Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

Marta Melo Leitão Mendes de Abreu

ESCOPROS: o dissecar de um processo

abril de 2024

Marta Melo Leitão Mendes de Abreu **ESCOPROS: o dissecar de um processo**

UMinho | 2024



Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

Marta Melo Leitão Mendes de Abreu

ESCOPROS: o dissecar de um processo

Relatório de Projeto
Mestrado em Media Arts

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor Pedro Portela

e coorientação de
Professor Luís Fernandes

abril de 2024

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial
CC BY-NC

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

[Esta licença permite que outros remisturem, adaptem e criem a partir do seu trabalho para fins não comerciais, e embora os novos trabalhos tenham de lhe atribuir o devido crédito e não possam ser usados para fins comerciais, eles não têm de licenciar esses trabalhos derivados ao abrigo dos mesmos termos.]

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Pedro Portela pela total disponibilidade, sempre com contribuições positivas para o desenvolvimento do projeto, e com um esforço claro em nortear o seu caminho para um resultado coeso e equilibrado.

Ao meu coorientador professor Doutor Luís Fernandes por igual disponibilidade, e motivação na procura da melhor solução apoiada em objetivos concretos, mas sempre com um olhar apreciador e voltado para o objeto artístico. Muito obrigada pela partilha da visão artística sempre apoiada num companheirismo amigo.

Aos amigos Lucas Palmeira e Fernando Kopp que, com todos os seus conhecimentos sobre as técnicas mais intrincadas de produção, arte sonora e arte visual, me ajudaram de forma inestimável a superar todas as dificuldades apresentadas ao longo do projeto. À Maria Salgado pela ajuda na captação e iluminação do vídeo final. Muito obrigada pela vossa disponibilidade e conhecimento partilhado!

Aos amigos - a todos. Mas, principalmente aqueles que me ouviram e que sempre conseguiram arranjar palavras de motivação - Rita, Telma, Neno...

Ao Adolfo, por tudo.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Resumo

O presente Relatório de Projeto ESCOPROS: o dissecar de um processo" tem como principal objetivo explorar a opacidade dos processos de execução durante as performances de música eletrónica ao vivo.

A pesquisa para este trabalho foi conduzida através de uma revisão de literatura, onde se aborda a evolução da música eletrónica até à era digital, focando alguns precursores tecnológicos, o desenvolvimento de instrumentos eletrónicos e ferramentas digitais e as práticas de performance e produção musical que paralelamente foram emergindo. A investigação procura compreender a forma como os avanços tecnológicos, ao ampliarem as possibilidades sonoras, influenciaram também a opacidade dos processos de execução, do ponto de vista da sua perceção por parte do público. Foram ainda analisadas performances de música eletrónica, através da interpretação de elementos dispostos no espaço paramétrico, para identificar quais os fatores que contribuem para o aumento dessa opacidade.

O projeto prático "ESCOPROS" é uma peça audiovisual que, através de uma abordagem artística, procura chamar a um plano menos opaco alguns dos processos de execução que ocorrem durante a performance de uma peça eletrónica ao vivo. Para isso, recorre a um computador pessoal, a um controlador *MIDI*, a dois sintetizadores digitais e aos *softwares Ableton Live* e *Touch Designer* e, pela captação e tradução de mensagens *MIDI* – notas e *control change* – durante o processamento de som em tempo real, tenta comunicar visualmente as alterações nos diversos parâmetros sonoros que nele ocorrem, para potenciar novas dimensões de significado e enriquecer a experiência estética.

O desenvolvimento do projeto revelou desafios na tradução visual dos processos de execução, especialmente na captação de sinais *MIDI* e na representação abstrata da manipulação sonora. A reflexão e discussão sobre os seus resultados destaca a importância do equilíbrio entre transparência e opacidade, de forma a preservar a integridade do objeto artístico, a aura e fruição da performance. Conclui que a questão da opacidade, mais do que uma característica limitadora é uma característica definidora do género, e sugere novos caminhos para pesquisas futuras.

Palavras-chave

Performance; Música eletrónica; Processos de execução; Opacidade; Transparência.

Abstract

The present Project Report "ESCOPROS: dissecting a process" aims to explore the opacity of execution processes during live electronic music performances. The research for this work was conducted through a literature review, addressing the evolution of electronic music to the digital era, focusing on technological precursors, the development of electronic instruments and digital tools, and the parallel emergence of performance and music production practices. The investigation seeks to understand how technological advancements, while expanding sonic possibilities, also influenced the opacity of execution processes from the perspective of audience perception. Electronic music performances were also analyzed, through the interpretation of elements arranged in parametric space, to identify factors contributing to increased opacity.

The practical project "ESCOPROS" is an audiovisual piece that, through an artistic approach, seeks to bring to a less opaque plane some of the execution processes that occur during the performance of a live electronic piece. To achieve this, it relies on a personal computer, a MIDI controller, two digital synthesizers, and the software Ableton Live and Touch Designer. Through the capture and translation of MIDI messages - notes and control change - during real-time sound processing, it attempts to visually communicate the changes in the various sound parameters that occur, to enhance new dimensions of meaning and enrich the aesthetic experience.

The development of the project revealed challenges in the visual translation of execution processes, especially in capturing MIDI signals and in the abstract representation of sound manipulation. The reflection and discussion on its results highlight the importance of balancing transparency and opacity to preserve the integrity of the artistic object, the aura, and enjoyment of the performance. It concludes that the issue of opacity, rather than a limiting characteristic, is a defining characteristic of the genre, and suggests new paths for future research.

Keywords

Performance; Electronic music; Execution processes; Opacity; Transparency.

Índice

Introdução 1
Capítulo 1 - Revisão da Literatura 4
1.1 Delimitação de terminologia 4
1.2 Breve história do desenvolvimento da música eletrónica 7
1.2.1 Os precursores tecnológicos – o *Reis Telephone* e o *Musical Telegraph* 8
1.2.2 O *Telharmonium* 10
1.2.3 A Válvula de Tríodo e o *Audion Piano* 14
1.2.4 O *Theremin* 15
1.2.5 O *Ondes Martenot* 17
1.2.6 As técnicas expressivas e a perceção nos pioneiros eletrónicos 19
1.2.7 Tecnologia de gravação – o advento do gravador de fita 22
1.2.8 Os estúdios de Paris, Colónia e Nova Iorque – *Musique Concrète* e *Elektronische Musik* 23
1.2.9 Poème électronique – a mudança do paradigma performativo 28
1.2.10 O Sintetizador 31
1.2.11. As técnicas expressivas e a perceção na síntese eletrónica 35
1.2.12 O protocolo e interface *MIDI* 37
1.2.13 *Computer Music* e Síntese FM 39
1.2.14 A revolução digital 43
1.2.15 A era digital como barreira de perceção – o gesto, o virtuosismo e o esforço 44
1.3 A tecnologia mediadora e as suas ferramentas 51
1.4 A análise de casos de performance no espaço paramétrico 54
1.4.1 Nils Frahm @ Festival Para Gente Sentada, Theatro Circo, Braga, 24-11-23 58
1.4.2 Tim Hecker @ GNRation, Braga, 21-04-23 59
1.4.3 Suzanne Ciani @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-19 60
1.4.4 Maya Shenfeld @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-23 61
1.4.5 Caterina Barbieri @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 30-10-22 62
1.4.6 Análise dos casos 63
1.5 O computador pessoal no palco 66
1.6 Síntese executiva 70
Capítulo 2 - "ESCOPROS - O Dissecar de Um Processo" – Metodologia, Desenvolvimento e Implementação 73
2.1 Escolha da ferramenta para criação musical – o Ableton Live 73
2.2 Desenvolvimento da peça sonora no Ableton Live 74
2.3 Escolha da ferramenta para criação visual – o Touch Designer 81
2.4 Desenvolvimento da peça visual em Touch Designer 81
2.5 "ESCOPROS" - peça final (links) 93
2.6 Resultados e Limitações 95
2.7 Discussão 96
Conclusão 99
Bibliografia 101

Índice de figuras

Fig. 1 - *Reis Telephone* - Ilustração (R. Wormel)
Fig. 2 - *Electro-Harmonic Telegraph* (Elisha Gray)
Fig. 3 - *Telharmonic Hall*, 1907 (Autor desconhecido - Domínio público) (https://120years.net/the-telharmonium-thaddeus-cahill-usa-1897/tel_02/)
Fig. 4 - Os circuitos de comunicação do *Telharmonium* na cave do *Telharmonic Hall* (Autor desconhecido - Domínio público) (https://120years.net/the-telharmonium-thaddeus-cahill-usa-1897/tone-mixers-in-the-basement-of-telharmonic-hall-circa-1907/)
Fig. 5 - A válvula *Triode* de *Lee De Forest*, 1906 (Autor desconhecido - Domínio público) (https://120years.net/the-audion-pianolee-de-forestusa1915/)
Fig. 6 - O *Theremin* (*Science Museum Group*)
Fig. 7 - O teclado, o *ruban* e a gaveta de controlos do Ondes Martenot (Thomas Bloch)
Fig. 8 - O *Ondes Martenot e o*s seus três *Diffuseurs* (Thomas Bloch)
Fig. 9 - O *Magnetophone (AEG)* (https://museumofmagneticsoundrecording.org)
Fig. 10 - *GRM* (Pierre Schaeffer)
Fig. 11 - Stockhausen com o *EMS Synthi 100* no *WDR* na década de 1970 (https://www.stockhausen-verlag.com)
Fig. 12 - Pavilhão Philips, Exposição Mundial de Bruxelas, 1958 (https://pt.wikipedia.org)
Fig. 13 - Sintetizador Modular Moog (https://www.synthtopia.com)
Fig. 14 - *Buchla Music Box Series 100* (https://www.vintagesynth.com)
Fig. 15 - *Minimoog, Model D* (https://thebitdepth.com)
Fig. 16 - Yamaha DX-7 (https://www.yamaha.com)
Fig. 17 - Exemplo de controlador *MIDI* (Autora)
Fig. 18 - Distribuição de parâmetros no espaço paramétrico (Autora)
Fig. 19 - Nils Frahm @ Festival Para Gente Sentada, Theatro Circo, Braga, 24-11-23 (DR/@helderophoto)
Fig. 20 - Aplicação de parâmetros na performance de Nils Frahm (Autora)
Fig. 21 - Tim Hecker @ GNRation, Braga, 21-04-23 (Hugo Sousa)
Fig. 22 - Aplicação de parâmetros na performance de Tim Hacker (Autora)
Fig. 23 - Suzanne Ciani @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-19 (Adriano Ferreira Borges)
Fig. 24 - Aplicação de parâmetros na performance de Suzanne Ciani (Autora)
Fig. 25 - Maya Shenfeld @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-23 (https://www.jn.pt)
Fig. 26 - Aplicação de parâmetros na performance de Maya Shenfeld (Autora)
Fig. 27 - Caterina Barbieri @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 30-10-22 (Adriano Ferreira Borges)
Fig. 28 - Aplicação de parâmetros na performance de Caterina Barbieri (Autora)
Fig. 29 - Carregamento do OP-Xa V e do CS-80 em faixas *MIDI* (Autora)
Fig. 30 - Manipulação com controlador *MIDI* (Autora)
Fig. 31 - *OP-Xa V* (Autora)
Fig. 32 - *CS-80* (Autora)
Fig. 33 - Programação de efeitos no *OP-Xa V* (Autora)
Fig. 34 - Programação de efeitos no *CS-80 V4* (Autora)
Fig. 35 - Volume do *OP-Xa V* (Autora)
Fig. 36 - Volume do *CS-80 V4* (Autora)
Fig. 37 - Filtros de *Keyboard Control* (Autora)
Fig. 38 - *Plugin Auto Filter* (Autora)
Fig. 39 - Mapeamento do *Auto Filter* (Autora)
Fig. 40 - Listagem de controlos *MIDI* mapeados no *CS-80 V4* (Autora)

Fig. 41 - Controlos mapeados para manipulação no teclado do computador (Autora)
Fig. 42 - Gravação com *Automation Arm* (Autora)
Fig. 43 - *Plugins Compressor e EQ Eight* (Autora)
Fig. 44 - Exemplo da captação de automações (Autora)
Fig. 45 - Momentos da obra *You Cannot See Me From Where I Look At Myself 4* (Autora)
Fig. 46 - Momentos da obra *crtc001* (Autora)
Fig. 47 - Momentos da obra *Lines* (Autora)
Fig. 48 - Operadores *MIDI in* e *Math* (Autora)
Fig. 49 - Distribuição de mensagens *MIDI* em operadores *Select* (Autora)
Fig. 50 - Edição dos valores do parâmetro "volume" no operador *Math* (Autora)
Fig. 51 - Operador *Merge* (Autora)
Fig. 52 - Operadores *Select*, *Math* e *Lag* para as notas (Autora)
Fig. 53 - Operador *Line* (Autora)
Fig. 54 - *Plugin Auto Filter* e mapeamento de parâmetros (Autora)
Fig. 55 - Operador *Particle* (Autora)
Fig. 56 - Renderização para ambiente 2D (Autora)
Fig. 57 - *Render* (Autora)
Fig. 58 - Tratamento de cor e dinâmica de cor no operador *Ramp* (Autora)
Fig. 59 - Operadores *Feedback*, *Ramp* e *Blur* (Autora)
Fig. 60 - Operador *Level* (Autora)

Introdução

A evolução da música eletrónica está indiscutivelmente ligada ao desenvolvimento tecnológico. Este desenvolvimento, que a partir da era digital é pautado pela constante evolução do poder computacional, tem vindo a permitir a exploração e o uso de um número cada vez maior de ferramentas e aplicações digitais que, por sua vez, têm operado mudanças significativas no campo das práticas performativas de música eletrónica. Sequenciadores*, drum machines*, *loop stations, samplers,* sintetizadores, estações de trabalho de áudio digital *(DAWs),* uma ampla gama de *plugins* e, claro, computadores, são exemplos desta variedade de ferramentas e aplicações. Se, por um lado, o recurso a estas ferramentas e aplicações para executar música em contexto de performance resulta em apresentações cada vez mais dinâmicas e capazes de alargar os limites da expressão musical, por outro lado, a sua utilização acrescenta camadas de complexidade por vezes difíceis de apreender e interpretar por parte do público.

No contexto digital, os processos e técnicas utilizadas na execução de música eletrónica são, na sua maioria, invisíveis. As características inerentes a este meio resultam em atos performativos com elevados níveis de opacidade e, ao mesmo tempo que contribuem para a construção de uma aura misteriosa em torno do espetáculo, também podem conduzir o espetador a experimentar sensações de desnorte e frustração, fruto de dificuldades de perceção e interpretação. Como consequência destas dificuldades de perceção e interpretação identificamos o que poderá constituir uma limitação comunicacional, que levanta questões sobre a relação entre tecnologia e arte e, mais concretamente, entre artista, objeto artístico e público, mas também uma característica definidora do género. O estudo e investigação destas relações é pertinente para um entendimento mais profundo sobre as suas formas de interagir e de se influenciar mutuamente no contexto atual. A compreensão de como a falta de transparência dos processos pode ou não afetar a experiência do público, apesar de não constituir objeto de estudo no contexto deste projeto, pode, através de uma reflexão sobre os temas abordados, fornecer alguns *insights* valiosos para músicos, artistas, compositores ou investigadores, interessados em melhorar a comunicação e interação entre os artistas, o seu objeto artístico e o seu público, e contribuir para o desenvolvimento de novas formas de apreciação estética e crítica musical.

Assim, este projeto visa explorar a problemática da opacidade dos processos de execução na música eletrónica em contexto de performance, e pretende, através da exploração de técnicas de síntese e das possibilidades que o protocolo *MIDI* oferece, realizar uma peça audiovisual que crie uma relação, em termos imagéticos, entre o resultado sonoro e o processamento sonoro executado em tempo real. A abordagem é

direcionada exclusivamente para a exploração e demonstração da técnica de processamento sonoro utilizada. O seu desenvolvimento, para além de constituir um resultado prático do estudo, também representa uma oportunidade para a exploração de novas formas de expressão artística, fomentando a inovação criativa no campo da música e da arte visual. Não pretende abordar a experiência do público durante as performances ou a receção da arte resultante. O foco está na criação de uma representação visual da manipulação de parâmetros sonoros em tempo real, utilizando a captação de mensagens *MIDI* como meio para a obtenção de sinais para posterior tradução visual.

"ESCOPROS: o dissecar de um processo" é o título escolhido para identificar este projeto. "Escopros", na sua génese gramatical, é o plural do substantivo masculino "escopro". Este, entre outras atribuições de significado, representa um instrumento cortante, ou cinzel, usado em práticas escultóricas ou de dissecação. Curiosamente, "escopros" é também um anagrama de "processo". Por sua vez, "processo", entre outras significações, é entendido como o conjunto de manipulações para a obtenção de um resultado, um método ou sistema. Assim, "ESCOPROS: o dissecar de um processo", ao mesmo tempo que descreve o objetivo e a metodologia de desenvolvimento do projeto – decompor e expor em novas representações as técnicas e etapas da execução, dos processos – funciona também como representação visual da própria problematização do projeto, ao ser, enquanto anagrama, uma versão baralhada e pouco visível da palavra "processos".

Para atingir o objetivo proposto, a organização estrutural deste trabalho assenta em três etapas principais: revisão da literatura, desenvolvimento prático e análise e discussão de resultados.

Ao longo da revisão de literatura são analisadas as origens históricas da música eletrónica, desde os seus precursores tecnológicos até à revolução digital, destacando alguns dos seus marcos e de que forma esta evolução veio contribuir para a crescente opacidade dos processos de execução no contexto performativo. São ainda analisados alguns casos de performances de música eletrónica, através de parâmetros dispostos no espaço paramétrico, com vista a facilitar a identificação de alguns dos fatores que podem contribuir para o aumento do grau de opacidade desses atos performativos. A observação das características diferenciadoras inerentes a cada um dos casos permite informar e ajudar na tomada de decisões estratégicas para a execução prática do projeto, nomeadamente na decisão de utilizar o computador como interface única para a sua realização.

Partindo daquele que é objetivo geral deste trabalho - compreender e explorar a opacidade dos processos de execução durante as performances de música eletrónica - definimos como objetivos específicos investigar de que forma a evolução tecnológica veio contribuir para o aumento da opacidade dos processos de execução durante as performances, analisar as características e elementos constituintes de diferentes práticas

performativas e identificar quais os fatores que contribuem para elevar os níveis de opacidade dos processos de execução.

O objetivo prático deste projeto consiste no desenvolvimento de uma peça audiovisual que explore técnicas de processamento sonoro em tempo real, e na tradução visual destas mesmas técnicas. No seu cumprimento são utilizados os softwares *Ableton Live* e *Touch Designer*, adequados para a produção e execução da peça, garantindo a qualidade técnica e estética do resultado. A tradução visual não pretende funcionar como legenda nem como elemento descodificador dos processos durante a execução musical, mas sim como representação artística desses mesmos processos, trazendo-os para um plano mais visível, ao mesmo tempo que é garantido o equilíbrio estético, sonoro e a sua coerência e fluidez de execução. Neste sentido, este trabalho não visa propor soluções definitivas para a questão da opacidade dos processos de execução durante as performances de música eletrónica, nem desenvolver uma peça audiovisual que sirva como solução universal para todos os contextos de performance de música eletrónica, mas sim explorar diferentes abordagens e avaliar a eficácia de uma abordagem específica, que possa servir de exemplo e ponto de partida para futuras investigações e práticas artísticas.

Após a conclusão do projeto prático é apresentada uma análise e discussão dos resultados obtidos, considerado as correspondências visuais resultantes da execução musical, avaliando a sua capacidade de adicionar camadas de significado à experiência auditiva, e de que forma estes resultados vêm ou não enriquecer a perceção global da obra.

Capítulo 1 - Revisão da Literatura

1.1 Delimitação de terminologia

> Electronic music should not be considered a specific style. It is, in fact, a complex musical instrument much the same as a symphony orchestra. [A música eletrónica não deve ser considerada um estilo específico. Ela é, de facto, um instrumento musical complexo muito parecido com uma orquestra sinfónica] (Deutsch, 1976, p. xii).

Apesar do Relatório e do projeto prático que agora se apresentam não pretenderem incidir diretamente sobre a música eletrónica como género, antes sobre as dinâmicas da sua performatividade, para o seu correto desenvolvimento e análise é importante enquadrar a sua definição e introduzir os principais aspetos que moldam o seu potencial expressivo. Assim, para Hugill (2007), o termo "música eletrónica" refere-se especificamente à música feita por meio de dispositivos eletrónicos e, por extensão, a partir de certos dispositivos mecânicos movidos a eletricidade. O mesmo autor refere que as origens da música eletrónica estão na imaginação criativa e que, apesar das tecnologias usadas para a desenvolver serem a realização de um desejo previamente existente de originar, gravar e manipular som, só no início do século XX, quando os instrumentos eletrónicos e eletromecânicos começaram a ser uma realidade física, é que certos músicos visionários se voltaram para estas possibilidades. Músicos, compositores e construtores de instrumentos sempre se mostraram fascinados pelo potencial expressivo das tecnologias elétricas e eletrónicas desde o próprio advento da eletricidade (Tanaka, 2012). Para Collins e d'Escriván (2007), os músicos são sempre rápidos a adotar e explorar novas tecnologias e as aceleradas mudanças provocadas pela eletrificação, desde o microfone ao computador portátil, passando pelo sintetizador analógico, conduziram ao aparecimento de uma ampla diversidade de novos estilos e técnicas musicais. O progresso científico deu origem a inteiros movimentos e estilos na música – a gravação magnética potenciou o nascimento da música concreta e da música eletroacústica e o transistor, como componente chave dos sintetizadores, catalisou o nascimento da música eletrónica (Tanaka, 2012).

A música eletrónica tornou-se um amplo campo de investigação, abrangendo movimentos históricos como a música concreta e a *elektronische musik*, bem como tendências contemporâneas como a música eletrónica de dança e a *electronica* (termo vulgarizado pela indústria musical para designar qualquer música

eletrónica ou com forte componente eletrónica não dirigida ou vocacionada para a pista de dança). Uma fascinante variedade de compositores e inventores contribuíram para um conjunto diversificado de tecnologias, práticas e música. A par desta evolução, os cruzamentos frutíferos com outros medias e artes permitiram que ela alcançasse novos públicos e se tornasse cúmplice de muitas formas de expressão. Parece omnipresente, dos telemóveis à televisão e aos *podcasts*, até às galerias de arte e outros espaços de performance pouco ortodoxos. De muitas maneiras, a música eletrónica agora é tão bem aceite e integrada nas práticas contemporâneas que é transparente para o observador (Collins e d'Escriván, 2007).

Antes de dar início a uma breve resenha sobre as origens da música eletrónica e o seu desenvolvimento ao longo da história, julga-se pertinente apresentar uma proposta de definição dos termos "música eletrónica" e "performance de música eletrónica", capaz de integrar e acompanhar de forma clara a explanação teórica que se segue e correspondente projeto prático.

A terminologia referente ao universo da música eletrónica é bastante variada e por vezes surgem nomenclaturas distintas que designam o mesmo conceito. De seguida observamos alguns exemplos de definição para o termo "música eletrónica" propostos por diferentes publicações.

Na *Norton/Grove Concise Encyclopedia of Music*, a definição de música eletrónica aparece nos seguintes termos: "Electronic Music - Music produced or modified by electronic means so that electronic equipment is required for it to be heard." [Música Eletrónica – música produzida ou modificada por meios eletrónicos pelo que é necessário equipamento eletrónico para poder ser ouvida] (Sadie, 1994). No *Everyman's Dictionary of Music*, o mesmo termo é definido da seguinte forma: "Electronic Music - music which is produced entirely by electrophonic instruments without living players." [Música Eletrónica – música produzida totalmente por instrumentos eletrofónicos sem instrumentistas presentes] (Blom, 1974). No *Harvard Dictionary of Music*, o termo empregue é música eletroacústica:

> Electro-acoustic Music: music that is produced, modified or reproduced by electronic means, including computer hardware and software, and that makes creative use of those technologies. The character of electro-acoustic music depends to some degree on the technology employed, but the term refers to the medium and not a specific style of music. [Música Eletroacústica: música que é produzida, modificada ou reproduzida por meios eletrónicos, incluindo *hardware* e *software* de computador, e que faz uso criativo dessas tecnologias. O caráter da música eletroacústica depende até certo ponto da tecnologia usada, mas o termo refere-se ao meio e não a um estilo específico de música] (Randel, 2003, p. 287).

Assim, tendo em consideração algumas destas diferentes abordagens ao termo, que pela sua diversidade não permitem que se encontre uma definição fechada e estanque, juntamente com a proposta apresentada por Michel Chion (n. 1947) no seu livro *La musique électroacoustique* (1982, pp. 9-10), ao longo deste Relatório o termo "música eletrónica" será utilizado como definição para a música que utiliza sons produzidos ou alterados eletronicamente, independentemente da sua origem (produção mecânica ou eletrónica) e de serem utilizados ao vivo ou em suporte.

Definir "performance de música eletrónica" ou "música eletrónica ao vivo" é igualmente desafiante, uma vez que o domínio tem testemunhado o surgimento de diversos géneros e modelos de performance, cada um com características e traços distintivos próprios. Desde logo, a própria definição de performance é suscetível de grandes flutuações, consoante o artista ou o meio expressivo utilizado. Como refere RoseLee Goldberg em *A Arte da Performance: Do Futurismo ao Presente*[1] (2012):

> Devido à sua natureza, a performance dificulta uma definição fácil ou exata que transcenda a simples afirmação de que se trata de uma arte feita ao vivo pelos artistas. Qualquer definição mais rígida negaria de imediato a própria possibilidade da performance, pois os seus praticantes usam livremente quaisquer disciplinas e meios como material – literatura, poesia, teatro, música, dança, arquitectura e pintura, assim como vídeo, película, *slides* e narrações – utilizando-os nas mais diversas combinações. (Goldberg, 2012, p.10).

A ausência de uma definição definitiva e fechada pode dificultar a compreensão destes termos, que ocupam um lugar central durante todo o Relatório e desenvolvimento de projeto. Assim, para uma maior clareza discursiva, ao longo deste Relatório, é adotada uma definição que deriva da análise de dois livros altamente referenciados sobre música eletrónica, nomeadamente *The Cambridge Companion to Electronic Music*, de Nick Collins e Julio d'Escriván (2007), e *Electronic and Computer Music*, de Peter Manning (1985). Neste contexto, entende-se por "performance de música eletrónica" qualquer apresentação perante uma audiência em que a geração, o processamento e o controlo de sons eletrónicos ocorre predominantemente em tempo real. Isto implica que um artista desencadeia ativamente ações e responde a elas no momento, criando um envolvimento interativo e dinâmico com os elementos sonoros.

[1] Tradução do original inglês Performance Art: From Futurism to the Present.

1.2 Breve história do desenvolvimento da música eletrónica

No âmbito da pesquisa para o trabalho de projeto e para efeitos de demonstração da problemática sobre a qual se debruça, as questões que se prendem com os aspetos inerentes à performatividade da música eletrónica são essenciais. Para Andew Hugill (2007), as origens da música eletrónica resultam da imaginação criativa, já que as tecnologias usadas para produzir música eletrónica são uma realização do desejo humano de criar, gravar e manipular o som. (Hugill, 2007, p. 7). O mesmo autor defende que a música eletrónica é uma síntese de muitos aspetos diferentes, tais como a criação de novos instrumentos eletrónicos, a exploração de novas afinações e timbres e o uso de tecnologias de gravação e reprodução. Da *elektronische musik* ao minimal *techno*, do *Telharmonium* ao computador pessoal, a tecnologia elétrica facilitou mais de um século de música original, gerando uma infinidade de novos estilos, instrumentos e métodos (Collins e d'Escriván, 2007). A história da música eletrónica é bastante longa e desde as primeiras composições musicais e experimentações sonoras do final do século XIX e início do século XX, passando pelas dinâmicas experimentais de meados do século XX e até à atualidade podemos identificar inúmeros elementos que foram acompanhando a sua evolução, do ponto de vista técnico, estrutural e metodológico. Quando analisamos as ferramentas que potenciaram o surgimento e desenvolvimento da música eletrónica durante o período da primeira metade do século XX, podemos observar que a manipulação das interfaces de controlo, principalmente na exploração de instrumentos em contexto de performance, era na maioria dos casos de fácil visibilidade para quem testemunhava, mas, muitas vezes, de difícil entendimento devido à tecnologia que lhes era implícita. A gestualidade era uma parte importante e impossível de dissociar da execução performativa e, no espírito da época, havia por todo o lado um grupo de engenheiros e músicos que imaginavam novos instrumentos musicais que alavancavam o poder da eletricidade para permitir a performance instrumental gestual de sons musicais eletrónicos (Tanaka, 2012).

A música desde sempre abraçou as tecnologias mais recentes para, através delas, estender e expandir as suas possibilidades expressivas. Entre muitos outros, exemplos como o da substituição das cordas de tripa por cordas de metal ou o da sofisticação mecânica presente no piano em comparação com o cravo, seu predecessor, provam esta relação intemporal. No caso da música eletrónica, assistimos de forma bem evidente a uma simbiose entre os avanços tecnológicos e os meios de produção musical. Sempre que avanços tecnológicos são observados e colocados ao serviço de novos meios de produção e difusão musical, a música eletrónica reflete esses avanços e logo reclama por mais.

1.2.1 Os precursores tecnológicos – o *Reis Telephone* e o *Musical Telegraph*

Apesar da música eletrónica só ter visto o seu estatuto, como forma de arte, validado a partir de meados do século XX, a sua génese remonta ao início desse século e alguns fatores foram determinantes para a sua evolução. O fim da primeira guerra mundial, seguido de um período de efervescência artística e intelectual – com a crescente aceitação de novas linguagens artísticas que já se fazia sentir desde o início do século – a par do progresso da indústria eletrónica, formaram o principal motor deste crescimento.

Se o primeiro grande avanço no desenvolvimento de instrumentos eletrónicos ocorreu a partir do início do século XX, já no decorrer da segunda metade do século XIX, à medida que as técnicas de aproveitamento da energia elétrica foram sendo exploradas e aprimoradas, algumas experiências sobre a geração de som através de meios elétricos foram conduzidas, acabando por desempenhar um papel determinante no caminho para este crescimento. A produção musical e o ato performativo estavam longe de ser os principais objetivos destes experimentos preliminares – a busca pela transmissão de sons e voz por meios elétricos ainda comandava muitas das experiências levadas a cabo na altura. O *Reis Telephone* e o *Musical Telegraph* são exemplos desse pioneirismo na corrida para o alcance destes objetivos.

