crosses the lower moat level to enter the library.

One day, in the middle of the busy crowd, someone stands on a chair and raises his arms in the air, attracting bewildered stares from those around him. He gestures wildly, and then ... nothing. He gets back down into the crowd and everyone resumes their busy pace. The sun streams through the glass ceiling and walls. A flute sound begins to emerge from high above, playing a single long note, and then a trumpet joins in from the other side of the atrium, and next a singer on a lower level, and a clarinet. As if by magic, unnoticed musicians begin to play from all directions. The gathered audience and unsuspecting passers-by are suddenly immersed in music.



Above: Some of the musicians spread out on the multiple balconies of the Vancouver Public Library atrium for *The Vertical Orchestra 2006*. Below: Two percussion and Tuba in the “moat” for the *The Vertical Orchestra 2006*.



The musicians surround the audience on every level of the atrium. Dozens of metres separate them, from the trumpet on the highest level (only approachable by ladder) to the tuba and percussion below in the lower moat. Singers line the balconies, with the woodwinds on the level above them. Motifs are passed along and dance around the reverberant space; the deeper tones of bass drum and tuba boom as if from the earth itself. The concert has begun. Welcome to The Vertical Orchestra.

The Vertical Orchestra has become a regular event at the Central Library and is just one of the many spatial-acoustic concerts that the Redshift Music Society presents in public spaces throughout Vancouver. Besides the performances in the library atrium, Redshift, which I co-direct with flutist Mark McGregor, has since 2002 been bringing new music to an unsuspecting public at the Vancouver Art Gallery and numerous other venues, including a labyrinth, a bank atrium, and a mall. Other events are in the works as well, utilizing a lake, downtown rooftops, and even an underground parkade. In all these performances, the placement of the musicians relative to each other and to the audience is a prime consideration for the composers who create original works for each event.

advantages of spatialization



My twin fascinations with architecture and contemporary music led me to begin exploring spatial music composition in the 1990s. At the time, I had never heard of Pulitzer Prize-winning spatial-music composer Henry Brant (1913–), whose catalogue includes over 100 spatial works for all types of ensembles and orchestras; nor had I experienced any of the rare spatial performances of Stockhausen, Xenakis, and Andriessen. In fact, my first forays into space were inspired by John Cage’s use of the stopwatch in his time-bracket pieces. I was intrigued with the technique, and particularly with the fact that the musicians didn’t need to see or even hear each other in order to perform the pieces successfully. This idea opened up a whole new world of spatial performance possibilities, and I soon began to look at architecture in a whole new way. Much as a writer can be inspired by a blank pad of writing paper or a painter by a blank canvas, I began to see the grandeur and ambience of architectural interiors as empty spaces that needed to be filled with music from every possible angle. The architecture inspires the music.

The first time I employed this technique in my own composition, I was fascinated by the behaviour of the audience. When the music began, people at first looked around, turning their heads this way and that and straining their necks to see the musicians surrounding them; after a while, they gave up trying to see every musical entrance or event and sat still, many with eyes closed, and just listened. They were experiencing the novelty of being inside the music itself, instead of having it projected toward them. This is the way in which we experience sound in the real world of nature, as opposed to the world of today’s media where sound and images are constantly projected uni-directionally at us from stages, screens, and speakers. We are in the centre of our environment; sound does not come from one direction but surrounds us completely. Unlike the eyes, the ears can hear all 360 degrees around no matter which way they are facing—and they are always open. We experience spaces not just by seeing them but by listening. With your eyes closed, you can tell what type and size of room you are in. Our ears and brains developed with the capacity to process a depth of information through sound direction and reflection, which is simply not possible in the conventional concert-hall setting. In a sense, when we create a spatial music event we are waking up areas of the brain that are too often neglected in our contemporary life.

