Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



Mestrado em Multimédia
Especialização em Música Interativa e Design de Som

Um som Envolvente: Percepcionar a Interação dos Componentes Espectrais no Espaço Ressonante

Joseph Louis Pablo Wilkinson

Faculdades Participantes:
Faculdade de Engenharia
Faculdade de Belas Artes
Faculdade de Ciências
Faculdade de Economia
Faculdade de letras

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Um som Envolvente: Percepcionar a Interação dos Componentes Espectrais no Espaço Ressonante

Joseph Louis Pablo Wilkinson

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado em Multimédia

Orientador: Rui Penha

Julho de 2021

Resumo

Com base no conhecimento na área da acústica e no trabalho de artistas relevantes do séc.XX e XXI, são discutidas abordagens composicionais à exploração musical de fenómenos físicos relacionados com a afinação e o espaço. A componente prática deste trabalho centra-se no desenvolvimento de uma obra artística utilizando uma câmara reverberante como foco central. É documentado todo o processo de desenvolvimento, bom como a experiência sonora da criação e fruição da obra.

Abstract

Grounded on the knowledge of acoustics and on the work of prominent artists of the 20th and 21st century, this work discusses compositional approaches to the musical exploration of physical phenomena related to tuning and space. The practical componente of this work consists on the development of an artistic work using a reverb chamber as the main focus. The experience with the sound and the process of development of the artwork is documented.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais pela confiança que depositaram em mim quando decidi ingressar no curso. Sem o seu apoio nada disto seria possível.
Ao Rui Penha pela magnífica orientação, disponibilidade e inspiração. Sem ele, esta dissertação teria tomado um rumo bem diferente.
Ao Gilberto, pela disponibilidade e dedicação aos alunos. Pelas aulas, tanto no mestrado como na licenciatura.
Ao Chico e ao Henrique, os meus companheiros nesta viagem. São, sem duvida, das melhores coisas que levo deste curso.
Ao Alex, que conheço desde os cinco anos, tornaste a minha mudança para esta cidade muito mais fácil. Qualquer pessoa desejaria ter um amigo como tu.
À Marta, meu amor, por seres quem és. Por estares sempre comigo e me ouvires incansavelmente.

Índice

1. Introdução 5
1.1. Motivação 5
1.2. Projeto e Objetivos 5
1.3. Metodologia de Investigação 6
2. Som como Fenómeno Natural e como Matéria Artística 7
2.1. Introdução 7
2.2. A Psicoacústica da Afinação e Reverberação 7
2.2.1 O que é um Espectro Sonoro? 7
2.2.2. Alinhamento e Confluência de Parciais Harmónicos 10
2.2.3. A Estética da Consonância e Dissonância 12
2.2.5. Harmónicos Aurais e Sons Diferenciais 13
2.2.6. O comportamento do Som em Espaços Fechados 14
2.2.7. A Perceção do Espaço Sonoro 14
2.3. Artistas e Obras Relevantes 15
2.3.1. Ellen Arkbro 15
2.3.2. La Monte Young 16
2.3.3. Pauline Oliveros 18
2.3.4. Ellen Fullman 19
2.3.5. Alvin Lucier 21
2.3.6. David Tudor 22
2.3.7. Éliane Radigue 23
2.3.8. Nicolas Bernier 23
2.3.9. Asuna Arashi 25
2.4. Conclusão 26
3. Da teoria para a prática 27
3.1. Primeiras Experiências 27
3.2. Primeira Impressão da Câmara Reverberante 28
3.3. Segunda Visita 30
3.4. Meditações sobre o Som 31
3.5. Terceira Visita 31
3.6. Ressonâncias na praia da Foz 32

3.7. Conceitualização, Obstáculos e Soluções 33
3.8. Guia de Audição 35
3.9. Música Discursiva e Não-Discursiva 39
4. Conclusão 40
5. Bibliografia 41
6. apêndice A 43

Lista de Figuras:

Figura 1 - Interação e feedback entre pratica criativa e reflexão (López-Cano e Cristóbal, 2013)

Figura 2 - Representação do som como ondas de pressão (Sethares, 1999)

Figura 3 - Comparação entre o prisma e a Transformada de Fourier. (Sethares, 1999)

Figura 4 - Espectro Harmónico (Carlos, 1987)

Figura 5 - Espectro Harmónico Alongado (Carlos, 1987)

Figura 6 - Espectro Não-Harmónico (Carlos, 1987)

Figura 7 - Figura 5. Sobreposição de dois espectros harmónicos afinados a um intervalo de 3ª maior justa (Carlos, 1987)

Figura 8 - Sobreposição dos espectros harmónicos afinados a um intervalo de 3ª maior no temperamento igual

Figura 9 - Sobreposição dos espectros harmónicos alongados afinados a um intervalo de 8ª justa. (Carlos, 1987)

Figura 10 - Sobreposição dos espectros não-harmónicos afinados a um intervalo de 8ª justa.(Carlos, 1987)

Figura 11 - Na propagação do som num espaço fechado considera-se para além do som direto, o som reverberante(Henrique, 2002)

Figura 12 - Ellen Arkbro obtida em serralves.pt,
https://www.serralves.pt/en/atividades-serralves/2101-ellen-arkbro/

Figura 13 - Jung Hee Choi, esquerda, La Monte Young e Marian Zazeela obtido em nytimes.com, fotografia de Tony Cenicola/The New York Times
https://www.nytimes.com/2015/06/12/arts/design/a-house-finds-a-new-home.html

Figura 14 - Pauline Oliveros, obtido em deeplistening.rpi.edu,
https://www.deeplistening.rpi.edu/deep-listening/

Figura 15 - Ellen Fullman e Okkyung Lee no Muziekgebouw, Sonic Acts Festival, Amesterdão, 2012. (Photo © Bernd Wendt)

Figura 16 - Phil Niblock, obtido em bombmagazine.org, 2015,
https://bombmagazine.org/articles/phill-niblock/

Figura 17 - Instalação Music on a Long Thin Wire de Alvin Lucier, obtido em alvin-lucier-film.com,
http://www.alvin-lucier-film.com/moaltw.html

Figura 18 - Rainforrest IV, instalação sonora de David Tudor
Obtido em The Evolution of David Tudor's Rainforest de Ana Javneski e Marta Joseph
https://www.moma.org/magazine/articles/166

Figura 19 - Eliane Radigue, obtido em blankforms.org, por Eleonore Huisse, 2019,
https://blankforms.org/events/eliane-radigue-occam-ocean/

Figura 20 - FREQUENCIES (A/FRICTION), instalação sonora de Nicolas Bernier
Obtido em https://www.nicolasbernier.com/page/works.htm

Figura 21 - Instalação 100 Keyboards de Asuna Arashi , obtida em southlondongallery.org,
https://www.southlondongallery.org/events/asuna-100-keyboards/

Figura 22 - Disposição dos monitores na câmara reverberante da FEUP

1. Introdução

1.1. Motivação

Como compositor, o tema da afinação começou a interessar-me por volta de 2018 através da música de Ellen Arkbro. Tinha acabado de completar a minha licenciatura em Música Eletrónica e Produção Musical, onde me foquei no estudo da música eletrónica experimental do séc. XX. A exploração da afinação como ferramenta composicional pareceu-me, na altura, uma maneira apropriada de me reaproximar de conceitos musicais aprendidos durante o meu estudo formal da música erudita (o qual tinha praticamente abandonado) e de expandir a minha linguagem no campo da música exploratória. O estudo deste assunto fez isso mesmo, pois através dele foi possível sedimentar o meu conhecimento das noções fundamentais da harmonia enquanto me libertava do sistema de temperamento igual, o qual nunca tinha antes questionado.

Posteriormente, já no mestrado, decidi, para a cadeira de síntese sonora e media digitais, criar uma composição que explorava o efeito da afinação justa em sons prolongados. Na apresentação/atuação algo curioso aconteceu: num momento estático da música alguém abriu a porta para entrar no espaço, e o som mudou radicalmente, causando uma rotura momentânea na minha concentração. Tinha-se tornado óbvio para mim a influência da sala na sonoridade — comecei a entender a música como fenómeno físico livre do domínio temporal causando uma viragem profunda na maneira como escutava e pensava no som.

1.2. Projeto e Objetivos

Como enquadrar o comportamento espacial de parciais harmónicos de um som intervalar num contexto artístico? Pretendo investigar esta questão numa câmara reverberante, um espaço acústico particularmente refletor, utilizando o conhecimento nas áreas da afinação, acústica, e psicoacústica e a influência de trabalhos inseridos neste campo artístico.

A Teoria da afinação é uma área estudada extensivamente por autores como Yasser, Partch e Bosanquet. Todos eles desenvolveram novos sistemas e instrumentos musicais e publicaram artigos ou livros explicando como, de alguma maneira, as suas escalas são superiores ao temperamento igual. No entanto, continuamos sujeitos ao temperamento igual que, embora imprescindível nalgumas abordagens composicionais, contém inúmeras imperfeições harmónicas, que se tornam particularmente evidentes quando um intervalo ou acorde é prolongado.

A razão desta dependência deve-se a vários fatores, entre eles: o comodismo com os sistemas já aprendidos, pois considerar uma nova afinação envolve aprender novos conceitos teóricos e colocar em questão a praticabilidade de vários tipos de interfaces musicais desenvolvidos com o temperamento igual em mente; voltar a afinar os instrumentos sempre que uma afinação diferente é exigida. Tornando esta exploração um fardo para qualquer músico que não esteja totalmente comprometido a uma afinação alternativa específica. Na verdade, em instrumentos acústicos não é possível obter a precisão necessária para explorar, em detalhe, para além da escala standard, visto que são apenas compatíveis com uma tolerância de altura de ± 5-10 cents.

No entanto, avanços tecnológicos mais recentes têm vindo a possibilitar novas oportunidades de estudo nesta área. Através da síntese sonora digital é possível explorar para além das limitações conhecidas anteriormente, tornando prática a noção de que é possível recriar qualquer afinação, timbre e tempo.

Pretendo também investigar a relação do som com o espaço. Qualquer instrumento musical radia energia acústica em várias direções, e parte dessa energia é refletida nos limites da sala. Quando um som

atinge o nosso ouvido vem alterado pela resposta da sala. Ou seja, não ouvimos apenas o som, mas sim o som “filtrado” pela sala (Henrique, 2002).

Visto que acústica de salas é uma área estudada desde a antiguidade, a consideração do espaço na propagação do som nunca foi particularmente subestimada, ao contrário da área da afinação. A análise de anfiteatros gregos e romanos permite constatar a sua extraordinária acústica, apesar das suas grandes capacidades a audição da palavra em quase todos os lugares é espantosa (Henrique, 2002).

Enquanto que os teatros antigos privilegiavam da inteligibilidade e propagação das palavras, nas igrejas de tradição católica procurava-se uma "misteriosa aura sonora”, um clima que é criado por uma grande reverberação, semelhante ao clima proporcionado na câmara reverberante que será central ao meu estudo. No entanto, neste trabalho interessa-me ir mais longe e investigar como é possível “estetizar” o espaço fisico, ou seja, como o inserir no contexto artístico como foco principal. Para isto, basear-me-ei no trabalho de variados artistas do século XX e XXI oriundos do contexto das vanguardas artísticas que, de alguma maneira ou de outra, investigaram questões semelhantes.

1.3. Metodologia de Investigação

Para este trabalho será adotada uma metodologia de investigação artística. Esta metodologia, de natureza qualitativa, insere-se na investigação-acção — uma abordagem à investigação que pretende conduzir o estudo através do médium da atividade prática (Archer, 1995). Desta forma, pretendo adotar um método cíclico baseado na prática-artística, observação, registo, reflexão-conceptualização, e planeamento de novas acções criativas (López-Cano e Cristóbal, 2013), e documentar detalhadamente todas as etapas, métodos e reflexões, de maneira transparente e explícita.

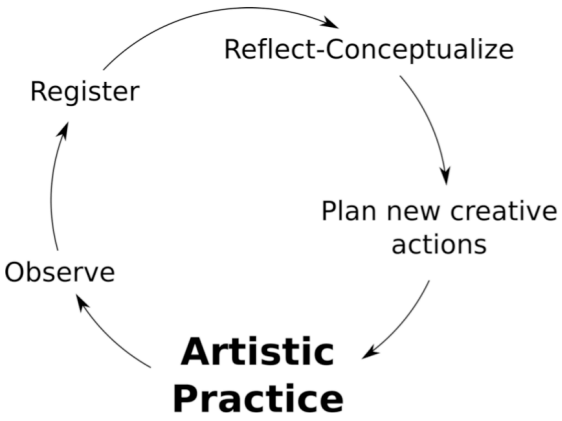


Figura 1: Interação e feedback entre pratica criativa e reflexão (López-Cano e Cristóbal, 2013)

2. Som como Fenómeno Natural e como Matéria Artística

2.1. Introdução

De modo a colocar o fenómeno físico da propagação do som no centro de um conceito artístico é necessário primeiro entender como funciona este fenómeno. Portanto, serão explicados neste capítulo conceitos de acústicas relevantes para o entendimento do meu trabalho.

O trabalho de variados artistas e compositores, que de alguma maneira abordaram modos de criação semelhantes ao que pretendo adotar, será essencial para me guiar nesta investigação. Na segunda parte do capítulo é feita uma revisão destes trabalhos.

2.2. A Psicoacústica da Afinação e Reverberação

2.2.1 O que é um Espectro Sonoro?

Para um físico, o som é uma onda de pressão que se propaga num meio elástico, como o ar. Moléculas de ar são agrupadas e afastadas em oscilações rápidas, atingindo, por fim, o tímpano. Quando o tímpano vibra, sinais são enviados ao cérebro, causando “som” no sentido psicológico. O tipo de onda mais simples é denominado por sinusoidal e é constituído por apenas um parcial harmónico. Pode ser representado por três propriedades: frequência, amplitude, e fase. A frequência de uma onda representa o número de oscilações completas num segundo, ou seja, se uma onda tem uma frequência de 100 Hz, significa que oscila 100 vezes por segundo. O sistema auditivo interpreta a frequência como a altura do som, por isso, quanto mais alta a frequência mais agudo é o som.