No ano de 1861, o engenheiro alemão Philip Reis (1834-1874) apresentava o *Reis Telephone* (Fig. 1). Este dispositivo usava um fio de ligação, alimentado por uma bateria, para transmitir som de uma membrana vibratória para outra. A primeira versão deste aparelho tinha a particularidade de ter sido construída a partir de um barril de cerveja e do seu elemento recetor ter a forma de uma grande orelha humana. Embora o *Reis Telephone* não conseguisse transmitir a fala de uma maneira articulada e clara, já apresentava a capacidade de reproduzir uma oitava de tons, se estes fossem produzidos suficientemente alto junto da membrana transmissora. Significativo na história da tecnologia de comunicação, o *Reis Telephone* desempenhou um papel fundamental no que viria a ser a evolução do telefone e representa uma das primeiras tentativas de transmitir som à distância fazendo uso de meios elétricos (Holmes, 2008, p. 6).

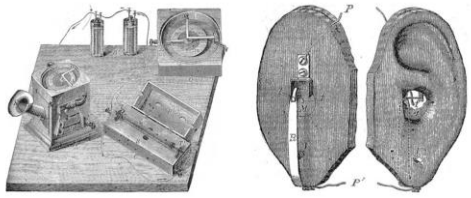


Fig.1 - *Reis Telephone* - Ilustração

Em 1874, o inventor americano Elisha Gray (1835-1901) criou o *Musical Telegraph* ou o *Electro-Harmonic Telegraph* (como posteriormente, em 1876, viria a ser patenteado) (Fig. 2). Este dispositivo usava duas teclas de telégrafo com eletroímanes e palhetas de metal, que ao serem premidas produziam tons audíveis. Cada uma produzia um tom diferente e podiam ser premidas em simultâneo ou em separado, o que tornava este instrumento polifónico. Gray também construiu um altifalante a partir de uma membrana, semelhante à invenção anterior de Reis, e criou versões do *Musical Telegraph* com teclados semelhantes aos do piano, com uma ou duas oitavas (Holmes, 2008, p. 6).

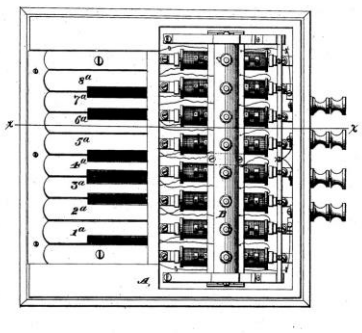


Fig. 2 - *Electro-Harmonic Telegraph*

Foram realizadas demonstrações com sinais musicais a serem transmitidos por fios de telégrafo para recetores a mais de 300 quilómetros de distância. Estas performances, executadas de forma remota para plateias que só podiam ouvir o resultado sonoro, levaram a um rápido desinteresse nas aplicações musicais do *Electro-Harmonic Telegraph*, mas o seu carácter inovador está bem inscrito na história dos primeiros instrumentos eletrónicos (Crab, 1995). O próprio Gray descreve as características pioneiras do seu invento nas notas do seu documento de patente:

> My invention primarily consists in a novel art of producing musical impressions or sounds by means of a series of properly tuned vibrating reeds or bars thrown into action by means of a series of keys opening or closing electric circuits. It also consists in a novel art of transmitting tunes so produced through an electric circuit and reproducing them at the receiving end of the line. [A minha invenção consiste principalmente numa nova arte de produzir impressões musicais ou sons por meio de uma série de palhetas ou barras vibratórias devidamente sintonizadas, acionadas por uma série de teclas que abrem ou fecham circuitos elétricos. Também consiste numa nova arte de transmitir as melodias assim produzidas através de um circuito elétrico e de as reproduzir na extremidade recetora de uma linha] (Gray, 1876).

O estudo das ondas eletromagnéticas, incluindo o das ondas sonoras, começou a ganhar destaque entre a comunidade científica nos finais do século XIX. Um desses estudiosos, o físico alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894), merece particular destaque. Igualmente notável pela sua carreira médica, e demonstrando um interesse particular na ciência da perceção humana, em 1862 publica a obra *Die Lehre von*

den Tonempfindungen als Physiologische Grundlage fur die Theorie der Musik[2], que se torna um clássico no campo do estudo da acústica e geração de tons. Helmholtz não teorizou apenas sobre o som. Desenvolveu experiências durante as palestras que realizava sobre timbre musical para ilustrar as suas ideias. Helmholtz projetou um conjunto extremamente preciso de sinos ressonantes[3], para demonstrar a teoria da qualidade complexa dos tons. Através da adição ou subtração dos sinos ressonantes, Helmholtz conseguia criar uma variedade de tons com características sonoras de maior ou menor complexidade (Holmes, 2008, p. 9).

Os princípios explorados por Helmholtz viriam a servir de base de inspiração para o desenvolvimento dos sintetizadores modernos, que usam diferentes geradores para a geração de ondas sonoras.

O trabalho de investigação em acústica de Helmholtz não passou despercebido ao curioso e ainda adolescente Thaddeus Cahill (1867-1934), que em 1884 era estudante no *Oberlin Academy Conservatory of Music,* no estado do Ohio, e que nele se inspirou para desenvolver métodos elétricos de produção de som. Cahill, após alguns anos de experiências e desenvolvimentos, ficou para sempre conhecido como inventor do *Telharmonium* – o primeiro sintetizador eletrónico (Holmes, 2008, p. 9).

1.2.2 O *Telharmonium*

Em 1897 Cahill patenteou um sistema de geração e distribuição de som por meios eléctricos sob a designação de *"The Art of and Apparatus for Generating and Distributing Music Electrically",* e que ficou posteriormente conhecido como *Telharmonium* ou *Dynamophone* (Crab, 1995). No documento de patente Cahill faz a seguinte declaração de intenções:

> generate music electrically with tones of good quality and great power and with perfect musical expression, and to distribute music electrically generated by what we may term "original electrical generation" from a central station to translating instruments located at different points. [gerar música eletricamente com tons de boa qualidade e grande potência e com expressão musical perfeita, e distribuir a música gerada eletricamente pelo que podemos chamar a "geração elétrica original" de uma estação central para os instrumentos de tradução localizados em diferentes pontos] (Cahill, 1897).

[2] Título original da primeira edição alemã, de 1862, [Sobre as Sensações do Tom como Base Fisiológica para a Teoria da Música].
[3] Traduzido do original alemão "resonante glocken".

O plano de Cahill era construir um sintetizador de música eletrónica e distribuir música ao vivo para locais remotos. O *Telharmonium*, como descrito no documento de patente original, era composto por um sistema elétrico de geração de tons, dispositivos para obter e moldar tons individuais, um teclado polifónico sensível ao toque para ativar os circuitos geradores de tons e um sistema de altifalantes para reproduzir o som. A palavra "sintetização" é usada pela primeira vez para descrever a maneira como o *Telharmonium* combinava tons individuais para criar sons compostos (Holmes, 2008, p. 8). Apesar de seu conceito básico ser semelhante ao dos sintetizadores modernos, o seu tamanho e modo de operação eram bem diferentes (Deutsch, 1976).

O *Telharmonium* utilizava um método engenhoso para produzir música. O mecanismo gerador de tons era composto por diferentes eixos de altura, nos quais eram montadas uma série de rodas de tom[4] de metal dentadas. A rotação dos eixos provocava o contacto entre as rodas e escovas de metal que faziam parte de um circuito elétrico. A largura e o espaçamento dos entalhes de cada uma das rodas de tom regulava o nível de contacto com as escovas de metal, criando assim oscilações elétricas de uma determinada frequência ou tom. Os entalhes das rodas de tom eram feitos à mão para corresponder a notas específicas. Inspirado no conceito de adição e subtração de sinos ressonantes de Helmholtz, Cahill desenvolveu uma maneira de adicionar e subtrair sobretons complementares para fabricar um som agradável e encorpado. Para isso usava até cinco rodas de tom adicionais para cada nota da escala, cada uma fornecendo um sobretom complementar ao tom base (Holmes, 2008, p. 9).

As primeiras demonstrações do *Telharmonium,* com distribuição de música através de linhas telefónicas, tiveram lugar em Washington DC durante 1900 e 1901, com um protótipo capaz de tocar uma oitava. Posteriormente Cahill mudou-se para Holyoke, no estado do Massachusetts, onde construiu um modelo maior e estabeleceu a *Cahill Telharmonium Company*, com o objetivo de comercializar o serviço de transmissão de música eletrónica para assinantes. Esta versão, o *MKII*, foi desmontada, após a sua conclusão em 1906, e transportada pela ferrovia até Nova Iorque, para ser instalada no *Telharmonic Hall*, onde se apresentou pela primeira vez a uma audiência de novecentas pessoas (Crab, 1995). Quando o *Telharmonium* foi concluído e transportado para Nova Iorque, para instalação, pesava mais de duzentas toneladas (Deutsch, 1976) e consistia em dois componentes básicos: o instrumento em si, semelhante a um órgão de tubos (Fig. 3), e a máquina geradora de tons, instalada numa cave (Fig. 4), à qual o instrumento estava diretamente conectado a partir de cabos (Holmes, 2008, p. 9).

[4] Traduzido do original inglês "tone wheels".

O *Telharmonic Hall,* uma sala especificamente concebida para concertos de *Telharmonium* e que contava com uma cave só para acomodar toda a maquinaria, que em muitas ocasiões era visitada por elementos da audiência, manteve-se aberto durante quatro anos.

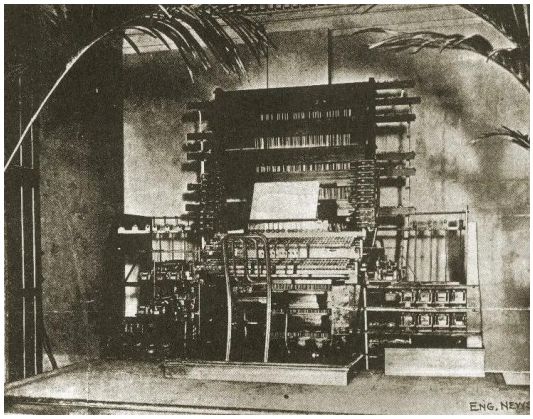


Fig. 3 - *Telharmonic Hall*, 1907

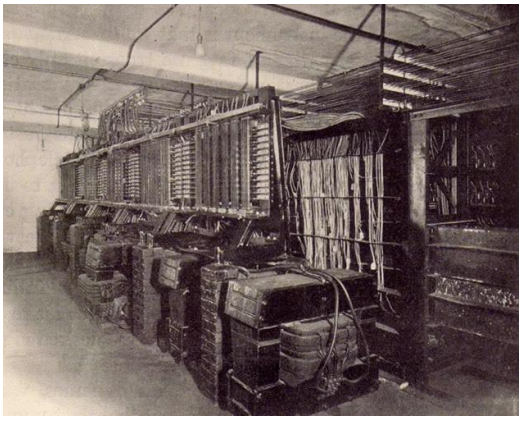


Fig. 4 - Os circuitos de comunicação do *Telharmonium* na cave do *Telharmonic Hall*

Apesar do seu sucesso inicial, o *Telharmonium* enfrentou vários desafios. Os sinais gerados pelo *Telharmonium* acabaram por causar interferências nas ligações telefónicas convencionais. Essa incompatibilidade de sinais não só limitou a realização da visão de Cahill como também levou ao abandono do projeto pouco antes do início da Primeira Guerra Mundial. Apesar das suas aspirações e potencial inovador, o *Telharmonium* não conseguiu superar os obstáculos técnicos da época. No entanto deixou um legado, como precursor intrigante de futuras explorações na música eletrónica. O influente pianista e compositor italiano Ferruccio Busoni (1866-1924), um defensor precoce da nova tecnologia musical e interessado na libertação da música das suas tradições sagradas, ao perceber as implicações e potencial deste avanço tecnológico, dedicou-se ao seu estudo e, no seu ensaio *Projecto de uma Nova Estética Musical*[5], publicado em 1907, examinou minuciosamente como o *Telharmonium* foi utilizado para conceber sons e harmonias inovadoras (Holmes, 2008, p. 12). Ao reconhecer no *Telharmonium* a capacidade única de fazer uso da eletricidade para produzir e controlar uma gama totalmente nova de timbres sonoros, Busoni escreve:

> Dr. Thaddeus Cahill . . . has constructed a comprehensive apparatus which makes it possible to transform an electric current into a fixed and mathematically exact number of vibrations. As pitch depends on the number of vibrations, and the apparatus may be "set" on any number desired, the infinite gradation of the octave may be accomplished

[5] Tradução do original inglês Sketch of a New Aesthetic of Music.

> by merely moving a lever corresponding to the pointer of a quadrant. [Dr. Thaddeus Cahill... construiu um aparelho abrangente que permite transformar uma corrente elétrica num número fixo e matematicamente exato de vibrações. Como a altura dos sons depende do número de vibrações e o aparelho pode ser 'regulado' para qualquer número desejado, o escalonamento infinito da oitava pode ser obtido pelo simples acionar de uma alavanca que corresponde ao ponteiro de um quadrante] (Busoni, 1911).

Apesar de ter sido um empreendimento que não alcançou sucesso comercial, o *Telharmonium* permanece como um marco importante no desenvolvimento da música eletrónica, tendo aberto caminho futuro para outras inovações e experimentações. Em 1934, o relojoeiro americano Laurens Hammond desenvolveu um novo órgão doméstico eletrónico que era essencialmente uma miniatura do *Telharmonium* (Crab, 1995). Também sobre esse importante legado, escreve Robert Moog (1916):

> Thaddeus Cahill, developer of the Telharmonium, was (...) endowed with the ability to think big. Although not strictly electronic (it predated the invention of the vacuum tube by about a decade), the Telharmonium embodied many basic principles that have been used in the electronic music medium: the generation of pitched tones from alternating electricity, the addition of harmonics to determine tone color (additive synthesis), and a touch sensitive keyboard to shape the sounds and control their strengths. This first polyphonic, touch sensitive music synthesizer remained in service in New York for only a few years (...). The basic idea was resurrected again in the 1930s in an instrument that was somewhat more of a commercial success: the Hammond Organ. [Thaddeus Cahill, desenvolvedor do Telharmonium, foi (...) dotado da capacidade de pensar em grande. Embora não seja estritamente eletrónico (antecipou a invenção do tubo de vácuo em cerca de uma década), o Telharmonium incorporou muitos princípios básicos que foram usados no meio da música eletrónica: a geração de tons agudos a partir de eletricidade alternada, a adição de harmónicos para determinar a cor do tom (síntese aditiva) e um teclado sensível ao toque para moldar os sons e controlar os seus pontos fortes. Este primeiro sintetizador musical polifónico e sensível ao toque manteve-se em serviço em Nova Iorque apenas alguns anos (...). A ideia básica foi ressuscitada novamente na década de 1930 num instrumento que teve um maior sucesso comercial: o Órgão Hammond] (Moog, 1916).

1.2.3 A Válvula de Tríodo e o *Audion Piano*

Para amplificar um sinal eléctrico é necessário um dispositivo que permita, à sua saída, uma corrente proporcional a uma corrente ou tensão elétrica que se aplique à sua entrada, mas que envolva uma potência mais elevada. O primeiro componente eletrónico capaz de desempenhar esta função foi o *audion* (Fig. 5), a válvula patenteada em 1906 por Lee De Forest (1873-1961), posteriormente conhecida como válvula de tríodo (Bento, 2005). De Forest inaugurou a primeira era da eletrónica miniaturizada com a invenção do *audion* (Holmes, 2008, p. 19). A função de um tubo de vácuo é pegar num sinal elétrico relativamente fraco e amplificá-lo. Ao ser amplamente disponibilizado, depois de ter sido patenteado em 1915 (Deutsch, 1976, p. 21), os dispositivos eletrónicos deixaram de exigir os enormes dínamos mecânicos que tornaram o *Telharmonium*, entre outros motivos já abordados, impraticável (Holmes, 2008, p. 19).

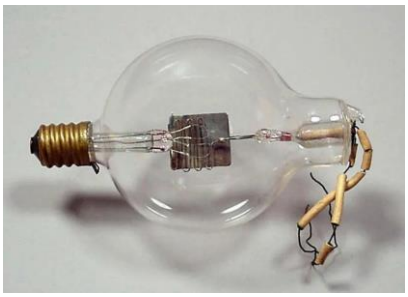


Fig. 5 - A válvula *Triode* de *Lee De Forest*, 1906

Para além da aplicação imediata que a válvula de tríodo teve nas tecnologias emergentes de amplificação de instrumentos e microfones e nas transmissões de rádio, De Forest também descobriu que a válvula era capaz de gerar sons audíveis ao fazer uso do processo de heterodinação: uma forma de criar sons audíveis pela combinação de dois sinais de alta frequência, criando uma frequência composta mais baixa, numa faixa audível. Esta técnica foi usada por Léon Theremin e por Maurice Martenot alguns anos depois no desenvolvimento do *Theremin* e do *Ondes Martenot*. Desta forma, e como que inadvertidamente, De Forest inventou o primeiro oscilador de áudio e abriu caminho para muitos instrumentos musicais eletrónicos, até ao aparecimento da tecnologia de transistores, cerca de cinquenta anos depois (Crab, 1995). A válvula de tríodo, ou tubo de vácuo como nos dias de hoje é comummente conhecida, foi patenteada no mesmo ano em que De Forest inventou o *Audion Piano*, o primeiro instrumento que faz uso do tubo de vácuo para gerar sons controlados eletronicamente. Foi talvez o último grande percursor de uma nova era no desenvolvimento de instrumentos eletrónicos.

O avanço inicial desta nova era foi lento e gradual e foi maioritariamente entre as duas Grandes Guerras Mundiais que ocorreram os mais notáveis desenvolvimentos no domínio dos instrumentos eletrónicos. Surgiram nesse período dois instrumentos que se destacam: o *Theremin*, e o *Ondes Martenot.*

1.2.4 O *Theremin*

Em 1917, Lev Sergeivitch Termen (1896-1993), violoncelista e engenheiro eletrónico russo, mais conhecido por Leon Theremin[6], concluiu o primeiro protótipo de um instrumento musical que aproveitava as crescentes inovações eletrónicas da época, nomeadamente a capacidade amplificadora e osciladora do *audion* (Bento, 2005, p. 77). O *Etherophone ou Thereminovox*, como era inicialmente chamado, acabou por adotar o nome do seu inventor e ficar conhecido até aos dias de hoje como *Theremin*. Theremin solicitou patentes para o seu instrumento na Alemanha e na América durante 1924 e 1925, mas só em 1927 é que começaram a ser feitas apresentações públicas do instrumento em solo americano (Holmes, 2008, p. 19).

O *Theremin* possui um método de controlo verdadeiramente singular que assenta em princípios de capacidade eletrostática e no processo de heterodinação. O instrumento possui duas antenas: uma vertical e uma horizontal (Fig. 6). A antena vertical, geralmente uma vara metálica que fica na parte direita do instrumento, controla a frequência. Quando o executante coloca a mão perto da antena vertical (sem a tocar), o corpo humano age como uma placa de metal e perturba o campo eletrostático que se estende a partir da antena. Isso faz com que a capacidade eletrostática entre a antena e a pessoa sofra variações conforme a distância. Quanto mais se aproxima a mão da antena vertical, maior é o aumento da frequência sonora. A antena horizontal, de forma arredondada, situa-se na parte esquerda do instrumento e controla a intensidade do som. Movendo a mão em direção à antena horizontal, a amplitude do sinal é controlada, aumentando ou diminuindo o volume do som resultante. O *Theremin* possui dois osciladores eletrónicos de frequência. Um deles é o oscilador de referência fixo e o outro é o oscilador variável. O oscilador de referência emite uma frequência constante, enquanto o oscilador variável emite uma frequência que pode ser ajustada. Quando a mão do músico se aproxima da antena vertical, a capacitância varia de acordo com a proximidade da mão. Essa variação de capacitância é usada para controlar a frequência do oscilador variável. A frequência do oscilador variável é então comparada com a frequência do oscilador de referência através de um processo chamado heterodinação.



Fig. 6 - O *Theremin*

[6] Versão anglicizada do seu nome.

A variação resultante da diferença de frequências entre os osciladores do *Theremin* é o que gera o sinal de áudio que ouvimos como som musical (Holmes, 2008, p. 19-23), (Crab, 1995), (Bento, 2005, p. 78-82).

O *Theremin* original tinha um intervalo de cinco oitavas e o seu som era contínuo, a menos que a mão fosse movida para fora do alcance da antena. O timbre do instrumento era fixo e assemelhava-se ao som de um violino (Crab, 1995). Efeitos especiais como vibrato e tremolo eram fáceis de produzir através de movimentos simples da mão (Holmes, 2008, p. 20).

O instrumento era difícil de tocar com precisão e consistência e exigia muita prática. Clara Rockmore (1910-1998) e Lucie Bigelow Rosen (1890-1968) foram duas das mais reconhecidas thereministas da época. Rockmore fazia rondas de recitais de música clássica e as suas seleções frequentemente incluíam adaptações de partes de cordas de obras de Rachmaninoff, Saint-Saëns, Stravinsky, Ravel e Tchaikovsky. Rosen estava mais interessada em explorar as novas possibilidades musicais do *Theremin* e promover a arte de tocar este instrumento. Foi uma das primeiras pessoas a encomendar obras exclusivamente compostas para *Theremin* (Holmes, 2008, p. 21-22).

No que respeita à expressividade, o *Theremin,* sendo controlado pela interação do músico com os campos eletrostáticos gerados pelas antenas, ao ajustar a proximidade das mãos em relação às antenas, podia gerar diferentes frequências e volumes, permitindo uma gama variada de sons expressivos. O seu *design* fez dele o primeiro instrumento musical eletrónico controlado por gestos, tornando-o uma escolha intrigante e desafiante para os músicos. Foi sem dúvida um dos mais bem-sucedidos instrumentos eletrónicos da sua geração e atualmente observa-se uma revitalização crescente do seu uso em diversos géneros de performances, o que demonstra bem o seu apelo intemporal.

O desenvolvimento de instrumentos musicais eletrónicos começou a aumentar após o sucesso do *Theremin*, que se estendeu pela década de 1920, e muitos desses dispositivos podem ser considerados seus descendentes, já que os princípios básicos a si subjacentes foram emprestados por Leon Theremin (Holmes, 2008, p. 24).

1.2.5 O *Ondes Martenot*

Originalmente chamado de *Ondes Musicales* (Holmes, 2008, p. 25), o *Ondes Martenot* foi inventado e desenvolvido pelo violoncelista francês Maurice Martenot (1898-1980) durante a década de 1920, tendo sido patenteado pela primeira vez a 2 de abril de 1928 (Crab, 1995). É considerado um dos descendentes mais bem-sucedidos do *Theremin* e muitos compositores de renome, como Olivier Messiaen, Maurice Ravel ou Darius Milhaud, foram inspirados a compor obras musicais para este instrumento singular. O seu conjunto de interfaces resulta numa diversidade de sons musicais ricos e extraordinariamente expressivos. Ao contrário dos inventores de sintetizadores, cujos primeiros modelos apareceram quase trinta anos depois, o principal interesse de Martenot não era a pesquisa de novos sons. O desenvolvimento deste instrumento eletrónico foi impulsionado acima de tudo por um interesse no potencial musical expressivo que começava a ser oferecido pela eletricidade (Bloch, 2004). Outra das ambições de Martenot era criar um instrumento musical eletrónico apto a integrar os ambientes dominados pelos instrumentos sinfónicos tradicionais. No encalço deste objetivo, Martenot trabalhou para melhorar dois aspetos que acreditava terem limitado a aceitação mais ampla do *Theremin* por músicos e compositores: a aparência e o controle. O *Theremin* não possuía a aparência de um instrumento musical, assemelhando-se mais a um rádio, e a técnica envolvida na sua execução, baseada em movimentos no espaço, era demasiado complexa para ser dominada pela maioria das pessoas. Com um *design* elegante e compacto, o *Ondes Martenot* utilizou os mesmos princípios de geração de tons do *Theremin,* mas incorporou um teclado (Holmes, 2008, p. 25).

Tal como o *Theremin*, o instrumento de Martenot é monofónico, com dois osciladores a válvula de alta frequência (Bento, 2005), mas possui diferenças significativas no que diz respeito ao seu controle. Era composto por um teclado móvel (que permitia o efeito de vibrato através de movimentos lateralizados), em frente e ao longo do qual se encontrava colocada uma fita com um anel, através do qual o intérprete coloca o dedo indicador da mão direita - o *ruban*. Este componente, quando manipulado, altera a frequência do som produzido e controla efeitos sonoros contínuos, como descreve o músico e virtuoso executante de *Ondes Martenot* Thomas Bloch (2004) no livreto que acompanha a sua obra *Music for Ondes Martenot*:

> The *ribbon* (written R on a score when it is used in a work) extends along the length and in front of the keyboard and has a metal ring which fits on to the ondiste's right index finger. He or she then plays different notes by sliding the ring along the keyboard, and above a scale calibrated with bumps and indentations which act as visual and tactile

> reference points. The sound made is like that of a fretless string instrument or the human voice, producing glissandi that can be unbroken or sketched out across the instrument's range, special effects, lyrical intonation, microtones, vibrato, and so on. Here again there is an obvious analogy with the cello. In addition, a key element of Martenot's teaching method was the importance of gesture and movement and the ondiste's ribbon technique puts this into practice. Some composers add scroll-like designs to their scores which players then reproduce with their hand movements, translating the image into sound. [A fita (identificada pela letra R nas partituras quando usado numa peça) estende-se ao longo do comprimento e à frente do teclado e tem um anel de metal que se encaixa no dedo indicador direito do ondista. O ou a executante toca diferentes notas ao deslizar o anel ao longo do teclado e em cima de uma escala calibrada com saliências e reentrâncias que atuam como pontos de referência visuais e tácteis. O som gerado é semelhante ao de um instrumento de cordas sem trastes ou a uma voz humana, produzindo glissandos que podem ser ininterruptos ou projetados a todo o alcance do instrumento, efeitos especiais, entonação lírica, micro-tons, vibrato e assim por diante. Aqui, novamente, há uma analogia óbvia com o violoncelo. Além disso, um elemento-chave do método de ensino de Martenot era a importância do gesto e do movimento e a técnica de fita do ondista coloca isso em prática. Alguns compositores adicionavam desenhos de movimento às suas partituras, que os músicos reproduziam com os movimentos das mãos, traduzindo a imagem em som] (Bloch, 2004).

Com a mão esquerda, através de uma gaveta colocada nessa extremidade da consola (Fig. 7), o músico tem acesso a um conjunto variado de controlos. Um dos mais importantes, designado *touche d'intensité* [tecla de intensidade], controla o volume do som e "atua como uma extensão do processo de pensamento do músico, permitindo uma ampla variedade de nuances, fraseados e ataques" (Bloch, 2004). Nenhum som é produzido sem que o intérprete pressione esta tecla em conjunto com o teclado ou o *ruban*. Também localizados na gaveta, estão sete interruptores que controlam a escolha da forma de onda, ou uma combinação entre elas, permitindo inúmeras combinações de timbre. Existem ainda dois interruptores que podem ser usados para obter ruído rosa[7] de intensidade variável e para filtrar harmónicos, seis botões de controlo de tonalidades e interruptores para selecionar um ou mais *diffuseurs* (altifalantes).

[7] Contém todas as frequências do espectro audível, mas com uma intensidade que diminui com o aumento da frequência a uma taxa de três decibéis por oitava.

São três os *diffuseurs* (Fig. 8) que complementam o *Ondes Martenot*: o *Diffuseur Principal* (desenvolvido com o instrumento), o *Métallique* (desenvolvido em meados de 1930) e o *Palme* (desenvolvido em 1950). Todos produziam efeitos sonoros específicos que podiam ser combinados através de um botão misturador (Bloch, 2004).

Todas estas interfaces e componentes conferiam ao *Ondes Martenot* o controlo táctil sobre uma grande diversidade de parâmetros sonoros, contribuindo assim para a sua riqueza tímbrica e potencial expressivo.

A aparência do *Ondes Martenot* também foi projetada para ser esteticamente agradável e adequada para um ambiente de orquestra. O seu corpo principal era alojado numa caixa de madeira elegante, com elementos de *design art deco*, e complementado pelos seus altifalantes que harmonizavam com a estética geral. A sua primeira apresentação pública ocorreu em Paris, em maio de 1928, quando o próprio Martenot tocou a parte solo, na estreia mundial do *Symphonic Poem for Solo Ondes Musicales and Orchestra* (Poema Sinfónico para Ondas Musicais Solo e Orquestra), de Dimitri Levidis (Holmes, 2008, p. 27). Continua a ser utilizado nos dias de hoje e a sua influência continua a ressoar na música contemporânea como testemunho da sua singularidade.



Fig. 7 - O teclado, o *ruban* e a gaveta de controlos do *Ondes Martenot*



Fig. 8 - O *Ondes Martenot* e os seus três *Diffuseurs*

1.2.6 As técnicas expressivas e a perceção nos pioneiros eletrónicos

O *Telharmonium*, o *Theremin* e o *Ondes Martenot* representam três marcos distintos na evolução dos instrumentos musicais eletrónicos, cada um com abordagens únicas em termos de performatividade.

O *Telharmonium*, devido ao seu imenso tamanho não era propriamente portátil, levando a que as suas apresentações ao vivo fossem limitadas ao espaço designado para a sua instalação em regime de permanência e, como abordamos anteriormente, o seu principal objetivo era transmitir a sua música para locais afastados através de linhas telefónicas. A expressividade que este instrumento permitia ao ser executado também era limitada, pois não oferecia flexibilidade para que os músicos explorassem diferentes nuances sonoras em tempo real. Holmes descreve algumas das suas características da seguinte forma:

> For all of its purity of tone, the Telharmonium was evidently not the most expressive of instruments for its sound was sometimes characterized as being unemotional and detached. One of the novel features of the instrument was its ability to imitate familiar orchestral instruments. Performances often demonstrated this capability through the replication of oboes, flutes, french horns, bugles, and cellos. The settings for making these sounds were not stored or programmed, but were set manually, just as one would set the stops on a pipe organ. [Apesar de toda a sua pureza de tom, o Telharmonium não era evidentemente o mais expressivo dos instrumentos, pois o seu som era às vezes caracterizado como sem emoção e desapegado. Uma das características inovadoras do instrumento era a sua capacidade de imitar instrumentos orquestrais familiares. As apresentações demonstravam frequentemente essa capacidade pela replicação de oboés, flautas, trompas, clarins e violoncelos. As configurações para fazer esses sons não eram armazenadas ou programadas, mas definidas manualmente, tal como eram definidas as paragens num órgão de tubos] (Holmes, 2008, p. 11).

Por seu lado, o *Theremin,* para além de ser bastante portátil, trouxe um avanço significativo em termos de controlo e expressão. Através do uso de campos eletromagnéticos, os músicos podiam criar sons sem tocar fisicamente no instrumento, o que veio permitir uma abordagem gestual única, com técnicas de execução mais intuitivas e com níveis de expressividade mais cativantes. O que tornava o *Theremin* mais sedutor também acabava por representar um desafio à sua execução, já que os músicos precisavam aprender a dominar gestos precisos para obter a entonação correta e as expressões desejadas. Poucos eram os músicos que dominavam o *Theremin* e as suas apresentações, a solo ou em contexto de orquestra, eram raras. A natureza etérea e "alienígena" do som do *Theremin* acabou por limitar a sua inclusão em certos contextos musicais mais

tradicionais, mas a sua singularidade granjeou um crescente reconhecimento ao longo do tempo e permitiu que encontrasse o seu espaço em diversos géneros de música e performances.