Our experience of a musical performance can change drastically depending on where we witness it from. In larger ensemble works on a concert-hall stage there is often a sweet spot in the hall that permits a perfect

ON THE CD: *Watermap*

mix of all the instruments as they are intended to be heard. I've recently heard the same non-spatial orchestral piece three times from three different points of view (front left, front right, and from the centre dress circle) and only the centre yielded a satisfying balance. But what if you could get up, without disturbing anyone, and change your location in the middle of a piece? What would it be like to meander slowly through an orchestra as they are playing? Where would you go? Would you stand over by the cellos for a while and then drift over to the woodwinds? Would you focus on an individual violin player to see how her part adds to the whole?

The ability to create your own mix by walking around is one of the most interesting features of Redshift's spatial concerts. There is no designated seating. You are not required to sit still and passively listen. You are free to get up and move if you wish to take in the music from different points. The layout of most of the venues we work with offers the audience the opportunity to move among the musicians, even to peer over their shoulder and look at the music. In the smaller venues, a level of intimacy is reached between the performers and listeners that a regular concert could not even begin to approach.

This difference was evident when we performed the same concert in two different venues. The Different Stones event for multiple flutes was performed first in the vast Vancouver Central Library atrium and then again in the smaller Vancouver Art Gallery rotunda. Both times the musicians performed on multiple levels, but in the art gallery, unlike the atrium, the audience could be anywhere on any level that they wished, even standing beside a performing musician or watching the player from above. The heightening of intimacy was striking, as was the increase in active listening and movement by audience members.

What impresses many listeners on first encountering spatial music is the enhanced sense of *immersion*, of being inside the music itself, existing within an environment of sound. Alongside this sensation—and some-

“
The heightening of intimacy was striking, as was the increase in active listening and movement by audience members

what at odds with it—is the experience of *directionality*: as with the surround sound used in movie theatres, sounds can appear to emanate from one direction or from many at once, to bounce from corner to corner, or to surge up out of the depths. When a spatial concert is given in a very ambient, reverberant space, the level of immersion is increased, but at the cost of directionality. The music seems to come at you from everywhere at once, but it is much more difficult to discern from exactly which direction certain sounds are coming.

To some extent, the types of attack and articulation used can also affect the directionality of the sound. I tested this theory recently by programming on the same concert two very different pieces of mine played on metallic percussion (glockenspiels, vibraphones, crotales, tubular bells, triangles, etc.). In *One* (2000), the percussionists perform soft tremolos throughout, fading in and out to hide their entrances and exits. The effect of this was almost total immersion. Sounds filled the space but came from no discernible location. The other piece, *Constellations* (2007), utilized the attack-decay properties of these metallic instruments in short bursts of single or multiple notes. I expected that the result would be extremely directional, but while directionality was much heightened, it was not so to the extent I had imagined. The reverberance of the room still had an effect despite the type of attack. For maximum directionality a piece would have to be performed in a much dryer acoustical space.

Where the acoustical properties do lend themselves to greater directionality, the *perceived motion* of sound can also be brought into play—for example, in my *Coriolis* (2006), premiered by the group Musica Intima at the Canadian Music Centre's New Music in New Places Symposium in 2006. In this twelve-voice choral work, I exploited the dry acoustics and the circular shape of the Wosk Centre for Dialogue where it was premiered, to create a perception of sound swirling around the audience



The three main levels of the Vancouver Art Gallery rotunda, each with multiple percussionists at *Mjolnir* May 8, 2007

SPATIAL HISTORY

The term *spatial music* is relatively new, but the tradition of experimenting with the spatial distribution of musicians and audience goes back to antiphonal performances in ancient times. The earliest published works of that type date back to the *Cori Spezzati* (separated choirs) music of Adrian Willaert (c.1490-1562), Giovanni Gabrieli (c.1555-1612) and others of the Venetian School. A notable piece from this era was the grand polyphonic motet *Spem in Alium* for eight five-voice choirs composed around 1573 by Thomas Tallis (c.1505-1585).