A amplitude representa a diferença entre as pressões de ar mais altas e mais baixas. Como o ouvido reage a variações de pressão, sons com maiores amplitudes são, geralmente, percecionados como sendo mais intensos. A fase especifica essencialmente onde a onda começa, a respeito a um ponto temporal arbitrário. O ouvido não consegue determinar a fase de uma onda apenas escutando (Sethares, 1999).

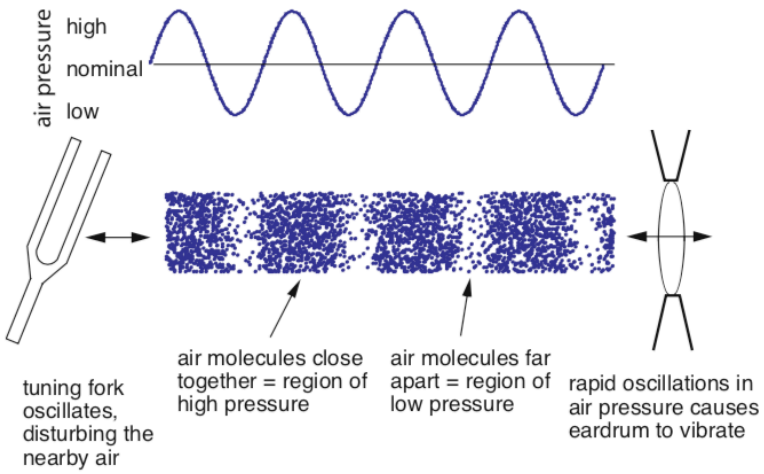


Figura 2. Representação do som como ondas de pressão. As alturas de maior densidade, e consequentemente pressão, são representadas pelos picos da onda. A onda empurra e puxa o tímpano, fazendo com que vibre. Estas vibrações são percecionadas como ar. (Sethares, 1999)

Uma onda verdadeiramente sinusoidal existe apenas na teoria, pois no mundo real até os sons mais simples vêm afetados, tanto pelas ressonâncias do espaço, como pelas próprias cavidades do ouvido. Ondas sonoras complexas podem ser decompostas a um conjunto de ondas sinusoidais chamados parciais harmónicos, cada um caraterizado pela sua frequência, amplitude, e fase. Espectro é o termo utilizado para descrever o seu conjunto. A desconstrução do som complexo em elementos sinusoidais é relevante, pois o nosso ouvido funciona como uma espécie de analisador de espectro "biológico". Quando ondas sonoras o atingem, ouvimos um som que é o resultado direto do espectro e apenas indireto da onda. Esta desconstrução pode ser feita computacionalmente, correndo uma transformada rápida de Fourier (FFT), que se encontra acessível em software de processamento de áudio. Tal como um prisma que separa a luz nos seus elementos constitucionais simples, a transformada de Fourier separa os os elementos de uma onda sonora em ondas sinusoidais nas gamas de frequências baixas, altas e médias.

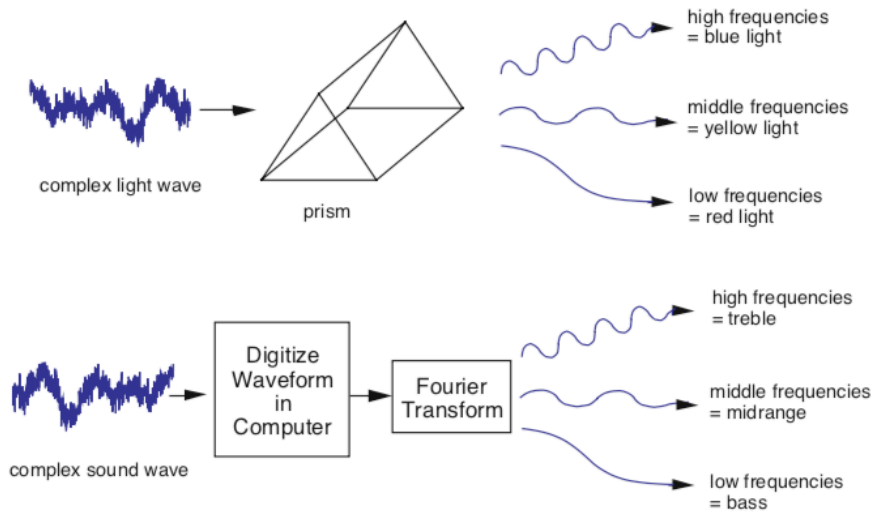


Figura 3. Comparação entre o prisma e a Transformada de Fourier. (Sethares, 1999)

Existem três principais tipos de espectros:

Harmónico

O espectro harmónico pode ser ouvido na trompa e na maior parte dos instrumentos de sopro e corda, é caraterizado por parciais harmónicos que são múltiplos inteiros da frequência fundamental, também conhecidos como modos naturais de vibração ou frequências ressoadoras.

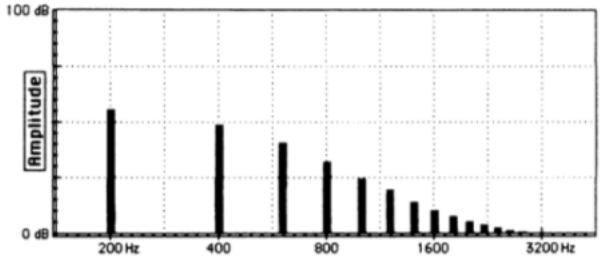


Figura 4. Espectro Harmónico
(Carlos, 1987)

Harmónico alongado

Embora semelhante ao exemplo anterior, no sentido que os parciais se relacionam com a fundamental, neste espectro não são múltiplos inteiros dela. Ao longo do espectro, o valor de cada parcial é aumentado ligeiramente de maneira uniforme. Pode ser ouvido em instrumentos com cordas grossas como o piano e o violoncelo.

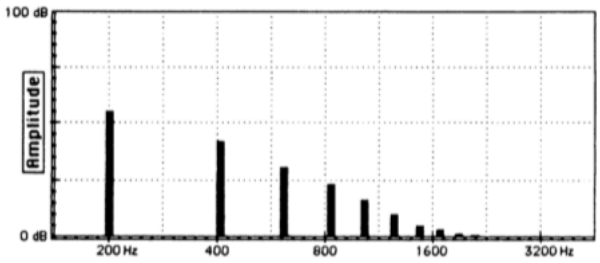


Figura 5. Espectro Harmónico Alongado
(Carlos, 1987)

Não-harmónico

Este tipo de espectro pode ser ouvido em corpos vibratórios mais complexos, como no caso dos idiofones. É caraterizado por parciais harmónicos que não são múltiplos da frequência fundamental de um som.

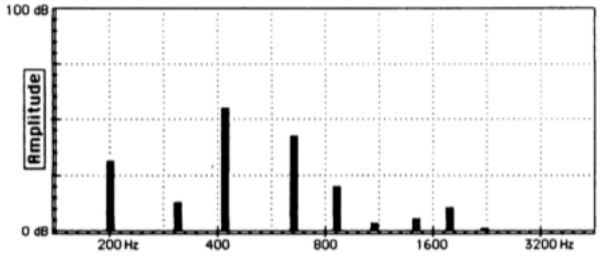


Figura 6. Espectro Não-Harmónico
(Carlos, 1987)

2.2.2. Alinhamento e Confluência de Parciais Harmónicos

Se ouvirmos dois sons, ambos de espectro harmónico e afinados a uma 3ª maior justa (c. 386,313714 cents), os parciais harmónicos vão se alinhar e sobrepor perfeitamente um no outro. Será assim ouvido um intervalo consonante sem interferências. Como se pode ver na figura 7, a sobreposição dos parciais é representada a preto, demonstrando a fusão perfeita do som.

Se o intervalo for afinado a uma 3ª maior segundo o temperamento igual (400,00 cents), podem ser observadas/ouvidas pequenas modulações de amplitude devido a interferências entre parciais dos dois espectros (figura 8). Este fenómeno, chamado batimentos, deve-se à proximidade entre dois parciais, causando uma soma e subtração na amplitude à medida que a fase dos parciais se vai alinhando e desalinhando. A velocidade do batimento corresponde à diferença em frequência dos parciais. Os batimentos ajudam a objetificar a caraterística, normalmente subjetiva, de consonância/dissonância.

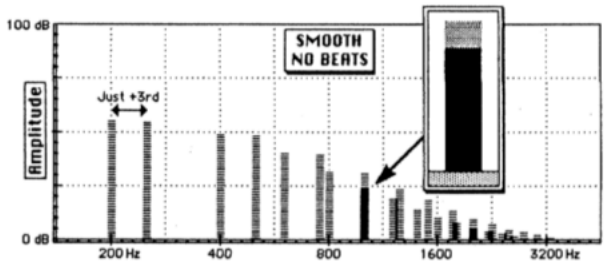


Figura 7. Sobreposição de dois espectros harmónicos afinados a um intervalo de 3ª maior justa.
(Carlos, 1987)

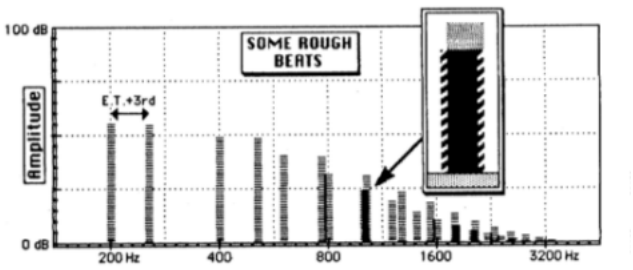


Figura 8. Sobreposição dos espectros harmónicos afinados a um intervalo de 3ª maior no temperamento igual.
(Carlos, 1987)

O mesmo fenómeno pode ser observado na figura 9, que representa a sobreposição de dois espectros harmónicos alongados afinados a uma 8ª perfeita, e num caso extremo na figura 10 que representa a sobreposição de dois espectros não-harmónicos afinados ao mesmo intervalo. Desta maneira, pretendo não só demonstrar o fenómeno de batimentos mas também a influência do espectro na consonância/dissonância do som.

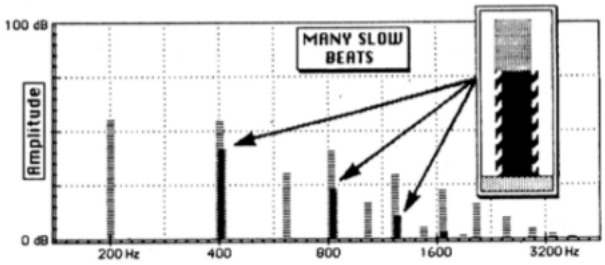


Figura 9. Sobreposição dos espectros harmónicos alongados afinados a um intervalo de 8ª perfeita. (Carlos, 1987)

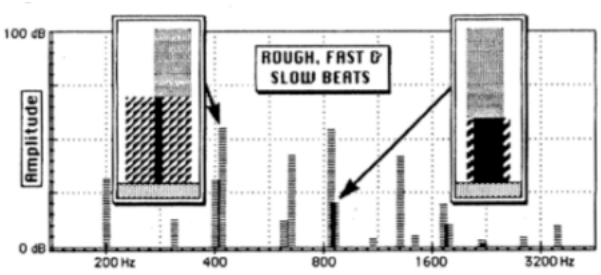


Figura 10. Sobreposição dos espectros não -harmónicos afinados a um intervalo de 8ª perfeita.
(Carlos, 1987)

2.2.3. A Estética da Consonância e Dissonância

"Western music is fast because it's not in tune"
Terry Riley

Embora a afirmação de Riley referida em cima seja polémica, existe nela alguma verdade que vale a pena explorar. A consonância de um intervalo pode ser medida objetivamente pela quantidade de fusão no som, ou seja, quanto mais os parciais dos dois sons alinharem no espectro sonoro mais consonância e estabilidade terá o intervalo. Desta forma, o intervalo mais consonante a seguir ao uníssono pode ser representado pela seguinte fração 1/2, conhecido também como oitava perfeita. Descrito poeticamente pelo compositor e escritor W. A. Mathieu,

"The two sounds are the same and different. Same name, same "note" (whatever that is), but higher pitch. When a man sings nursery rhymes with a child, he is singing precisely the same song, but lower than the child. They are singing together, but singing apart. There is something easy in the harmony of two tones an octave apart - played either separately or together - but an octave transcends easy. There is a way in which the tones are identical."
(Mathieu, 1994)

O temperamento igual, o sistema de afinação mais comum no ocidente, consiste na divisão da oitava em doze partes iguais, fazendo com que alguns dos intervalos possuam alguma instabilidade e desagrado quando comparados com intervalos gerados a partir de frações simples, como no caso da afinação justa.

A divisão da oitava em doze partes iguais tem as suas vantagens: permite tocar qualquer peça em qualquer tonalidade, modular entre tonalidades, e serve como afinação standard para músicos poderem tocar em conjunto. No entanto, como Terry Riley sugere, pode não ser a mais apropriada quando se trabalha com tons prolongados, sendo que a divisão da oitava em parte iguais limita a "paleta" do compositor quando este procura explorar relações intervalares mais complexas.

Antes da estandardização do temperamento igual no final do séc. XIX foram desenvolvidas, ao longo dos séculos, inúmeros temperamentos que comprometem umas qualidades em prol de outras, que podem ser vistos como meio termo entre a afinação justa e o temperamento igual. No trabalho escrito de compositores como Partch (1979) e, mais recentemente, Kali Malone (2017), é evidente a frustração com a inflexibilidade do mundo musical ocidental em explorar sistemas de afinação alternativos. No entanto, não pretendia neste trabalho determinar as vantagens e desvantagens de determinadas afinações, mas sim focar-me na relação entre consonância e dissonância no espaço.