O *Ondes Martenot*, ao combinar os diferentes elementos de interface anteriormente descritos, proporcionava aos músicos uma variedade expressiva única. Nuances tonais, vibratos e glissandos podiam ser alcançados em simultâneo, contribuindo assim para uma sonoridade única e emocional. À semelhança do *Theremin*, também o *Ondes Martenot* requeria virtuosismo na sua execução, mas, apesar de partilharem algumas características elementares, o seu controlo encontrava-se bastante mais facilitado pela introdução de um teclado, o que o tornava mais familiar aos músicos habituados a instrumentos tradicionais. Esta adaptação mais natural contribuía para o aumento da expressividade durante a sua execução.

A perceção do público e a facilidade de interpretação dos processos envolvidos na execução destes três instrumentos variava conforme as características únicas de cada um. A complexidade e o tamanho do *Telharmonium*, por exemplo, obrigava à existência de uma sala independente daquela onde decorriam as apresentações – para a instalação do seu conjunto de geradores –, impossibilitando a audiência de observar a maquinaria responsável pelo processo de geração do som. Munido de um ou dois teclados polifónicos, era muitas vezes operado por dois músicos ao mesmo tempo, de costas para a audiência, o que não permitia grande ângulo de observação e contribuía para uma desconexão entre as ações dos músicos e os resultados sonoros. Este gigante e pioneiro instrumento eletrónico era de facto bastante invisível.

O *Theremin* apresentava uma interação gestual única – os músicos não tocavam fisicamente no instrumento. Isto podia ser desconcertante para o público, já que a ausência de contacto físico direto com o instrumento podia desafiar as expetativas de como um instrumento musical tradicionalmente devia ser tocado. O público podia ainda ter dificuldade em compreender como os gestos e movimentos do músico estavam relacionados com os sons produzidos. Apesar da pouca familiaridade com estas técnicas e processos inovadores, a riqueza gestual presente nas performances com o *Theremin* mantinha o público envolvido e totalmente capaz de estabelecer uma relação direta entre as ações do artista e o resultado sonoro e apreciar o seu grau de controlo e destreza.

O *Ondes Martenot*, apesar de ter no teclado o seu elemento central, incluía outras interfaces de controlo com as quais o público não se encontrava tão familiarizado, como a *touche d'expression* ou o *ruban*, e que se encontravam pouco visíveis para grande parte da plateia. Entender o conjunto de técnicas empregues no controlo das diversas interfaces e de que forma estas afetavam o som podia ser um desafio. Além disso, a diversidade de efeitos possível de alcançar com o *Ondes Martenot* podia não ser imediatamente perceptível para o público não familiarizado.

No geral, todos estes instrumentos apresentavam abordagens únicas em termos de execução e controle sonoro, o que podia intrigar, surpreender ou até mesmo confundir o público. As diferenças em relação aos instrumentos tradicionais e a falta de familiaridade com os processos de execução podiam levar a experiências variadas de perceção e entendimento por parte da assistência.

1.2.7 Tecnologia de gravação – o advento do gravador de fita

Os instrumentos musicais eletrónicos inventados antes da Segunda Guerra Mundial eram instrumentos de performance, projetados para serem tocados ao vivo e em tempo real (Holmes, 2008, p. 37). Após 1945, uma nova era da música eletrónica foi inaugurada, pelo advento do uso de gravadores de fita magnética. Estes dispositivos de gravação não só vieram fornecer um meio de gravação como vieram permitir a manipulação dos sons gravados e, com isso, abrir um vasto leque de novas possibilidades para os compositores e exploradores do meio. Anterior à invenção do gravador de fita, por Fritz Pfleumer, em 1928 (1881-1945), algumas experiências tiveram lugar com gira-discos, por artistas como Paul Hindemith (1895-1963) e Ernst Toch (1887-1964), mas a gravação em fita magnética e as possibilidades de edição da própria fita, incluindo cortes e colagens, permitiram a libertação dos compositores da necessidade de apresentações ao vivo para criar música (Holmes, 2008, p. 45).

Em 1935, o primeiro modelo a ser comercializado - o *AEG Magnetophone* (Fig. 9) -foi desenvolvido pelo fabricante alemão *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft*. Só depois do final da guerra foram patenteados modelos mais avançados fora da Alemanha, mas em 1946 os Estados Unidos já detinham todos os direitos de patente do *AEG Magnetophone*. A evolução mecânica do gravador de fita foi fazendo o seu caminho e este permaneceu durante 40 anos como o meio de gravação e edição de áudio por excelência, até ao aparecimento das tecnologias de áudio digital, de uma forma acessível, a partir de 1990 (Holmes, 2008, p. 35). A introdução da gravação e edição de som de alta qualidade encerrou a primeira era da música eletrónica ao vivo e começou a era da composição com sons gravados (Holmes, 2008, p. 37).



Fig. 9 - O *Magnetophone (AEG)*

1.2.8 Os estúdios de Paris, Colónia e Nova Iorque – *Musique Concrète* e *Elektronische Musik*

Os desenvolvimentos na tecnologia de gravação impulsionaram a criação de vários estúdios de música eletrónica na Europa. Independentemente do aparecimento de inúmeros outros estúdios, sobretudo durante a década de 1950, os de Paris e Colónia – baluartes de tendências antitéticas – tornaram-se modelos e referências incontornáveis na história da música eletrónica (Bento, 2005, p. 106). Deutsch (1976), sem deixar de observar que o uso de energia elétrica para a criação de música remonta a finais do século XIX, afirma que a génese da música eletrónica atual foi provavelmente fruto do trabalho do *Groupe de Recherches Musicales*, iniciado em Paris no final da Segunda Guerra Mundial. Nas palavras do autor:

> It was with the works of these composers, using tape recorders and the studio facilities of Radio-Diffusion Française, that serious electronic music actually had its start. [Foi com as obras desses compositores, usando gravadores de fita e os estúdios da Radio-Diffusion Française, que a música eletrónica séria teve realmente o seu início] (Deutsch, 1976, p. xi).

Na década de 1940, dois parisienses, o engenheiro acústico Pierre Schaeffer (1910-1995) e o compositor Pierre Henry (1927-2017), através do *Groupe de Recherches Musicales*[8] (Fig. 10), cunham o termo *musique concrète* (música concreta). Schaeffer e Henry tinham como matéria-prima sons naturais ou eletrónicos, que registavam e posteriormente manipulavam para criar novos sons e composições. Originalmente, o termo "concreto" não tinha a intenção de denotar um tipo de fonte sonora, mas o conceito de "objeto sonoro" como princípio motriz por detrás da criação da música (Holmes, 2008, p. 47). Esta nova abordagem é descrita por Schaeffer da seguinte forma:



Fig. 10 - *GRM*

> Em vez de anotar ideias musicais pelos símbolos do solfejo e confiar a sua realização concreta a instrumentos conhecidos, tratava-se de recolher o concreto sonoro, de onde

[8] *GRM* - estúdio de música eletrónica fundado pela *Radiodiffusion-Télévision Française*

> quer que proviesse, e de abstrair-lhe os valores musicais que tivesse em potência. (Schaeffer, 1993, p. 33).

O objetivo principal da música concreta é a alteração da perceção do ouvinte. Um som distinto, como o ruído de um motor de automóvel, torna-se uma entidade única quando é ouvido através de uma gravação, ou seja, sem o aspeto visual do automóvel em si. Esta mudança de perceção é ainda aumentada através da aplicação de várias técnicas de estúdio. Os sons resultantes destas manipulações são designados como *objets sonores* [objetos sonoros] e a música considerada como uma sequência de objetos sonoros (Holmes, 2008, p. 45).

Apesar das primeiras obras de Schaeffer e Henry terem sido produzidas sem recurso a gravadores de fita (gira-discos, microfones e tornos de disco para gravar e reproduzir sons faziam parte da tecnologia usada na altura), estes dispositivos tornaram-se essenciais nas suas composições e o seu uso viria a influenciar muitos outros compositores. Em 1954, compositores como Karlheinz Stockhausen (1928-2007), Darius Milhaud (1892-1974) ou Edgard Varèse (1883-1965) já haviam composto nos estúdios de Paris (Deutsch, 1976, p. 25). Sobre a importância das influências estéticas que o *GMR* teve na linguagem musical que se seguiu, Deutsch escreve:

> The compositions produced in these early years of *musique concrete* were, for the most part, not major musical events. The techniques of tape manipulation, splicing, filtering, and electronic alteration of sounds which these composers developed, however, were important to the later work in electronic music. Most important of all was the esthetic concept of recorded musical compositions that finally had begun to give credence to the *bruitists* of dadaism who, in 1920, were imagining a music made of noises instead of instrumental. [As composições produzidas nesses primeiros anos de *musique concrète* não eram, na sua maioria, grandes eventos musicais. As técnicas de manipulação de fita, emenda, filtragem e alteração eletrónica de sons que esses compositores desenvolveram, no entanto, foram importantes para o trabalho posterior em música eletrónica. O mais importante de tudo foi o conceito estético das composições musicais gravadas que finalmente começou a dar crédito aos *bruitists* do dadaísmo que, em 1920, imaginavam uma música feita de ruídos em vez de instrumental] (Deutsch, 1976).

Schaeffer e Henry desempenharam um papel crucial na evolução da música eletrónica ao vivo, ao expandir as suas fronteiras para fora dos estúdios de gravação. Em 1953, produziram em conjunto *Voile d'Orphée* (Véu de Orfeu), uma "ópera concreta". A peça combinava árias tradicionais com música concreta tocada através de altifalantes. Gravações de fita de sons eletrónicos e vozes humanas distorcidas e uma orquestra ao vivo foram misturadas e apresentadas no festival anual de Donaueschingen, na Alemanha, numa performance singular (Holmes, 2008, p. 52).

No final de 1951, a *Nordwestdeutscher Rundfunk*[9] estabeleceu um estúdio de música eletroacústica em Colónia, sob a orientação de Werner Meyer-Eppler (1913-1960) e Herbert Eimert (1897-1972), que foi o seu primeiro diretor. As abordagens estéticas dos estúdios de Paris e Colónia eram inicialmente muito distintas. Embora o estúdio de Colónia usasse técnicas de gravação e montagem semelhantes às realizadas nos estúdios de Paris, essas técnicas eram aplicadas apenas a sons de origem eletrónica, gerados por osciladores elétricos. O material sonoro (ondas sinusoidais e ruídos) era manipulado por meio de processos de síntese, modulação de amplitude, filtragem e reverberação e, depois, fixado em fita magnética. A convergência de estéticas entre os dois estúdios ocorreu à medida que mais compositores começaram a visitar ambos os estúdios e importavam novas ideias sobre os diferentes usos da tecnologia. Os trabalhos de Edgard Varèse e Karlheinz Stockhausen, desenvolvidos durante a década de 1950, desempenharam um papel fundamental neste processo. *Poème Électronique*, de Varèse (1958), e *Gesang der Jünglinge*, de Stockhausen (1955-56), marcaram uma importante transição de abordagens estéticas, até então mutuamente exclusivas dos estúdios de Paris e Colónia, para um período estilístico mais amplo e de mente aberta na composição de música eletrónica (Holmes, 2008, p. 76). Stockhausen sucedeu a Eimert como diretor do estúdio em 1963 e contribuiu muito ativamente para a atualização de novos equipamentos, particularmente sintetizadores (Fig. 11). Por esta altura, nos Estados Unidos, a música eletrónica também iniciava o seu desenvolvimento.



Fig. 11 - Stockhausen com o *EMS Synthi 100* no *WDR* na década de 1970

Sem apoios institucionais, este desenvolvimento fez-se em grande parte através do esforço individual dos artistas. Seguem-se alguns exemplos desse caminho:

[9] *WDR* - sigla para *Nordwestdeutscher Rundfunk*

Em 1951, John Cage (1912-1992), compositor americano, organiza em Nova Iorque o projeto que ficou conhecido como *Music for Magnetic Tape* e em 1952 cria a obra *Williams Mix*, na qual utiliza elementos aleatórios para determinar de que forma os sons gravados em fita magnética seriam editados e, consequentemente, como a obra seria realizada (Manning, 2004, p. 74 - 75).

Também em 1951, Otto Luening (1900-1996), compositor e maestro americano, e Vladimir Ussachevsky (1911-1990), seu aluno e compositor nascido na Rússia, iniciaram uma longa parceria no *Columbia Tape Music Center* (renomeado *Columbia-Princeton Electronic Music Center* em 1958, e considerado, à época, o principal estúdio de música eletrónica dos Estados Unidos), apresentando as primeiras composições, que apelidaram de *Tape* Music, num recital a 28 de outubro de 1952 no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (Moore, 1996, p. 27).

Em Janeiro de 1955 foi apresentado publicamente o *RCA*[10] *Electronic Music Synthesizer*, o primeiro sintetizador da era moderna. Este sintetizador, que continha componentes integrados para gerar, modificar, processar, gravar e apresentar sonoridades complexas, foi construído a partir do conhecimento de controlos informáticos rudimentares e é um dos primeiros exemplos de um instrumento operado por computador, embora totalmente analógico na geração de som (Holmes, 2008, p. 93).

Os estúdios dedicados ao desenvolvimento e criação de música eletrónica cresceram globalmente durante toda a década de 1950 e na primeira metade da década de 1960. Em 1966, o ano em que os primeiros sintetizadores analógicos emergiram, encontravam-se documentados pelo menos 560 estúdios, privados e institucionais, em todo o mundo (Holmes, 2008, p. 120).

O uso de fita magnética não apenas revolucionou a tecnologia de gravação como redefiniu o próprio processo de criação. Ao contrário do desenvolvimento dos instrumentos eletrónicos a que fomos assistindo, que, apesar de bastante inovadores, eram na sua maioria empregues na criação e reprodução de música com cariz clássico ou tradicional, a tecnologia de gravação por fita magnética desencadeou uma transformação fundamental na maneira como os músicos e compositores abordavam a criação sonora, abrindo novos horizontes para a expressão artística e a experimentação musical. A fita magnética abriu caminho para compositores como Cage, Schaeffer, Henry e Varèse poderem organizar os sons e estruturar as obras de uma forma totalmente nova e criar música a partir de qualquer fonte sonora.

[10] Radio Corporation of America, também conhecida como RCA ou RCA Corporation (a partir de 1969), foi uma empresa norte-americana de eletrónica, cuja fundação data de 1919. https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=wu.89074767138&view=1up&seq=191.

Os processos que constituíam a criação das obras de música concreta representaram não só uma transformação significativa em termos tecnológicos mas também de abordagem conceptual. Cage, por exemplo, dividia os sons em cinco categorias distintas: altura, envelope[11], intensidade, timbre e duração. O silêncio era somente caracterizado em relação à sua duração (Chadabe, 1997, p. 25). Esta abordagem permitia a recolha, categorização e organização dos sons e ajudou a cunhar a denominação de Som Organizado[12], apesar de esta já ter sido proposta por Varèse uma década antes do gravador de fita ficar disponível (Holmes, 2008, p. 17). Segundo Holmes (2008), Varèse defendia da seguinte forma a sua abordagem:

> I prefer to use the expression "organized sound" and avoid the monotonous question: "But is it music?" "Organized sound" seems better to take in the dual aspect of music as an art-science, with all the recent laboratory discoveries which permit us to hope for the unconditional liberation of music, as well as covering, without dispute, my own music in progress and its requirements. [Prefiro usar a expressão 'som organizado' e evitar a pergunta monótona: "Mas é música?" 'Som organizado' parece abarcar melhor o duplo aspeto da música como uma arte-ciência, com todas as recentes descobertas laboratoriais que nos permitem ter esperança na libertação incondicional da música, bem como abranger, sem contestação, a minha própria música em curso e as suas necessidades] (Holmes, 2008).

Neste contexto, o estúdio funcionava como um instrumento por si só. Os sons eram gravados, manipulados, cortados ou colados, num processo que podia repetir-se indefinidamente, dando origem a novas gravações e a novos processos de manipulação e organização estrutural.

O minimalismo, um género musical profundamente influenciado pela eletrónica, destaca-se pela sua ênfase na repetição (*loop*). Teve origem nas experimentações com fita magnética e foi amplamente explorado por compositores como La Monte Young (n. 1935), Steve Reich (n. 1936) e Terry Riley (n. 1935). O minimalismo não se limita apenas à utilização de meios eletrónicos, estendendo-se também à utilização de instrumentos acústicos. Este grupo de compositores americanos pioneiros foi essencial na expansão das

[11] Envelope é um termo utilizado para descrever a evolução de um som. Os envelopes são alimentados por um gerador (componente dentro de um sintetizador analógico ou digital), e emitem um sinal que informa quando e como um som deve mudar. O envelope define a trajetória a modulação de um som, enquanto um gerador de envelope controla o comportamento do envelope. https://www.masterclass.com.

[12] Do original inglês "Organized sound".

fronteiras do minimalismo, explorando as possibilidades sonoras proporcionadas pela repetição e, ao mesmo tempo, incorporando elementos eletrónicos e acústicos em suas composições (Emmerson, 2007, p. 68).

A música ambiente, outra expressão musical profundamente influenciada pela música eletrónica, destaca-se pela sua característica distinta de incorporar sons ambientais com sons eletrónicos, criando uma fusão única de elementos sonoros. Essa abordagem experimental foi fortemente influenciada por John Cage e David Tudor, duas figuras-chave da vanguarda musical do século XX, e a icónica obra *4'33"* (1952) de John Cage é especialmente notável por ser a primeira a reconhecer explicitamente os sons circundantes como constituintes legítimos da experiência musical. Esta peça revolucionária desafiou as convenções tradicionais da música ao convidar os ouvintes a contemplarem os sons ambientais não só como parte integrante mas vital para a construção da composição e narrativa musicais (Holmes, 2008, p. 397).

As práticas de performance ao vivo de música eletrónica na década de 1960 foram, de certa forma, uma resposta à insatisfação crescente com um certo grau de esterilidade que apresentavam as performances de música de fita, mas também um reflexo de várias tendências e conceitos filosóficos como o indeterminismo[13], o experimentalismo[14] ou a improvisação[15]. Este último teve no grupo norte-americano *The Sonic Arts Union* – ativo entre 1966 e 1976 e constituído por Robert Ashley (1930-2014), Gordon Mumma (n. 1935), David Behrman (n. 1937) e Alvin Lucier (1931-2021) – um dos seus maiores expoentes musicais e focava-se unicamente em performances de música eletrónica ao vivo.

1.2.9 *Poème électronique* – a mudança do paradigma performativo

A prática de performances de música eletrónica durante a década de 1950 foi caracterizada maioritariamente pela busca de soluções técnicas que permitissem traduzir as intricadas composições sonoras desenvolvidas no seio dos estúdios para um contexto de apresentação ao vivo. O foco dessas apresentações estava maioritariamente apontado para a exploração sonora. A espacialização do som era cuidadosamente

[13] O indeterminismo está associado à busca de novos métodos de composição encetada pelo grupo de jovens compositores chamado The New York School, onde pontificava John Cage, em que alguns elementos da obra composta são deixados à mercê da opção do intérprete, conferindo um novo formato à relação compositor-intérprete.

[14] O experimentalismo foi uma prática associada à composição musical norte-americana, que teve também John Cage como principal arauto, que contrapunha à música de vanguarda europeia, baseada em análises científicas e formalistas, a mitologia da ingenuidade e da inventividade livre de restrições.

[15] A improvisação, com a música a ser composta no momento da execução, foi nessa época uma prática utilizada e incorporada em composições eruditas, como forma de contornar as limitações que a notação tradicional impunha às novas ideias de composição ou aos novos instrumentos.

elaborada, através das características acústicas de cada um dos locais onde decorriam as apresentações e da distribuição estratégica de diversos altifalantes pelo espaço, para criar uma experiência de som imersiva.

A obra *Poème électronique*, de Edgard Varèse, foi possivelmente a primeira obra de música eletroacústica a ser plenamente integrada num espaço performativo e implementada numa escala grandiosa e imersiva. Segundo Thom Holmes, podemos destacar o som solene do sino de uma catedral, nos momentos iniciais de *Poème électronique*, como o ponto de viragem na arte da música eletrónica (Holmes, 2008, pág. 4).

Em 1956 a empresa de eletrónica Phillips, sediada em Eindhoven, nos Países Baixos, dá início ao planeamento da sua participação na Exposição Mundial de 1958, realizada em Bruxelas. Para desenvolver o projeto do seu pavilhão convida o conceituado arquiteto Le Corbusier que, por essa altura, já em estreita colaboração com o seu assistente e compositor Iannis Xenakis e o compositor Edgar Varèse, explorava uma visão de simbiótica entre arquitetura e música. Assim, empenhado numa reflexão sobre o papel criativo que a eletrónica e as ciências a ela associadas poderiam desempenhar na sociedade contemporânea, Le Corbusier não projeta apenas um edifício, mas antes um ambiente de som, cor e estrutura, através do qual tecnologia e arte estivessem combinadas. Para concretizar o projeto, colabora com Xenakis na preparação de modelos matemáticos para a construção do próprio edifício e convida Varèse para compor a música.

A liberdade de abordagem ao universo sonoro de que goza neste projeto leva Varèse a sentir-se finalmente recompensado por anos de esforço, com a oportunidade de compor uma obra eletrónica que explora a projeção do som no espaço, uma área de investigação que vinte anos antes já havia inspirado o seu projeto *Espace*, mas que vira fracassado.

A realização desta peça levou Varèse aos Laboratórios Philips, em Eindhoven, onde desfrutou de uma série de instalações sem precedentes para a época. Especialmente para esta composição foi montado um sistema de estúdio complexo, apoiado por uma equipa de engenheiros eletrónicos e consultores altamente qualificados. A obra resultante reflete um estilo de composição eletrónica único para o compositor e sem vínculos às convenções habitualmente estabelecidas nos estúdios. O material de origem incluía ruídos de máquinas, sons de aeronaves, sinos, sons gerados eletronicamente, cantores, sons de piano e órgão, que eram submetidos a elaborados processos de transformação de altura, filtragem e modificação das suas características de ataque e declínio. A projeção do som foi alcançada utilizando um sistema de fita de três canais, distribuído por onze grupos diferentes de altifalantes, posicionados nas alcovas do teto e nas paredes. Efeitos visuais, associados aos movimentos dos sons, foram criados através de um abrangente sistema de iluminação, que produzia padrões mutáveis de imagens coloridas (Manning, 2004, pág. 82).



Fig. 12 - Pavilhão Philips, Exposição Mundial de Bruxelas, 1958

Poème électronique tinha uma duração de apenas 8'8'' e teve a sua estreia a 5 de maio de 1958 no Pavilhão Philips da Exposição Mundial de Bruxelas (Fig. 12). Thom Holmes descreve a obra da seguinte forma:

> A música combinava o familiar com o desconhecido de maneira atraente e fazia-o sem nenhuma estrutura formal ou ritmo. Foi uma montagem cuidadosamente construída de sons, incluindo sinos, máquinas, vozes humanas, sirenes, instrumentos de percussão e tons eletrónicos, que foram processados eletronicamente e editados em conjunto, momento a momento, para criar um efeito dramático. *Poème électronique* foi um assalto de "choque e temor" à cultura musical. (Holmes, 2008, pág. 4).

No entanto, *Poème électronique* não foi a primeira obra de música eletrónica, nem foi composta com recurso a tecnologia especial ou pioneira para a altura. Apesar do material sonoro que compõe a obra incluir sons concretos do mundo real combinados com sinais eletrónicos puros, isto também não constituía uma abordagem nova no que toca a composições de música eletrónica, tendo sido já explorada por dezenas de compositores antes de 1958. O que faz então de *Poème électronique* uma obra disruptiva, representativa de um ponto de viragem na arte da música eletrónica? Para Holmes (2008), esta obra encerrou uma era da música eletrónica e abriu outra. Até esta peça de Varèse, a música eletrónica era maioritariamente produzida e executada dentro das instituições e do meio académico. Pelo contrário, *Poème électronique* foi criado especificamente para o consumo público e podia ser ouvido e experienciado por 500 pessoas de cada vez, várias vezes ao dia, num pavilhão projetado especialmente para a sua execução.

De abril a outubro de 1958 mais de dois milhões de visitantes ouviram a obra e viram as projeções que a acompanhavam. *Poème électronique* teve um impacto impressionante na consciencialização pública sobre a música eletrónica e inspirou uma nova geração de músicos, compositores e inventores a explorar o meio. Após a Exposição Mundial de Bruxelas surgiram rapidamente por todo o mundo estúdios de música eletrónica, tanto privados como institucionais.

Apesar de sonicamente representarem experiências únicas, estas abordagens não convencionais colocavam novos desafios ao público, que muitas vezes se via privado de elementos referenciais, como a presença do um artista ou músico, resultando na impossibilidade de estabelecer uma relação entre as suas ações e o resultado sonoro e denotando uma opacidade total em relação aos processos de execução.

1.2.10 O Sintetizador

> The advent of the synthesizer was one of those rarest of moments in our musical culture, when something genuinely new comes into being (...) the only innovation that can stand alongside the electric guitar as a great new instrument of the age of electricity. [O advento do sintetizador foi um daqueles momentos mais raros da nossa cultura musical, quando algo genuinamente novo surge (...) a única inovação que pode ficar ao lado da guitarra elétrica como um grande novo instrumento da era da eletricidade] (Pinch e Troco, 2004, p. 6).

As técnicas que tiveram origem nos estúdios que gravavam e editavam em fita magnética foram de extrema importância para o avanço da música eletrónica e perduram nos sistemas digitais atuais. A edição através de cortes e colagens, o eco, a reverberação, os *sound loops*, o *delay*, a reversão de sons ou a manipulação da velocidade de reprodução são algumas das mais importantes (Holmes, 2008, p. 124). Para além destas técnicas, os estúdios institucionais de música eletrónica iam progressivamente aumentando a sofisticação da sua abordagem à síntese sonora, procurando desenvolver meios de criar novos sons de maneiras práticas e eficazes. O C*olumbia-Princeton Electronic Music Center* e o *Siemens Studio für Elektronische Musik* estavam particularmente bem equipados e as inovações que aí tiveram lugar desempenharam um papel fundamental na evolução dos sintetizadores, representando uma ponte entre os

sintetizadores puramente eletromecânicos e os sintetizadores controlados por voltagem (Holmes, 2008, p. 169).

Dois dos nomes indelevelmente ligados ao desenvolvimento dos sintetizadores são o de Robert Moog (1934-2005) e o de Donald Buchla (1937-2016), apesar de não terem sido os inventores do primeiro sintetizador controlado por voltagem, pois esse feito já tinha sido conseguido por Hugh Le Caine (1914-1977). Físico e inventor canadiano, Le Caine desenvolveu um sintetizador controlado por voltagem, o *Electronic Sackbut* (1945-73), quase 20 anos antes desta tecnologia se tornar amplamente disponível através do trabalho de Moog e Buchla. Até à década de 1970 Le Caine contribuiu amplamente para a invenção de outros dispositivos que, resultado do seu interesse em desenvolver instrumentos com controlos intuitivos, granjearam popularidade entre músicos e compositores. O primeiro teclado sensível ao toque para órgão eletrónico, os gravadores multipistas de fita ou um sequenciador analógico são exemplos do seu trabalho em prol do desenvolvimento de novos instrumentos eletrónicos (Holmes, 2008, p. 165-170).

Assim, a primeira geração de sintetizadores comerciais, como os conhecemos hoje, surgiu na década de 1960. Em 1966, Moog e Buchla lançaram no mercado, respetivamente, o *Modular Moog Synthesizer* (Fig. 13) e o *Buchla Music Box Series 100* (Fig. 14) - (Pinch e Troco, 2004, p. 41).



Fig.13 - Sintetizador Modular Moog

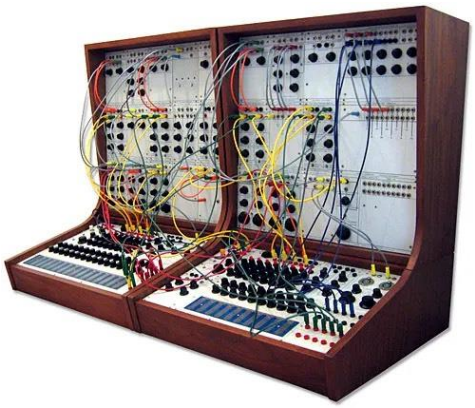


Fig. 14 - *Buchla Music Box Series 100*

O sintetizador, apesar de representar uma autêntica inovação no mundo dos instrumentos eletrónicos, compartilhava, na maioria das vezes, uma semelhança muito familiar com o piano e com o órgão – usava o teclado como fonte de entrada. No entanto, no caso dos modelos mais famosos de Buchla, esta interface era abolida por completo (Cvejić, 2020, p. 12-15). De forma muito básica, o funcionamento e as diferenças entre os modelos desenvolvidos por Moog e Buchla são descritas por Zarko Cvejić da seguinte maneira:

> In most basic terms, a synthesizer is called that because it *synthesizes*, brings together, a number of electronic circuits; the current running through these circuits is the (electronic) sound we hear, whose frequency – pitch – is manipulated by means of voltage control. This, of course, applies to analogue synthesizers only, not to the digital machines most of us are more familiar with today: there is analogy between voltage and pitch, in other words, there is a direct link between the current and the sound, much as in between the strings and body of an acoustic guitar and the fingers of the guitarist; nothing gets translated into zeros and ones and then into sound (...) But here the common ground between Moog and Buchla ends. The main difference between their respective designs concerned the input or, more precisely in technical terms, voltage control input: Moog's instruments featured keyboards; Buchla's did not, but touch-sensitive pads instead. Beyond that, sound could be further modified by turning knobs and plugging and unplugging patch cords, whereby different modules and oscillators, generating sound waves, could be patched up to obtain a wide variety of timbres and control other sound parameters. [Em termos mais básicos, um sintetizador é chamado assim porque *sintetiza*, reúne, uma série de circuitos eletrónicos; a corrente que passa por esses circuitos é o som (eletrónico) que ouvimos, cuja frequência – altura – é manipulada por meio de controlo de tensão. Isto, claro, aplica-se apenas aos sintetizadores analógicos, não às máquinas digitais com que a maioria de nós está hoje mais familiarizada: existe uma analogia entre tensão e altura, ou seja, existe uma ligação direta entre a corrente e o som, assim como a há entre as cordas e o corpo de uma guitarra acústica e os dedos do guitarrista; nada é traduzido em zeros e uns e depois em som (...) Mas termina aqui o terreno comum entre Moog e Buchla. A principal diferença entre os respetivos projetos diz respeito à entrada ou, mais precisamente em termos técnicos, à entrada de controlo de tensão: os instrumentos Moog apresentavam teclados; os Buchla não, mas antes almofadas sensíveis ao toque. Além disso, o som podia ser modificado rodando botões e conectando e desconectando cabos, por meio dos quais diferentes módulos e osciladores, gerando ondas sonoras, podiam ser ateados para obter uma ampla variedade de timbres e controlar outros parâmetros sonoros] (Cvejić, 2020, p. 14-15).