Interest in spatial music dropped off in the 1700-1800s as styles shifted away from complex polyphony to classical forms, and the concert hall emerged as the standard performance space. From time to time, theatrically motivated spatial effects surfaced in a few works, from simple offstage trumpets and ensembles to the four separated brass groups in Hector Berlioz's (1803-1869) *Requiem*, composed in 1837. It wasn't until the twentieth century, however, that the practice began to undergo a significant revival, with a number of composers exploring the possibilities of relocating musicians in places other than the proscenium stage.

continued on next page ▶



in a circle. The twelve singers encircled the audience and similar musical material was passed from one singer to the next around the room (see accompanying illustration). As directionality was pronounced in this dry hall, the music seemed to spin around the audience, even though the singers were stationary. Even if you sat near the edge, you could hear the music approaching and then passing you and moving away.

Performers have occasionally approached Redshift's spatial events with some skepticism at first—and understandably so. Musicians spend their lives training in the nuances of pitch, timbre, ensemble, blend, and other subtle performance practices, and suddenly we are asking them to stand 100 metres above the audience on a balcony where they can't even see the other performers. It is surprising, however, to see how well and quickly musicians adapt to these demands. While it is true that it is harder to play in tune and blend with distant ensemble members, these issues become almost inconsequential once the musicians aren't right next to each other.

the techniques of spatialization



COORDINATION

The biggest problem for musicians who are separated by appreciable distances is maintaining rhythmic coordination. If the musicians cannot see or even hear each other, how are they to play in time? Over the years, many solutions to this problem have been tried: using headphones and a click track, a large visible clock, stopwatches, electronic tape or video playback, or even a coordinated light show. Sometimes the most prominent (or loudest) musician is used as a guide who cues other instruments by his/her entrance. Mostly however, composers writing larger spatial works have attempted to coordinate disparate musicians as much as possible in the traditional manner. Most of the best-known spatial works have employed a conductor—often more than one. Henry Brant, for example, often employs multiple conductors in order to juxtapose distinct timbres, tempos, and themes played simultaneously and with no synchronization among separate groups or ensembles. Brant has even required no less than six conductors for his piece *Northern Lights Over the Twin Cities* (1985).

But conductors and click tracks can't solve the problems in rhythmic precision resulting from the slow speed of sound and the large distances the sound has to travel in bigger venues. Two musicians spaced far apart, playing precisely in time, would still sound slightly out of time to a listener placed nearer to one than the other. An approach Brant frequently employs to address this is to have his disparate groups playing each in its own tempo and time signature, neatly sidestepping the problem of temporal imprecision.

Of course, sometimes no coordination is desired at all and composers have opted for proportional notation, improvisation, and other types of arrhythmic compositions where the individual parts aren't necessarily synchronized. Generally speaking, in Redshift events, each individual musician is alone and separated from each of the others. There are no sub-groups playing rhythmically together. This way we achieve maximum spatial separation, with the sound coming at the audience from many different directions. But we also cannot then really use conductors, for they couldn't possibly see each performer on each level and cue them accurately. The solution that so far works best for us is to use stopwatches. They are accurate (to a degree) and reliably constant for the entire concert, once started.

“
Adapting to simultaneously reading music and keeping an eye on a stopwatch can be tricky at first, but once mastered is amazingly effective for coordination

The score of *Watermap* (2005) (see accompanying illustration on page 42) shows one example of stopwatch coordination and how it is used. Each of the performers' parts includes numbers above each staff indicating when to begin and/or end a phrase. Exact rhythmic synchronization between players, however, is not possible, and is therefore not required. All performers play their respective parts, without necessarily being able to hear the others while playing, and then pause and wait for their next phrase. The use in this piece of frequent silence between phrases allows space for the other, more distant players to be heard, as the canonic phrases dance around the space. Like *Watermap*, most of the pieces written for Redshift concerts are synchronized by stopwatch. At the top of the show, all the performers stand within sight of a conductor who gives one massive downbeat, whereupon everyone starts their stopwatch, and after a brief check that all are running in sync, the musicians have a minute to scramble into position, clip their stopwatches to their music stands, pick up their instruments or mallets or bows or whatever, and get ready for their first note. For the rest of the hour-long (or even longer) performance, they have only to look at their stopwatch to know exactly when to come in.

Adapting to simultaneously reading music and keeping an eye on a stopwatch can be tricky at first, but once mastered is amazingly effective for coordination. The effect can be very impressive in large tutti sections when everything changes at once. Even after a great deal of time, all of the separated musicians—unable to communicate, see, or sometimes even hear each other—will suddenly start, stop, or shift harmonies and textures as one.