No caso do trabalho de Ellen Arkbro, o rigor na consonância da afinação é fundamental para conseguir o resultado desejado. Falando sobre a sua música, Arkbro (2019) diz

"I think about it as slow music focusing on a certain type of sound, or rather a very specific experience of it: that moment when an in-tune-sound somehow becomes one with the space which you are listening in". Este "som" que Arkbro descreve é deveras característico e foi o que me aproximou da sua música - causa no ouvinte uma sensação única que apenas pode ser obtida com uma estabilidade intervalar raramente encontrada na música ocidental.

Como Arkbro, Eliane Radigue explora “o som dentro do som”, no entanto a sua música representa algo contrastante:

“I was fascinated in particular by sounds produced by beats and the sensations that were produced by these means”(Radigue, 2009); afirma ainda “There is no need for just intonation or equal temperament since the natural harmonics resound in their on way. Over the years I have worked with this, I’ve discovered that if the tuning is too precise, the result is flat”
(Radigue, 2009).

2.2.4. Banda Crítica e JND

A membrana basilar é uma camada fina de tecido situada na cóclea, cujo fluído nela contido faz com que a membrana basilar vibre quando um som atinge o tímpano. A região da membrana mais chegada à janela oval responde primariamente a frequências agudas, enquanto que a região oposta responde às frequências graves. Pequenos neurónios, situados na membrana basilar, enviam mensagens ao cérebro quando são empurrados.

Investigadores como Helmholtz (1877) acreditavam na teoria do lugar (place theory), que defende que existe uma relação direta entre a zona de excitação máxima da membrana basilar e a perceção da altura do som. Quando duas frequências são próximas ao ponto de se sobreporem na membrana basilar, é costume dizer que as frequências ocupam a mesma banda crítica. A teoria do lugar (place theory) sugere que a banda crítica se relaciona com a capacidade de distinguir alturas. A sua largura é praticamente constante em frequências graves e aumenta proporcionalmente com frequências agudas.

A *Diferença Perceptível* (Just Noticeable Distance, ou JND) para a frequência é a mais pequena mudança em frequência que o ouvinte consegue detectar. Experiências científicas (Zwicker; Fastl, 1990) indicam que o JND pode ser tão pequeno como 2 ou 3 cents, no entanto esta capacidade varia com a frequência, duração e intensidade do som, bem como com o treino do ouvinte.

A teoria da “periodicidade”, uma hipótese alternativa à teoria de “lugar”, sugere que informação é extraída diretamente do comportamento temporal do som. Por exemplo, o intervalo de tempo entre um sinal auditivo pode ser utilizado para determinar a sua altura. De facto, tem havido ao longo dos últimos cem anos bastante polémica entre os defensores destas teorias (Cariani, 1999).

2.2.5. Harmónicos Aurais e Sons Diferenciais

Devido à sua estrutura acústico-mecânica, o próprio ouvido gera frequências não existentes no sinal de excitação quando estimulado. Se esse sinal for um som puro isolado, surgem no ouvido frequências múltiplas denominadas de harmónicos aurais (Henrique, 2002). Se forem gerados dois sons puros de frequências diferentes, o ouvido pode gerar novos sons, diferenciais da primeira ordem, os quais resultam da não linearidade do ouvido. Todas as fases do processo auditivo, desde a vibração do tímpano até à fricção dos cílios das células de Corti, são potenciais fontes de não-linearidade mecânicas. Os sons diferenciais só são percebidos se o nível dos sons de estímulo for considerável, tornando-se mais nítidos à medida que o nível aumenta (Hartmann, 1998).

2.2.6. O comportamento do Som em Espaços Fechados

O som radia energia acústica em várias direções e parte dessa energia reflete-se nos limites da sala (paredes, pavimento, teto, objetos). Quando ouvimos um som num espaço fechado, ao atingir o ouvido, o som vem afetado pela "resposta" da sala. Designa-se por resposta o comportamento da sala quando é estimulada por ondas sonoras. Ao encontrar um objeto de grande dimensão relativamente à onda sonora, como uma parede plana e rígida, as ondas sonoras refletem-se, mas se o som for ao encontro de uma superfície irregular originará uma dispersão da onda refletida, o que constitui a difusão do som. As múltiplas reflexões das ondas sonoras num espaço constituem a reverberação do espaço. Sendo que o tempo de reverberação se define como o tempo em que a energia de um campo sonoro reverberante estacionário demora a cair 60 dB após a extinção da fonte sonora (Morfey, 2001). Do ponto de vista acústico, a reverberação da sala funciona como um prolongamento do som (Henrique, 2002).

Considera-se como som direto aquele que atinge o nosso ouvido sem a interferência de obstáculos, e como som reverberante aquele que é o resultado de reflexões no espaço. Através do som direto podemos determinar a direção da fonte sonora. No entanto, se as reflexões forem muito intensas, podem causar uma perturbação na perceção da fonte sonora, e o som parece vir de uma direção entre a fonte sonora e o som refletido. Este fenómeno é mais evidente se o tempo entre o som direto e o refletido for muito curto, da ordem dos 7 ms.

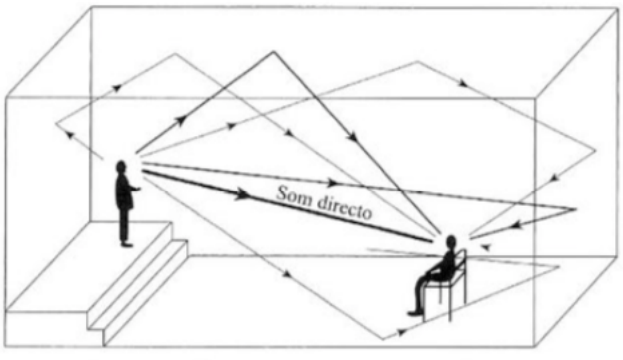


Figura 11. Na propagação do som num espaço fechado considera-se para além do som direto, o som reverberante (Henrique, 2002)

2.2.7. A Perceção do Espaço Sonoro

A intensidade com que ouvimos um som não é a mesma em qualquer direção de incidência. Por exemplo, se um som vier do lado direito, terá que contornar a nossa cabeça para atingir o ouvido esquerdo. Quando se diz que o ouvido tem caraterísticas direcionais significa que a sua sensibilidade varia com a direção do som. Devido a constituir um "obstáculo" à nossa captação do som, a cabeça é o maior responsável pelas caraterísticas direcionais do ouvido. A perceção da direção do som é feita através das diferenças de tempo, intensidade e timbre.

2.3. Artistas e Obras Relevantes

2.3.1. Ellen Arkbro

A sensação que tive a primeira vez que ouvi o álbum Chords de Ellen Arkbro foi deveras transformadora. A ausência de batimentos na música devido à utilização da afinação justa, embora inicialmente estranha, tornou-se natural ao longo da escuta, como se a minha audição se tivesse ajustado a ela e estivesse agora a ouvir música devidamente afinada pela primeira vez. Neste álbum, composto por uma combinação meticulosa de acordes, Arkbro explora as qualidades imediatas do som do órgão de tubos e da guitarra, com a ajuda subtil da síntese sonora. Falando sobre seu trabalho, a compositora refere: “I think about it as slow music focusing on a certain type of sound, or rather a very specific experience of it: that moment when an in-tune-sound somehow becomes one with the space which you are listening in”(Arkbro, 2019).

Tendo em conta que Arkbro foi a primeira compositora que conheci a utilizar afinação justa, quando me decidi aventurar neste mundo foi a sua música que tentei inicialmente “imitar”. Depois de algumas experiências em auscultadores com “drones” eletrónicos continuava descontente com os resultados. Eventualmente apercebi-me que o interesse da música de Arkbro vem não apenas do efeito que a música justamente afinada tem na audição, mas também do facto de esta existir num espaço acústico, estando a sua apreciação fundamentada nesta observação.



Figura 12 - Ellen Arkbro obtido em serralves.pt, https://www.serralves.pt/en/atividades-serralves/2101-ellen-arkbro/



Figura 13 - Jung Hee Choi, esquerda, La Monte Young e Marian Zazeela obtido em nytimes.com, photo de Tony Cenicola/The New York Times
https://www.nytimes.com/2015/06/12/arts/design/a-house-finds-a-new-home.html

2.3.2. La Monte Young

Cheguei à música de La Monte Young através da sua menção em entrevistas a Ellen Arkbro. Através da sua música, e compreendendo que Arkbro tinha sido discípula de Young, começou a tornar-se claro para mim o seu papel como progenitor deste ramo artístico e a ligação importante entre o seu trabalho e as questões que pretendia investigar.

Na obra *X for Henry Flynt*, o performer é instruído a repetir um som intenso, a cada um a dois segundos, o mais regular e uniformemente possível, durante um longo período de tempo (a instrumentação não é especificada).
Cornelius Cardew referiu que o interesse da peça está:

(1) Na sua duração, e proporcionalmente a isto:
(2) Na variação dentro da repetição uniforme;
(3) Na pressão imposta no performer e, através dele, ao público… Apesar das instruções claras, estes elementos ocorrem como resultado delas. O que o ouvinte ouve e valoriza são os erros na interpretação. Se a peça fosse tocada por uma máquina o seu interesse desapareceria.

Ao longo da sua carreira, que teve início nos anos 50, a música de La Monte Young tem vindo a explorar a relação entre o som e a sua perceção física e mental. Utilizando ferramentas como o tempo, a repetição, o som prolongado, a afinação e o indeterminismo, Young criou um repertório que desafia o

ouvinte a questionar determinados preconceitos em relação ao som, tornando, ao longo do tempo, óbvia a sua densidade e interesse.

Ainda que seja frequentemente realizada utilizando clusters no piano, a não-especificação da instrumentação permite que seja tocada de diversas maneiras. O compositor realizou-a golpeando um martelo num balde de pregos amplificado por um microfone de contacto, e percutindo uma frigideira grande com uma colher de madeira.

Drift Studies (1964-) consiste numa série de peças utilizando duas ou mais ondas sinusoidais. As alturas das ondas relacionam-se através de rácios de frequência racionais, daí a utilização de osciladores ultra-estáveis e curvas de Lissajous para obter rácios perfeitos. Apesar da estabilidade dos osciladores, a fase das ondas muda gradualmente, causando somas ou subtrações nas amplitudes. Estes estudos são a base sonora da instalação audiovisual Dream House da autoria de La Monte Young, Marian Zazeela e Jung Hee Choi. Esta obra consiste num ambiente sonoro e luminoso em que o visitante pode explorar a relação entre o som, a luz e a percepção humana destes fenómenos, enquanto percorre o ambiente.

A relação entre a sua música e o meu trabalho é profunda. La Monte Young é um progenitor do campo de pensamento artístico onde pretendo inserir o meu estudo, no sentido em que utilizou a afinação como ferramenta composicional para criar obras que fazem o ouvinte questionar a sua relação com o som ao longo da duração da música. Mas para o meu trabalho o uso da câmara reverberante é imprescindível, visto que o impacto das caraterísticas direcionais do ouvido neste espaço estão no centro da conceitualização da obra, Young não tentou controlar a influência do espaço na sua música.

2.3.3. Pauline Oliveros

“Deep Listening involves going below the surface of what is heard, expanding to the whole field of sound while finding focus. This is the way to connect with the acoustic environment, all that inhabits it, and all that there is.”

(Oliveros, 1999, p.5)

Fiquei a conhecer a música de Pauline Oliveros quando esta morreu em 2016. A sua morte coincidiu com um período da minha vida de grande descoberta. Estava no primeiro ano do curso de Música Eletrónica e Produção Musical, na aula de composição acabava de descobrir os pioneiros da música concreta: Pierre Schaeffer e Pierre Henry. Tal como estes compositores, Oliveros explorou extensivamente técnicas de fita, tendo sido fundadora do *San Francisco Tape Music Center*, junto com Morton Subotnick e Ramon Sender.

Como muitos dos artistas referidos nesta investigação, Oliveros foi influenciada pelos seus estudos de culturas nativo americanas e religiões como o budismo. Nos finais dos anos 60, começa a desenvolver uma abordagem à escuta conhecida hoje em dia como *Deep Listening*. Na base desta prática está a diferenciação entre o ato involuntário de ouvir e o ato voluntário de escutar, que envolve a inclusão e exclusão seletiva de sons da experiência auditiva. O nome *deep listening* surgiu noutro projeto relacionado, o *Deep Listening Band* formado por Pauline Oliveros, Stuart Dempster e Panaiotis. Em 1988 este trio gravou o álbum Deep Listening numa cisterna com um tempo de reverberação de 45 segundos. Este projeto foi o primeiro de Oliveros que ouvi e foi revisitado várias vezes ao longo desta investigação. Devido à sua base “site-specific”, para além das semelhanças entre uma cisterna e uma câmara reverberante, a sua importância é deveras relevante. O que me fascinou tanto nesta música foi a maneira como os músicos são obrigados a redescobrir o som dos seus instrumentos que é alterado dramaticamente na câmara. O que também me despertou interesse foi o facto do tempo de reverberação da câmara obrigar o trio a prestar uma atenção especial à fusão do som conjunto.