A prioridade de Moog consistia em projetar instrumentos que atendessem às necessidades práticas dos músicos, aproveitando as normas já estabelecidas na música ocidental, em que o teclado desempenhava

um papel central. Por outro lado, Buchla, como compositor de vanguarda, estava mais interessado em criar um instrumento radical e inovador e a facilidade de uso e o apelo às massas não faziam parte dos seus objetivos. Buchla fazia parte da cena contracultural de São Francisco e as suas colaborações incluíam compositores como Ramon Sender, Morton Subotnick e, através do *San Francisco Tape Center*, notáveis como John Cage, David Tudor, Terry Riley, Steve Reich ou Karlheinz Stockhausen (Cvejić, 2020, p. 16).

Estas duas abordagens levaram a resultados diferentes ao nível da popularidade e reconhecimento destes instrumentos. O *Moog synthesizer* era o instrumento mais usado nos estúdios de música eletrónica entre o final da década de 1960 e durante toda a década de 1970 e muito do seu sucesso deveu-se ao facto de Moog ter estado sempre atento às necessidades expressas pelos músicos e por ter superado três desafios técnicos importantes: tamanho, estabilidade e controlo (Holmes, 2008, p. 208). Já os sintetizadores desenvolvidos por Buchla, devido à sua orientação mais experimental e radical, permaneceram menos conhecidos.

Assim como os primeiros sintetizadores, também o Sintetizador Modular Moog não foi projetado como instrumento de performance de música ao vivo mas antes como uma alternativas sofisticada e modular para produzir sons eletrónicos no trabalho de estúdio. Grande parte dos compositores, ao trabalhar com estes sintetizadores, limitava-se a gravar em fita os sons que iam produzindo através das suas experimentações e, posteriormente, procediam à montagem de novas composições com os sons pré-gravados (Holmes, 2008, p. 220).

Em 1969, fruto do interesse numa versão portátil deste instrumento adequada a apresentações ao vivo, a empresa Moog introduziu o *Minimoog* (Fig. 15) – um sintetizador monofónico simples, compacto e projetado para situações de performance ao vivo. Por esta altura o uso de cabos de conexão entre os módulos era frequente em grande parte dos sintetizadores.

Uma melhoria significativa do *Minimoog* foi tornar essas conexões internas e eliminar assim a necessidade de uso de cabos. Apesar de simplificada, a sua interface oferecia o controlo sobre parâmetros essenciais como osciladores, filtros e envelopes de som, tornando este sintetizador num instrumento versátil para manipular os sons em tempo real. O teclado do *Minimoog* apresentava ainda duas inovações notáveis: uma *pitch wheel* para ajuste de notas e uma *mod wheel* para controlar o grau de modulação do sinal de saída.

O *Minimoog* tornou-se incrivelmente popular e é considerado o sintetizador mais usado de todos os tempos, tendo sido produzido até final da década de 1980 (Holmes, 2008, p. 220).



Fig. 15 - *Minimoog, Model D*

1.2.11. As técnicas expressivas e a perceção na síntese eletrónica

Quando os avanços tecnológicos permitiram a entrada da síntese eletrónica no mundo dos instrumentos musicais algumas premissas foram para sempre eliminadas. Até então os instrumentos musicais estavam inteiramente dependentes da tecnologia mecânica para produzir som e a sua individualidade sonora e tímbrica era determinada pelas propriedades acústicas dos componentes físicos que os compunham. Com a chegada das tecnologias de áudio eletrónico e digital esta relação direta e indissociável entre forma física e som gerado foi finalmente rompida, permitindo o aparecimento de uma nova geração de instrumentos. O *Telharmonium* e o *Theremin*, como observámos anteriormente, vão para além da simples execução mecânica ou acústica tradicional e são exemplos pioneiros desta nova geração. Ambos exploraram os princípios da síntese eletrónica ao utilizar os seus componentes eletrónicos para gerar e modificar o som.

Esta introdução tecnológica permitiu a exploração de novos sons, novas possibilidades criativas e estéticas musicais, mas também trouxe com ela novos desafios no que toca à expressividade e à perceção em contexto performativo.

A síntese eletrónica permitiu aos músicos explorar uma gama de sons muito mais ampla do que a oferecida até então pelos instrumentos acústicos tradicionais. A diversidade de timbres, texturas e efeitos sonoros utilizada nas performances ao vivo foi ampliada, conferindo aos atos performativos uma nova singularidade. Outros aspetos, como a modulação dos sons em tempo real ou o uso de diferentes efeitos que ajudam a criar ambientes sonoros imersivos, contribuíram para a imprevisibilidade e espontaneidade performativa, mantendo os artistas dinâmicos e o público atento e envolvido.

Com a chegada das tecnologias de áudio eletrónico a conexão entre a forma física do instrumento e o som gerado foi rompida. Com a síntese eletrónica os instrumentos tornaram-se mais abstratos, pois a interface dos instrumentos musicais eletrónicos deixou de ser parte do mecanismo de geração de som e passou a ser "apenas" um meio de controlo. Enquanto os instrumentos acústicos permitem uma interação natural entre a ativação física das notas e a sua manipulação expressiva, nos instrumentos eletrónicos essa fisicalidade é interrompida. A pressão exercida nas teclas de um piano ou a vibração das cordas de um violino são ações que permitem um *feedback* háptico na execução de instrumentos acústicos tradicionais, mas que se encontram ausentes no controlo destas novas interfaces áudio. Os instrumentos eletrónicos demandam um novo conjunto de gestos e técnicas para controlar os parâmetros sonoros que influenciam a subtileza e riqueza expressiva do executante. O vibrato, por exemplo, é uma técnica expressiva comum em instrumentos de cordas. Já nos sintetizadores, que oferecem uma enorme flexibilidade na criação e moldagem de sons, mimetizando alguns desses instrumentos, alcançar o mesmo efeito é mais complexo e tem limitações em termos de expressividade. Sacudir manualmente os botões deslizantes ou de volume também pode produzir o efeito de vibrato, mas significa que a mão que é designada para essa função não pode tocar nas teclas ao mesmo tempo (Bech-Hansen, 2013, p. 8). Controlar manualmente estas variações expressivas durante a performance num sintetizador é complexo, principalmente porque a ativação das notas e a manipulação do som, ao contrário dos instrumentos acústicos, não fazem parte do mesmo gesto.

Estas questões levaram a uma busca por soluções que permitissem uma conexão mais estreita e significativa entre a ação do músico e o som gerado pelo instrumento. O *Ondes Martenot* foi claramente ao encontro dessa busca e é um exemplo de um instrumento eletrónico que, apesar de pioneiro, oferece uma ampla gama de possibilidades expressivas, permitindo que os músicos controlem diversos parâmetros sonoros de maneira mais direta e sensível.

A síntese eletrónica trouxe uma nova dimensão às performances de música ao vivo. O conjunto de recursos que veio disponibilizar aos músicos tornou possível a criação de atmosferas sonoras distintas, tornando as performances mais cativantes e com impactos profundos na experiência auditiva do público. No entanto, o uso de instrumentos e sons não convencionais, com os quais a maior parte do público ainda não se encontrava familiarizado, ao mesmo tempo que despertava a sua atenção e curiosidade, foi criando condições para que a perceção e entendimento dos processos de execução durante a performance fosse cada vez mais difícil.

Outra consequência, uma das mais notáveis da síntese eletrónica em termos de perceção, é a desconexão entre a ação física do músico e o som resultante. Em muitos instrumentos eletrónicos, especialmente controladores *MIDI* e sintetizadores modulares, apesar de integrarem interfaces familiares, como teclados, os gestos físicos do músico nem sempre estão diretamente relacionados com os sons produzidos. Isso pode levar a performances em que o público não consegue associar visualmente as ações do músico aos sons que ouve, o que pode criar uma experiência de perceção deficiente e funcionar como fator de frustração para alguns elementos da audiência.

Estas novas possibilidades de geração de som, apesar de emocionantes e revolucionárias, contribuíram de forma significativa para a ausência de correspondência natural entre os gestos corporais do executante e o resultado sonoro. Esses problemas são mais pronunciados na interação com instrumentos digitais.

1.2.12 O protocolo e interface *MIDI*

No final da década de 1970, na mesma altura em que os sintetizadores analógicos atingiam o pico do seu desenvolvimento, emergiam os primeiros computadores pessoais. Em 1971, a disponibilidade do microprocessador possibilitou de forma progressiva a troca de computadores grandes, exclusivamente dedicados à criação musical dentro dos estúdios de eletrónica, por computadores de uso pessoal (Holmes, 2008, p. 292). No entanto, neste cenário de avanço tecnológico, havia ainda uma lacuna que não permitia a integração entre sintetizadores e computadores, uma vez que não existia um protocolo padrão que permitisse a comunicação eficaz entre estes dispositivos. Só em 1984 foi introduzida aquela que viria a tornar-se, a par com o desenvolvimento dos microprocessadores, uma das evoluções tecnológicas mais significativas para a música eletrónica – a interface *MIDI* (*Musical Instrument Digital Interface*). Esta interface foi projetada tendo por objetivo duas aplicações principais: controlar e conectar entre si sintetizadores e fazer a ligação entre estes dispositivos e o computador. O sinal codificado do controlo *MIDI* comunica os vários parâmetros das notas musicais, independentes do dispositivo, permitindo assim a sua interpretação por qualquer outro dispositivo, sintetizador ou computador, compatível com este protocolo de comunicação. A interface *MIDI* e o protocolo de comunicações foram introduzidos em 1984, o que permitiu a compatibilidade genuína entre diferentes instrumentos e o computador e levou a um crescimento explosivo na fabricação de *software* e *hardware* para a indústria da música (Holmes, 2008, p. 227-228).

O protocolo *MIDI* desempenha um papel crucial na performance de música eletrónica e do vasto leque de possibilidades criativas e técnicas que oferece destacam-se as seguintes:

- Controlo em Tempo Real: O *MIDI* permite que músicos e artistas controlem instrumentos e dispositivos eletrónicos em tempo real durante uma performance. Isso significa que os sons podem ser ajustados, modulados e manipulados durante a execução da música. Os controladores *MIDI*, como teclados, *pads*, controladores de expressão e pedais, permitem que os músicos interajam diretamente com os sons, proporcionando uma experiência mais dinâmica e expressiva.

- Variedade de Sons: O *MIDI* dá acesso a uma vasta gama de sons e instrumentos virtuais. Durante uma performance, os músicos podem alternar entre diferentes instrumentos com facilidade, criando texturas e atmosferas sonoras diversificadas.

- Manipulação de Efeitos: Além de controlar instrumentos virtuais, o *MIDI* pode ser usado para manipular efeitos de áudio em tempo real, como *reverb*, *delay*, distorção ou modulação.

- Sincronização de Equipamentos: O *MIDI* é amplamente utilizado para sincronizar vários dispositivos durante uma performance. Isso assegura que todos os elementos utilizados durante a execução musical, como sintetizadores, baterias eletrónicas ou sequenciadores, estejam alinhados em termos de ritmo e tempo. Essa sincronização é essencial para manter a coesão e a consistência durante uma performance ao vivo.

- Gravação de Performances: O *MIDI* pode ser usado para gravar a performance em tempo real, permitindo o uso e reinterpretação dessa gravação no contexto da performance que está a decorrer ou em futuras edições e pós-produções.

O *MIDI* representou uma revolução na forma como a música é criada e executada. Eliminou barreiras analógicas, padronizou a comunicação musical e possibilitou um controlo detalhado e flexível sobre o som. Essa transição dos sistemas analógicos para sistemas digitais desencadeou a geração atual de instrumentos musicais, *software* de produção musical e tecnologias de performance, moldando profundamente o cenário da música eletrónica e da produção musical como a conhecemos hoje.

1.2.13 *Computer Music* e Síntese FM

O advento do computador pessoal permitiu uma nova revolução na música eletrónica, ao democratizar o acesso a tecnologias de criação e produção musical que até então se encontravam disponíveis apenas para um grupo seleto de compositores e músicos, normalmente com acesso aos estúdios especializados. No entanto, a influência da ciência da informação no campo da música manifestou-se décadas antes deste advento e desempenhou um papel transformador na criação de música eletrónica, à medida que compositores e músicos exploravam as possibilidades da computação para composição, síntese e controlo de funções de processamento de áudio.

As experiências com técnicas de composição computacional começaram a proliferar a partir da segunda metade da década de 1950, maioritariamente em laboratórios de pesquisa institucionais ou empresariais. O conjunto destas técnicas aplicadas, através do uso de um computador, para geração de som e composição musical ficou conhecido como *Computer Music*.

Um dos primeiros marcos neste domínio foi alcançado em 1956 por Martin L. Klein e Douglas Bolitho, dois engenheiros de computação da empresa americana *Burroughs Corporation*, ao programarem um computador para compor músicas automaticamente. Este modelo de computador, o *Datatron*, foi apelidado de *Push Button Bertha* (Holmes, 2008, p. 101).

Alguns compositores visionários, como Lejaren Hiller (1924-1994), Iannis Xenakis (1922-2001) ou John Cage (1912-1992), exploraram o uso de computadores para a composição musical, mas um dos desenvolvimentos mais significativos no contexto da música de computador foi a criação da primeira linguagem de programação musical, conhecida como *MUSIC I*, realizada pelo engenheiro Max Mathews (1926-2011) em 1957, na Bell Labs, em Nova Jersey. Foi o primeiro programa escrito para gerar som diretamente de um computador. (Holmes, 2008, p. 253)

Durante a década de 1970 a música produzida por computador deu um salto significativo, com o desenvolvimento de sintetizadores digitais em locais prestigiados, como o Bell Labs, a Universidade de Stanford, o Instituto de Sonologia, nos Países Baixos, ou o IRCAM (*Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique*), em França (Holmes, 2008, p. 259). A música produzida por computador necessita de uma linguagem de programação musical e de um método de sintetizar diretamente os sinais digitais em som audível. Os esforços envolvidos para otimizar estes processos levaram a desenvolvimentos importantes, como foi o caso do trabalho de investigação liderado por John Chowning (b.1934), estudante da Universidade de

Stanford. Em 1971 Chowning começou a aplicar uma técnica pioneira, a síntese de frequência modulada, para modelar sons de forma eficiente e com requisitos mínimos de poder de processamento. Chowning, que inicialmente se encontrava a explorar os efeitos musicais de níveis de vibratos extremos, através do programa *Music V*, acidentalmente e, segundo o próprio, derivado de um erro de programação, especificou um nível de vibração tão alto que ultrapassava a frequência fundamental do som que estava a estudar. O resultado foi um som de uma qualidade tonal totalmente diferente, impossível de ser produzido por qualquer instrumento tradicional ou execução vocal. Chowning percebeu que a aplicação extrema do vibrato poderia ser entendida por meio da teoria da modulação de frequência (FM), uma teoria já utilizada nas transmissões de rádio desde a década de 1930, transferindo assim essa teoria para a psicoacústica musical (Moore, 1996, p. 36). Esta visão levou à criação de uma nova técnica de síntese musical, passando a constituir uma ferramenta inovadora para moldar e controlar diversos aspetos do som. Alguns dos aspetos sonoros que a técnica de síntese FM ajudou a controlar incluem:

- Timbre: A síntese FM é notável pelo modo como pode modular o timbre de um som de maneira expressiva. Ao variar o nível e a amplitude da modulação de frequência é possível criar uma ampla gama de características tímbricas.

- Riqueza harmónica: A síntese FM pode ser usada para gerar harmónicos adicionais, contribuindo para a riqueza e complexidade do som.

- Variação dinâmica: A manipulação dos parâmetros da síntese FM pode influenciar a dinâmica do som, permitindo transições suaves entre diferentes características sonoras.

Esta tecnologia foi posteriormente adquirida pela Yamaha, em 1975, e viria a tornar-se a base do sintetizador digital DX-7 (Fig. 16), introduzido em 1983, e provavelmente o sintetizador digital mais vendido de sempre (Holmes, 2008, p. 257).



Fig. 16 - Yamaha DX-7

Durante a primeira fase da *computer music*, antes da chegada do microprocessador ou do protocolo *MIDI*, qualquer tentativa de transportar para o contexto de performance aquela que era uma prática que se desenvolvia sobretudo dentro dos estúdios e laboratórios institucionais, enfrentava desafios substanciais: os computadores disponíveis, ainda numa fase muito inicial do seu desenvolvimento, eram consideravelmente menos potentes do que os atuais, dificultando o processamento de dados em tempo real para operações de síntese musical (Moore, 1996, p. 34); os sintetizadores utilizados eram analógicos[16], carecendo da precisão e flexibilidade característica dos seus equivalentes digitais modernos; a inexistência do protocolo *MIDI*, estabelecido apenas em 1983, tornava a sincronização entre os diferentes sistemas e a coordenação entre os elementos eletrónicos e não eletrónicos um desafio considerável; os custos substanciais associados à tecnologia necessária para explorar a *computer music* constituíam uma barreira significativa, restringindo o acesso a músicos com recursos financeiros substanciais ou a instituições de pesquisa especializadas. Além dos obstáculos financeiros e tecnológicos, a falta generalizada de conhecimentos em computação representava um desafio adicional. Muitos músicos não possuíam conhecimentos de programação nem tão pouco experiência prática com computadores, o que limitava o seu interesse em adotar ou aprofundar as técnicas exploradas por este meio. Por fim, a resistência inicial do público às abordagens inovadoras e aos sons característicos da *computer music* adicionava um elemento de incerteza à boa receção dessas performances ao vivo. No entanto, mesmo neste contexto tecnologicamente difícil, algumas performances acabaram por se destacar. *Turenas* (1972), de Chowning, é um dos exemplos de demonstração ao vivo de música de computador, com resultados muito positivos, segundo Holmes, que a descreve da seguinte forma:

[16] A síntese direta de música por computadores tornou-se viável durante a década de 1970 e resultou na criação de sintetizadores digitais de larga escala no Bell Labs, na Universidade de Stanford, no Instituto de Sonologia da Holanda, no IRCAM e em outros centros de informática. (Holmes, 2008, p. 269).

> Chowning's composition *Turenas* (1972) was an avid demonstration of these techniques. The three-part, ten-minute piece used FM synthesis to generate a wide spectrum of natural-sounding percussion sounds. Using the *Music 10* programming language, the composer created spatially directed paths for the sounds to travel in relation to four channels and loudspeakers (...). The effect rendered a remarkably living atmosphere in which organically resonating beats, clicks, and thumps reminiscent of naturally occurring sounds traveled around the listener like insects flying in the night. *Turenas* was decidedly unlike most computer music being composed at that time and factored importantly into bridging the gap between the computer lab and the music hall. [A composição *Turenas* (1972), de Chowning, foi uma ávida demonstração dessas técnicas. A peça de três partes e dez minutos usou síntese FM para gerar um amplo espectro de sons de percussão com sonoridade natural. Usando a linguagem de programação *Music 10*, o compositor criou caminhos espacialmente direcionados para os sons viajarem em relação a quatro canais e altifalantes (...). O efeito criou uma atmosfera extraordinariamente viva, na qual batidas organicamente ressonantes, cliques e pancadas reminiscentes de sons que ocorrem naturalmente viajavam ao redor do ouvinte como insetos voando na noite. *Turenas* era decididamente diferente da maioria das músicas de computador compostas naquela época e foi importante para preencher a lacuna entre o laboratório informático e a sala de música] (Holmes, 2008, p. 258).

Esses desafios não travaram os músicos e investigadores na busca de soluções e, durante três décadas, aquelas que foram as principais ambições no campo da música de computador - a criação de uma linguagem de programação musical e de um método para sintetizar diretamente sinais digitais em som audível - resultaram em avanços que, juntamente com a evolução dos estúdios de música eletrónica modernos e com o desenvolvimentos dos sintetizadores, moldaram para sempre a música eletrónica e a suas expressões ao vivo. A transição para a era digital, impulsionada pelo advento do computador pessoal, foi facilitada por estes avanços iniciais resultantes da interseção da música com a ciência da computação, que abriu caminho para a revolução que estava a chegar.

1.2.14 A revolução digital

Em 1960, os primeiros circuitos integrados[17], ou *microchips*, foram fabricados, marcando o verdadeiro começo da revolução digital (Moore, 1996, p. 36). Por esta altura, também os transístores, que até então eram utilizados individualmente em dispositivos analógicos, começaram a fazer parte dos circuitos integrados, conferindo-lhes a capacidade de serem programados. Um microprocessador é um circuito integrado programável e contém todas as funções básicas de uma UCP (Unidade de Processamento Central)[18] (Holmes, 2008, p. 272).

A disponibilidade do microprocessador em 1971[19] marcou o início de uma transição radical do uso de computadores massivos, exclusivos para a criação musical dentro dos laboratórios, para o uso do computador pessoal. Holmes explica as principais razões para esta viragem:

> Prior to the development of the microprocessor, computers operated using transistorized components and switching systems, making them relatively large and expensive. The introduction of the microprocessor greatly reduced the size and manufacturing cost of computers. There are usually one or more microprocessors in a computer, each with potentially thousands or hundreds-of-thousands of embedded transistors. [Antes do desenvolvimento do microprocessador, os computadores operavam usando componentes transistorizados e sistemas de comutação, tornando-os relativamente grandes e caros. A introdução do microprocessador reduziu muito o tamanho e o custo de fabricação dos computadores. Geralmente há um ou mais microprocessadores num computador, cada um com potencialmente milhares ou centenas de milhares de transístores embutidos] (Holmes, 2008, p. 272).

[17] The integrated circuit (IC) is a miniaturized electronic circuit manufactured on a thin substrate of semiconductor material. In addition to transistors, an IC may contain blocks associated with RAM, logic functions, and the input and output of signals. The IC, also known as the silicon chip or microchip, can be adapted to many functions and provides the brains and circuitry for any digital electronic device, from computers, to cell phones, MP3 players, and televisions. [O circuito integrado (CI) é um circuito eletrónico miniaturizado fabricado sobre um fino substrato de material semicondutor. Além dos transístores, um CI pode conter blocos associados à RAM, funções lógicas e entrada e saída de sinais. O CI, também conhecido como chip de silício ou microchip, pode ser adaptado a muitas funções e fornece os cérebros e os circuitos para qualquer dispositivo eletrónico digital, de computadores a telemóveis, leitores de MP3 e televisores] (Holmes, 2008, p. 272).

[18] Do original inglês "CPU (central processing unit)".

[19] A Intel fabricou o primeiro microprocessador, identificado como 4004, em 1971. (Manning, 2004, p. 219).

Foi assim aberto caminho para o desenvolvimento e a adoção generalizada de computadores pessoais e para a sua utilização na criação de música. À medida que os computadores pessoais começaram a proliferar, novas ferramentas de programação e aplicativos para geração de música também proliferaram. O surgimento de *software* de instrumentos e programas de estúdio *DAW*[20] (*Digital Audio Workstation*) permitiu que compositores, músicos, ou simplesmente curiosos, criassem música, de forma acessível, a partir dos seus computadores pessoais. Estas inovações democratizaram a produção musical, oferecendo a um muito maior número de pessoas a possibilidade de explorar e expressar a sua criatividade através dos meios digitais. Se a música produzida através de instrumentos tradicionais podia alguma vez ser limitada por restrições físicas, inerentes à sua mecânica acústica, com a transição digital e desenvolvimento de instrumentos digitais, a criação musical é totalmente livre dessas restrições e unicamente circunscrita pela criatividade.

1.2.15 A era digital como barreira de perceção – o gesto, o virtuosismo e o esforço

> As Max Mathews explained: The computer performer should not attempt to define the entire sound in real time. Instead, the computer should retain a score and the performer should influence the way in which the score is played... the mode of conducting consists of turning knobs and pressing keys rather than waving a stick, but this is a minor detail. [Como explicou Max Mathews: O artista do computador não deve tentar definir todo o som em tempo real. Em vez disso, o computador deve reter uma partitura e o executante deve influenciar a maneira como a partitura é tocada... o modo de regência consiste em girar botões e pressionar teclas em vez de agitar uma baqueta, mas isto é um pequeno detalhe] (Holmes, 2008, p. 254).

Como já observámos anteriormente, a partir da segunda metade do século XX a construção de instrumentos musicais eletrónicos conheceu a era digital, impulsionada numa primeira fase pelo trabalho de Max Mathews em ambientes de programação de síntese, depois pela disponibilização do microprocessador e finalmente pelo aparecimento do computador pessoal. A partir deste momento, os computadores, cada vez

[20] The fundamental purpose of a digital audio workstation is to record, edit, and synchronize multiple tracks of music input. The ability to edit and modify sounds, rearrange parts, add effects, and perform various kinds of digital signal processing is now an inherent feature of these programs. [O objetivo fundamental de uma estação de trabalho áudio digital é gravar, editar e sincronizar várias faixas de entrada de música. A capacidade de editar e modificar sons, reorganizar partes, adicionar efeitos e executar vários tipos de processamento de sinal digital é agora uma característica inerente desses programas] (Holmes, 2008, p. 288).

mais poderosos e capazes de manipular áudio em tempo real, tornam-se uma ferramenta comum nas apresentações de música eletrónica (Correia, Castro & Tanaka, 2017). Para muitos autores, a introdução do computador e de outras ferramentas digitais em palco carrega consigo uma consequência que vem alterar, de forma substancial, a forma como estas práticas de performance são percecionadas – a diminuição de informação gestual e de relação causal entre as ações do músico e o resultado sonoro experienciado. Andrew Schloss e David A. Jaffe chegam mesmo a afirmar que a perceção desta relação se encontra em risco. Para os autores, embora o poder que agora possuímos através da música de computador seja maravilhoso, emocionante e aberto e nos liberte para sempre da tirania da máquina de fita, entrámos numa era em que causa e efeito, um aspeto inerente da performance musical desde o início dos tempos, está subitamente a evaporar-se. Afirmam que enquanto os instrumentos acústicos sempre exibiram uma correspondência de quase um-para-um (um gesto para um resultado) entre a ação do artista e o resultado sonoro, os novos instrumentos, com a sua tecnologia invisível, não permitem essa relação intrínseca (Schloss e Jaffe, 1993, p. 2). Denis Smalley, no seu capítulo sobre espetromorfologia em '*The Language of Electroacoustic Music*' (Smalley, 1986), vai mais longe e afirma:

> Listeners can only apprehend music if they discover a perceptual affinity with its materials and structure. Such an affinity depends on the partnership between composer and listener mediated by aural perception. [Os ouvintes só podem apreender a música se descobrirem uma afinidade percetiva com os seus materiais e estrutura. Tal afinidade depende da parceria entre compositor e ouvinte mediada pela perceção auditiva] (Smalley, 1986, pp.62).

Já Dahl et al. (2010) entendem que a compreensão gestual, numa situação de performance, contribui não só para a experiência individual dos ouvintes como é também elemento enriquecedor da experiência coletiva. Nas palavras dos autores:

> A musical performance does not have to be seen in order to be understood. We are fully capable of appreciating music played from recordings. However, being able to see movements of a performer obviously contributes a great deal of information that, in turn adds to the experience. This may explain why we as listeners also are eager to get seats

> that allow us to see the performance. The visual gestures give us a richer experience and establish a sense of community in which we as audience participate more fully. [Uma atuação musical não precisa ser vista para ser compreendida. Somos totalmente capazes de apreciar a música reproduzida em gravações. No entanto, ser capaz de ver os movimentos de um artista gera obviamente uma grande quantidade de informação que, por sua vez, enriquece a experiência. Isso pode explicar por que é que nós, como ouvintes, também ficamos ansiosos por conseguir lugares que nos permitam ver o espetáculo. Os gestos visuais proporcionam-nos uma experiência mais rica e estabelecem um sentido de comunidade no qual nós, como público, participamos mais plenamente] (Dahl et al., 2010, p. 61).

Tradicionalmente, a performance musical compreende uma acção física que emprega energia num determinado instrumento ressonante. Ao longo do tempo, essa relação sempre proporcionou uma interpretação facilitada da causalidade entre gesto e resultado sonoro. No entanto, a produção de som eletrónico, principalmente através de meios digitais, conduziu à desassociação deste vínculo, resultando num acréscimo de falta de transparência dos processos de execução levados a cabo durante as performances de música eletrónica. São vários os fatores que podem contribuir para esta desassociação. A arquitetura das ferramentas e o seu intrincado *modus operandi*, por exemplo, pode tornar esta relação comunicacional mais complexa. Para Smalley (1986, p. 104), a ambiguidade de interpretação gestual que pode ser experienciada durante performances que utilizam interfaces e instrumentos digitais pode ser explicada da seguinte forma:

> The arrival of computers, MIDI-controllers and live signal processing on the concert stage has introduced a new problem related to gesture and visual focus. There is an increasing ambiguity between what is seen and what is heard, leading to ruptures in the links between the sounding and visual aspects of gesture. Computers are used on stage for accessing material and cueing sequences; MIDI-controllers can break the gesture link by permitting the performer to articulate sounds that are not the idiomatic property of the "instrument" (percussions from a wind-controller, environmental sounds from a guitar-controller, etc.); MIDI-controllers permit the remapping of parameters so that the watching listener may be confused about or oblivious to sound-gesture link; signal processing can transform a sound so far that it is no longer connected to its visible,

> instrumental source. [A chegada de computadores, controladores *MIDI* e processamentos de sinal em tempo real aos palcos dos concertos introduziu um novo problema relacionado com o gesto e a perceção visual. Há uma ambiguidade crescente entre o que se vê e o que se ouve, levando a ruturas nas ligações entre os aspetos sonoros e visuais do gesto. Os computadores são utilizados no palco para aceder a material sonoro e disparar sequências; os controladores *MIDI* podem quebrar a relação gestual permitindo ao artista articular sons que não são propriedade idiomática do "instrumento" (percussões de um controlador de sopro, sons ambientais de um controlador de cordas, etc.); os controladores *MIDI* permitem remapear os parâmetros de maneira que o ouvinte que está a assistir pode ficar confuso ou alheio à relação entre som e gesto; o processamento de sinal em tempo real pode transformar um som de modo a que este deixe de estar conectado à sua fonte instrumental visível] (Smalley, 1986, p. 104).

Para William Brent (2011), a aprendizagem previamente adquirida ao momento da performance ou a que é feita durante a situação de performance também representa um papel determinante na perceção e interpretação gestual, seja de forma contínua ou provisória. O autor explica que, no caso dos instrumentos acústicos tradicionais, existe para uma grande generalidade do público uma consciência do seu comportamento sonoro e que este permite antever um determinado resultado a partir de certas ações levadas a cabo pelo músico. Podemos, por exemplo, esperar um som mais grave ou mais agudo, dependendo do posicionamento da mão do músico sobre o braço de uma guitarra ou de um violino. Já em performances com recurso a ferramentas digitais e interfaces de controlo, estas relações de expetativa, para a maior parte dos espetadores, não estão prédeterminadas e não são claras. Também as relações entre ação e som em sistemas interativos, que utilizam interfaces que permitem o mapeamento, podem ser fixas ou varáveis, visto poderem ser remapeadas, seja por um controle do músico ou de forma aleatória, fazendo com que as relações causais que vão sendo estabelecidas sejam provisórias. Para que a aprendizagem e construção de expetativas, em situações de performance com interfaces interativas, seja possível, é necessário respeitar relações de mapeamento fixas.