2. DYNAMICS

Even with all problems of timing and communication attended to, certain aspects of musical performance are just not effective in the spatial context. For example, the subtleties of dynamics can be lost. A quiet solo-flute passage would sound fine for those nearest to it but might not even be heard from across the expanse of a vast public space. Also, the difference between a mezzo forte and a forte, for instance, isn't readily apparent from 200 metres away. Changes in orchestration seem to be the best way to achieve dynamic variation when writing for larger rooms such as the Central Library atrium. That is to say, if one is striving for a pianissimo effect, then one might write mezzo-forte—but for only one or a few instruments, which will sound much quieter in the hall. On the other hand, an effective fortissimo might be achieved by having the entire ensemble play at that volume. Of course this is not the case in the smaller, more intimate venues where subtle dynamic changes are more discernible.

3. SITE-SPECIFICITY

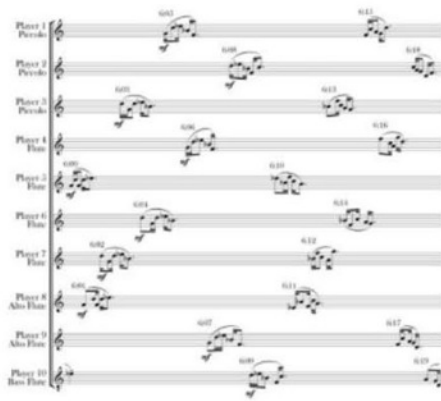
One major barrier to the popularity of spatial music is the degree to which it is site-specific. One might perform, for instance, Schafer's *Music for Wilderness Lake* in a concert hall or other urban space—but the composer's intention would not be realized. Henry Brant has compared the spatially separated groups in his music to multiple courses in a meal, which would create an unpalatable mess if mixed together. In general, such works are intended if not for a specific venue, then for a very particular type of venue, and not necessarily one that is normally used for performance. For this reason, reprises of spatial works, no matter how successful the original event, continue to be rare, and recordings largely impractical. Some pieces, however, translate fairly successfully to other types of venues. In our experience, the most adaptable spatial works tend to be those devised as a cohesive and essentially musical whole. If the individuals parts are all contributing to a singular idea they can easily be relocated to other venues. Certain elements such as directionality, intimacy, and perceived motion may be enhanced by the original venue and spatial set-up, but the music is still effective in a more traditional performance.

► continued from previous page

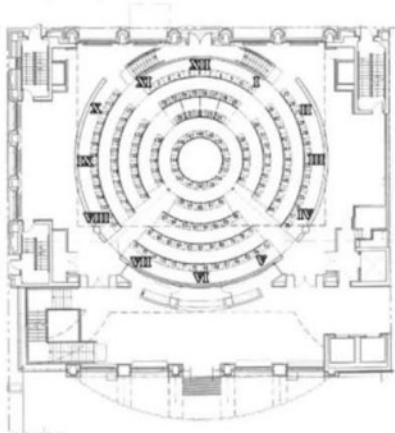
Notable among spatial pieces in the early part of the century was *The Unanswered Question* (1908) by Charles Ives (1874-1954), who juxtaposed disparate musical elements to great effect by spatially separating his strings (offstage), flutes, and solo trumpet. Since then, modern composers have found increasingly inventive ways to separate their performers. The results range from the stereo antiphony of Louis Andriessen's *Hoketus* (1975) to the six percussionists surrounding the audience in Iannis Xenakis' *Persephassa* (1969) through to multiple groups performing simultaneously in the *Musicircuses* of John Cage (1912-1992). Karlheinz Stockhausen (1928-2007) has made numerous forays into spatial techniques, as well as the perceived motion of musical material from ensemble to ensemble, in pieces such as *Gruppen* (1955-57) for three orchestras and *Carré* (1960) for four orchestras and four choruses. R. Murray Schafer has also composed a number of works that theatrically explore non-traditional placement of musicians, including *Music for Wilderness Lake*, written for twelve trombones performing around the perimeter of a small lake, and the ambitious *Credo* (1978) for no less than twelve choirs.