Figura 14 - Pauline Oliveros, obtido em deeplistening.rpi.edu,

https://www.deeplistening.rpi.edu/deep-listening/

2.3.4. Ellen Fullman

“The artifacts that my instrument produces are at the core of my work. I find myself feeling lost in a dead room; I do not know how to move. It is as if my instrument itself has disappeared like a phantom, because I think I am actually playing the resonance of the room.“

(Fullman, 2012, p.9)

O trabalho artístico de Ellen Fullman está centrado no Long String Instrument. Esta instalação consiste em cordas de metal esticadas ao longo de um espaço que são excitadas por dedos resinados de uma ou mais pessoas que vão caminhando, como um arco sobe uma corda, produzindo um coro minimal de harmónicos que sugere o som de um órgão. Devido ao tamanho das cordas o som ressoa nas extremidades da sala, como se quem o experiencia estivesse dentro de um piano enorme. Ao longo dos anos Fullman foi desenvolvendo uma série de técnicas para controlar o instrumento e ainda uma notação musical para quando o instrumento é tocado em conjunto, em que o tempo e a coordenação das partes pode ser determinado pela distância caminhada. Números colocados por baixo das cordas suspensas são utilizados como pontos de referência. Transições são coordenadas com o tempo que demora a chegar a determinado lugar, coreografando eventos que ocorrem repetidamente em localizações específicas. Ao contrário de um instrumento como o violoncelo que contém uma caixa ressonante que dá caraterísticas próprias ao som, o *long string instrument* depende de uma sala com qualidades especificas para ressoar. Desta forma, também simpatiza com frequências específicas da sala e com notas de outros músicos quando é tocado em conjunto com instrumentos.

Existem no trabalho de Fullman vários elementos que me interessam e a minha relação com a sua música voltará a ser abordada num capítulo posterior. Dentro de tanto indeterminismo, desenvolveu técnicas e uma notação que permite algum controlo do som e da estrutura da música, no entanto fascina-me principalmente a maneira como envolve o espaço, abraçando as características inesperadas de diferentes salas onde monta a instalação.



Figura 15 - Ellen Fullman e Okkyung Lee no Muziekgebouw, Sonic Acts Festival, Amesterdão, 2012. (Fotografia de Bernd Wendt)

2.3.4. Phil Niblock

Niblock é o único destes compositores/artistas a cujas apresentações ao vivo tive a oportunidade de assistir e a sua prática artística é, para o meu trabalho, uma das mais importantes referências. A sua abordagem composicional mantém-se praticamente intacta desde o inicio dos anos setenta quando iniciou a sua carreira musical. Segundo o próprio (2003): “I’ve really only made this one music...and I've only been interested in the one idea of close-ratio tones and getting it loud enough to produce a lot of overtone patterns”. As suas peças consistem em camadas densas de drones microtonais, tocados ou reproduzidos em volume alto durante vinte ou mais minutos. Devido à proximidade dos parciais harmónicos surgem padrões rítmicos nos batimentos, e sons diferenciais que se tornam ainda mais perceptíveis devido à intensidade do volume. Ao contrario de Niblock, cujas peças são geradas a partir de som acústico, pretendo para a minha investigação utilizar fontes sonoras digitais, de modo a assegurar flexibilidade e precisão na afinação e timbre.



Figura 16 - Phil Niblock, obtido em bombmagazine.org, 2015, https://bombmagazine.org/articles/phill-niblock/

2.3.5. Alvin Lucier

Tal como a minha investigação, o trabalho de Alvin Lucier aborda fundamentalmente as propriedades físicas do som no contexto artístico. Dito pelo próprio (1998), as suas ideias partem frequentemente de experiências científicas, por vezes fazendo pouco mais que encaixá-las num contexto artístico. Também relevante para a minha investigação é a sua abordagem não-discursiva ao som, pois ao contrário de muitos compositores da tradição escrita, Lucier não adota uma linguagem musical, nem tenta comunicar com o ouvinte: "I clarify the idea with which I'm working and once it becomes clear, and the execution of the piece seems right, I stay away from it." (Lucier, 1982). Na peça *I am Sitting in a Room* (1969), um pequeno discurso gravado pelo autor é repetidamente reproduzido e regravado num espaço acústico. Ao longo deste processo, são reforçados os parciais harmónicos comuns à declaração gravada e à dimensão estrutural do espaço. Eventualmente, o discurso torna-se impercetível, tendo-se transformado em som puro.

Em *Music on a Long Thin Wire* (1977), um arame é estendido ao longo de uma sala grande, presa a duas mesas. A ponta do arame é presa aos terminais do altifalante de um amplificador, colocado por baixo de umas das mesas. Um oscilador de onda sinusoidal é ligado ao amplificador. Um íman excita o arame numa ponta. Entre as mesas e o arame, são colocados dois cavaletes de madeira, ambos com um microfone de contacto que está ligado a um sistema de som stereo. Os microfones captam as vibrações produzidas pela corda e são amplificadas pelo sistema de som. Ao variar a frequência e amplitude do oscilador, uma variada gama de fenómenos acústicos são criados.

Inicialmente, Lucier utilizou a sua construção como um instrumento performático, tendo atuado como solista e em dueto com David Rosenboom. Eventualmente, chegou à conclusão de que seria interessante remover a componente da interação humana com o instrumento e deixar o arame soar sozinho. Desta forma foi possível observar mudanças ao som causadas por correntes de ar, aquecimento/ arrefecimento e proximidade humana, tornando a intervenção mínima à modulação do arame uma componente essencial da peça.

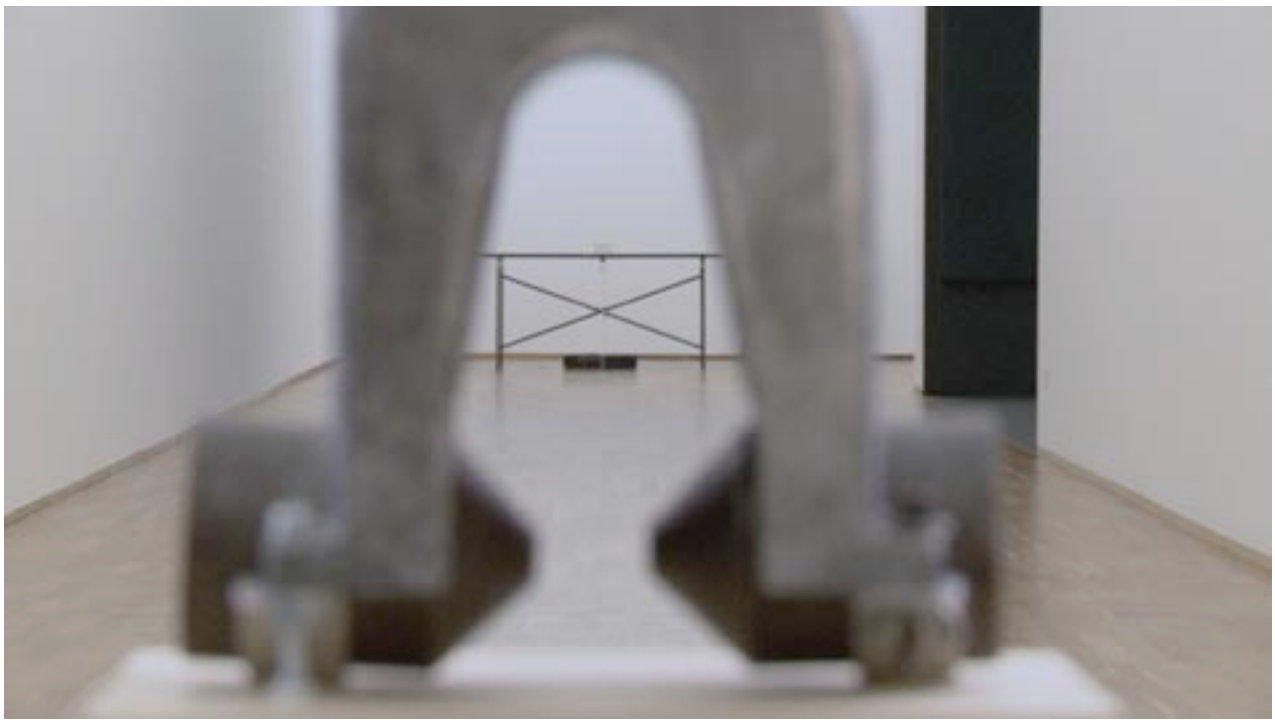


Figura 17 - Instalação *Music on a Long Thin Wire* de Alvin Lucier, obtido em alvin-lucier-film.com, http://www.alvin-lucier-film.com/moaltw.html

2.3.6. David Tudor

No início dos anos cinquenta, expandindo a descoberta por parte de John Cage de formas musicais alternativas intrínsecas em aparelhos eletrónicos como o rádio e o gira-discos, Tudor apercebe-se do potencial da eletrónica para criar instrumentos musicais novos, adaptáveis, e imprevisíveis. Iniciando uma viragem na estética da música eletrónica, que embora explicita na música de Cage, apenas se tornou tangível a uma nova geração através de Tudor. Dito pelo próprio (Tudor, 1973), "I try to find out what's there—not to make it do what I want, but to release what's there. The object should teach you what it wants to hear".

Rainforest IV (1973) é um ambiente eletroacústico concebido durante um workshop em Chocorua, New Hampshire, que incluiu David Tudor, John Driscoll, Phil Edelstein, Linda Fisher, Ralph Jones, Martin Kalve, e Bill Viola. Cada compositor desenhou e construiu até cinco esculturas sonoras que funcionam como altifalante. Cada uma contém material sonoro que mostra as suas caraterísticas ressonantes. Tal como no meu trabalho, a apreciação de Rainforest IV depende da exploração individual e a audiência é convidada a caminhar livremente entre as esculturas.

O trabalho de Tudor é relevante para o meu estudo porque a viragem estética que a sua música provocou, abraçando o indeterminismo e a escuta minuciosa, influenciou profundamente a maneira como um artista na minha posição deve abordar um trabalho como este. Para além disso, o meu trabalho, tal como Rainforrest IV, depende da exploração individual do espaço por parte do ouvinte.

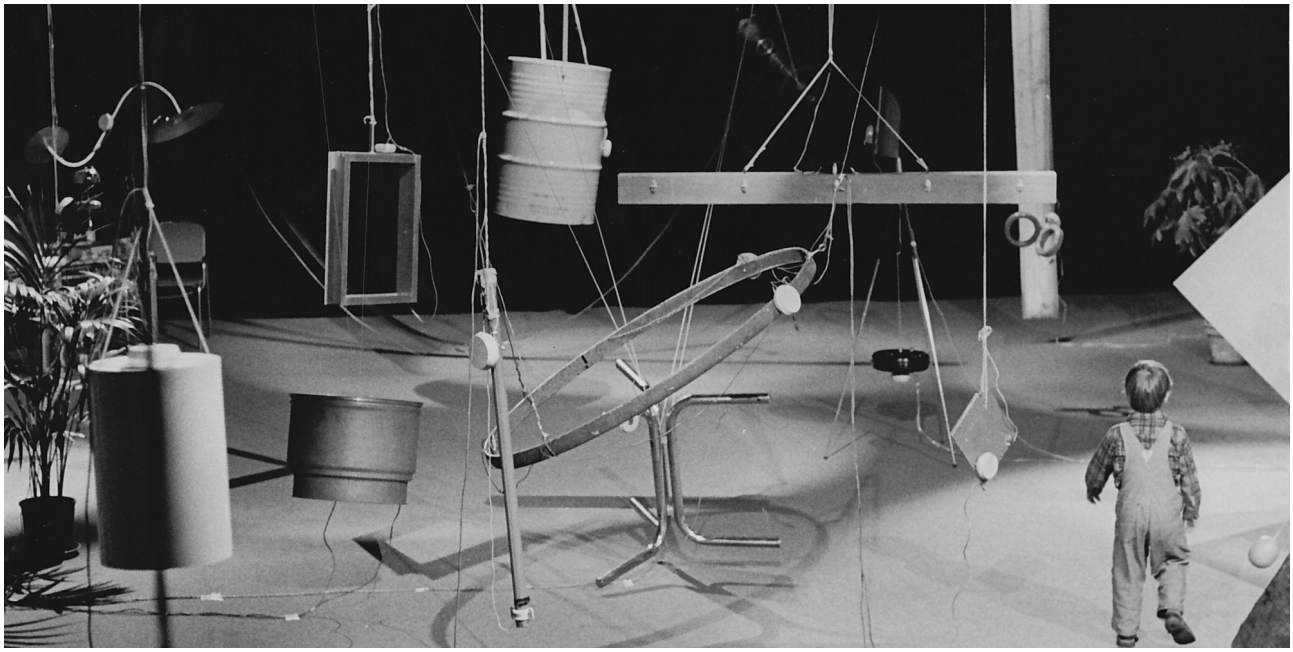


Figura 18 - Rainforrest IV, instalação sonora de David Tudor
Obtido em The Evolution of David Tudor's Rainforest by Ana Javneski e Marta Joseph
https://www.moma.org/magazine/articles/166

2.3.7. Éliane Radigue

A música de Éliane Radigue exige uma escuta atenta e paciente. É caracterizada por evoluções lentas ao som e uma atenção particular ao comportamento de parciais harmónicos. No seu processo, a intuição musical é fundamental e a ambiguidade tonal criada através da instabilidade dos osciladores analógicos é bem-aceite, tal como várias outras transformações subtis ao som, causadas, de modo natural, ao longo do tempo.

Triptych (1978) é uma peça composta em três partes e feita com o Arp 2500, um sintetizador que foi utilizado frequentemente por Radigue. Foi encomendada para uma coreografia de Douglas Dunn, que decidiu utilizar apenas a primeira parte. Ao longo dos 60 minutos da peça, a perceção do ouvinte vai mudando à medida que os sons se repetem, evoluem e se transformam. Como inspiração, Radigue fundamentou-se nos quatro elementos (fogo, água, terra e ar).

Embora o seu processo, ao contrário do meu, exija uma utilização da afinação menos precisa e mais intuitiva, é importante destacar o seu trabalho pelo efeito que pretende ter no ouvinte, e neste sentido é uma referência relevante.