O desenvolvimento mais recente de instrumentos eletrónicos tem sido acompanhado pelo aparecimento de várias interfaces como teclados, controladores ou sequenciadores, permitindo assim minorar esta rutura de relação causal. De acordo com Paine (2007), o uso de interfaces pode oferecer maior comunicabilidade com o público, visto terem a possibilidade de oferecer uma maior identificação da relação

entre conteúdo sonoro, conteúdo visual e a intenção do artista, fazendo com que o espetador tenha um maior envolvimento com as qualidades reais do desempenho (Paine, 2007, p. 117). Muitos controladores *MIDI* (Fig. 17), por exemplo, têm botões *push*, *faders*, ou *knobs,* que podem ser operados, individualmente ou em conjunto, para controlar o resultado sonoro e ao mesmo tempo facilitar, através do reconhecimento gestual, a descodificação dos processos em execução.



Fig. 17 - Exemplo de controlador *MIDI*

Também temos assistido ao ressurgimento dos painéis de ligação em sintetizadores analógicos, que assim possibilitam, através do uso dos seus cabos coloridos, uma maior perceção da alteração dos parâmetros de síntese. Outra das formas que tem sido utilizada para melhorar a capacidade de interpretação do público é o controlo das interfaces musicais a partir de gestos corporais, utilizando para esse efeito luvas *MIDI* ou comandos e câmaras de jogos vídeo. A partir da captação de movimento ou da análise dos gestos humanos podem ser acionados eventos ou comandar a alteração de parâmetros das interfaces musicais. Estas e outras soluções podem contribuir para aumentar a expressividade geral da performance, a relação causal entre gesto e resultado sonoro, levando o público a percecionar de forma mais completa o que o intérprete está a fazer. A utilização de outros media é uma das soluções mais utilizadas na procura de um enriquecer da experiência global do público e de proporcionar uma perceção mais completa dos processos de execução. Algumas práticas mais comuns incluem projeções de vídeo, efeitos visuais e de luz com ou sem mapeamento ou manipulação de imagens em tempo real. Por vezes, a integração desses elementos, ao mesmo tempo que pode ampliar a compreensão do público sobre os processos de execução que estão a decorrer e contribuir para uma experiência mais imersiva, pode também funcionar como fator de distração e de desassociação com a música.

Outra perceção que parece ter sido afetada pelo uso de tecnologia digital em performances de música ao vivo é a do reconhecimento e avaliação de desempenho do artista em palco, ou seja, a avaliação da performance enquanto demonstração de técnica, virtuosismo e esforço. Para Schloss (2003), apesar de permanecer um dos aspetos mais significativos de uma performance ao vivo, a perceção do virtuosismo corre o perigo de ser corroída à medida que o uso de novas tecnologias aplicadas à performance musical aumenta. Mais uma vez, para o autor, a integridade da performance está em risco. Schloss (2003) defende que, independentemente do contexto cultural, sempre existiu relação entre artista e público e que essa relação é baseada, entre muitos outros fatores, na confiança e na capacidade de interpretação sobre o que o artista está a realizar em palco:

> No matter what the culture, there is a relationship between performer and audience. This relationship is based on many factors, most significantly on trust, and also on the audience *understanding* what the performer is doing on stage. Typically, the performer is doing something that the audience cannot do themselves; there are of course numerous reasons that people go to concerts, but this is one of the most important and universal reasons. We can listen to recordings, but of course it is not the same thing as going to a live concert. Ironically, with technology, some "performances" have become as dull as pressing "play" on a CD player. [Não importa qual seja a cultura, existe uma relação entre artista e público. Essa relação é baseada em muitos fatores, principalmente na confiança e também na *compreensão* do público sobre o que o artista está a fazer em palco. Normalmente, o artista faz algo que o público não consegue fazer por si mesmo; é claro que existem inúmeras razões pelas quais as pessoas vão a concertos, mas essa é uma das razões mais importantes e universais. Podemos ouvir gravações, mas claro que não é a mesma coisa que ir a um concerto ao vivo. Ironicamente, com a tecnologia, algumas "performances" tornaram-se tão monótonas quanto premir o botão de "reproduzir" num leitor de CD] (Schloss, 2003, p. 1).

Schloss (2003) alerta para a necessidade de considerar cuidadosamente os aspetos visuais e corporais da performance ao utilizar computadores em apresentações ao vivo. Defende que, neste contexto, se devem levar em conta a visão do observador sobre os modos de interações físicas do intérprete e as correspondências entre gesto e som, a fim de tornar a performance convincente e eficaz. (Schloss, 2003, p. 1).

Muitas vezes, também a demonstração de esforço por parte do artista é algo que contribui para melhorar a perceção e análise qualitativa do seu desempenho. A transmissão de sinais de esforço é geralmente interpretada pelo público como demonstração de comprometimento do artista com o que está a fazer. No entanto, no que toca ao esforço implicado durante as performances de música eletrónica, parece que quanto mais tecnologias são aplicadas à produção sonora, menor é o esforço aparente por parte do intérprete.

Podemos observar que nas performances de música eletrónica, frequentemente, os gestos do intérprete nem sempre parecem diretamente proporcionais ao resultado sonoro que está a ser produzido, o que muitas vezes parece implicar pouco esforço. O uso de instrumentos virtuais, por exemplo, ajuda a esta perceção, pois não estabelece uma conexão explícita entre os gestos do artista e os mecanismos de produção

sonora. Para Julio d'Escriván, o desenvolvimento de instrumentos musicais alternativos desde a década de 1960 até os dias atuais rompe com o paradigma musical tradicional de esforço na performance. Os instrumentos musicais podem ser avaliados em termos de um novo paradigma de esforço musical; uma nova geração parece estar satisfeita em aceitar que pode não haver uma correlação aparente entre o esforço empregado e a produção sonora (d'Escriván, 2006). Se tradicionalmente parte da emoção de uma performance musical reside na apreciação da destreza e esforço do músico, envolvendo uma lógica visual para os atos de produção sonora, ao considerarmos a produção de música eletrónica atual este pode não ser o caso. Se para um público mais velho, maioritariamente acostumado a assistir a performances musicais com recurso a instrumentos tradicionais, pode haver uma subversão da relação entre esforço e resultado sonoro, para as gerações mais novas, criadas num contexto tecnológico mais avançado, o uso de sistemas de computação para produção musical é apenas representativo de uma relação humano-computador a que já estão habituadas e onde é perfeitamente normal pequenos gestos resultarem em grandes acontecimentos. Com a popularização dos jogos de computador, a partir do início da década de 1980, surgiram tantas novas formas de interação humano-computador que uma geração criada com uma dieta de jogos vídeo está pronta para aceitar a rutura do que poderíamos chamar de paradigma de aplicação/uso de esforço (d'Escriván, 2006).

Ainda sobre o ponto de vista do esforço, d'Escriván identifica duas etapas distintas no desenvolvimento de dispositivos eletrónicos para produção musical – a da síntese pré-digital e a do advento do microprocessador. A primeira etapa é caracterizada por instrumentos que requerem prática e domínio de uma forma tradicional, como é o caso do *Theremin* ou do *Ondes Martenot*. Como observamos anteriormente, para tocar qualquer um destes instrumentos corretamente o músico deve praticar da mesma forma que pratica qualquer instrumento tradicional, pois requerem conhecimento de escalas e um sentido de afinação desenvolvido. Esses e outros instrumentos anteriores exigem "músicos virtuosos que praticam e se tornam habilidosos na manipulação de nuances subtis de som de um instrumento específico" (Paradiso, 1997). Já a segunda etapa é caracterizada pelo surgimento e acessibilidade ao microprocessador, que veio permitir a quem projeta os instrumentos colocar a maior parte do domínio da produção sonora no computador: "mapear gestos básicos em geração de som complexa, permitindo até mesmo a não músicos conduzir, iniciar e, até certo ponto, controlar um fluxo musical denso" (Paradiso, 1997). Nesta segunda etapa temos instrumentos como o *Buchla Lightning* que, através de um par de bastões, transmite informações a partir da sua localização espacial para um recetor especializado e que são usados para gerar dados a partir de um gesto mínimo, potencialmente musical (d'Escriván, 2006).

Podemos assim concluir que antes do acesso facilitado aos microprocessadores e do consequente uso generalizado do computador pessoal, os instrumentos eletrónicos usados em performances musicais

funcionavam como extensões ou ampliações das técnicas musicais que os artistas possuíam, como são exemplos o *Theremin* ou o *Ondes Martenot*. Já com o crescente uso de ferramentas digitais assistimos a uma redução drástica de gestualidade e do esforço aparente na produção sonora. O conjunto destas ferramentas e a forma como elas podem interferir no modo como a performance é percecionada, constitui o que Gaute Barlindhaug (Barlindhaug, 2019) apelida de "tecnologia mediadora" e que analisamos no tópico seguinte.

1.3 A tecnologia mediadora e as suas ferramentas

Para o desenvolvimento da peça "ESCOPROS: o dissecar de um processo", a identificação dos processos que compõem a execução da peça sonora bem como das ferramentas utilizadas para a sua composição e produção é determinante. Assim, os conceitos de "tecnologia mediadora", "ferramentas de criação musical", "ferramentas sonoras", "instrumentos musicais" e "ferramentas sónicas" são agora apresentados.

Na sua tese *The Kids Want Noise – How Sonic Mediations Change the Aesthetics of Music* (2019), Gaute Barlindhaug (2019) propõe uma definição de tecnologia mediadora assente numa visão abrangente, que abarca as ideias principais da definição de tecnologias de reprodução de som do autor Jonathan Sterne, com alguns aspetos diferenciados. No seu livro *O Passado Audível* (2003), Sterne afirma que "a tecnologia moderna de reprodução sonora utiliza dispositivos chamados transdutores, que transformam o som em algo diferente e esse algo diferente de volta em som" (Sterne, 2003, p. 22). Para Barlindhaug (2019), a tecnologia mediadora é uma forma de tecnologia que vai além da simples reprodução sonora, como definida por Sterne. Começando por renomear de sinais/códigos o que Sterne apelida de "algo diferente", o autor defende que a tecnologia mediadora envolve a transformação destes sinais/códigos, que por si só não são sons, em vibrações sonoras, através do uso de transdutores automáticos, e conclui que essa transformação permite a criação, armazenamento, manipulação e reprodução de sons de maneiras diferentes e criativas. Assim, para o autor, a tecnologia mediadora não está meramente restrita a reproduzir sons já existentes e funciona como uma ferramenta adicional de criação de novos sons e efeitos sonoros, com potencial de moldar e ser moldada por ideais musicais e estéticos.

Barlindhaug faz ainda notar que, apesar da tecnologia mediadora ter capacidade de produzir som, esta diferencia-se das tecnologias acústicas, uma vez que se concentra na produção de correntes elétricas, campos magnéticos e números digitais em vez de som na sua forma acústica. (Barlindhaug 2019, p.19-23).

Quando a tecnologia mediadora funciona como uma ferramenta para criar e manipular sons, a maneira como o público a percebe pode variar. Dependendo da sua experiência, conhecimento e contexto cultural, a tecnologia mediadora pode ser apreciada e interpretada de várias maneiras pelos ouvintes. Para alguns pode ser transparente, visto não perceberem o meio em si e o foco estar no conteúdo musical que estão a ouvir, enquanto para outros pode ser bastante visível, quando percebem a presença da tecnologia e estão mais conscientes dos meios utilizados para produzir o som. No seu livro *Assinaturas Digitais – O Impacto da Digitalização no Som da Música Popular* (2016), Ragnhild Brøvig-Hanssen e Anne Danielsen afirmam que a capacidade da tecnologia de mediação de produzir e manipular o som, através de um conjunto de ferramentas que apelidam de assinaturas digitais[21], tem uma influência direta na forma como esta é percecionada e é o que nos permite, como ouvintes, cientes da tecnologia que produz o som, validá-la como elemento estético (Brøvig-Hanssen e Danielsen, 2016, p. 5).

Continuando a tomar como referência a exploração que Barlindhaug (2019) faz sobre a tecnologia mediadora, e para melhor entendermos as diferentes formas de como esta pode ser utilizada na criação e produção musical, apresentam-se agora dois conceitos que lhe são centrais: o de "ferramentas para criação musical" e o de "ferramentas sonoras". Para Barlindhaug, a categoria de ferramentas para criação musical abrange as ferramentas projetadas e usadas tanto no processo de produção musical como no da performance musical. Essas ferramentas são essenciais para a criação e manipulação dos sons musicais e são divididas em duas subcategorias distintas: "instrumentos musicais" e "ferramentas de produção musical".

A primeira subcategoria, denominada de "instrumentos musicais", engloba as ferramentas que são projetadas e, independentemente do seu *design* e características físicas, usadas pelos músicos como a principal fonte de expressão sonora nas suas performances musicais. Mas o que leva o autor a criar esta subcategoria, uma vez que um instrumento musical é uma ferramenta para criação musical? Podemos tomar como exemplo um sintetizador e um equalizador. Um sintetizador é considerado um instrumento musical pois é usado diretamente para gerar sons e melodias. Já um equalizador é geralmente usado para ajustar as frequências dos sons produzidos pelo sintetizador e não é a fonte primária de expressão sonora. Os dois exemplos pertencem à categoria de ferramentas para a criação musical, mas o equalizador não é reconhecido como instrumento e integra a segunda subcategoria proposta pelo autor, a de "ferramentas de produção musical".

[21] We refer to these musical aspects that bear clear, audible traces of digital technology as digital signatures—that is, the sonically distinctive character of digital mediation. Put simply, digital signatures are the sonic fingerprints of digital technology. The particular signatures of digital mediation upon which we will focus include digital reverb and delay, MIDI and sampling, digital silence, the virtual cut-and-paste tool, digital glitches, microrhythmic manipulation, and autotuning. [Referimo-nos a esses aspetos musicais que carregam traços claros e audíveis da tecnologia digital como assinaturas digitais – ou seja, o caráter sonicamente distinto da mediação digital. Simplificando, as assinaturas digitais são as impressões digitais sónicas da tecnologia digital. As assinaturas específicas da mediação digital nas quais nos concentraremos incluem reverberação e atraso digital, MIDI e amostragem, silêncio digital, a ferramenta virtual de cortar e colar, falhas digitais, manipulação microrítmica e ajuste automático] (Brøvig-Hanssen e Danielsen, 2016, p. 5).

Estas ferramentas são igualmente importantes para a criação musical apesar de não serem reconhecidas pelo público como instrumentos musicais. Elas podem incluir equipamentos de gravação, *software* de produção musical, processadores de efeitos, entre outros, e são cruciais para a produção e manipulação dos sons, apesar de não serem consideradas como os principais meios de expressão sonora durante a performance musical.

Esta distinção entre instrumentos musicais e ferramentas de produção musical no âmbito do desenvolvimento do projeto permite a análise mais clara sobre o papel que cada uma dessas ferramentas representa na criação da música e de como contribuem para a opacidade dos processos de execução. A identificação destas ferramentas permite delimitar o seu uso, ou não, no cumprimento do objetivo do trabalho prático, nomeadamente no de alcançar as correspondências visuais pretendidas durante a execução da peça.

Apesar desta categorização ser útil na identificação dos papéis que cada uma das ferramentas para a criação musical representa, ela não é fixa, pois a natureza destas ferramentas pode ser fluida e mutável, dependendo do papel que desempenham na execução musical. A atribuição de novos papéis a uma ferramenta pode levar à mudança da sua categorização. Observando mais uma vez o exemplo do equalizador, à partida uma ferramenta de produção musical, em algumas situações pode ser usado como principal fonte de expressão musical ao moldar o som de forma criativa. Isto sugere que a mesma ferramenta pode desempenhar diferentes papéis dependendo de como é usada e interpretada pelos artistas e pelo público.

A segunda categoria, central à tecnologia mediadora que Barlindhaug identifica, é a que denomina de "ferramentas sonoras". Para o autor, esta categoria inclui todas as ferramentas que podem criar e manipular som mas que não têm uma intenção prévia de serem usadas para criar música e por este motivo são excluídas da categoria de ferramentas de produção musical e da categoria de instrumentos musicais. Um exemplo encontrado pelo autor é o do megafone. Embora o megafone possa ser usado para criar música e até mesmo ser manipulado como um instrumento musical, a sua conotação cultural está relacionada à amplificação de mensagens verbais (Barlindhaug 2019, p. 24-27).

Depois de clarificado o conceito de tecnologia mediadora e da sua atuação como agente intermediário nas relações entre músico, resultado sonoro e público, propomos de seguida a observação de alguns exemplos de casos de performance que a incorporam no seio das suas práticas. Cada caso servirá como uma janela para entender de que forma as escolhas tecnológicas podem impactar a experiência da performance como um todo.

1.4 A análise de casos de performance no espaço paramétrico

Para Woody (2000), o objetivo final de um intérprete é comunicar através da sua performance algum tipo de significado ao ouvinte, seja este uma emoção, um sentimento ou um estado de espírito. Do ponto de vista do espetador é importante observar que a fruição de uma experiência musical, contendo elementos de eletrónica ou não, depende de muitos fatores. Devemos começar por considerar que a maneira de ouvir e interpretar uma música varia de pessoa para pessoa e que a mesma interpretação pode causar diferentes reações em diferentes ouvintes. De acordo com Robert Jourdain (1998), isto ocorre porque cada um de nós tem o seu próprio estilo de ouvir, uma tendência para prestar atenção a certas características da música em detrimento de outras. O autor apelida esta tendência de preferência cognitiva, onde cada pessoa sente uma atração especial por aspetos diferentes da música – umas pela melodia, outras pela harmonia, métrica ou até pela forma (Jourdain, 1998, p. 326). Outros aspetos de natureza musical e extramusical devem ser observados como influentes diretos na fruição de uma performance. Sam Thompson (2009) realizou um estudo, em que considera a existência de diferentes fatores que interferem nessa fruição e que, segundo o autor, acontecem em dois momentos distintos: antes e durante a performance. Para cada momento apresenta três fatores. Para o caso dos fatores envolvidos antes da audição, o primeiro está relacionado com a música propriamente dita, o segundo diz respeito ao estado emocional do ouvinte e o terceiro envolve a familiaridade do ouvinte com o local de execução da performance bem como com o artista. Quanto aos fatores envolvidos durante a performance, o primeiro relaciona-se com o envolvimento do ouvinte com a execução, o segundo trata de aspetos musicais e extramusicais que interferem na atenção do ouvinte e que podem ser modificados à medida que a performance se desenvolve (a execução tecnicamente correta da peça, a interferência de sons externos, o local onde o ouvinte está sentado, a duração da peça, entre outros) e, por fim, o terceiro corresponde a variáveis que podem tirar a atenção do ouvinte, como o estado emocional do artista e até mesmo a maneira como este está vestido. Desta forma podemos concluir que as variáveis que determinam a fruição e avaliação de uma performance musical são muito diversas. Estas abrangem múltiplos aspetos e nem sempre estão diretamente relacionadas com questões de performatividade.

No âmbito do tema central do projeto que agora se apresenta serão considerados apenas os fatores que influenciam diretamente a perceção dos processos de execução musical, o seu entendimento, e os índices de variabilidade que podem apresentar em diferentes práticas ou modelos de performance.

Atualmente, as performances de música eletrónica abarcam um grande número de práticas diferentes e enquanto algumas apresentações exibem interfaces inovadoras, engenhosas, capazes de rastrear

minuciosamente os movimentos físicos de um executante, outras, de forma total ou parcial, não permitem a exibição de ações, gestos ou qualquer tipo de processo de execução. Muitas vezes esta ocultação é deliberada, resultante da vontade do artista que, desta forma, expressa as suas motivações estéticas ou conceptuais. A opacidade nestes contextos passa a fazer parte da proposta artística, transformando-se num elemento de comunicação através do qual os artistas exploram novas fronteiras e desafiam as expetativas estabelecidas.

Como analisado anteriormente, as performances de música eletrónica, inevitavelmente marcadas pelo advento digital, vêm tendo nas suas expressões um conjunto de características que, de forma mais ou menos ativa, contribuem para a falta de transparência dos processos de execução que se desenrolam durante a sua prática. Neste sentido, no capítulo que se segue é apresentada uma análise, através de um conjunto de parâmetros que, no decorrer de uma performance, em conjunto ou de forma individual, contribuem para um maior ou menor grau de opacidade destes processos. Como método de análise, e a partir de um estudo apresentado por Marko Ciciliani (2014) – no qual o autor procura analisar diferentes modelos de performance de música eletrónica que foram emergindo nas últimas décadas –, são distribuídas por um modelo de espaço paramétrico[22] e representadas em diagrama, oito coordenadas correspondentes aos diferentes parâmetros escolhidos para análise, facilitando assim a identificação de tipologias de performance que oferecem um maior grau de opacidade e os elementos que partilham entre elas. Neste contexto, as performances observadas limitam-se a ambientes de concerto, executadas por um único artista, sempre presente e identificável no espaço, e a observação abstêm-se de refletir sobre questões técnicas, tendo apenas como foco principal a construção da encenação do evento sonoro através dos seus elementos constituintes.

Ciciliani (2014) começa por identificar duas tendências opostas de práticas de desempenho, fazendo correspondência a dois modelos: o modelo centrípeta e o modelo centrífugo. Dentro do espaço paramétrico, estes dois modelos vão funcionar como forças gravitacionais e cada um contém parâmetros diferentes.

O modelo centrípeta é caracterizado por:

- Uma disposição centrípeta, o que significa que o executante está no centro das atenções;
- Visibilidade do executante;
- Elevado grau de transparência da relação entre ação corporal do executante e resultado sonoro;
- Ocorrência de eventos relacionados com ações físicas do executante;
- Fonte sonora junto do executante;
- Correspondência entre corpo do executante e som.

[22] O espaço paramétrico é um conceito matemático que descreve um conjunto de pontos no espaço, onde cada ponto é definido por um conjunto de parâmetros ou variáveis – é uma representação matemática que permite descrever e analisar um conjunto de pontos usando fórmulas ou equações paramétricas, em vez de coordenadas cartesianas tradicionais.

O modelo centrífugo é caracterizado por:

- Uma disposição centrífuga, em que o executante funciona maioritariamente como entidade controladora e pouco como ator;
- O executante está numa posição bastante oculta;
- Pouca ou nenhuma correspondência entre ações corporais do executante e resultados sonoros;
- Não existem relações causais entre ações físicas do executante e os eventos que ocorrem;
- Fontes sonoras descentralizadas ou espalhadas;
- Independência entre o corpo do executante e o som.

Para exemplificar estes dois modelos de performance, Ciciliani (2014) refere que as performances que envolvem instrumentos tradicionais são, na sua maioria, exemplos de correspondência ao modelo centrípeta, e que as performances de música concreta, por seu lado, constituem bons exemplos de correspondência ao modelo centrífugo. No caso das performances com instrumentos tradicionais: ao fazer uso destes instrumentos há sempre uma relação direta entre as ações do artista e os resultados sonoros; a fonte sonora está sempre próxima da posição do executante.[23] No caso das performances de música concreta: geralmente o executante não se encontra numa posição exposta; existe pouca ou nenhuma correspondência entre as ações do executante e os resultados sonoros; a influência do executante é caracterizada pelo exercício de controlo sobre os eventos mas não se comporta como agente ativo na produção dos sons no momento da performance.

A escolha dos parâmetros a integrar em cada um dos modelos foi feita com base na questão central desta investigação. Assim, os conjuntos de parâmetros que vão integrar cada um dos modelos identificados, e que derivam naturalmente das características de cada um, são:

Modelo centrípeta:

- Corpo – O corpo e ações do artista são claramente visíveis?
- *Persona* – A postura do artista é proposta como parte da performance? Funciona como afirmação artística e autoral da performance ou só funciona como presença?
- Causalidade – Existe uma forte correlação entre as ações corporais e gestos do artista e o resultado sonoro?
- Tecnologia visível – As ferramentas envolvidas são facilmente identificáveis e visíveis?

[23] A título de exceção, o autor refere o exemplo do órgão de igreja que, apesar de ser um instrumento tradicional, é representante do modelo centrífugo. Neste caso, o músico está muitas vezes invisível – fazendo com que as suas ações não possam ser comparadas ao resultado sonoro – e a fonte sonora também não está facilmente identificável, devido às características acústicas das igrejas que potenciam a reverberação.

Modelo centrífugo:

- Camuflagem – O artista esconde deliberadamente as ações ou a sua figura da visão do público?
- Presença – O artista tem uma postura discreta?
- Mediação – O resultado sonoro não se relaciona com os gestos do artista? Têm lugar muitos eventos sonoros que não se relacionam com as ações do artista?
- Tecnologia invisível – As ferramentas envolvidas não estão visíveis ou são de difícil identificação?

Os oito parâmetros estão dispostos no espaço paramétrico conforme mostrado na Fig. 18.

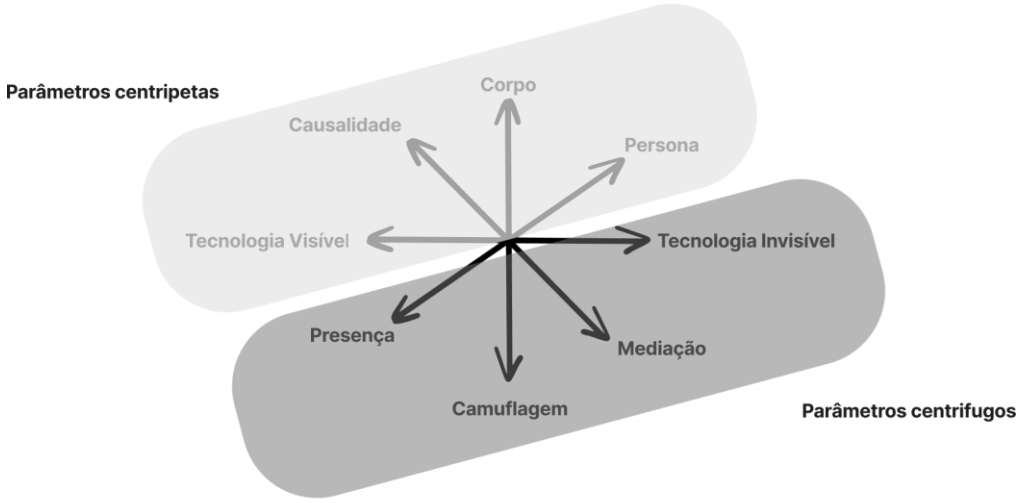


Fig. 18 - Distribuição de parâmetros no espaço paramétrico

De seguida é feita a demonstração da aplicação do espaço paramétrico através de vários exemplos de performances diferentes. Todas as performances foram testemunhadas pela proponente e autora deste Relatório, o que, sob pena de conferir à análise um elevado caráter de subjetividade, vai ao encontro das motivações pessoais que deram origem a este trabalho – a procura de um entendimento mais alargado sobre as estruturas e processos constituintes que formam estas práticas. Os critérios de escolha das performances incidem sobre os seus aspetos formais de organização e estrutura e nunca sobre questões estilísticas – performances com um só artista em palco e uso claro de tecnologia eletrónica (digital, analógica ou ambas). São ainda incluídos *links* para vídeos do *Youtube,* para que os exemplos possam ser facilmente acedidos para análise.