The technology of electronic music offers precise playback from wherever you can place a loudspeaker, and spatial works became commonplace once electronic instruments became available. Notable among these were Edgard Varèse's *Poème électronique*, projected from 425 loudspeakers at the 1958 EXPO in Brussels, and Karlheinz Stockhausen's music moving around a spherical auditorium at the 1970 EXPO in Osaka. Even Tallis' *Spem in Allium* has been recreated for a forty-speaker installation. But purely acoustic spatial compositions were still comparatively rare and not considered significant by many. No composers devoted a substantial portion of their careers to the exploration of spatial possibilities until the American Henry Brant (1913-), whose catalogue includes over 100 spatial works for all types of ensembles and orchestras.

Brant has called space music's "fourth dimension," and considers space, or directionality, just as important a feature in music as pitch, tempo, and timbre. He believes that the precise directionality of each sound source in the hall permits the listener's ear to discern timbres, textures, and lines with a clarity not possible in the conventional massed, staged ensemble setting. He exploits this new clarity by juxtaposing distinct timbres, tempos, and themes played simultaneously and with no synchronization among separate groups or ensembles. Not only does Brant not use electronic materials, but he explicitly forbids the use of amplification in his music. In 1953 Brant broke new ground with the first truly spatial orchestral piece *Antiphony I*, performed five years ahead of Stockhausen's more famous *Gruppen*. In 2002, after five decades of championing spatial music, Brant won the Pulitzer prize for his spatial organ concerto *Ice Field*.



Watermap for 10 flutists with the stopwatch indications for each player.



The layout of the Wosk Centre for Dialogue with the locations of the 12 singers performing *Coriolis* in a circle around the audience, like the hours of a clock.



The spinning motion of the music in *Coriolis*.

reactions

Whether or not they are essential to the music, non-traditional venues like the library atrium remain at the core of Redshift's mandate. The grandeur of the space and the constant flow of people add to the sense of occasion. Performers often relish the feeling of committing guerrilla music and the festive but almost surreal atmosphere that is inevitably created. The managers of the venues, often hesitant at first to approve the event, are frequently astonished with the end result and have repeatedly asked us to return—and the intentional audience gets bigger every year. As for the general public, their reactions are varied and constantly fascinating. Sometimes a man hurrying by will stop dead in his tracks, look around for the source of music, and then stand still for a time, letting it wash over him, before returning to his busy life. Walking into the middle of a multiple flute concert, a bemused woman was once heard to mutter, “I thought they were birds!” A particularly loud Vertical Orchestra piece attracted the attention of a group of students on the fifth floor of the library, and some of them got out cellphones to take pictures of the extraordinary event. Audience members have even reported on the events in their personal blogs.

For the organizers, composers, and performers who conspire to create Redshift's spatial events, there is immense satisfaction in reaching out to and being appreciated by people who might never have considered going to a new-music concert. There is also a sense of awe in being involved in a multi-dimensional feast of sound, sight, and movement. In the words of one spectator, it's like creating “a little magic in the middle of everyday life.”

Author's Note: Thanks to Kelly Nobles for her invaluable assistance with this article.

Jordan Nobles has worked as a composer, performer, and producer for more than twenty years. He has written over seventy works, from solo to orchestral, and his music has received well over a hundred performances, been recorded on CD, used in short films and theatre, and aired on live television and radio. In 1995 he co-founded the new-music group Ensemble Symposium, with which he performed regularly until 2000. He has been co-artistic director of Vancouver's Redshift Music Society since its formation in 2001.

LINKS:

<www.jordannobles.com>, <www.redshiftmusic.org>

FYI Read more on Henry Brant's spatial music in issue 64; Varèse in issue 81; and John Oswald's multi-speaker installation, *A Time to Hear for Here*, in issue 98.