Figura 19 - Eliane Radigue, obtido em blankforms.org, por Eleonore Huisse, 2019, https://blankforms.org/events/eliane-radigue-occam-ocean/

2.3.8. Nicolas Bernier

Nicolas Bernier cria performances e instalações audiovisuais com o objetivo de criar um diálogo entre som e matéria tangível. A sua linguagem artística mistura elementos de música, fotografia, design, ciência, video art, arquitetura, light design, cenografia. Mas as suas preocupações estéticas são constantes: o equilíbrio entre o cerebral e o sensorial; fontes orgânicas e o processamento digital.

Na instalação FREQUENCIES (A/FRICTION) estão colocados numa mesa um oscilador analógico ligado a uma coluna, afinado a 478 Hz, e um diapasão de 480 Hz que é percutido por um solenoide aleatoriamente, criando um padrão de batimentos. Esta instalação é dedicada a Alvin Lucier (1931-) e ao físico Hermann von Helmholtz (1821-1884), que utilizou diapasões para análise de som e que está entre os primeiros a teorizar padrões de batimentos entre frequências. Helmholtz também inspirou a instalação FREQUENCIES (A/CONTINUUM), em que sete diapasões excitados eletromagneticamente criam drones acústicos contínuos que podem ser ligados/desligados através de um teclado. Combinando som com padrões de luz pulsantes, este instrumento cria uma experiência íntima e contemplativa. O projeto é uma versão poetizada de um aparelho técnico inventado por Helmholtz.



Figura 20 - FREQUENCIES (A/FRICTION), instalação sonora de Nicolas Bernier
Obtido em https://www.nicolasbernier.com/page/works.htm

2.3.9. Asuna Arashi

A instalação/atuação 100 Keyboards de Asuna Arashi consiste em cem teclados infantis que tocam a mesma nota. A afinação varia em cada teclado, tal como a sua estabilidade devido ao poder da condução da bateria, criando um campo sonoro de relações intervalares complexas. Podem ser ouvidos variados batimentos e alterações ao som à medida que se circula na instalação graças às caraterísticas direcionais do ouvido.



Figura 21 - Instalação *100 Keyboards* de Asuna Arashi , obtida em southlondongallery.org, https://www.southlondongallery.org/events/asuna-100-keyboards/

2.4. Conclusão

Depois desta revisão bibliográfica, sinto-me muito mais apto para enfrentar um projeto como este. Tenho agora um entendimento mais sólido de como o som se comporta no espaço e várias ideias para executar quando o dia de visitar a câmara chegar.

Vejo que existe entre as obras que investiguei um denominador comum relevante para o meu trabalho. A relação entre o som e a perceção física/mental do ouvinte é transversal às obras. Tal como a noção do som como fenómeno físico, com qualidades musicais inerentes. Em todas elas existe também uma instrumentalização de fenómenos físicos incontroláveis para gerar acontecimentos indeterminados, libertando a música da intenção do compositor. Segundo Lucier,

"I clarify the idea with which I'm working, and once it becomes clear, and the execution of the piece seems right, I stay away from it."
(Lucier, 1982)

Para o meu trabalho, esta abordagem não-discursiva à música será focal. Nalgumas destas obras, como no caso de *I am Sitting in a Room* de Lucier e de *Rainforest IV* de Tudor, as características ressonantes do espaço físico tornam-se um dos focos centrais da música. Visto que tenciono, para o meu trabalho, compor especificamente para uma câmara reverberante, a referenciação mental destas obras ao longo do trabalho poderá ser útil. No entanto, *I am Sitting in a Room e Rainforest IV* não se debruçam sobre as relações entre intervalos e, neste sentido, obras como *Drift Studies,* de Young, e *100 Keyboards,* de Arashi, serão mais úteis como referência, visto que para a sua composição o estudo rigoroso de afinação é, tal como no meu trabalho, indispensável. Em termos conceituais, gostaria de envolver o assunto da afinação sem tomar uma posição de apoio a nenhuma afinação especifica. As relações puras da afinação justa e a consonância que dela surge interessam-me tanto quanto os batimentos e dissonâncias de afinações como o temperamento igual.

3. Da teoria para a prática

3.1. Primeiras Experiências

Como músico considero que a minha ferramenta principal é a Digital Audio Workstation (DAW), mais especificamente o Ableton Live. Este programa permite-me criar sons, modificá-los e sequencializá-los com bastante flexibilidade. No entanto, o DAW tem limitações.

Na minha exploração do campo da afinação encontrei poucas maneiras práticas de implementar sistemas de afinação alternativos nas minhas composições. Entre os métodos que descobri encontra-se Pianoteq 6, um instrumento virtual à base de síntese de modelos físicos desenvolvido pela Modartt que permite explorar variadas afinações em conjunto com pianos, cravos, arpas, etc., e Retune, um sistema de afinação MIDI polifónico desenvolvido com a plataforma Max for Live.

Dentro do Ableton Live, e utilizando o Retune, compus uma peça intitulada “a loud sound reverberates”. Ao longo dos seus nove minutos ouve-se o efeito dramático da reverberação num som esporádico à medida que ele surge e decai. Como fonte sonora utilizei um plugin nativo do Live chamado Tension, que é essencialmente um sintetizador à base de modelos físicos, para criar um som abstrato que não sugerisse nenhum instrumento em particular. Com esta peça pretendia que o ouvinte fosse transportado para o espaço virtual onde este som se propaga.

Enquanto que, para o ouvinte comum, a música à base do “drone” pode, por vezes, parecer simplista e fácil de compor, é na verdade um exercício profundo de introspeção que exige uma escuta particularmente atenta e rigorosa. Durante o processo de composição passei por várias frustrações, algumas delas relacionadas com as minhas próprias ansiedades a compor e outras relacionadas com os desafios de compor música deste caráter.

Há cerca de dois anos interessei-me por meditação e durante a fase de composição desta peça andava particularmente envolvido na corrente vipassana, cuja influência pode ser sentida na peça. Em contraste com outras correntes de meditação esta enfatiza a observação e procura pela “natureza da realidade”, definida por anicca (impermanência), dukkha (sofrimento), anatta (não-ser).

Durante as sessões de composição tentei estar atento às minhas emoções e pensamentos e aceitar o som como apenas “som”. Em contraste com processos composicionais rítmicos, dos quais já tinha alguma experiência, reparei que era mais difícil para mim canalizar um estado de “flow”. Estava constantemente a ser distraído por juízos em relação à qualidade da música que estava a fazer, e, quando gravava uma versão, sentia que esta inquietação estava a afetar a minha performance. Percebi com isto a exigência desta música e o desafio que seria encontrar satisfação naquilo que iria criar.

Senti também a necessidade de ser rigoroso com a escuta, uma responsabilidade que devia ao ouvinte. Se estava a pedir que o ouvinte se comprometesse a ouvir um som repetido e homogéneo durante cerca de dez minutos, eu teria que o fazer também inúmeras vezes para garantir que seria interessante.

Eventualmente cheguei a um resultado que me satisfez. O surgimento e decaimento do som no espaço reverberante representa uma metáfora para o conceito de anicca. Durante a execução tentei criar pequenas variações do gesto musical tocado criando assim algum interesse.

Em retrospetiva é obvio para mim que esta composição se relaciona profundamente com o projeto que viria a desenvolver, sendo que em *Um som Envolvente* este conceito foi explorado com muita mais profundidade.

Apesar da conveniência de poder usar o Pianoteq e o Retune dentro do meu software de eleição, ambos possuem uma lacuna que me frustrava imenso: apesar das inúmeras possibilidades de afinação, nenhum contém uma interface alternativa ao típico teclado de doze notas desenvolvido com o sistema de temperamento igual em mente.

Eventualmente decidi utilizar um programa que resolveu este problema, o programa Hayward Tuning Vine, desenvolvido pelo músico Robin Hayward em conjunto com o programador Bjorn Naesby. Este

software contém uma interface de exploração da afinação justa. Esta afinação é baseada na relação de números primos e neste programa estes números são representados com um sistema de cores, permitindo uma interação direta e intuitiva com as relações intervalares. Através do Hayward Tuning Vine foi possível então interagir com esta afinação com maior intenção artística, compreendendo a relação entre os intervalos em vez de estar restrito às doze notas do teclado mesmo que afinadas justamente.

Já conhecia o Hayward Tuning Vine antes de começar esta dissertação, já que tinha comprado o software no meu primeiro ano de licenciatura pouco depois de me interessar por afinação justa. Foi uma ferramenta essencial para a minha aprendizagem do assunto, pois até o descobrir andava com bastantes dificuldades em entender as noções básicas da afinação.

3.2. Primeira Impressão da Câmara Reverberante

No dia 5 de Março, em plena fase de confinamento, fiz uma visita à câmara reverberante da FEUP. Desde a marcação, feita uma semana antes, estava preocupado com este dia. Encontrava-me confinado há quase dois meses, saindo de casa apenas para passeios curtos. A viagem de metro ate à FEUP e as tarefas a cumprir quando chegasse pareciam-me, naquela altura, desafios grandes. Primeiro tinha que encontrar o Departamento de Acústica e apresentar-me ao Eng. António Eduardo Costa, responsável pelo departamento, com quem já tinha correspondido por e-mail e que me levaria à câmara. De seguida, teria que ir até ao departamento de multimédia para recolher o material requisitado para o dia e transportá-lo até à câmara. Depois de completar estas tarefas e estar só dentro deste espaço, pude finalmente relaxar e contemplar as caraterísticas únicas do mesmo.

Quando entrei senti de imediato o impulso de cantar. Sob a influência do espaço, cantei melodias longas constituídas por tons prolongados utilizando apenas vogais. O som fez me lembrar o álbum Deep Listening dos Deep Listening Band, cuja música foi gravada numa cisterna.

Fez-me também recordar uma lição dada pelo meu professor de licenciatura Rui Dias. Numa cadeira de Ensemble de Música Eletrónica fiz parte de um ensemble constituído por três alunos de música eletrónica (responsáveis por sintetizadores, samples e processamento de efeitos), a minha amiga Júlia no contrabaixo, uma aluna violinista e outro aluno guitarrista. A Júlia, embora tenha formação clássica, é muito intuitiva e interessada por música experimental, por isso foi fácil encaixá-la no grupo, no entanto os outros dois alunos, também oriundos do contexto erudito, aparentavam não estar interessados em explorar para além daquilo permitido na sua formação formal da música. Num ensaio, enquanto tocávamos uma das nossas composições, o professor interrompeu para comunicar ao guitarrista, que estava a improvisar sob o processamento de *reverb* e *delay*, que não estava a ouvir devidamente o seu instrumento. Passou a explicar que quando um instrumento é processado por um efeito, esse efeito passa a fazer parte do instrumento e a maneira como tocamos tem que ser adaptada — a maneira como explicou esta ideia ficou-me para sempre na memória. Quando fui confrontado com a acústica da câmara reverberante, intuitivamente percebi que teria que adaptar o meu canto a ela, como se o espaço passasse a ser uma extensão da minha voz.

Embora esta atividade me tenha proporcionado algum prazer, a minha primeira interação com a câmara foi, por um lado, dececionante. Esperava que a acústica peculiar do espaço me causasse alguma surpresa ou até desorientação, mas o efeito já me era familiar através de plugins digitais de reverberação. Contudo essa deceção fez-me perceber a vantagem desta oportunidade: podia expandir o conceito de “a loud sound reverberates” explorando o que acontece ao som em sítios específicos do espaço e enquanto caminho nele.

Reproduzi num monitor de estúdio uma sinusoidal de 110Hz a uma intensidade considerável e, caminhando pelo espaço, experienciei um fenómeno curioso: por vezes a intensidade do som variava drasticamente a cada passo e, nalguns sítios, o som desaparecia quase por completo. De maneira a comparar o comportamento do som em registos diferentes, acrescentei ao som uma sinusoidal de 14080 Hz, um som muito agudo. O que observei foi que este novo som se mantinha inalterado pela posição em que me encontrava na sala, apenas havendo uma pequena modulação de fase enquanto rodava a cabeça. Assumi que o contraste entre os comportamentos de ambos os sons se devia ao comprimento das ondas, visto que quanto mais pequeno o comprimento da um onda menos reflexões sofre e o único efeito que ouvi se devia às caraterísticas direcionais do ouvido.

Quando dei por mim tinham passado as três horas que tinha requisitado e comecei a arrumar o material. O engenheiro António Costa permitiu que deixasse o material numa sala de arrumações no departamento de acústica. Foi uma grande ajuda porque, sem esta possibilidade, seria difícil coordenar as visitas da câmara com o aluguer do material do laboratório de multimédia, que só abre segunda-feira de manhã e quinta-feira de tarde. Voltei para casa satisfeito com o trabalho desenvolvido e otimista em relação ao futuro do projeto.



Figura 22 - Disposição dos monitores na câmara reverberante da FEUP

3.3. Segunda Visita

Voltei à câmara reverberante no dia seguinte com a intenção de ficar a conhecê-la melhor. Tinha requisitado a câmara entre as 14h e as 17h, mas desta vez como tinha o material todo guardado no departamento, não perdi tanto tempo na montagem, e às 14h20 já me encontrava a trabalhar. Neste dia estava mais relaxado, mas também menos concentrado, por isso comecei por fazer alguns exercícios de escuta. Comecei por cantar algumas notas escutando o decaimento do som pelas reflexões do espaço. Cantei notas curtas e longas e caminhei pelo espaço percecionando a influência do espaço nelas. Este exercício meditativo, embora pareça simples, é mais difícil do que parece. Por alguma razão, a mente muitas vezes apresenta resistência a esta simplicidade — dei por mim a tentar complicar o exercício, impulso este que foi preciso aprender a contrariar.