1. 4. 1 Nils Frahm @ Festival Para Gente Sentada, Theatro Circo, Braga, 24-11-23



Fig. 19 - Nils Frahm @ Festival Para Gente Sentada, Theatro Circo, Braga, 24-11-23



Vídeo 1
(https://youtu.be/iCfSZeCK724?si=BrFy9VHvgo1Ru7cQ)

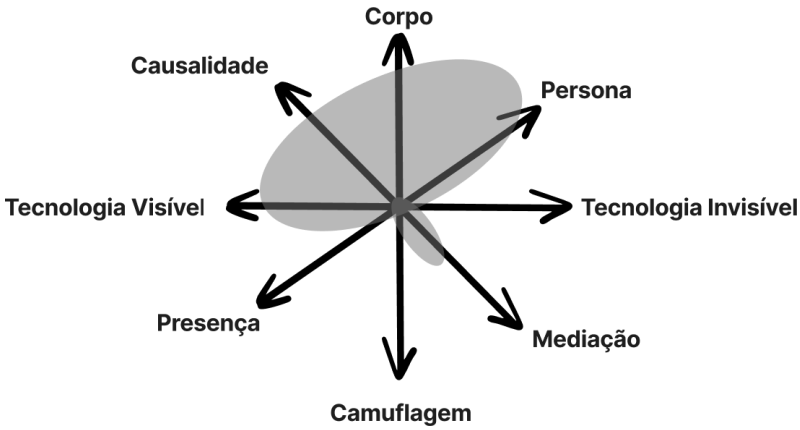


Fig. 20 - Aplicação de parâmetros na performance de Nils Frahm

1. 4. 2 Tim Hecker @ GNRation, Braga, 21-04-23



Fig. 21 - Tim Hecker @ GNRation, Braga, 21-04-23



Vídeo 2
(https://youtu.be/Knu5UWEOnT8?si=AO7PDO2TKwMn-k1F)

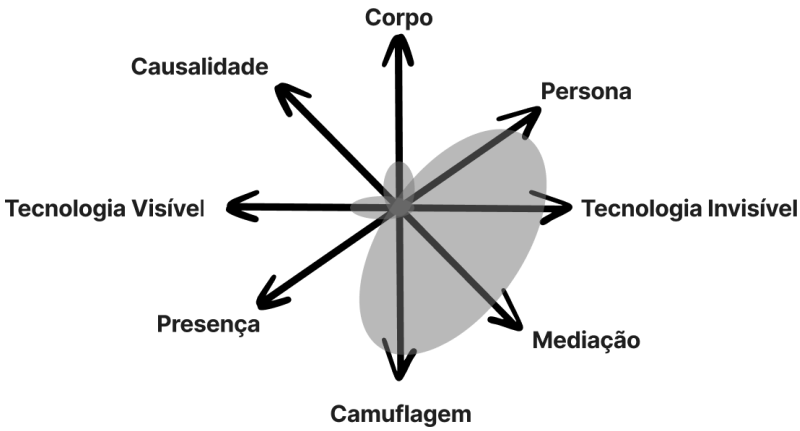


Fig. 22 - Aplicação de parâmetros na performance de Tim Hacker

1. 4. 3 Suzanne Ciani @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-19

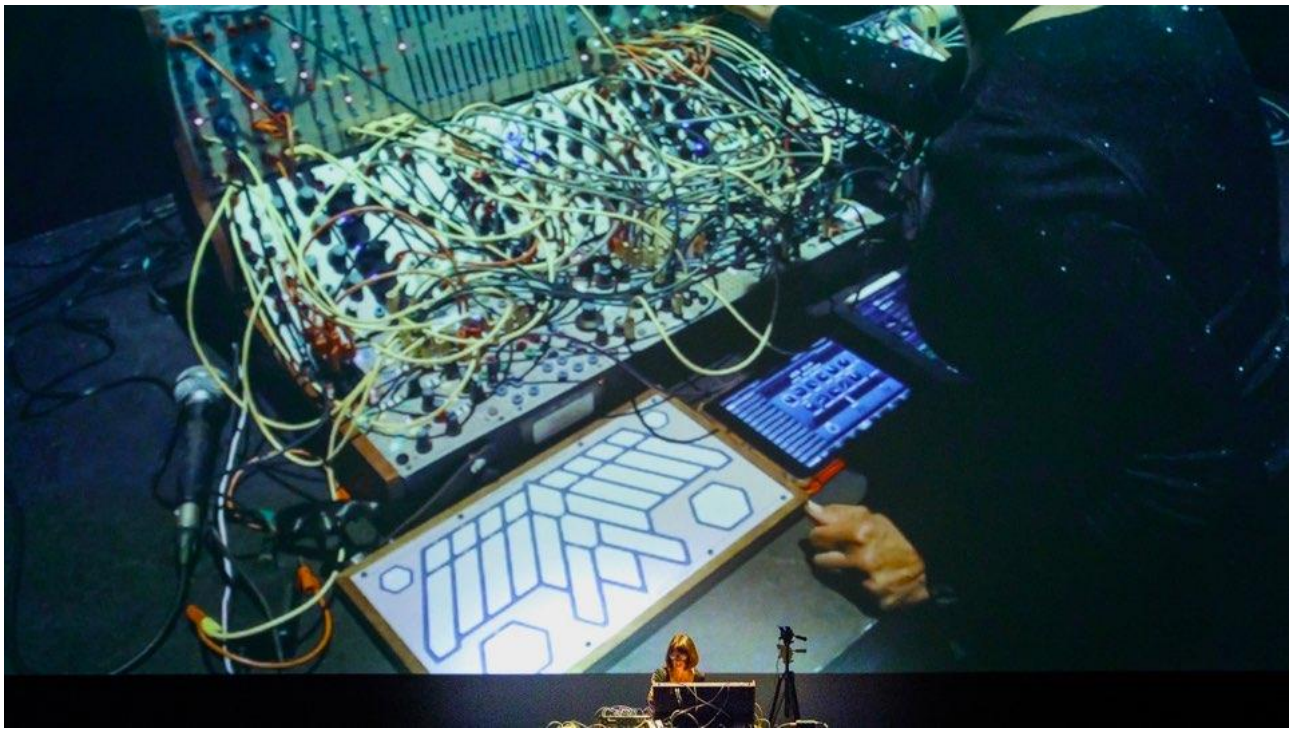


Fig. 23 - Suzanne Ciani @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-19



Vídeo 3
(https://youtu.be/-UYyGbcyuJ8?si=_YfQNxJEloNDhYkb)

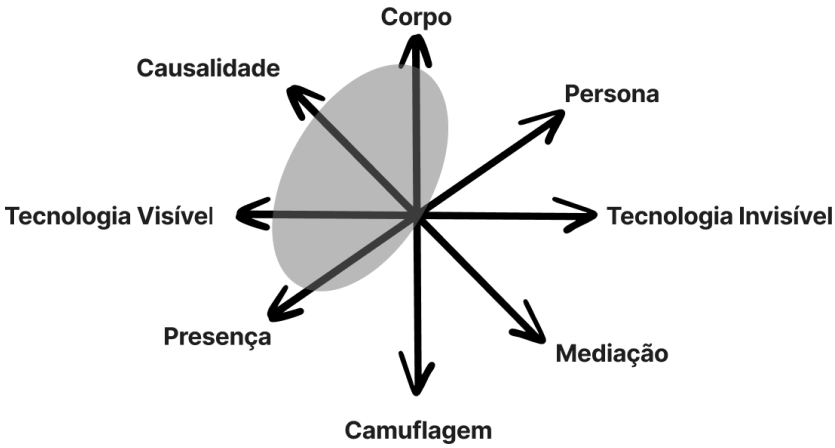


Fig. 24 - Aplicação de parâmetros na performance de Suzanne Ciani

1. 4. 4 Maya Shenfeld @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-23

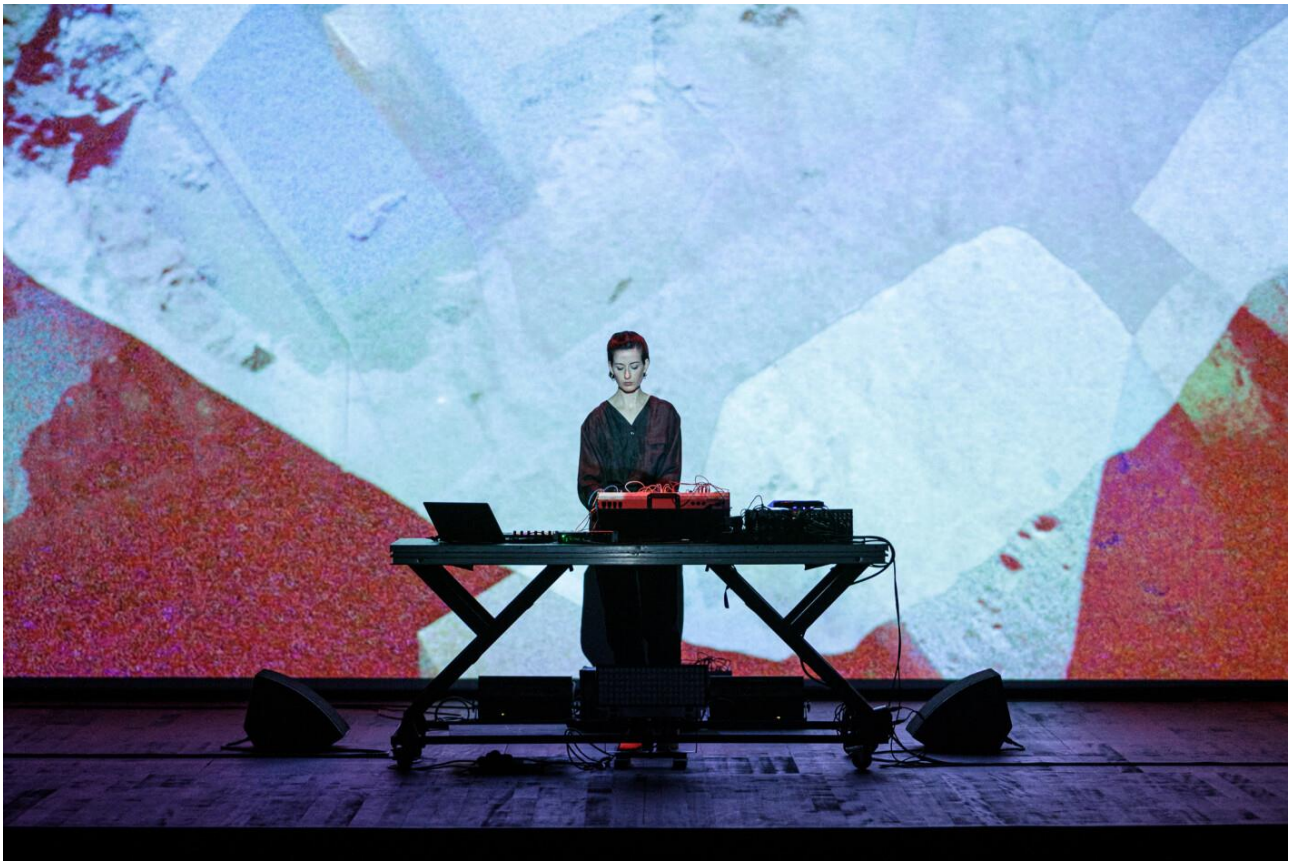


Fig. 25 - Maya Shenfeld @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 27-10-23



Vídeo 4
(https://youtu.be/X2oxVlijRxc?si=qdSyNhDyNdZe26Y2)

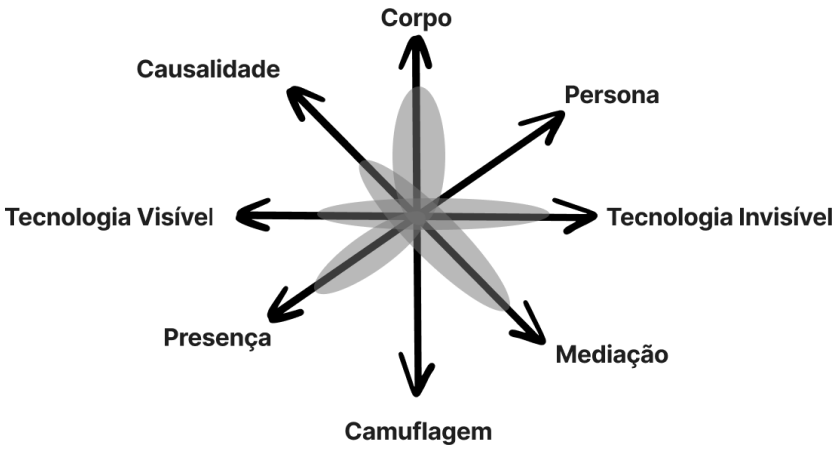


Fig. 26 - Aplicação de parâmetros na performance de Maya Shenfeld

1. 4. 5 Caterina Barbieri @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 30-10-22



Fig. 27 - Caterina Barbieri @ Semibreve, Theatro Circo, Braga, 30-10-22



Vídeo 5
(https://youtu.be/E-t9bCncYyA?si=mb6dzailUlookq2a)

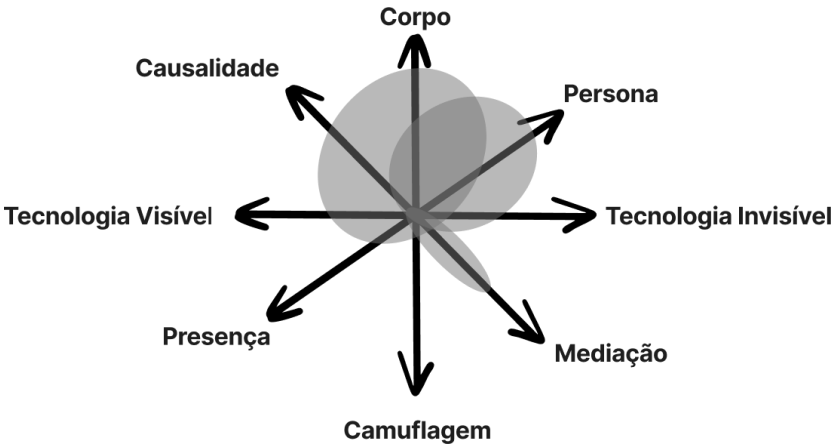


Fig. 28 - Aplicação de parâmetros na performance de Caterina Barbieri

1. 4. 6 Análise dos casos

Nils Frahm

Performance com elevados níveis de transparência de processos:

- A tecnologia é bem visível - todos os instrumentos estão distribuídos por dois módulos principais e colocados de frente ou de lado para a plateia;
- A presença do músico é bem visível e constitui também ela um elemento performativo - está em constante movimento entre instrumentos, por vezes a controlar mais do que um ao mesmo tempo, assemelhando-se a um polvo;
- A causalidade entre os gestos do músico e o resultado sonoro é bastante evidente - quase nenhum evento sonoro ocorre sem a sua ação direta, sugerindo muito pouca mediação.

Tim Hecker

Performance com elevados níveis de opacidade de processos:

- A tecnologia é praticamente invisível - só é possível vislumbrar as costas de um ecrã de computador e uma mesa de mistura;
- O corpo do músico é quase impercetível, apesar de ocupar um lugar central no palco - a penumbra é constante durante toda a performance, com recurso a luzes de baixa intensidade e muito fumo, e a sua figura, apenas percecionada em raros momentos, confere um grau de camuflagem elevado ao mesmo tempo que funciona como uma declaração de intenções estéticas e performativas;
- Não é possível, por falta de iluminação, percecionar qualquer relação causal entre as ações do músico e o resultado sonoro - opera todos os processos de execução da performance através de um computador e processadores de efeitos, o que sugere um elevado grau de mediação.

Suzanne Ciani

Performance com elevados níveis de transparência de processos:

- A tecnologia é bem visível - todos os instrumentos estão distribuídos em cima de uma mesa, que é filmada e projetada durante o decorrer da performance;
- A presença do músico é bem visível, ocupando um lugar central no palco - está em constante interação com um ou mais instrumentos ao mesmo tempo e a sua presença assume uma postura controladora, mas sem grandes gestos performativos;
- A causalidade entre as ações do músico e o resultado sonoro é bastante evidente - toda a performance é filmada e projetada em tempo real, com particular atenção à manipulação das

ferramentas e instrumentos, e não ocorrem eventos sonoros sem a sua ação direta, sugerindo muito pouca mediação.

Maya Shenfeld

Performance com nível médio de opacidade de processos:

- A tecnologia é praticamente invisível - só é possível vislumbrar as costas de um ecrã de computador, de uma mesa de mistura e de um sintetizador modular;
- A presença do músico é bem visível, ocupando um lugar central no palco - está em constante interação com o sintetizador e a mesa de mistura e a sua presença assume uma postura controladora, mas sem grandes gestos performativos;
- A causalidade entre os gestos do músico e o resultado sonoro é pouco evidente - alguns eventos sonoros ocorrem sem a sua ação direta, sugerindo alguma mediação.

Caterina Barbieri

Performance com nível médio de opacidade de processos:

- A tecnologia é praticamente invisível - só é possível vislumbrar as costas de um ecrã de computador e de um sintetizador modular mas, o contrário do que ocorre na performance de Maya Shenfeld, o sintetizador encontra-se elevado com suportes, o que permite uma maior visualização dos gestos sobre o instrumento;
- A presença do músico é bem visível, ocupando um lugar central no palco - está em constante interação com o sintetizador e a sua presença assume uma postura controladora, acompanhada de gestos performativos, alguns de reação direta ao resultado sonoro e outros que anunciam algum tipo de ação;
- A causalidade entre os gestos do músico e o resultado sonoro é bastante evidente e é potenciada pela sua performatividade - alguns eventos sonoros ocorrem sem a sua ação direta, sugerindo alguma mediação.

Para permitir uma leitura mais facilitada dos resultados desta análise os dois quadros seguintes mostram as tecnologias identificadas pela observadora, segundo a categorização proposta por Barlindhaug (2019), bem como o resultado dos diferentes níveis de opacidade decorrentes da análise dos parâmetros dispostos no espaço paramétrico.

Quadro de tecnologias mediadoras identificadas		
	Instrumentos musicais	**Ferramentas sonoras**
Nils Frahm	Sintetizadores Sequenciador Processadores de efeitos	Computador
Tim Hecker		Computador
Suzanne Ciani	Sintetizadores	Tablets
Maya Shenfeld	Sintetizador	Computador
Caterina Barbieri	Sintetizador	Computador

Quadro de análise paramétrica					
	Mediação	**Visibilidade de tecnologia**	**Visibilidade do corpo**	**Persona**	**Opacidade**
Nils Frahm	●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●
Tim Hecker	● ● ● ● ● ●	● ●	●	●	● ● ● ● ● ●
Suzanne Ciani	● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●	● ●
Maya Shenfeld	● ● ● ● ●	● ●	● ● ● ●	● ●	● ● ● ●
Caterina Barbieri	● ● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ●

Legenda: • muito baixa • • baixa • • • moderada • • • • alta • • • • • elevada • • • • • • muito elevada

Esta análise de performances, ainda que curta, permite desde já concluir que o uso do computador, como ferramenta principal de execução de processos, é o que resulta em situações de maior opacidade. O uso do computador introduz camadas de manipulação sonora complexas, em que o processamento digital e a intricada malha algorítmica não são tangíveis, o que torna muito difícil para o público perceber o que está a acontecer ou qual o nível de intervenção do músico em palco.

Assim, e na impossibilidade de alargar a análise de performances de música electrónica ao vivo a todas as suas vertentes, géneros e modelos, e por motivos de delimitação de objecto de estudo para o desenvolvimento do projeto, o restante enquadramento e contextualização da prática performativa de música electrónica ao vivo, direciona o seu foco para o modelo que se reveste do um maior grau de opacidade, conforme foi concluído pela análise proposta através do método de representação em espaço paramétrico - a performance que recorre ao computador como ferramenta sonora para a execução de todos ou da maioria dos processos que ocorrem durante a apresentação.

1. 5 O computador pessoal no palco

Ao longo das últimas décadas muito tem sido discutido sobre performances de música eletrónica, nomeadamente sobre as que se baseiam maioritariamente no uso de computadores. O termo *laptop performance* é normalmente aplicado para definir as apresentações ao vivo que assentam na premissa de uso do computador como elemento principal de execução musical. Alguns artistas não apreciam muito esta designação pois, apesar do computador portátil ser uma ferramenta musical como qualquer outra e da sua inigualável capacidade de substituir uma quantidade enorme de *hardware* na execução de um conjunto alargado de funções, ele, por si só, não é representativo da totalidade de uma performance nem tão pouco pode ser considerado um instrumento musical sem que sejam considerados os *softwares* que nele são executados.

As características inerentes à música produzida através do uso de computadores, em contexto de performance, levantam de imediato questões de opacidade. O público, ao assistir a este tipo de apresentações, observa a interação entre o executante e o computador enquanto perceciona o resultado sonoro, mas o conjunto de processos e a forma como os executa para obter os resultados sonoros desejados não é visível. O que realmente ocorre e permanece indecifrável, muitas vezes para uma grande parte da audiência, pode ser descrito como uma multiplicidade de instrumentos executados por uma "banda ou orquestra invisível que opera dentro

do computador". O único elemento visível é o artista ou compositor, que controla a execução da obra de uma forma que por vezes pode parecer monótona, em comparação com o considerável esforço físico despendido por alguém que conduz ou integra uma orquestra durante a interpretação de uma sinfonia. Muitas vezes, os *softwares* utilizados durante a performance diferem dos utilizados no processo de composição das obras e, mesmo que sejam os mesmos, os processos de performance e composição são notavelmente distintos. Para compreender melhor o que ocorre quando alguém se apresenta com um computador em palco é necessário analisar mais a fundo as tecnologias que podem estar envolvidas. Essa exploração mais aprofundada pode proporcionar uma compreensão mais precisa de todo o processo e das nuances envolvidas.

Um instrumento musical tradicional não eletrónico depende de uma interação constante do executante para produzir som. O instrumento possui propriedades físicas específicas, que definem o seu som e a maneira como deve ser tocado, e a música resulta das propriedades do instrumento e das habilidades do músico. O público facilmente tem uma compreensão do que está a acontecer, mesmo que não domine ou sequer tenha uma relação com qualquer instrumento. É bastante óbvio para a grande maioria de uma audiência que um instrumento pequeno soa diferente de um muito maior, que uma orquestra soa de forma mais intensa e complexa quando muitos dos seus elementos executam em simultâneo ou que bater numa superfície com outro objeto resulta em sons percussivos. A velocidade, a precisão e toda a dinâmica e variações sonoras resultam diretamente do trabalho do músico e a interrupção desta relação resulta inevitavelmente em silêncio. Há, no entanto, exceções a esta regra. Considere-se por exemplo um órgão de igreja, onde o músico pode aplicar pressão com pesos sobre um conjunto de teclas e desfrutar de um resultado sonoro continuo, mesmo sem mais ações. Outra exceção são os brinquedos musicais mecânicos, que reproduzem composições por meio de arranjos de pinos em cilindros giratórios. Curiosamente, o órgão de igreja, ao apresentar o músico num local separado do local onde o som é emitido pelos tubos, representa uma quebra na compreensão intuitiva do instrumento. Podemos estabelecer uma analogia com os instrumentos eletrónicos, onde a interação contínua do músico não é estritamente necessária. Mesmo em instrumentos tradicionais a relação direta entre a ação física do músico e o som produzido nem sempre é absoluta, o que já denota uma aproximação a algumas das características dos instrumentos eletrónicos modernos.

Durante o processo de composição de música eletrónica a tecnologia oferece a capacidade de fazer e refazer cada momento com detalhe anteriormente inimaginável e o computador revela-se a ferramenta ideal para essas operações, permitindo armazenar diversas versões da mesma obra e voltar a elas sempre que necessário. Os trabalhos musicais compostos e produzidos com recurso a *softwares*, com fluxos de trabalho muito mais simples em comparação aos dos estúdios de gravação tradicionais, muitas vezes apresentam resultados com sobreposição de muitos elementos. O que representou uma conquista impressionante

representa igualmente um enorme desafio no momento de transposição para palco. Tentar recriar ao vivo, do zero, uma composição eletrónica complexa – com sobreposição de instrumentos, efeitos e uma multiplicidade de eventos –, é uma tarefa simplesmente impossível. A limitação não reside na incapacidade dos computadores atuais gerarem todas essas camadas sonoras em tempo real mas sim no facto de um único executante não conseguir controlar todos esses processos em simultâneo, mesmo que possua todos os instrumentos e seja habilidoso o suficiente para tocá-los individualmente.

Como anteriormente abordado, a música computacional inicial estava dependente das gravações em fita para se apresentar ao vivo. Todas as composições eram realizadas em contexto de laboratório ou em estúdios e a sua execução em tempo real era uma impossibilidade visto que, no contexto tecnológico da altura, o cálculo para a criação de resultados sonoros era moroso e tornava inviável a sua demonstração, sem que se tornasse entediante do ponto de vista de dinâmica musical. Segundo François Bayle (Bayle, 1991), música acusmática é uma música produzida totalmente dentro do estúdio, para ser posteriormente difundida numa sala de concerto. Era comum, durante estas apresentações, os altifalantes estarem localizados no palco enquanto o operador, com a sua mesa de mistura e máquina de fita, estar sentado no meio do público ou no fundo da sala, mas nunca no palco. Visualmente, ficava claro que ele não era o músico mas o operador e havia uma razão muito prática para isso. Semelhante ao papel do maestro, o operador era a pessoa que controlava o som da performance e isso só poderia ser feito ao ficar numa posição suficientemente junto à do público, local onde o comportamento acústico devia ser o mais próximo do desejado pelo compositor da obra. O conceito de distribuição e espacialização sonora, fazendo uso de diversos altifalantes para difundir o som, frequentemente com qualidades sonoras diferentes, e colocados ao redor da audiência, era uma característica inerente a este tipo de performances. Muitas vezes, o seu início era acompanhado por algum tipo de introdução oral ou sinopse escrita, ajudando desta forma a plateia a obter mais informação sobre a criação da obra apresentada.

É interessante observar como estas performances pioneiras de música acusmática, ao recorrerem a tecnologia de gravação em fita para a difusão de obras complexas, podem representar, na história da música eletrónica, uma aproximação a alguns aspetos fundamentais que constituem as atuais performances de música eletrónica com recurso a computadores e ferramentas digitais, já que o recurso a estas tecnologias permite a difusão de material sonoro gravado com muita facilidade.

Curiosamente, os concertos de música acusmática, enquanto corrente performativa, são muito bem aceites e compreendidos, mesmo entre círculos exigentes como os do mundo académico, enquanto as

performances de música eletrónica com recurso a computador parecem não reunir entendimento sobre a forma como devem ser apresentadas. Paira muitas vezes sobre este tipo de performances uma exigência de que haja uma demonstração clara de execução de todos os processos em tempo real, ao vivo, independentemente de ser exequível ou não.

É importante fazer notar que, com o crescente desenvolvimento das ferramentas digitais musicais e do poder computacional, uma performance através de computador pode, apesar de ter sempre de abdicar de algum grau de complexidade de interação, ser totalmente improvisada e executada em tempo real. Ao assistirmos a uma performance de música eletrónica com computador, seja ela composta por mais ou menos elementos pré-gravados, não deixa de ser praticamente impossível reconhecer quais os processos que estão a ser executados em tempo real. Não há uma compreensão total do trabalho que está ser feito em palco, pois o que nos é dado a observar, na maioria dos casos, são as costas de um ecrã e um artista que executa e opera de forma quase impercetível os instrumentos/ferramentas digitais através do computador. Esta opacidade é estendida a toda a plateia, podendo, no entanto, ser experienciada em maior ou menor grau consoante a familiaridade que pode existir, por parte dos elementos da plateia, com as ferramentas utilizadas.

Este cenário pode-se revelar insatisfatório tanto para a plateia quanto para o próprio artista que se apresenta. Enquanto a plateia não consegue avaliar a qualidade da performance em termos de execução, podendo apenas julgar o resultado sonoro, o artista, enquanto *performer* e executante, também não vê o seu trabalho reconhecido em toda a sua plenitude. Este resultado, também ele pode conter uma maior ou menor intenção por parte do artista, que muitas vezes prefere ocultar os processos e a forma como estes são executados.

Como já abordado anteriormente, a década de 1960 testemunhou o aparecimento dos primeiros sintetizadores comerciais, que em muito devem o seu desenvolvimento à pesquisa e exploração que ocorria nos laboratórios de música computacional. Os sintetizadores estavam equipados com teclados de piano e prontos a ser tocados por músicos sem experiência prévia em engenharia informática. Esta nova possibilidade levou a uma nova realidade performativa, com os palcos a encherem-se de imponentes sintetizadores e teclados, o que criou toda uma nova consciencialização do público em relação a estes novos instrumentos e aos sons criados eletronicamente. Os grupos musicais Tangerine Dream ou Kraftwerk são exemplos de popularização do uso de sintetizadores em palco, no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, respetivamente.

Durante estas performances, a plateia presenciava a execução do músico ou do conjunto de músicos, normalmente envoltos ou por trás de uma parede impressionante de tecnologia, com luzes a piscar, grandes

mesas de mistura e terminais de computador com linguagem verde cintilante. Era sem dúvida uma visão do futuro em pleno palco. A compreensão da génese dos sons eletrónicos, que eram inéditos para a maioria dos integrantes de uma plateia, tornava-se quase impossível, mas a necessidade de ação constante por parte dos executantes, para controlar diversas máquinas e instrumentos ao longo da performance, criava uma relação direta e transparente entre as suas ações, a sua linguagem gestual e corporal e o resultado sonoro. Apesar de muitas das ações levadas a cabo pelo artista durante a apresentação ainda se revestirem de algum mistério para grande parte do público, como o conectar ou desconectar de cabos de um sintetizador modular, o subir ou descer *faders* de uma mesa de mistura ou o introduzir de disquetes numa maquinaria nunca antes vista, estas performances eram, e ainda hoje são, como nos exemplos das performances de Suzanne Ciani, Caterina Barbieri ou Maya Shenfeld, oportunidades únicas de experienciar a criação de música eletrónica ao vivo, em tempo real.

No entanto, a era dourada dos supergrupos eletrónicos, com *hardware* excessivamente caro e logística de performances altamente complexa, pertence em grande parte ao passado – casos como as performances levadas a cabo por Nils Frahm, com toda uma parafernália de instrumentos eletrónicos e magistralmente controlados por uma só pessoa são sem dúvida exceções. A partir do final da década de 1980, o advento do computador pessoal acessível e do protocolo *MIDI* provocou uma mudança drástica. A criação de música eletrónica tornou-se acessível a um público muito mais amplo e essa transformação não afetou apenas o processo de criação mas também a forma como as performances eram conduzidas.

É quase irónico que o desfecho de uma era imensamente marcada por performances ao vivo, tão ricas em termos de experiência e contacto direto com as novas tecnologias eletrónicas, tenha sido impulsionado pelas mesmas forças que a tornaram possível. O aumento do poder computacional e a acessibilidade cada vez maior ao computador pessoal, ao mesmo tempo que permitiu a realização de funções cada vez mais complexas, com resultados impressionantes ao nível da criação de música e controlo de vários parâmetros sonoros em tempo real, levou a que todas essas funções e processos ficassem escondidos dentro de uma ferramenta única e compacta como o computador.

1. 6 Síntese executiva

Ao longo deste capítulo, foi apresentada uma breve história da evolução da música eletrónica desde os seus precursores até à era digital. Esta contextualização permitiu-nos observar que a produção e execução de

música eletrónica, intrinsecamente ligadas à evolução tecnológica, contribuiu para uma crescente opacidade dos processos que se encontram na base da sua execução em contexto de performance, tendo o advento do computador pessoal resultado no culminar desse acréscimo de opacidade.

O aparecimento e desenvolvimento do sintetizador, desde as suas versões mais antigas e analógicas, como o pioneiro *Electronic Sackbut* ou o super popularizado Minimoog, até aos modernos digitais, como o *Yamaha DX-7,* não só expandiu as possibilidades sonoras como também levou a uma transformação na forma como a música passou a ser composta, executada e percecionada. Foram analisadas as técnicas de síntese subtrativa e de frequência modulada, permitindo explicar a sua influência na expressividade durante a criação e execução da música eletrónica, pois o seu uso e manipulação requer um cuidado e delicadeza constantes, levando, na maioria das vezes, a uma maior desassociação entre gesto e resultado sonoro.

Como observámos, a chegada do protocolo *MIDI*, ao estabelecer um padrão de comunicação entre instrumentos eletrónicos, interfaces e computadores, possibilitando assim novas formas de controlo e integração na produção e execução musical, veio, juntamente com o advento do computador pessoal, moldar novas práticas performativas. O controlo de vários instrumentos em simultâneo e em sincronia, juntamente com a possibilidade de manipulação sonora em tempo real, ao mesmo tempo que permite o ampliar da expressividade, resulta, na maioria das vezes, numa maior complexidade e opacidade dos processos que estão subjacentes a estas execuções. Enquanto, em performances que fazem uso de instrumentos tradicionais, a relação entre a ação física do músico e o som produzido é bastante direta e facilmente percetível, quando são utilizados instrumentos eletrónicos e interfaces - analógicos ou digitais - essa relação é mediada por controlos e parâmetros muitas vezes invisíveis para o público, quebrando essa perceção de causalidade.

A contextualização do desenvolvimento tecnológico no seio da música eletrónica, feita ao longo deste capítulo, facilitou uma visão mais ampla daquele que consideramos ser um afunilamento das capacidades de perceção dos seus processos de execução, que atingiu o nível máximo com o uso do computador pessoal como principal ferramenta sonora para a sua produção.

O tópico "A tecnologia mediadora e as suas ferramentas" abordou os conceitos de "tecnologia mediadora", "ferramentas de criação musical", "ferramentas sonoras", "instrumentos musicais" e "ferramentas sónicas" a partir da tese de Gaute Barlindhaug (Barlindhaug, 2019).

Esta abordagem destacou a influência da tecnologia não só na criação, armazenamento, manipulação e reprodução de sons de maneiras diferentes e criativas, mas também na perceção e fruição do público, dependendo da sua experiência, conhecimento e contexto cultural. Permitiu também perceber o quanto

algumas características do computador contribuem para o seu carácter mais opaco, visto que realiza uma série de processamentos internos na transformação de sinais digitais em som audível que tornam o processo pouco transparente para o ouvinte.