RÉSUMÉ FRANÇAIS

La Redshift Music Society présente des concerts spatio-acoustiques à Vancouver depuis 2004. Un de ses événements les plus populaires est le concert intitulé Vertical Orchestra au cours duquel des sons provenant de tous les balcons inondent l'atrium de la Bibliothèque publique de Vancouver. S'inspirant d'une tradition qui remonte à la Renaissance italienne, Redshift est constamment à la recherche de lieux aux propriétés architecturales et acoustiques particulières qui sauront inciter les compositeurs à créer une œuvre qui sort de l'ordinaire. Les événements qu'organise Redshift visent à atteindre un public qui ne serait autrement pas exposé à la musique nouvelle. Contrairement au public traditionnel assistant à un concert en salle, le public de ces événements est formé de passants qui éprouvent la musique de l'intérieur et sont libres de parcourir l'espace, de le traverser et d'en sortir en tout temps. Ayant lui-même composé des douzaines d'œuvres spatiales et codirigé un bon nombre des saisons de Redshift, le fondateur et codirecteur artistique de la société, Jordan Nobles, partage son expérience et ses réflexions au sujet des gratifications et des défis qui attendent les producteurs, compositeurs et interprètes de musique spatio-acoustique.

ANEXO B

Artigo sobre *Giovanni Gabrieli*.

Giovanni Gabrieli and ‘cori spezzati’

Giovanni Gabrieli (born between 1553-57, died 1612) studied with his uncle, Andrea Gabrieli, who was organist at St Mark’s Venice. He also worked briefly at Munich court from 1575-8 under Lassus, before returning to St Mark’s to become the organist there until his death. He represented the highest point of the High Renaissance Venetian school.



Many of Gabrieli’s sacred ceremonial works explore the architecture of St Marks, using contrasting groups of singers/players to create ‘cori spezzati’ (literally ‘separate choirs’) effects. This style arose from the architectural peculiarities of the Basilica of St Mark’s, with its great Dome and numerous galleries at various levels. Starting in the 1540s composers had begun to take advantage - rather than be hampered by - the sound delay caused by the distance between opposing choir lofts, using ‘special effects’. It was difficult to get widely separated choirs to sing the same music simultaneously, so in the 1540s the *maestro di cappella* of St Mark’s, Adrian Willaert, started writing antiphonal music where opposing choirs would sing successive, often contrasting, phrases of the music; the stereo effect proved to be popular, and soon other composers were imitating the idea in many of the large cathedrals in Italy. This was a rare but interesting case of the architectural peculiarities of a single building influencing the development of a style which became popular all over Europe. It also, in part, defined the shift from the Renaissance to the Baroque era, as the idea of different groups singing alternately gradually evolved into the concertato style, which in its different instrumental and vocal manifestations eventually led to such diverse musical ideas as the choral cantata, the concerto grosso and the sonata. The peak of this style development was in the late 1580s and 1590s while Gabrieli was organist and principal composer at St Marks. He frequently required several choirs and numerous instrumental groups to be placed around the building for maximum dramatic and musical impact. Musicians from all over Europe came to hear this spectacular, sonorous music using multiple choirs and instrumental groups and took the ideas back to Northern Europe, with Germany in particular developing groups of composers working in this polychoral style. In 1603 a basso continuo was added to the already considerable forces at St Mark’s –orchestra, soloists, choir—a further step towards the Baroque cantata.

Unfortunately, the Doge Grimiani died in 1605 and his successor made considerable cutbacks in the musical forces at St Mark’s for economic reasons, although by this time the style of music had been transformed into the concertato style elsewhere anyway. The *Jubilate Deo* almost certainly comes from the period after 1605, using a conservative (by Gabrieli’s standards) 8 parts and not even being technically polychoral. Gabrieli actually made two other settings of the same text, suggesting that it was associated with a regular Venetian festival, probably the Feast of the Ascension. Music at St Mark’s went into decline in his later years, but was brought out of the doldrums by his successor - one Claudio Monteverdi, appointed *maestro di cappella* in 1612.

ANEXO C

O anexo C é o DVD que segue juntamente com a dissertação. Nele estão as faixas áudio correspondentes ao projecto final, todas em formato 5.1, sistema usado na espacialização da banda sonora.