Reproduzi em cada monitor uma sinusoidal de frequência diferente, no monitor esquerdo, da perspetiva de quem está virado para elas, 110Hz e na outra 113.438Hz. Os monitores estão encostados à parede lateral esquerda, cada uma de um lado. Através desta experiência foi possível determinar que, por alguma razão, os beatings são mais intensos do lado esquerdo, da perspetiva de quem está virado para os monitores. Determinei também que, pelo menos com frequências graves, a fonte sonora dos sons, neste caso os monitores, continuavam a ser identificáveis, pois conseguia perceber de qual coluna vinha cada frequência, mas o mesmo não acontecia com frequências mais agudas. Decidi elaborar sob esta questão: com a ajuda do meu orientador fiz um “patch” no max/msp em que são reproduzidas duas ondas sinusoidais com frequências de 440Hz e 562Hz em monitores diferentes. Ocasionalmente o som é interrompido por uma quebra momentânea no sinal, dando assim um ataque ao som. Verifiquei que enquanto o som é contínuo não era possível identificar a fonte sonora do som, mas tornava-se óbvio com o som do transitório de ataque.

Tencionava esclarecer esta questão desde uma conversa com o meu orientador em que foi considerado “estetizar” este fenómeno para uma peça que acabou por não surgir, talvez por estar mais interessado no comportamento dos parciais harmónicos neste espaço. De qualquer modo, foi uma experiência interessante que me ajudou a compreender melhor como o som se comporta em espaços com tanta reverberação.

A seguir a isto precisei de um intervalo para me recompor. À medida que passava mais tempo na câmara reparava no cansaço que a câmara causa e intervalos regulares foram essenciais para garantir o sucesso destas visitas. Há tempos vi o documentário “Thelonious Monk: Straight, No Chaser”. Neste filme o pianista Barry Harris (1988) conta que, com Thelonious Monk, nunca eram selecionadas gravações para além do segundo “take", pois era nas primeiras que encontrava a emoção desejada. Harris conta ainda que isto aumentava o desafio e motivava os músicos, já que se cometessem um erro ficaria na gravação. Na minha experiência na câmara verifiquei semelhanças com esta ideia, senti que os inícios das sessões eram sempre mais produtivos, e que no final já era difícil perceber se aquilo em que estava a trabalhar era interessante.

Toquei um acorde constituído pelas frequências 110 Hz (lá2), 220 Hz (lá3), 185,625 Hz (fá#3), 247,5 Hz (si3). O acorde foi divido pelos dois monitores, ou seja as primeiras duas notas foram reproduzidas no monitor esquerdo e as outras duas no direito. Pude constatar que cada frequência era enfatizada em lugares diferentes. Enquanto percorria o espaço reparei também que certos batimentos eram mais intensos nuns lugares do que noutros. Era um fenómeno como este que ansiava encontrar, pois aliava vários dos meus interesses num acontecimento só: a acústica da câmara, sons prolongados, e afinação.

3.4. Meditações sobre o Som

Entre esta visita e a anterior houve um intervalo de uma semana. Durante este período comecei a reparar numa mudança na minha perceção do som e como o espaço o influencia. Devido ao tempo que passei na câmara a contemplar este fenómeno, em casa pensava nas mesmas questões: será que o som da máquina de lavar seria diferente noutra divisão da casa? Será que o som seria menos intenso se não estivesse na cozinha? E o quão diferente seria o espectro do som se estivesse noutro espaço? Questionei-me sobre o mesmo mas com sons de alturas específicas e esta curiosidade levou-me a uma experiência. No meu quarto, reproduzi num monitor de estúdio um intervalo de 3/2 e escutei atentamente o som enquanto caminhava. O som não mudava praticamente nada com este espectro mas suspeitava que seria diferente com onda dente de serra. Este tipo de onda é a minha preferida por causa do seu conteúdo espectral rico — devido às caraterísticas direcionais do ouvido o som muda bastante enquanto que o corpo se movimenta. Na câmara reverberante ondas de dente de serra foram o primeiro tipo de onda que experimentei mas lá o resultado não foi tão interessante. No entanto, num espaço mais seco o efeito é bem mais interessante e, se o som for contemplado com atenção durante um período de tempo significativo, começamos a ouvir um som radicalmente diferente daquele do inicio da escuta. Esta relação entre a mente, o som e o tempo fascinou-me. Como é possível que, sendo o som o mesmo desde o início da reprodução, tanto conteúdo passe despercebido enquanto não o escutamos verdadeiramente.

Imaginemos um futuro hipotético onde seria possível gravar a nossa perceção do som com, talvez, um microfone que captaria a mudança ao som enquanto nos tornamos conscientes dele. Seria interessante se numa sessão de escuta meditativa pudesse ser gravado, não o som, mas a escuta dele. O resultado da gravação poderia ser uma peça. A relação entre a mente e o som, pode, talvez, ser demasiado misteriosa para algum dia ser possível realizar tal experiência.

3.5. Terceira Visita

No dia 11 de Março fiz a minha terceira visita à câmara reverberante com o intuito de continuar o trabalho exploratório que tinha andado a fazer, com a esperança de que pudesse surgir uma ideia mais concreta daquilo que seria o resultado final da minha investigação. Neste dia não me encontrava muito otimista em relação ao meu trabalho, já que o facto de não saber ainda o que seria o meu projeto na câmara preocupava-me bastante. Por volta desta altura já sabia o que me interessava, mas não sabia ainda como o enquadrar num contexto artístico. O stress associado a isto estava a comprometer a minha capacidade de pensar criativamente, coisa que foi acontecendo ao longo deste projeto e com o que tive que aprender a lidar. Depois da chegada à FEUP, às 14h, tive que esperar pela chegada do responsável da câmara que me abriria a porta e, depois de montar o material, deparei-me com um problema técnico que estava a impedir a reprodução de som. Eventualmente resolvi o problema mas já tinha perdido por volta de uma hora e meia do tempo que tinha requisitado da câmara. Decidi fazer uma variação de uma das experiências feitas na visita anterior em que dois sinais são divididos nos dois monitores com a interferência de ataques esporádicos nos sons que tornam evidente de qual dos monitores vêm os sons. Desta vez, em vez de apenas duas ondas sinusoidais usaria quatro ondas de alturas diferentes. Considerei que se o resultado fosse satisfatório como na primeira experiência, estaria em hipótese o desenvolvimento de uma peça/concerto com este fenómeno em mente. Haveria um “jogo” entre a câmara e a perceção do ouvinte que vai descobrindo e perdendo a fonte sonora do som. O resultado da experiência acabou por não ser muito interessante, já que, ao contrário da primeira experiência, não era possível perceber de onde vinha o som utilizando mais de duas frequências.

3.6. Ressonâncias na praia da Foz

"Day after day one walks along the stand, listening to the indolent splashing of the wavelets, Gaugin the gradual crescendo to the heavier trading and on to the organised warfare of the breakers. The ming must be slower to catch the million transformations of the water, on sand, on shale, against driftwood, against the seawall. Each drop tinkles at a different pitch; each wave sets a different filtering on an inexhaustible supply of white noise. Some sounds are discrete, others continuous. In the sea the two fuse in primordial unity. The rhythms of the sea are many: infrabiological—for the water changes pitch and timbre faster than the ear's resolving power to catch its changes; biological—the waves rhyme withe patterns of the heart and lung and the tides with night and day; and suprabiological—the eternal inextinguishable precedes of water."

(Schafer, 1994, p. 16)

Desde a infância que tenho uma relação especial com o mar. Cresci no distrito de Viana do Castelo e fiz inúmeras visitas às praias desta zona durante o meu crescimento. Sempre tive uma audição sensível e que se fatiga facilmente, e é-me muito familiar a sensação de chegar a casa após uma tarde na praia com os ouvidos fatigados do som intenso das ondas do mar.

Comecei a prestar mais atenção ao som do mar depois de ler o livro "The soundscape : the Tuning of the World" the R. Murray Schafer. No primeiro capítulo, Schafer faz uma descrição poética da relação com o mar e como o seu som, que diz ser, de todos os sons, o mais íntimo para o ser humano. Num dia de primavera, depois de uma visita ao dentista na zona da Foz no Porto, decidi dar um passeio ao pé do mar. Já tinha visitado a Foz numa outra altura com amigos, mas ir sozinho permitiu-me uma contemplação do som mais atenta. Devido ao areal pequeno desta praia, o som do mar é bastante intenso no passeio junto à estrada, o que permite caminhar ouvindo o som das ondas. O som do mar é particularmente bom para meditação, pela relação entre o som das ondas a subir e descer o areal e a inspiração/expiração da respiração. Eventualmente, para me afastar do som dos carros, fui até ao areal. Caminhei por cima do rochedo em frente ao mar e, a certa altura, já me encontrava bastante afastado do areal. No final, encontrei uma abertura entre as rochas, criada pela erosão das ondas, onde podia entrar e ouvir as reflexões do som nas rochas que envolviam o espaço quase todo. Era como uma pequena gruta, onde me podia sentar enquanto que as ondas subiam e desciam. O que tornava este espaço especial era a sua acústica. À medida que as ondas entrava pela abertura, ouvia-se também o som prazeroso das suas reflexões nas paredes côncavas feitas de rocha, às quais provavelmente não teria dado atenção antes de iniciar esta investigação.

Fiz um vídeo com o meu telemóvel[1], mas, para documentar melhor esta experiência, decidi, numa fase mais próxima do fim desta investigação, revisitar o local com uma câmara fotográfica para tirar uma fotografia de melhor qualidade. No entanto, neste dia a maré estava mais alta e o mar bem mais bravo, as ondas batiam contra o rochedo com muito mais força e já não podia entrar, muito menos sentar-me, sem ser levado pelo mar. Inicialmente hesitei em aproximar-me, mas ganhei coragem e fui até ao local onde pude tirar umas fotografias rápidas por cima das rochas antes de ser chamado pelo nadador-salvador.

A riqueza desta experiência deve-se principalmente à minha investigação ao som como fenómeno fisico e ao tempo passado na câmara reverberante, o tempo que passei lá dentro mudou a maneira como abordo a escuta, agora sinto que sou mais consciente das características do espaço e a influência que vão

1 https://drive.google.com/drive/folders/1YIajfpnzUGoaoaatlnTsaJxLeWlidk-i?usp=sharing





ter num som, pois o que me fascinou especialmente nesta experiência foi a mudança do som quando desci entre as pedras.

3.7. Conceitualização, Obstáculos e Soluções

Durante as visitas à câmara reverberante fui pensando no que poderia consistir o resultado final deste projeto. Inicialmente, pressupus que o formato mais sensato seria uma instalação sonora, mas com a imprevisibilidade da situação pandémica do Covid-19 esta hipótese, tal como a de uma atuação no espaço, pareciam cada vez mais irrealistas. Para além disto, havia outro obstáculo ao formato de instalação que me preocupava: de modo a não existirem quebras abruptas ao som que comprometessem a atenção do ouvinte, era necessário que a porta se mantivesse fechada ao longo do curso da instalação, o que não seria possível. A outra hipótese seria manter a porta aberta mas o efeito não funcionaria tão bem.

À medida que o projeto avançava começou-me a interessar a ideia de criar uma obra musical gravada em formato físico ou digital, e ocorreu-me a ideia de gravar a influência da sala no som, ou seja, reproduzindo nas colunas um som intervalar estático, caminharia pela câmara gravando, com um microfone binaural, as alterações ao som causadas pelas reflexões e as caraterísticas direcionais do ouvido. Esta experiência funcionaria como uma peça, pois as alterações ao som serviriam como evoluções do som. Foi importante para mim que o som reproduzido na sala fosse um som intervalar estático, de maneira a tornar o foco da peça a influência da sala na relação dos intervalos. A escolha de gravar com um microfone binaural foi essencial, pois assim simular-se-ia a minha escuta.

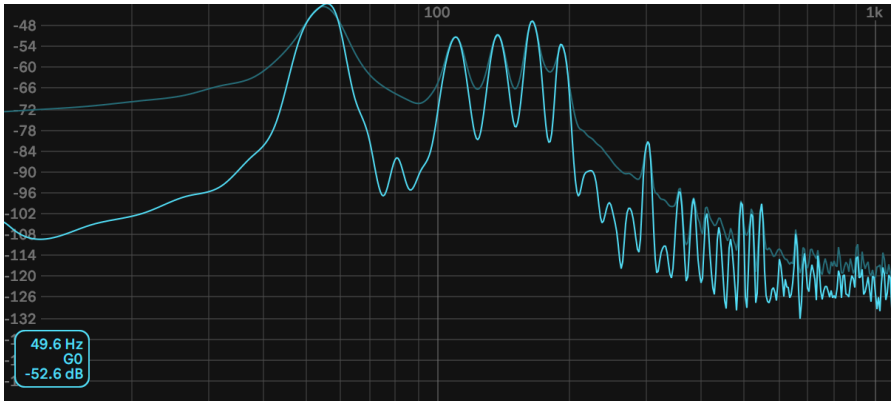
Na seguinte visita à câmara reverberante, durante execução da ideia, tive que ter em conta algumas considerações: qual seria a duração ideal para a gravação? Sabia que uma peça deste género recompensaria o ouvinte paciente e atento e que fazia sentido ir caminhando lentamente pelo espaço. No entanto, era importante que estivesse atento ao som enquanto gravava, por isso a minha capacidade de concentração também teria que ser tida em conta quando considerado a duração ideal da peça. Cheguei à conclusão de que quinze minutos seria a duração adequada. De que frequências seria constituído o som? Achei interessante gravar duas versões contrastantes, uma envolveria um acorde afinado justamente, e outro envolveria um acorde com um batimento. Depois de algumas experiências, escolhi para a primeira versão um acorde constituído pelas seguintes frequências: 55 Hz, 110 Hz, 137 Hz, 165 Hz, 192,5 Hz, as quais formam um acorde de sétima maior dominante. Na segunda gravação, acrescentei ao acorde uma frequência afinada a 270 Hz e outra a 277,895 Hz, a proximidade entre as frequências cria um batimento lento.