No tópico seguinte são analisados alguns exemplos de performances de música eletrónica. Esta análise exploratória, recorrendo a parâmetros que foram propostos e dispostos no espaço paramétrico, pretendeu comparar diferentes abordagens de práticas performativas, através da observação das suas características - nomeadamente do conjunto de ferramentas e instrumentos utilizados pelos diferentes artistas -, e identificar de que forma elas podem influenciar a expressividade, interatividade e transparência dos processos executados. Esta análise vem sublinhar, na opinião da autora, que o uso exclusivo do computador, em contexto de performance, resulta numa maior opacidade dos processos de execução.

A análise efetuada, ao mesmo tempo que aponta o grau de opacidade que o computador carrega para o palco - e que, na esfera de interesses da autora, canaliza a sua curiosidade e induz à sua exploração -, permitiu uma observação mais profunda das possibilidades oferecidas por esta ferramenta na produção e execução musical. A exploração do meio digital de forma tão eficaz pelos diferentes artistas serviu de inspiração não só para a experimentação e o alargar de técnicas utilizadas pela autora até ao momento, como para a procura de soluções que permitam representar artisticamente a complexidade dos processos inerentes a essas técnicas.

O trabalho prático não irá apenas aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos, mas também proporcionar uma experiência prática e criativa na exploração das possibilidades sonoras oferecidas pelos sintetizadores e pelo protocolo *MIDI*.

Assim, o desenvolvimento da peça "ESCOPROS" propõe uma representação visual da manipulação de uma técnica de modulação sonora, não pretendendo restituir a relação direta entre ação e resultado sonoro, mas antes o olhar e a interpretação artística da sua natureza delicada e consequente camada de opacidade que a reveste.

Capítulo 2 - "ESCOPROS - O Dissecar de Um Processo": Desenvolvimento e implementação

2.1 Escolha da ferramenta para criação musical - o *Ableton Live*

O delimitar do uso das ferramentas para o desenvolvimento e gravação de uma peça sonora é fundamental para estabelecer os parâmetros e limitações que guiarão o processo criativo e os resultados que se pretendem alcançar. Tomando os objetivos anteriormente descritos como estratégia delimitadora, consideramos que o *software* de produção e gravação musical *Ableton Live*, é o mais adequado para o seu cumprimento. Outro fator que influenciou esta escolha prende-se com o grau de conhecimento sobre esta ferramenta, que tem acompanhado o desenvolvimento de outros trabalhos musicais já desenvolvidos pela autora e proponente do Relatório.

Atualmente, o *Ableton Live* é um dos mais populares e versáteis *softwares* de produção musical e é amplamente utilizado por músicos, produtores e artistas ao vivo. O que torna este *software* único é a sua abordagem inovadora para a criação, gravação, produção e performance musical, oferecendo uma ampla gama de recursos e ferramentas adaptadas tanto para estúdio como para performances ao vivo.

Uma das características distintivas do *Ableton Live* é a sua compatibilidade com um vasto conjunto de *plugins* externos, incluindo sintetizadores virtuais, efeitos de áudio, instrumentos virtuais e muito mais. Esses *plugins* externos ampliam significativamente as capacidades do *software*, permitindo ao utilizador aceder a uma variedade ilimitada de sons e efeitos para enriquecer as produções musicais.

A grande variedade de instrumentos virtuais disponíveis no mercado permite aos utilizadores deste *software* uma liberdade de escolha bastante personalizada, por forma a atender às suas necessidades musicais e de desenvolvimento de projetos. Esta ferramenta oferece recursos avançados de mapeamento e processamento de áudio, que facilitam a integração e o controle de *plugins* externos. É uma ferramenta intuitiva – apesar de complexa – e através de ações simples podem ser carregados e configurados *plugins* externos, ajustar os seus parâmetros em tempo real e gravar automações para criar performances musicais dinâmicas e expressivas.

Outro aspeto poderoso do *Ableton Live* e que levou à sua escolha para ferramenta de desenvolvimento da peça sonora, é a capacidade de mapear ações e controlos para hardware externo, como controladores *MIDI*. Isto cria configurações personalizadas, que se alinham com o fluxo de trabalho e estilo de performance. Seja no decorrer de uma gravação ou de uma performance ao vivo podem ser mapeados diferentes parâmetros de instrumentos virtuais, efeitos e outros dispositivos para os controlos físicos dos controladores *MIDI*, permitindo ajustar e manipular o som em tempo real com facilidade e precisão.

A flexibilidade de controlo e o mapeamento de parâmetros *MIDI* que o *Ableton Live* oferece foram determinantes para a escolha deste *software* para o desenvolvimento da peça sonora "ESCOPROS".

2.2 Desenvolvimento da peça sonora no *Ableton Live*

A conceção e desenvolvimento da peça "ESCOPROS" compreendeu apenas o uso de dois *plugins* de sintetizadores virtuais – o *OP-Xa V* e o *CS-80 V4*. Estes instrumentos icónicos e de caráter sonoro único revelaram, na sua exploração pela autora, ser perfeitos para alcançar o ambiente final pretendido. Todo o processo de composição e execução é descrito nos seguintes passos:

1° Passo - Abertura de sessão e carregamento dos *plugins* dos sintetizadores virtuais.

- Foi aberta uma nova sessão e adicionada uma nova faixa *MIDI* para cada um dos sintetizadores. Para esta operação foi aberto o navegador de dispositivos e, depois de encontrados os sintetizadores, estes foram arrastados para as respetivas faixas *MIDI* (Fig. 29).

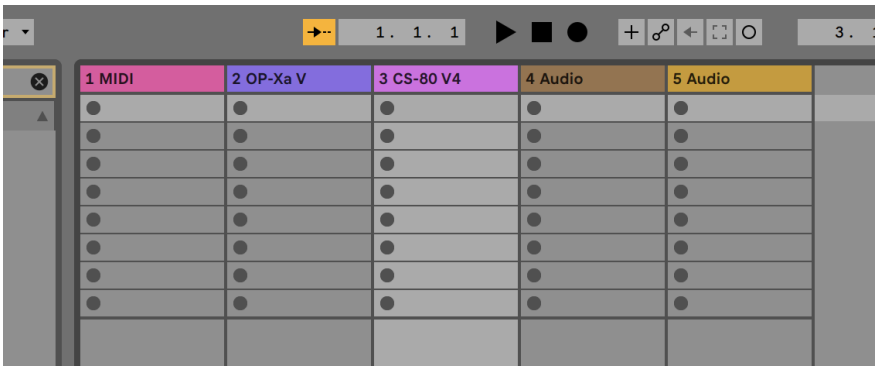


Fig. 29 - Carregamento do OP-Xa V e do CS-80 em faixas MIDI

2º Passo – Exploração dos sintetizadores no ambiente do *Ableton Live* através de controlador *MIDI*.

- Para controlar os dois sintetizadores, foi usado o controlador *MIDI* com teclado *LaunchKey Mini* (Fig. 30)



Fig. 30 - *LaunchKey Mini*

- Com o controlador ligado e reconhecido pelas configurações do *Ableton Live*, seguiu-se aquele que foi o processo mais longo de todo o desenvolvimento desta peça - a exploração dos dois instrumentos e o início de composição (Fig. 31 e Fig. 32.).



Fig. 31 - *OP-Xa V*



Fig. 32 - *CS-80*

- Foram explorados os diferentes sons e *presets*[24] disponíveis em cada sintetizador, enquanto se criavam algumas sequências musicais com correspondência à atmosfera ambiente desejada. O timbre e o ambiente sonoro de cada um dos sintetizadores foi finamente ajustado, com

[24] *Presets* são configurações predefinidas no instrumento e normalmente permitem ao utilizador ajustar com novas definições de parâmetros, salvar e aceder mais tarde.

configurações de muitos dos seus parâmetros e componentes – velocidade, afinação e *detune*[25], osciladores, formas de onda, filtros, envelopes e efeitos –, para criar uma textura sonora interessante e expressiva (Fig. 33 e Fig. 34).



Fig. 33 - Programação de efeitos no *OP-Xa V*



Fig. 34 - Programação de efeitos no *CS-80 V4*

3º Passo - Identificação de parâmetros a controlar durante a execução e mapeamento de *control change*[26] (CC).

- Depois de encontrada a atmosfera sonora pretendida, através do cruzamento dos dois sintetizadores, foram identificados os parâmetros que se pretendiam modular durante a execução e feito o seu mapeamento no controlador *MIDI*. A escolha recaiu sobre o volume dos dois sintetizadores, e os filtros de *Keyboard Control* do CS-80 V4 (Fig. 35, Fig. 36 e Fig. 37). Esta escolha prende-se intimamente com o objetivo do trabalho, na medida em que é pretendida uma tradução visual de um processo que ocorre durante a execução de uma performance de música electrónica. A modulação sonora através de filtros é bastante comum na execução de peças de eletrónica de cariz ambiental e é um processo que requer bastante cuidado e delicadeza. As mudanças que são operadas durante este processo são muito subtis e o seu mapeamento ilustra essa subtileza.

[25] *Detune* é um ajuste de tom, normalmente subtil, para que se afaste ligeiramente da afinação padrão.

[26] *Control change* (CC), é um tipo de mensagem MIDI que transmite informações de controlo sobre parâmetros específicos, permitindo que dispositivos MIDI sejam controlados e ajustados em tempo real durante a execução.



Fig. 35 - Volume do *OP-Xa V*



Fig. 36 - Volume do *CS-80 V4*



Fig. 37 - Filtros de *Keyboard Control*

- Após identificados os parâmetros a controlar, estes foram atribuídos a *knobs*[27] específicos no controlador *MIDI*. Na sessão, foi aberto o modo de mapeamento *MIDI* e foram atribuídos os controlos físicos do controlador *MIDI* aos parâmetros do volume e filtros escolhidos nos dois sintetizadores. Esta operação permite controlar em tempo real estes parâmetros, bem como fazer o registo de todas as ações durante o processo de gravação.

- Para alcançar uma maior expressividade e riqueza estrutural foi adicionado o *plugin Auto Filter* (Fig. 38) ao sintetizador CS-80 V4. A manipulação dos filtros de frequência e ressonância deste *plugin* são essenciais para o ambiente se instalar no início da música e para controlar o seu final, de forma expressiva e com texturas sonoras ricas. O seu mapeamento (Fig. 39) e gravação das suas automações foi essencial para o resultado da peça visual posteriormente desenvolvida.



Fig. 38 - *Plugin Auto Filter*

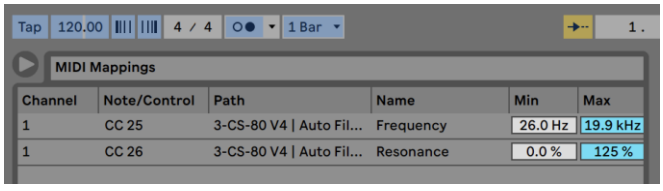


Fig. 39 - Mapeamento do *Auto Filter*

[27] *Um knob é um controlo giratório usado para ajustar variáveis em dispositivos eletrónicos, como volumes ou outros parâmetros de áudio, através de movimentos circulares.*

- No sintetizador CS-80 V4, foram mapeados os seguintes controlos: Volume, *Keyboard Control Brilliance Low*, *Keyboard Control Brilliance High*, *Keyboard Control Level High* e o botão *Hold*, que sustém a última nota tocada. Este mapeamento é visível na listagem de controlos *MIDI* do instrumento (Fig. 40).

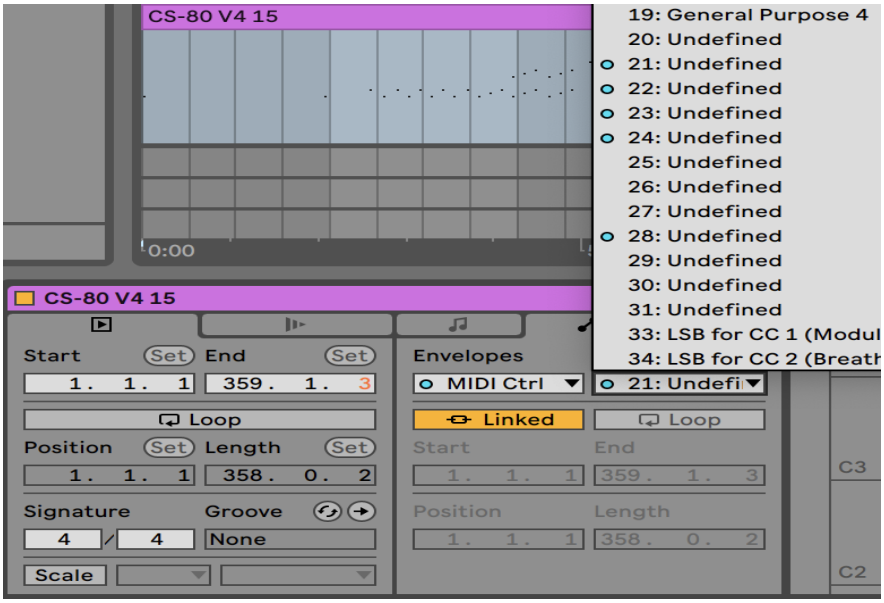


Fig. 40 - Listagem de controlos *MIDI* mapeados no *CS-80 V4*

- No sintetizador OP-Xa V só foi mapeado o controlo *Master Volume*. A sua performance sonora depende unicamente do somatório de formas de onda e do seu arpejador. Nenhum destes parâmetros foi possível mapear para captar sinal *MIDI*. Este impedimento levou a uma ausência de tradução visual da dinâmica deste instrumento. Esta questão foi contornada através do desenho de notas *MIDI* ao longo da *timeline*[28].

- Outros comandos foram mapeados para o teclado do computador, para um controlo mais fácil durante a execução deste sintetizador: *Arpeggiator*, *Osc 2 Saw*, *Osc 1 Pulse*, *Chord* e *Hold* (Fig. 41).

[28] *A timeline é uma representação visual sequencial de eventos ao longo do tempo.*

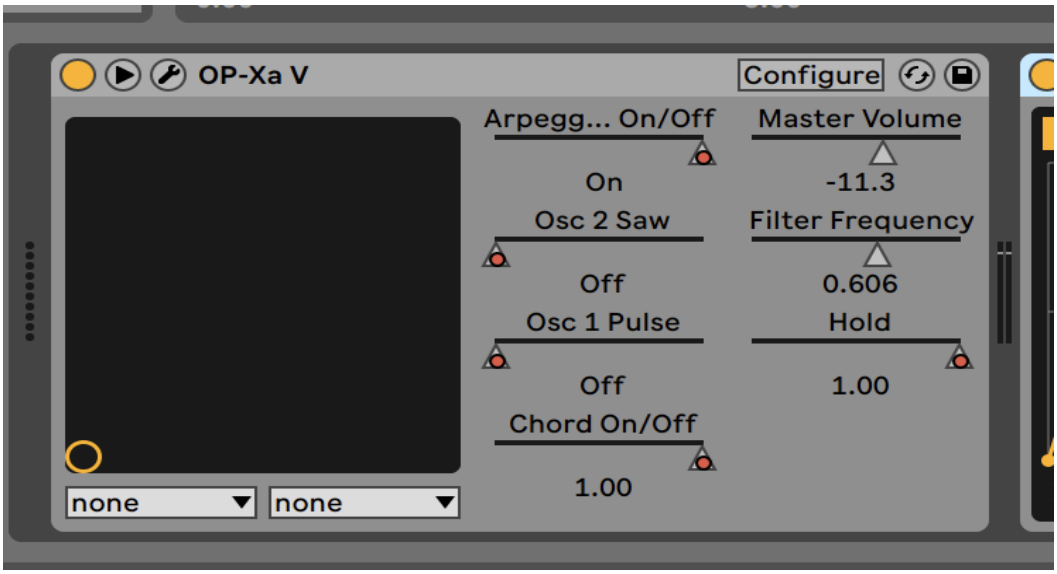


Fig. 41 - Controlos mapeados para manipulação no teclado do computador

4º Passo - Gravação de sessão e respetivas automações.

- Com as configurações dos instrumentos e o mapeamento dos diferentes *CCs* atribuídos foram levadas a cabo as primeiras experiências de gravação. Adicionaram-se duas faixas de áudio – uma para cada sintetizador. A função *Automation Arm* foi ligada, para garantir que todas as automações decorrentes das mudanças operadas durante a música ficassem registadas (Fig. 42).

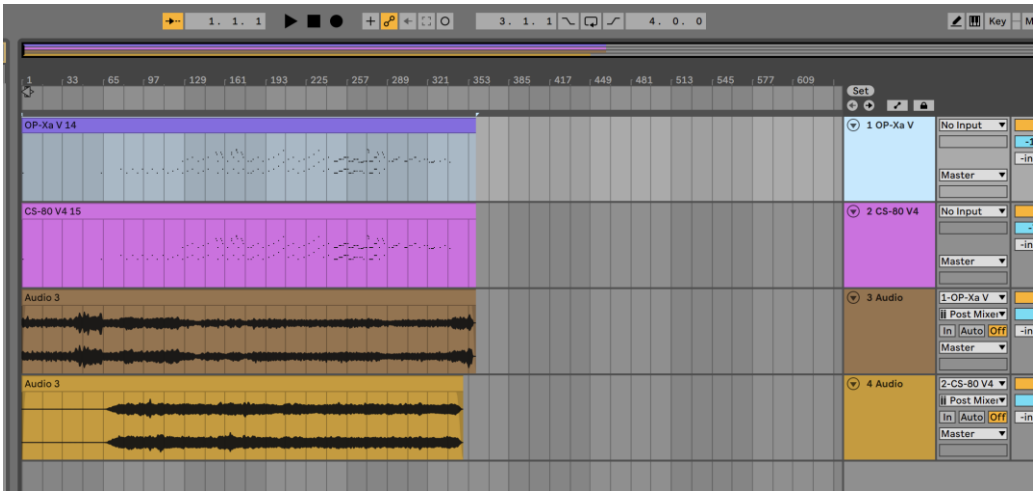


Fig. 42 - Gravação com *Automation Arm*

- Durante estas gravações foram ajustadas as necessidades de mapeamento de controlos e foi confirmado o registo das diferentes automações.

- O período de experiências de gravação foi longo. Algumas dificuldades foram sentidas no processo de captação dos CCs, devido ao cruzamento interno de envio de informações de mapeamento.

- Concluída a gravação definitiva foram feitos ajustes de mistura com recurso a dois *plugins* – o Compressor e o *EQ Eight* (Fig. 43). Estes ajustes finos garantem equilíbrio tímbrico e dinâmico ao longo da música.



Fig. 43 -*Plugins Compressor e EQ Eight*

Neste momento é importante ressaltar a gravação das automações (Fig.44) e sinais de *control change*. Esses elementos são os que vão abrir as portas para a possibilidade de interpretação e desenvolvimento dos visuais. Ao fazer o registo destes elementos, não estamos apenas a capturar a essência da nossa performance, mas também a erguer uma ponte entre o mundo sonoro e o mundo visual. Estes dados vão ser utilizados para gerar esses elementos em tempo real, em sincronia com a música, e proporcionar uma experiência audiovisual mais imersiva e envolvente. Segue-se a segunda etapa de desenvolvimento da peça audiovisual "ESCOPROS", desta vez dedicada à sua tradução visual no *software Touch Designer*.

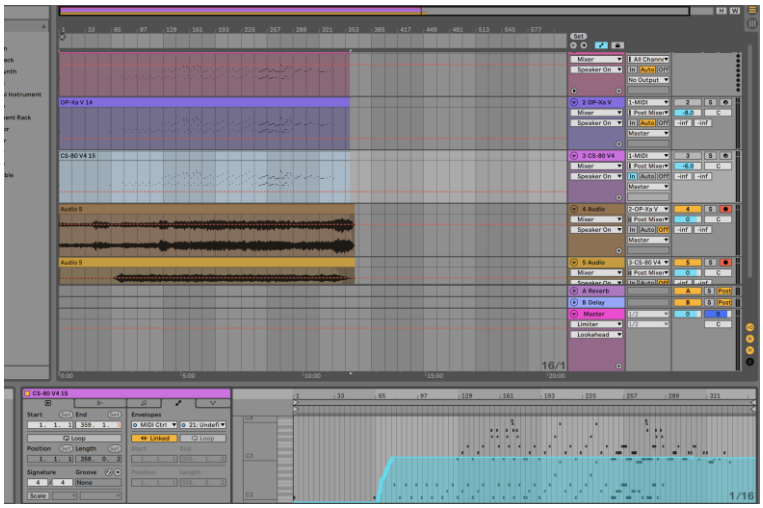


Fig. 44 - Exemplo da captação de automações

2.3 Escolha da ferramenta para criação visual – o *Touch Designer*

Após a escolha do *software Ableton Live* para o desenvolvimento, produção e gravação da peça sonora "ESCOPROS" surge a necessidade de uma ferramenta capaz de interpretar e potencializar os resultados obtidos, no contexto de utilização dos parâmetros *MIDI* captados, para o desenvolvimento da componente visual. O *Touch Designer* destaca-se como uma escolha natural, devido à sua versatilidade e capacidade de criar experiências audiovisuais imersivas e interativas.

Este *software* é amplamente reconhecido pela sua capacidade de gerar e manipular vídeo em tempo real e também pela facilidade de comunicar e se integrar com sistemas e *software* de áudio. A sua interface visual é intuitiva e possui amplas soluções de programação, que tornam possível criar uma enorme variedade de efeitos visuais dinâmicos e complexos. No âmbito do objetivo proposto, a sua capacidade de interpretar valores em tempo real, para gerar gráficos e reações dinâmicas a valores de mensagens *MIDI*, é fundamental para o desenvolvimento da peça visual, pois possibilita mapear as automações, as notas *MIDI* e os sinais de *control change* previamente gravados no *Ableton Live*, para controlar elementos visuais em tempo real em sincronia perfeita com a música.

Na possibilidade futura de uma apresentação em formato de performance ao vivo desta peça audiovisual, este *software* oferece as ferramentas necessárias para elevar toda a experiência.

2.4 Desenvolvimento da peça visual em *Touch Designer*

Assim como o músico, ao controlar de forma delicada os filtros de um sintetizador, procura obter o timbre desejado - o famoso *sweet point*[29] -, o desenvolvimento desta peça visual, ao ajustar parâmetros visuais sensíveis e sempre dependentes de discretas mensagens *MIDI*, também procurou atingir esse resultado. Esta analogia ressalta a importância do equilíbrio e da delicadeza no processo criativo, tanto na parte sonora como na parte visual. Antes de descrevermos os passos do seu desenvolvimento apresentamos algumas referências

[29] *No contexto de execução de um sintetizador, o sweet point refere-se ao ponto ideal em que o músico ajusta os filtros do som para alcançar o timbre desejado. Geralmente envolve uma abordagem cuidadosa e sensível, em que pequenos ajustes podem resultar em grandes diferenças no resultado sonoro. À medida que o músico manipula os controlos de filtro, ele procura encontrar o ponto onde o som se torna idealmente equilibrado, rico e expressivo.*

visuais que, ao longo da investigação, serviram de inspiração à abordagem estética adotada, pois os seus elementos estéticos - efeitos, transições, cores e texturas - iam ao encontro do resultado visual pretendido.

Markus Heckmann - *You Cannot See Me From Where I Look At Myself 4*

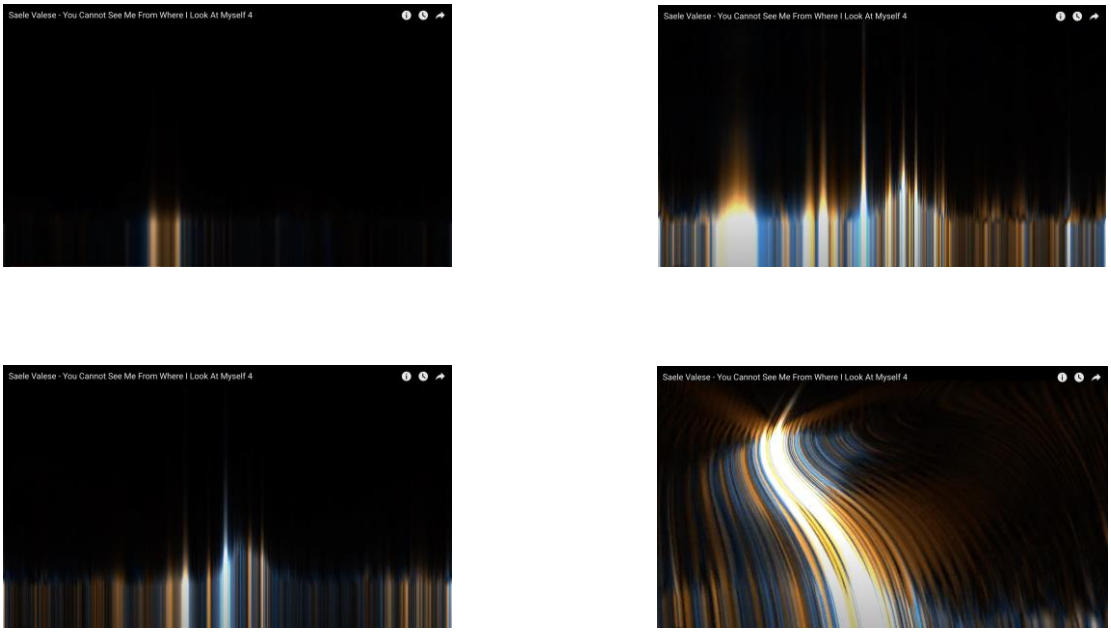


Fig. 45 - Momentos da obra *You Cannot See Me From Where I Look At Myself 4*

Markus Heckmann - *crtc001*

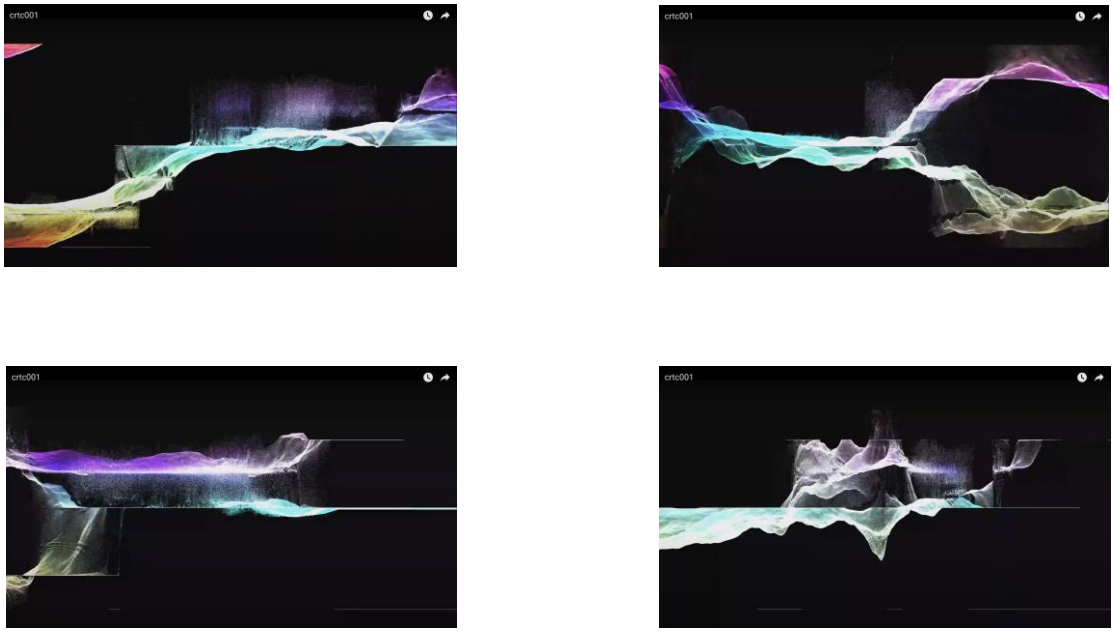


Fig. 46 - Momentos da obra *crtc001*

Marcel Wang - *Touchdesigner Audio Reactive Visual - Lines*

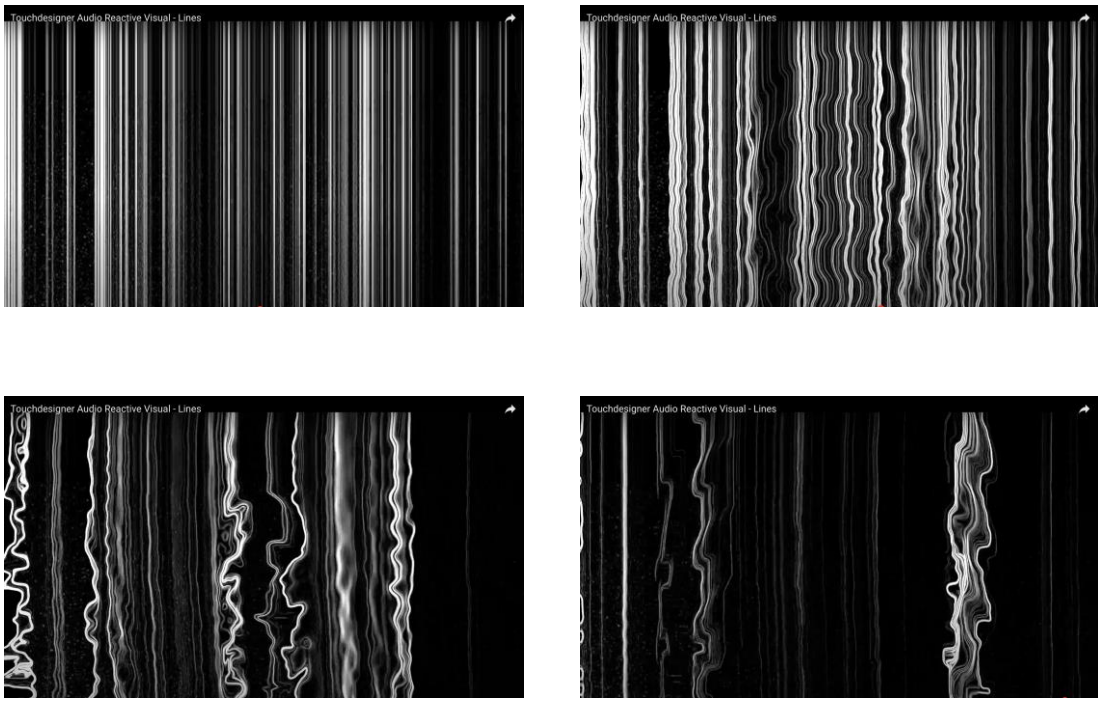


Fig. 47 - Momentos da obra *Lines*

Nils Frahm - *Says*

Visuais - Romain Assénat e Ana Silva



Vídeo 5
(https://youtube.com/watch?v=dIwwjy4sll8)

Alessandro Cortini - *Chiaroscuro*

Vídeo - Marco Ciceri



Vídeo 6
(https://youtube.com/watch?v=mE27ezBt6Nc)

Estes e outros trabalhos - detalhadamente explicados através de vídeos tutoriais -, foram determinantes para a recolha e aprendizagem de algumas das técnicas envolvidas no desenvolvimento dos visuais a partir do *software Touch Designer*. De seguida são descritos os passos do seu desenvolvimento:

1ª Passo – Entrada de sinal através de recolha, separação e agrupamento de mensagens MIDI captadas pelo *Ableton Live*.