Foi crucial que abordasse a gravação com o máximo de concentração, portanto antes de gravar decidi fazer um pequeno exercício meditativo fora da câmara reverberante. Enquanto gravava tentei caminhar o mais gentilmente possível, seguindo o som que mais me interessava, girando a cabeça lentamente quando me fixava num sítio específico. Tive que ter cuidado para o meu corpo fazer o menos barulho possível, mas houve momentos em que esta consideração se tornou difícil de controlar: quando me voltava a mexer depois de ter estado numa posição estacionária, por vezes o meu calcanhar estalava e este som ouve-se na gravação. Questionei-me sobre como deveria lidar com esta imprevisibilidade, mas não havia muito a fazer — visto que era um som que surgia sem o meu controlo cheguei à conclusão que o melhor seria aceitá-lo como parte da gravação, tornando-se uma curiosidade interessante sobre a gravação que o ouvinte poderia ter em conta.

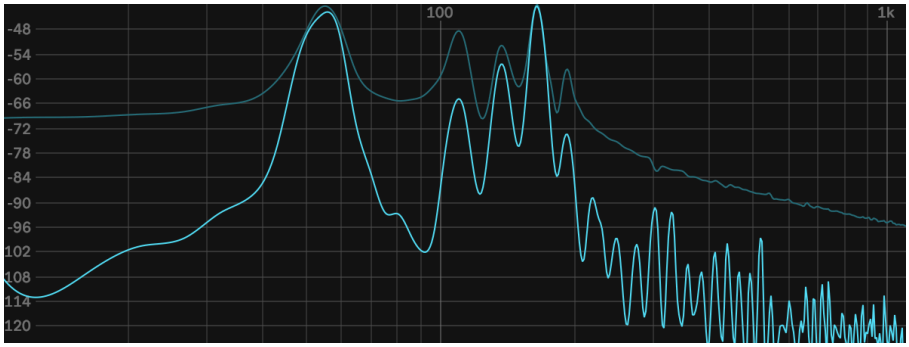
3.8. Guia de Audição

A primeira composição[2] inicia com uma acorde de 7ª maior dominante justa, constituído pelas seguintes frequências: 55.000 Hz, 110.00 Hz, 137.000 Hz, 165.000 Hz, 192.500 Hz. À medida que caminho pelo espaço o espectro vai mudando em determinados locais, reforçando uns intervalos em relação a outros.

A primeira mudança ao som pode ouvir-se aos 00:28 segundos quando dei o meu primeiro passo em frente. Esta mudança, para além de ouvida, pode ser observada no seguinte gráfico que representa o espectro do som quando começa e a sua mudança aos 00:28 segundos:



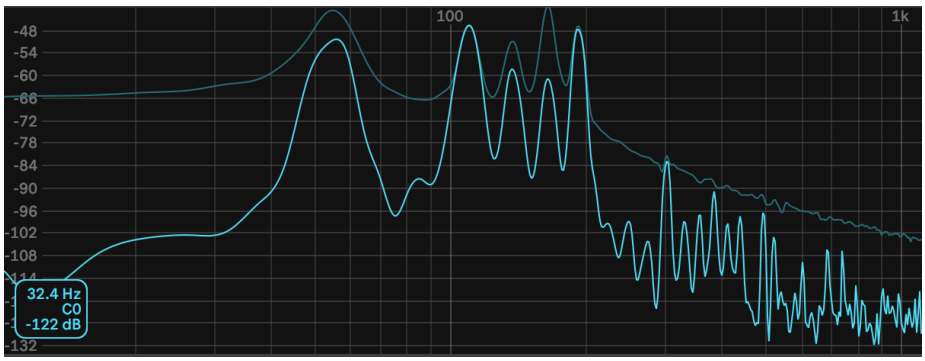
Visualização do espectro sonoro nos primeiros instantes da composição. Todas as frequências estão, mais ou menos, ao mesmo nível.



Visualização do espectro sonoro aos 00:28 segundos. Em comparação com o espectro anterior, é reforçado o intervalo de 3/2, que equivale a uma 5ª perfeita, enquanto que as amplitudes das outras frequências são atenuadas.

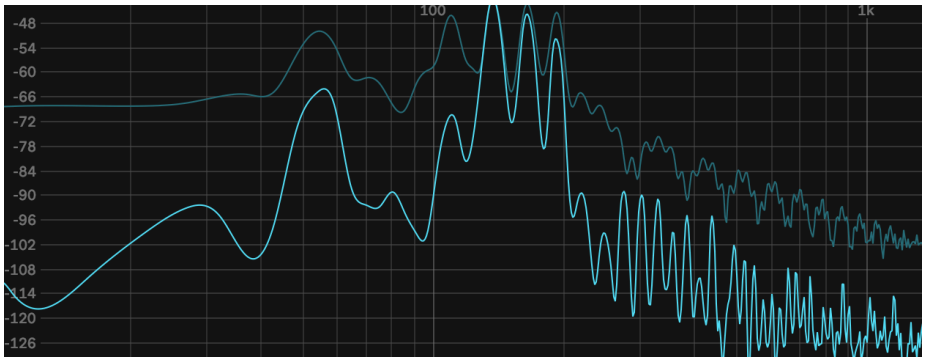
O espectro vai oscilando até ao 1:20 segundos, quando é reforçado um intervalo de 7/2, que equivale a uma 7ª menor. Devido à proximidade entre a frequência de 192,5 Hz e a oitava, que seria 220 Hz, este intervalo contém muita tensão.

[2] https://drive.google.com/drive/folders/1HHRwLVgN6WdeR_tgtbF54NCNsubyyHGy?usp=sharing



Visualização do espectro sonoro na marcação de 1:20 segundos, em que é reforçado um intervalo de 7/2, que equivale a uma 7ª menor.

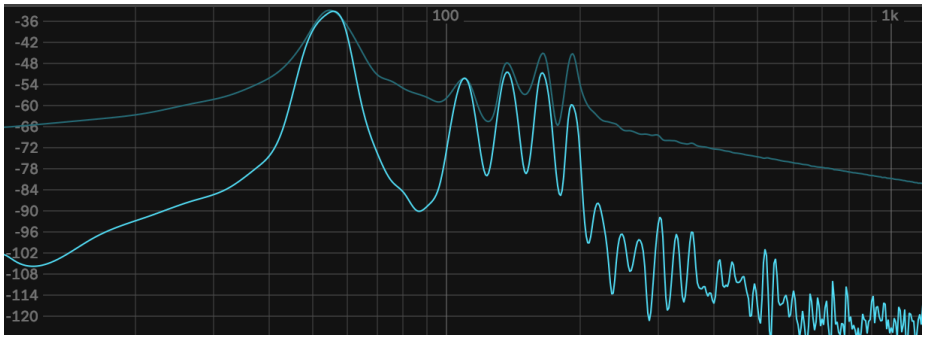
Achei interessante que, aos três minutos, as duas frequências fundamentais, 55 e 110 Hz, sofrem uma atenuação considerável, enquanto que as restantes notas continuam bastante intensas,



Visualização do espectro sonoro aos 3 minutos

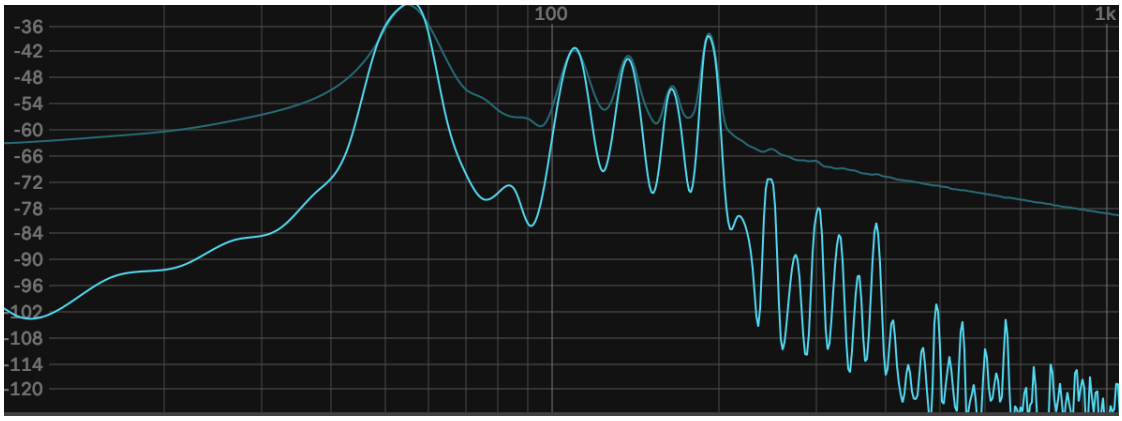
principalmente a frequência de 137.000 Hz.

Por volta dos cinco minutos comecei a aproximar-me de um canto da sala, e aos seis minutos tinha a cabeça no meio das duas paredes. Neste local os graves são sempre acentuados. O seguinte gráfico mostra a supremacia da fundamental em relação às outras frequências neste lugar:



Visualização do espectro sonoro no minuto 6:00, quando me encostei a um canto da sala.

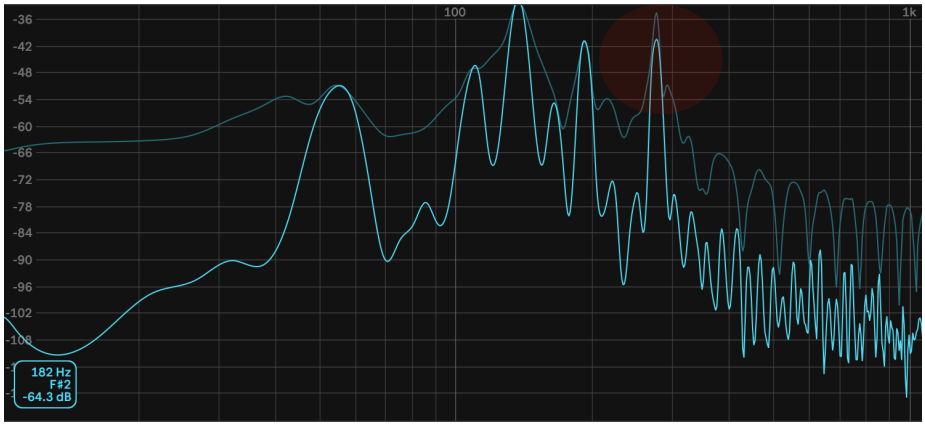
O momento mais intenso da composição surge por volta do minuto 11:00, em que todas as frequências são bastante intensas.



Visualização do espectro sonoro no minuto 11:00.

A segunda peça[3] é das duas, na minha opinião, a mais interessante. Como o acorde é o mesmo, com a adição de um batimento, ao longo do tempo da peça podem ser ouvidas as mesmas alterações ao espectro, no entanto o foco da atenção do ouvinte vai agora para o batimento criado pelo sobreposição das frequências de 270 e 277,895 Hz. Em determinados lugares, a amplitude deste batimento é muito forte, enquanto noutras o resto do acorde ganha em intensidade e o batimento é consideravelmente atenuado.

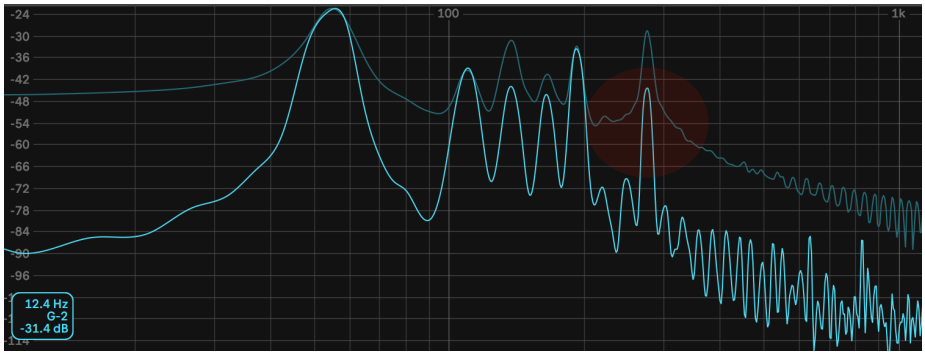
A visualização seguinte mostra o espectro do som nos primeiros instantes da peça, podemos ver a frequência fundamental está bastante atenuada e que o terceiro parcial (137 Hz) é o mais intenso, no entanto o pico assinalado a vermelho é um batimento cuja intensidade modula aproximadamente entre os -42 dBs e os -36 dBs.



Visualização do espectro sonoro no início da peça com o batimento assinalado a vermelho.

[3] https://drive.google.com/drive/folders/1KdA6CyHyK4pdiFqxJU1sAv13MhiqLZjZ?usp=sharing

Por volta dos 06:05, o som é bem diferente de como começou e o espectro sonoro representa bem essa mudança. Como podemos ver pelo gráfico seguinte, por estar perto de um canto da sala, a frequência fundamental é a mais intensa e o batimento é das mais ténues. Nestes momentos da peça o batimento modula com menos amplitude.



Visualização do espectro sonoro ao minuto 06:05, onde pode ser vista uma atenuação considerável do batimento.

3.9. Música Discursiva e Não-Discursiva

“I clarify the idea with which I’m working and once it becomes clear, and the execution of the piece seems right, I stay away from it.”

(Lucier, 1982)

Esta afirmação de Alvin Lucier teve em mim um impacto forte quando a li durante a fase inicial de investigação deste projeto e teve uma influência crucial no desenvolvimento do conceito da minha criação. Vem de uma entrevista com Arthur Margolin em que foi discutida a não-discursividade da música de Lucier em contraste com a música da tradição escrita, em que, através de técnicas estabelecidas, o ouvinte tem a sensação de estar perante uma comunicação.

Na obra *Music on a Long Thin Wire*, Lucier afina um arame de forma a colocá-lo num estado frágil e instável. O som causado pela vibração do arame muda e evolui lentamente sem a interferência dum performer, este fenómeno forma a base da peça e o interesse do público. Se porventura o compositor tivesse delineado uma interferência manual ao som, que não fosse o *fade in* e *fade out* ouvidos na versão gravada da peça/instalação, o foco do público passaria a estar na intenção do performer e não no fenómeno natural que é a vibração do arame.

Quando chegou o momento de conceitualizar o meu projeto comprometi-me a não mudar o som que seria reproduzido na câmara, assim o foco da música estaria das caraterísticas ressonantes do espaço e a relação entre os intervalos; a abordagem que o ouvinte adota ao ouvir esta música deveria ser a mesma que adota quando decide escutar um rio, ou um outro som natural, ou seja, aceitando o que lhe acontece, sem expectativas do som mudar.

Decidi que o som reproduzido na câmara seria um som intervalar estático, assim a evolução do som seria causada pelo espaço e não por um gesto manual. No entanto, depois de gravar tornou-se difícil ignorar a influência que tive na peça visto que qualquer alteração ao som veio de decisões minhas como a direção e a velocidade em que caminhava.

Comecei a questionar o meu papel na obra — seria eu um disruptor do fenómeno natural? Ou um performer com a intenção de comunicar ao público? Cheguei à conclusão que o meu papel consistia em simular a escuta de um ser humano presente no espaço, pois embora a minha influência na evolução da peça fosse inegável o meu objetivo como performer era de comunicar apenas as qualidades ressonantes do espaço e não uma narrativa. Ou seja, quando decido caminhar em frente, ou para a esquerda, ou para a direita, a minha intenção não é de criar alívio/tensão mas sim de mostrar ao ouvinte como o som muda.

À medida que pensava nesta questão apercebi-me das similaridades entre o trabalho que estava a desenvolver e o de Ellen Fullman. Tocando o seu Long String Instrument, Fullman percorre o comprimento do seu instrumento enquanto que excita as cordas com as mãos. Fullman diz que este ato foi inspirado pela Judson Dance Theatre e a sua prática de inserir atividades do dia-a-dia no contexto artístico. Como no meu trabalho, o ato mundano de caminhar é a única maneira de modificar o som.

4. Conclusão

Quando comecei este trabalho, sabia apenas que queria usar a oportunidade para explorar algo que me interessava verdadeiramente e que seria útil para a minha formação como músico e artista. No entanto, devido à minha ingenuidade e inexperiência, não sabia exatamente como a minha investigação contribuiria para a academia. À medida que o tempo passava apercebi-me que, devido ao caráter da minha dissertação, para além do projeto, a minha principal contribuição seria a documentação do processo e a aprendizagem feita pelo caminho.

Comecei pela seguinte questão: "Como enquadrar o comportamento espacial de parciais harmónicos de um som intervalar num contexto artístico?" e sinto que o resultado da minha experiência na câmara reverberante da FEUP responde a esta questão, colocando a câmara no centro do conceito artístico da minha peça.

Através do estado da arte, aprendi sobre as propriedades físicas do som e, apesar de já conhecer alguns compositores e artistas que abordaram a afinação e o espaço nas suas obras, sinto-me hoje muito mais confiante em relação ao meu conhecimento neste campo artístico.

Como prometido na secção de objetivos, após a conclusão do estado da arte, comecei uma investigação a possíveis tecnologias que me auxiliassem no desenvolvimento de um projeto artístico deste tipo. A adaptação a novas ferramentas e métodos não foi fácil para um músico como eu, habituado a usar exclusivamente a DAW como instrumento. Encontrei várias ferramentas, umas mais úteis que outras, tendo chegado à conclusão de que o Hayward Tuning Vine seria a ferramenta mais útil para o trabalho em questão, por me permitir uma visualização do campo de afinação acessível a quem não é fluente na afinação justa.

Com as experiências que fui vivendo e documentando, dentro e fora da câmara reverberante, investiguei a relação do som com o espaço no sentido estético, tendo desenvolvido uma composição que mostra ao ouvinte a influência do espaço no som envolvendo também o ser humano nesta relação. Com esta peça pretendo que o ouvinte se absorva por um som proveniente da natureza, com uma influência mínima do compositor em comparação com a maioria daquilo que entendemos por música. A investigação que fiz e atenção que dei à afinação e ao espectro sonoro do som enquanto compunha abriu-me novas possibilidades de expressão que não tinha previamente que continuarei a explorar em trabalho futuro. Durante o processo de composição, fiz questão de me ver como um organizador de som já existente, e não como um compositor que cria algo do nada. Em retrospetiva, parece-me que esta foi a "chave" para abordar uma obra que tenta enquadrar o fenómeno fisico do som no centro do diálogo artístico.

5. Bibliografia

Alvin Lucier. (n.d.). “Album Notes.” http://Www.Lovely.Com/Albumnotes/Notes1011.Html.

Archer, B. (1995). “The Nature of Research.” In , 6–13. Co-design, Interdisciplinary Journal of Design.

Bernier, N. (n.d.). “Selected Performances and Installations.” Https://Www.Nicolasbernier.Com/Page/Works.Htm.

Blank Forms. (2019). Éliane Radigue: *Occam Ocean*. https://blankforms.org/events/eliane-radigue-occam-ocean/

Cariani, P. (1999). Temporal coding of periodicity pitch in the auditory system: an overview. Neural plasticity, 6(4), 147-172.

Carlos, W. (1987). “Tuning: At the Crossroads.” Computer Music Journal. Vol. 11, No. 1, Microtonality. Springer.

Collins, N. (2004). “Composers inside Electronics: Music after David Tudor.” Leonardo Music Journal 14.

Fullman, Ellen. (n.d) about. https://www.ellenfullman.com/about

Fulmann, Ellen. 2012. A Compositional Approach Derived from Material and Ephemeral Elements. LEONARDO MUSIC JOURNAL, Vol. 22, pp. 3–10.

Hartmann, William M.. (1998) Signals, Sound, Sensation. Nova Iorque. Springer, Verlag.

Fundação de Serralves. (2021). Ellen Arkbro. https://www.serralves.pt/en/atividades-serralves/2101-ellen-arkbro/

Helmholtz, H. (1954). On the sensations of tone, 1877. Trans. AJ Ellis, Dover, New York

Gluck, B. (2009). “An Interview with Eliane Radigue.” Array.

Kennedy, Randy. (2015). A ‘House’ Finds a New Home. New York Times. https://www.nytimes.com/2015/06/12/arts/design/a-house-finds-a-new-home.html

Kurchanova, Natasha. (2015). Phill Niblock. Bomb Magazine. https://bombmagazine.org/articles/phill-niblock/

López-Cano, R., and Ú. San Cristóbal. (2014). Investigación Artística En Música. Problemas, Métodos, Experiencias y Modelos. Espanha: Conaculta Fonca, Escola Superior de Música de Catalunya.

Malone, Kali. (2017). Harmonic Space and Hegemonic Process.

Mathieu, W. A. (1994). The Musical Life. Shambhala Publications, Inc. Boston MA.

Morfey, C. L. (2000). Dictionary of acoustics. Academic press.

Janevski, A., and J, Martha. (2019). The Evolution of David Tudor's *Rainforest*. *Museum of Modern Art*. *https://www.moma.org/magazine/articles/166*

Penha, R. (2014). "Modelos de Espacialização: Integração No Pensamento Composicional."

Oliveros, P. (1999). Quantum Listening: From Practice to Theory (To Practice Practice). Mills College. Oakland, California.

Partch, H. (1979). Genesis of a Music. New York: Da Capo Press.

Penha, R., and G. Bernardes. (2016). "Beatings: A Web Application to Foster the Renaissance of the Art of Musical Temperaments." Proceedings SMC 2016.

Perloff, N. (2001). "The Art of David Tudor."
Https://Www.Getty.Edu/Research/Tools/Guides_bibliographies/David_tudor/Index.Html . 2001.

Schafer, R. Murray. 1977. The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World. Destiny Books. Rochester, Vermont.

Sethares, W. A. (2005). Tuning, Timbre, Spectrum, Scale. Springer.

Smith, D. (n.d.). "Following a Straight Line: La Monte Young."

Museum of Modern Art. (1968). Sound and Light.

The Center for Deep Listening(n.d.) Deep Listening.
https://www.deeplistening.rpi.edu/deep-listening/

The Quietus. (2019). The In-Tune-Sound From Way Out: Ellen Arkbro Interviewed.
https://thequietus.com/articles/26832-ellen-arkbro-interview

Torres-Matarrita, A. (2018). "Aural Exploration of Post-Tonal Music Theory: An Automatic Musical Variations Generator in MAX."

Yasser, J. (1975). A Theory of Evolving Tonality. Da Capo Press. New York: Da Capo Press.

Zwicker, E., & Fastl, H. (1990). Psychoacoustics. Springer Science & Business Media.

———. (n.d.). "I am Sitting in a Room."
Http://Www.Lovely.Com/Titles/Cd1013.Html.

———. (n.d.). Music On a Long Thin Wire.
http://www.alvin-lucier-film.com/moaltw.html

6. apêndice A

NOTAS FEITAS NA FASE DE COMPOSIÇÃO

Notas

Visita 1(5 Março)

1ª Experiência:

Reprodução de uma onda sinusoidal continua afinada a 110 Hz, reproduzida num monitor de estúdio posicionado a meio da parede lateral esquerda.

Observação:

. A intensidade do som varia dependendo do lugar do ouvinte no espaço.

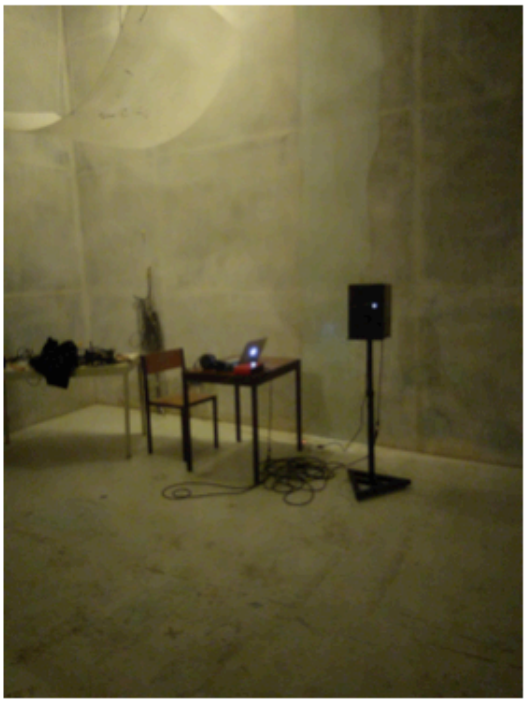
. É mais intenso nos cantos e menos intenso em frente do monitor e encostado à parede (à direita de quem está virado para a coluna). Há um aumento significativo da intensidade do som à esquerda da coluna que diminui um pouco caminhado até à parede. Isto não se verifica com tanta intensidade do lado direito.

2ª Experiência:

Acrescentei ao som anterior, uma onda sinusoidal afinada a 14080 Hz, ou seja, 7 oitavas acima da primeira sinusoidal.

Observação:

. Enquanto que o som mais grave se continua a comportar da mesma maneira, não se verifica o mesmo comportamento no som mais agudo, mas sim pequenas variações ao som enquanto se mexe a cabeça.



Visita 2(6 Março)

1ª Experiência:

. Reproduzi em cada monitor uma sinusoidal de frequência diferente, no monitor esquerdo da perspetiva de quem está vira para elas 110Hz e na outra 113.438Hz. Os monitores estão encostados à parede lateral esquerda, cada uma de um lado.

Observação:

. Os beatings são mais intensos do lado esquerdo, da perspetiva de quem está virado para os monitores.
. É possível identificar a fonte sonora de cada som.

2ª Experiência:

. Reproduzi um acorde constituído pelas frequências 110 Hz(lá2), 220 Hz(lá3), 185.625 HZ(fá#3),247.500 Hz(si3). As primeiras duas frequências são produzidas no monitor esquerdo as restas no direito.

Observação:

. Diferentes frequências são enfatizadas enquanto se percorre o espaço, assim como beatings.

3ª Experiência:

. Reproduzi em cada coluna uma onda sinusoidal com frequências diferentes, utilizando o patch de max do professor que faz clicks no audio. Utilizei as frequências 440Hz e 562Hz.

Observação:

. Enquanto que sem os clicks não se consegue identificar a fonte sonora, com eles já é possível. O mesmo não pode ser dito com frequências graves pois com estas é mais evidente de onde vêm o som.



Visita 3(11 Março)

Devido a alguns problemas técnicos e à minha predisposição neste dia, esta visita à câmara não foi muito produtiva.

1ª Experiência:

.

Testei de novo a 3ª experiência da 2ª visita em que duas frequências com clicks são reproduzidas em cada coluna, desta vez utilizando mais frequências, enquanto que com 2 frequências apenas com os clicks se tona obvia a fonte sonora de cada som, este efeito não se obtêm utilizando mais frequências.

Visita 4(12 Março)

Durante esta visita questionei como poderia agora conceitualizar um ambiente sonoro utilizando os conhecimentos adquiridos sobre a câmara reverberante. Deparei-me com um problema quando me apercebi que fazer mudanças ao som podia comprometer a experiência do ouvinte que caminha pelo espaço ouvindo alterações. Lembrei-me que poderia ser interessante construir umas peças em que são reproduzidos nos monitores um acorde estático e as alterações ao som são feitas caminhando pelo espaço. O resultado final seria uma gravação binaural deste processo. Poderia fazer duas ou mais gravações, uma com os acordes afinados justamente e outra que contem batimentos.