- A primeira etapa do projeto compreende a recolha das mensagens *MIDI* captadas pelo *Ableton Live*, num operador *MIDI in*. Estas mensagens são agrupadas através de operadores *Select*, em dois conjuntos separados depois de feita a transformação dos seus valores de origem - que são compreendidos entre 0 e 127 - em valores entre 0 e 1, para fins de normalização dentro do *software*[30], através de um operador *Math* (Fig. 48 e Fig. 49).

- As mensagens de *control change*[31] (*CC*) foram distribuídas por operadores independentes e as mensagens de notas foram agrupadas num único operador. Esta distribuição vai permitir usar cada parâmetro alterado em separado (Fig.49).

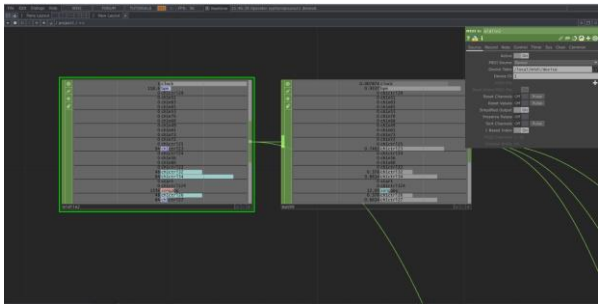


Fig. 48 - Operadores *MIDI in* e *Math*

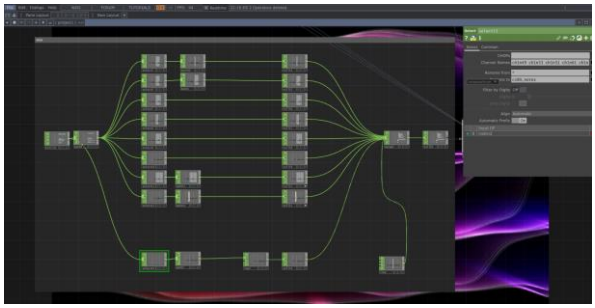


Fig. 49 - Distribuição de mensagens MIDI em operadores *Select*

2º Passo – Edição de valores de parâmetros e agrupamento de parâmetros.

- Neste passo, cada parâmetro vai ser editado em termos de valor, para poder interferir de forma evidente no resultado visual. Para o efeito são usados vários operadores *Math* (Fig. 50).

[30] É comum, em *softwares* de processamento visual, o uso normalizado destes valores.

[31] Os principais tipos de mensagens *MIDI* são: notas, *control change* (CC) e *program change.*

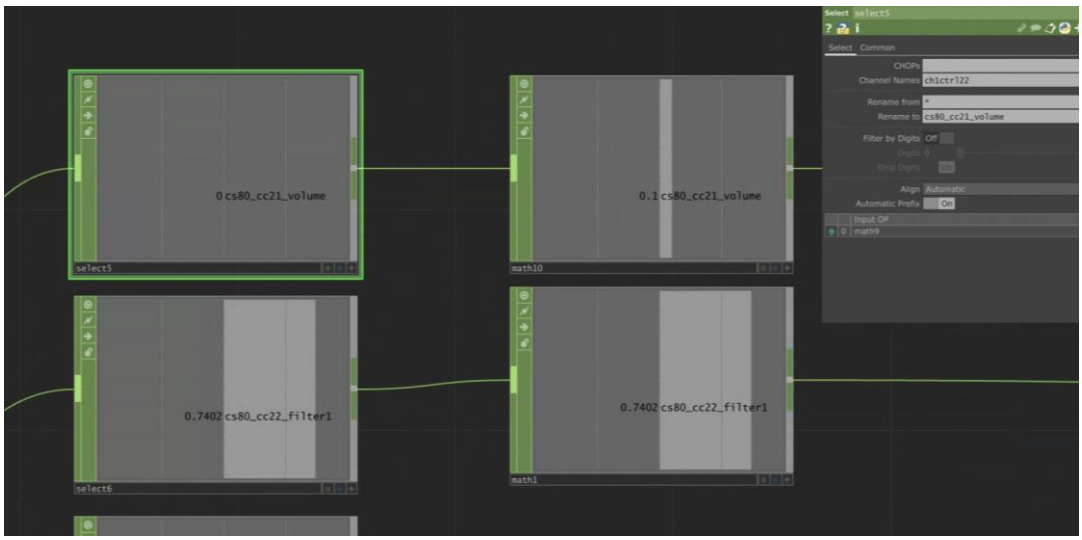


Fig. 50 - Edição dos valores do parâmetro "volume" no operador *Math*

- De seguida, através de um operador *Merge* (Fig. 51) são finalmente agrupados todos os parâmetros - já editados e renomeados - que vão ser utilizados para interferir no resultado visual.

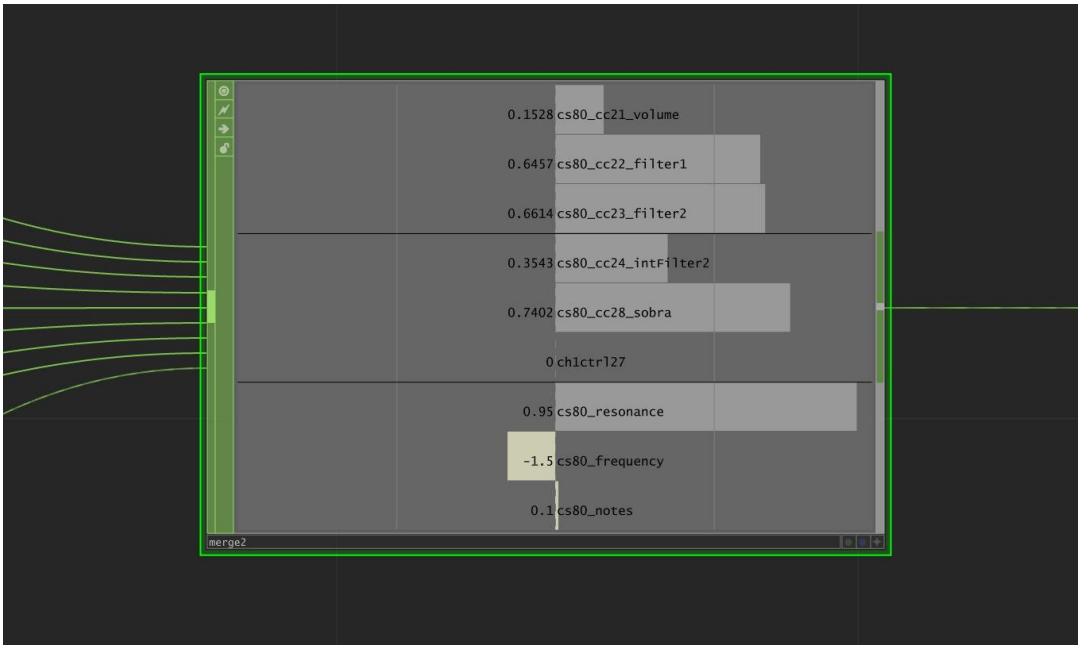


Fig. 51 - Operador *Merge*

- As notas, conforme já referido, foram agrupadas juntas. A intenção para este agrupamento prende-se com a sua utilização como parâmetro único. Qualquer nota que seja tocada terá um resultado visual idêntico, independente da sua natureza tonal.

- O valor deste agrupamento é mais uma vez definido num operador *Math*, que se liga a um operador *Lag* para conferir uma maior suavidade no ataque e decaimento (Fig. 52).

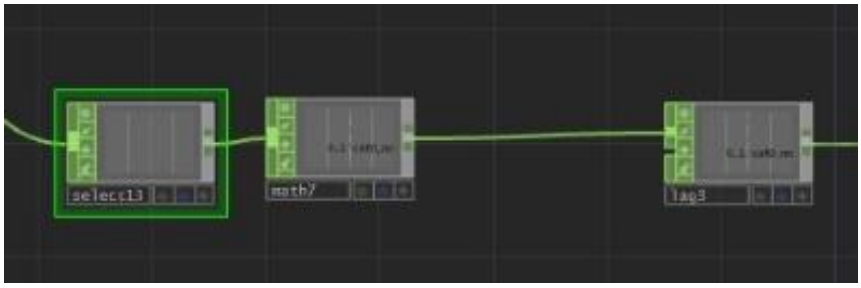


Fig. 52 - Operadores *Select*, *Math* e *Lag* para as notas

3º Passo – Definição de pontos de linhas e controlo de espaçamento.

- Através do operador *Line* é criada uma linha, e definido o número de pontos que a compõem - 15 pontos. Também é controlada, através de dois pontos (*Point A* e *Point B*), o distanciamento vertical entre as diferentes linhas criadas (Fig. 53).

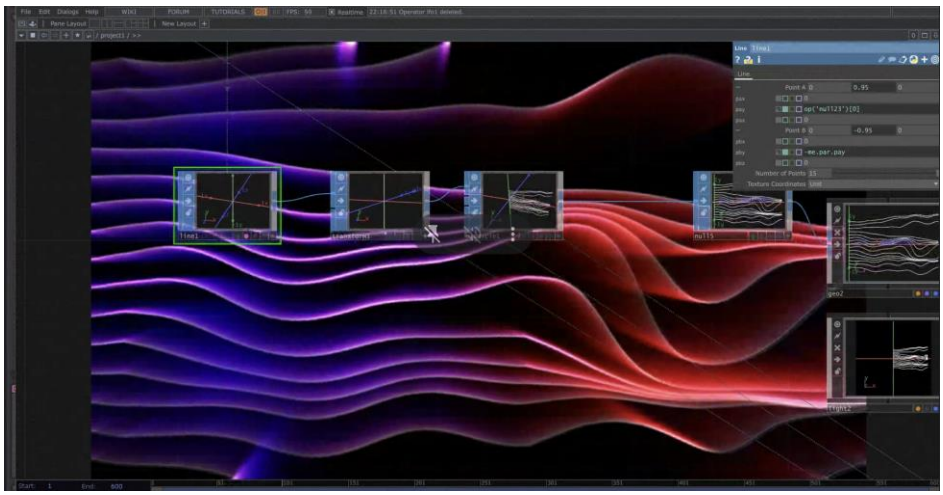


Fig. 53 - Operador *Line*

- O *CC* que modula a posição em Y destes dois pontos, e que resulta no distanciamento das linhas, é o do "*cs80_resonance*", que é captado através do parâmetro de ressonância do *plugin Auto Filter*, inserido na secção de efeitos do instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*. Podemos observar o mapeamento desse parâmetro através dos pontos vermelhos que aparecem na figura (Fig. 54).

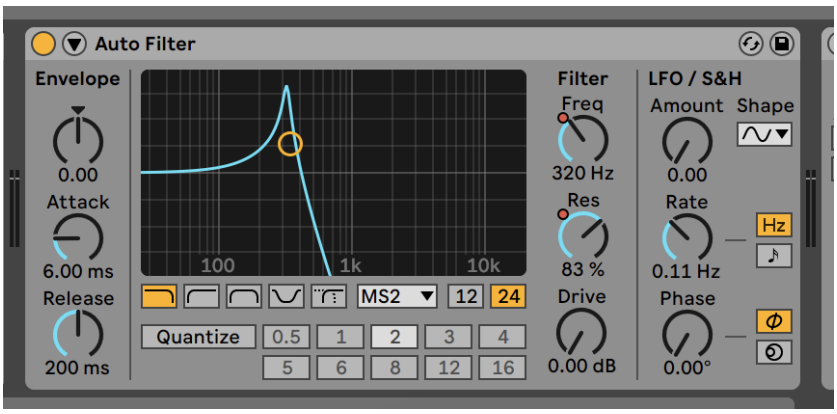


Fig. 54 - *Plugin Auto Filter* e mapeamento de parâmetros

4º Passo - Transformação de pontos de linha em partículas.

- Depois de criados os pontos de cada uma das linhas, cada um deles é transformado em emissor de partículas através do operador *Particle*. Dentro deste operador é definido o número de partículas geradas por cada ponto, bem como a sua esperança de vida, e são definidos valores de constantes – *Forces* –, que controlam o seu movimento (Fig. 55).

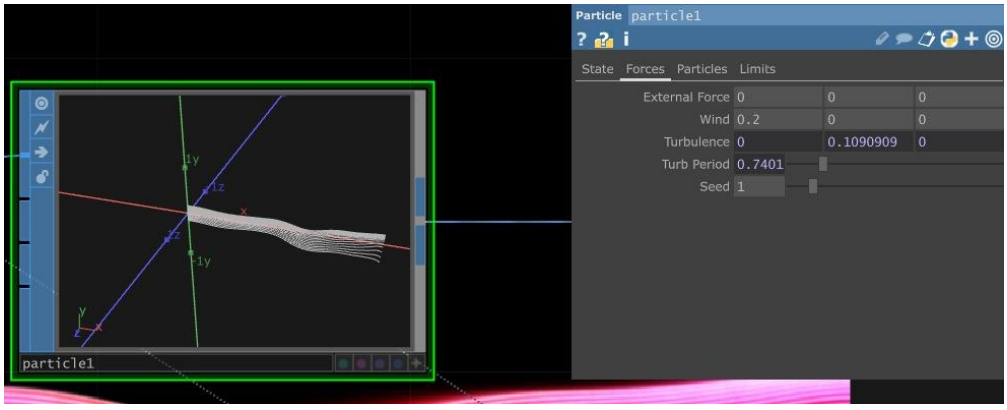


Fig. 55 - Operador *Particle*

- O CC "*cs80_cc21_volume*", que corresponde à modulação do parâmetro de volume do instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*, vai funcionar como constante do valor de força *Turbulence*. Visualmente, esta força vai resultar numa distorção na posição de Y junto das linhas.

- Ainda sobre este resultado visual de distorção, para efeitos de intensidade, é somado ao valor da constante *Turbulence* o valor de outra mensagem *MIDI* - o valor das notas previamente agrupadas.

- As notas são geradas pelo instrumento e sintetizador virtual CS-80 V4 durante a execução da peça sonora. Após o seu mapeamento no *Ableton Live* e envio como mensagem *MIDI* para o *Touch Designer*, são definidas como parâmetro modulador da força *Turbulence*, estando identificadas como "*cs80_notes*".

- Para dinamizar a ondulação é definido um valor de força no *Turb Period*, que visualmente estreita e estica a forma de onda numa velocidade variável.

5º Passo – Transformação para visualização em ambiente 2D.

- Para a visualização em ambiente 2D, é efetuado um render da geometria, câmara e luz, que permitiram até aqui a edição do objeto em ambiente 3D (Fig. 56). Para esse efeito é utilizado o operador *Render* (Fig. 57).

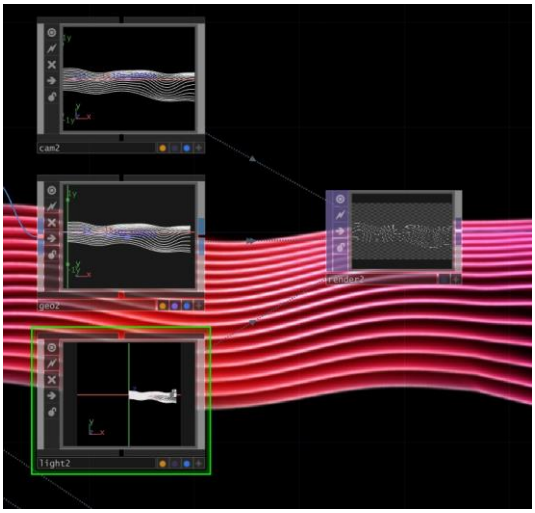


Fig. 56 - Renderização para ambiente 2D

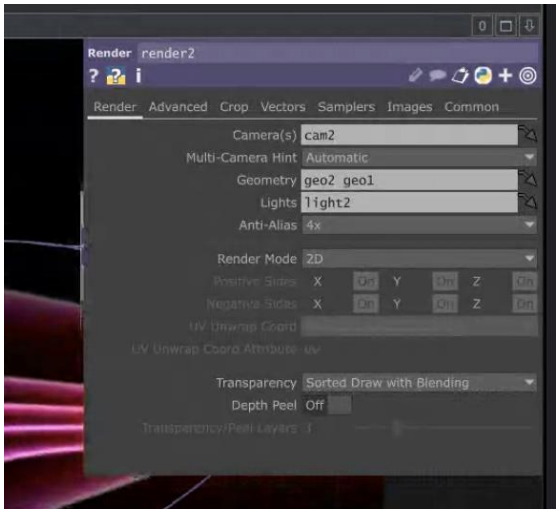


Fig. 57 - *Render*

6º Passo – Aplicação de efeitos visuais.

- Neste momento, com o movimento das linhas criado e reativo a vários parâmetros enviados por mensagens *MIDI*, é necessário aplicar efeitos visuais para corresponder a uma estética que vá ao encontro do ambiente sonoro.

- Aqui apresenta-se um operador determinante para o alcance estético pretendido - o *Feedback*. Este operador é um componente fundamental para criar *feedback loops*, essenciais para gerar efeitos visuais complexos e dinâmicos. Através do *feedback loop*, os valores de saída do componente alimentam a sua entrada, num *loop* contínuo de informações, o que permite criar padrões e movimentos orgânicos e imprevisíveis.

- O *feedback loop* permite ainda o controlo e o ajuste de parâmetros em tempo real, criando interações dinâmicas entre os elementos visuais. Esta possibilidade é particularmente importante para a possibilidade de implementação do projeto em contexto de performance ao vivo.

- Dentro deste operador, para seleção de cores, foi utilizado um operador *Ramp*. Foi ainda determinada, através de valores constantes, a alternância entre duas cores, a uma dada velocidade, da esquerda para a direita (Fig. 58).

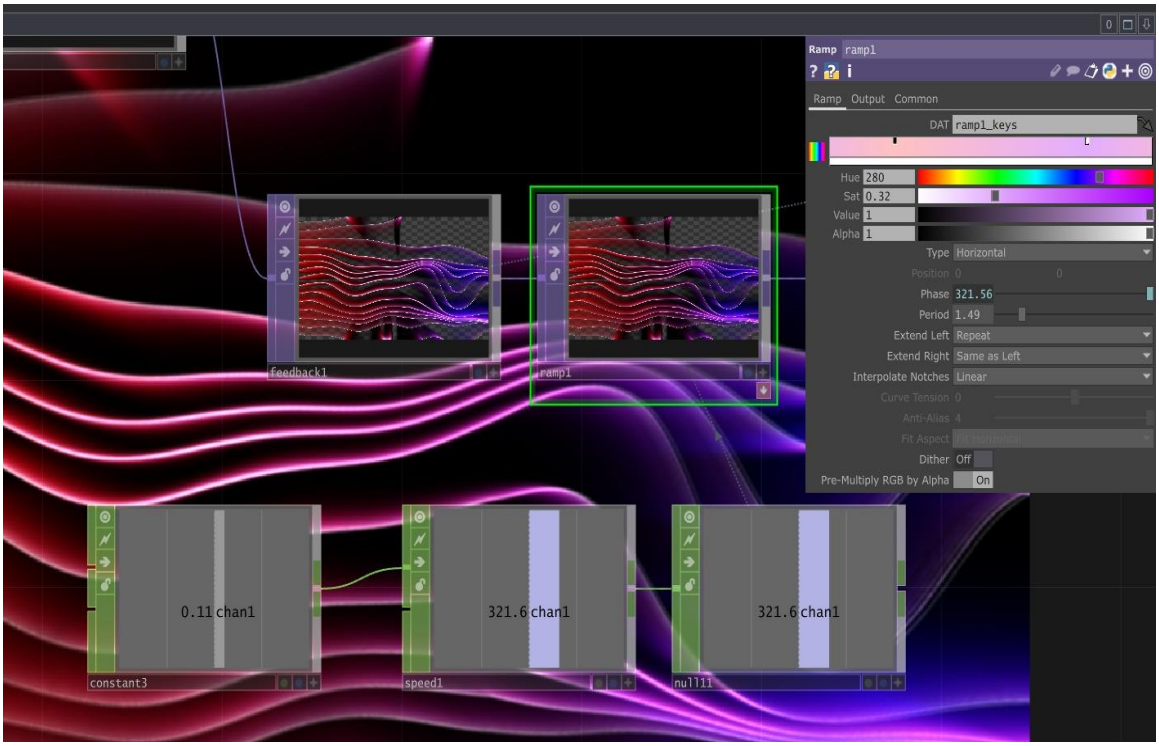


Fig. 58 - Tratamento de cor e dinâmica de cor no operador *Ramp*

- Para criar um efeito de intensidade relacionado com o evento de cada nota tocada, foram adicionadas linhas brancas através do operador *Blur* e aprimorada a suavidade das suas

extremidades. Através do *Blur* foi conseguida uma transição suave e um efeito de mistura entre os dois elementos visuais (Fig. 59).



Fig. 59 - Operadores *Feedback*, *Ramp* e *Blur*

- Juntamente com o *Blur*, foi adicionado um *Feedback Edge*, que permite criar *feedback loops* especificamente para as extremidades e gerar contornos dinâmicos e em movimento, ao reagir às mudanças que recebe à sua entrada. A intensidade de brilho das linhas brancas é controlada através de um operador *Level* e recebe a informação do parâmetro modulador "*cs80_notes*" (Fig. 60).

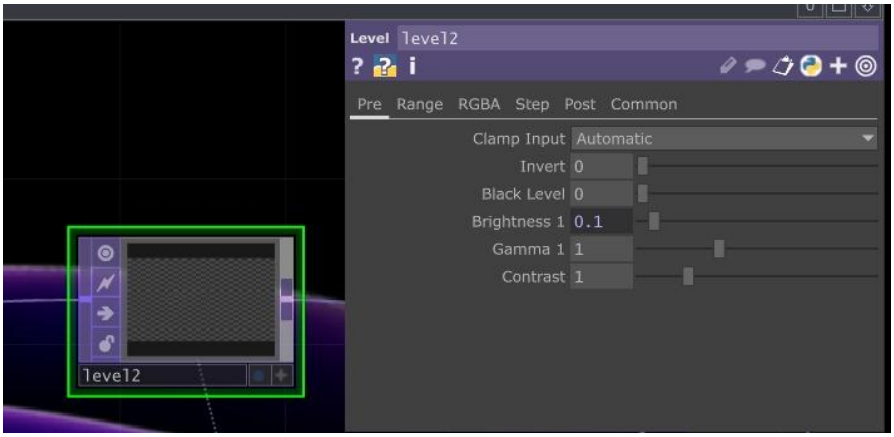


Fig. 60 - Operador *Level*

- Esta última operação termina a aplicação de efeitos visuais e é apenas seguida por operadores de composição e de saída de vídeo. Todas as operações que envolveram mudanças de valores em parâmetros de efeitos visuais foram efetuadas com um elevado grau de experimentação, na busca

de um resultado estético correspondente ao gosto pessoal da autora e de uma ligação com a estética sonora anteriormente justificada. Este processo criativo foi transversalmente acompanhado por tentativas e erro.

Um entendimento mais claro e panorâmica geral das principais operações para chegar ao resultado final é facilitado através do seguinte resumo:

O primeiro objetivo no desenvolvimento dos visuais foi o de adaptar os valores das mensagens *MIDI*, captadas pelo *Ableton Live* durante a execução da peça sonora, aos parâmetros de controlo de efeitos visuais escolhidos. Foram utilizadas mensagens *MIDI* de dois tipos: *CCs* e notas. Os seus valores foram ajustados para poderem influenciar de forma relevante os parâmetros de efeitos visuais. De seguida foram criadas linhas através de partículas que, por sua vez, são influenciadas por forças, valores de emissão e esperança de vida. Esta primeira etapa resulta no movimento da esquerda para a direita destas linhas.

Na etapa seguinte, dedicada à aplicação de efeitos visuais sobre as linhas e sobre o seu movimento, foram escolhidas as cores das linhas, a turbulência que influencia o seu movimento e o período dessa mesma turbulência e aplicadas linhas brancas sobre as linhas coloridas, que aumentam o seu brilho conforme os eventos das notas tocadas. Este é o efeito que se liga de forma mais direta à dinâmica sonora e o mais fácil de identificar. No entanto, a intenção do projeto não é procurar uma relação de fácil identificação, mas antes o uso e a tradução visual de parâmetros, captados dentro do *Ableton Live* durante a execução da peça, decorrentes da manipulação de filtros e volumes dentro dos sintetizadores virtuais, os quais têm uma natureza discreta. Este processamento sonoro carece de muito cuidado, pois qualquer manipulação mais brusca pode provocar alterações indesejadas. Esta delicadeza de processamento resulta em mudanças muito pouco evidentes, com a consequente dificuldade em traduzir visualmente, de forma óbvia e ao mesmo tempo elegante, estas nuances sonoras. O desafio de transportar esta delicadeza para a peça visual foi relevante ao mesmo tempo que serviu de fio condutor e orientador estético.

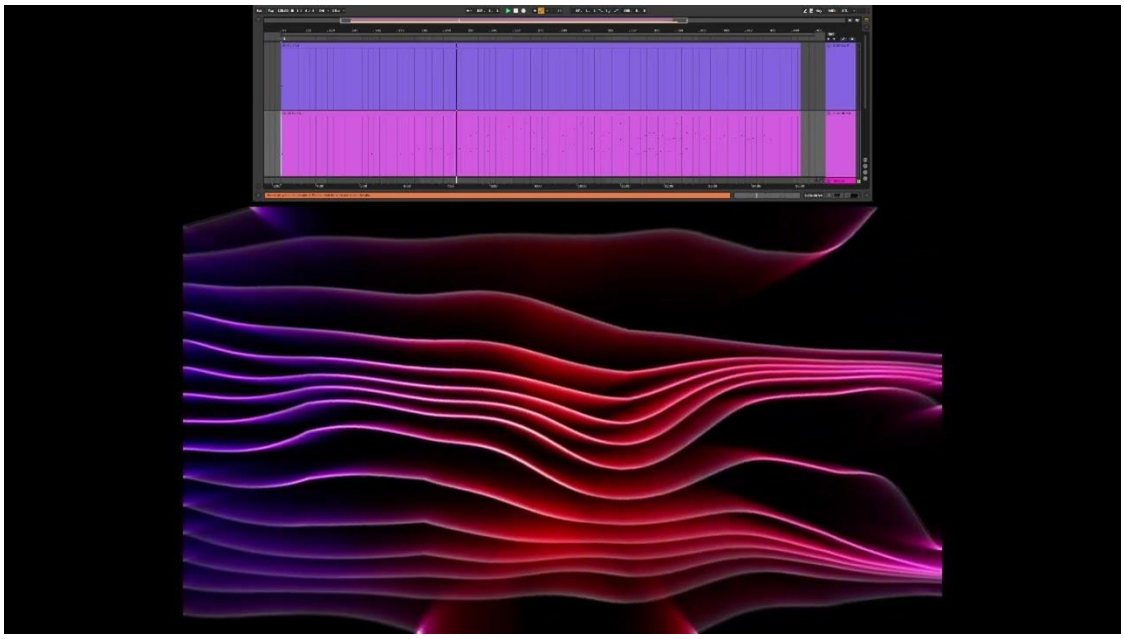
No momento inicial o conjunto de linhas encontra-se comprimido, fazendo uma analogia ao estado fechado dos parâmetros de ressonância e frequência do filtro aplicado ao instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*. O movimento das linhas, ainda pouco ondulado, representa a presença do instrumento e sintetizador virtual *OP-Xa V* e durante os seus eventos de intensidade de onda, desenhada no *Ableton Live*, as linhas iluminam as suas extremidades. O espaçamento das linhas ocorre com a abertura do filtro aplicado ao instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*. A turbulência das linhas, que resulta na sua ondulação, é gerada

através do aumento de volume do mesmo sintetizador, até ao seu valor máximo definido no parâmetro modulador - *cs80_cc21_volume*. O período dessa turbulência é afetado pela abertura de um filtro interno do instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*, o *Brilliance Low*, definido como parâmetro modulador *cs80_cc22_filter1*. Este aumento de turbulência procura ilustrar o crescendo das dinâmicas sonoras, com os arpejos finalmente audíveis pela abertura de filtros.

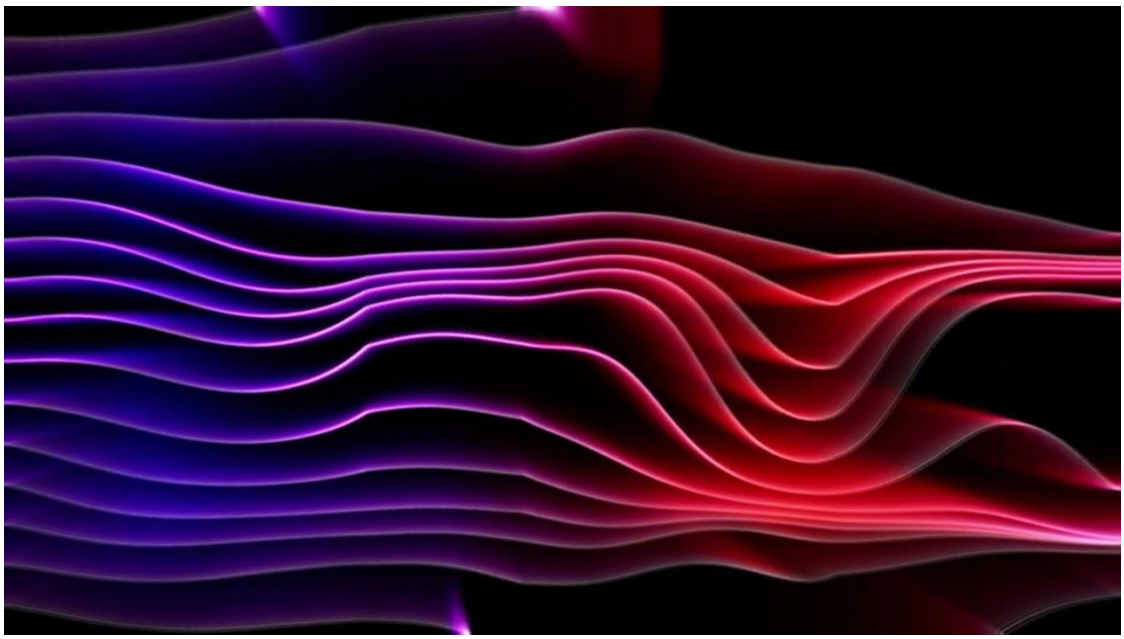
A escolha das cores das linhas pretendeu ir ao encontro do carácter individual de cada sintetizador. Duas cores fortes – o azul elétrico e o vermelho –, interrompidas por uma cor arroxeada, apontam para uma coexistência serena entre dois elementos de características sonoras distintas. O instrumento e sintetizador virtual *OP-Xa V*, com uma expressividade mais agressiva, e o instrumento e sintetizador virtual *CS-80 V4*, com delicadeza melódica e variação tonal dada pelo arpejador randomizado.

2. 5 “ESCOPROS” - peça final (links)

Demonstração da peça “ESCOPROS” - Ableton Live + Touch Designer
https://youtube.com/watch?v=uhFegQNdqmw

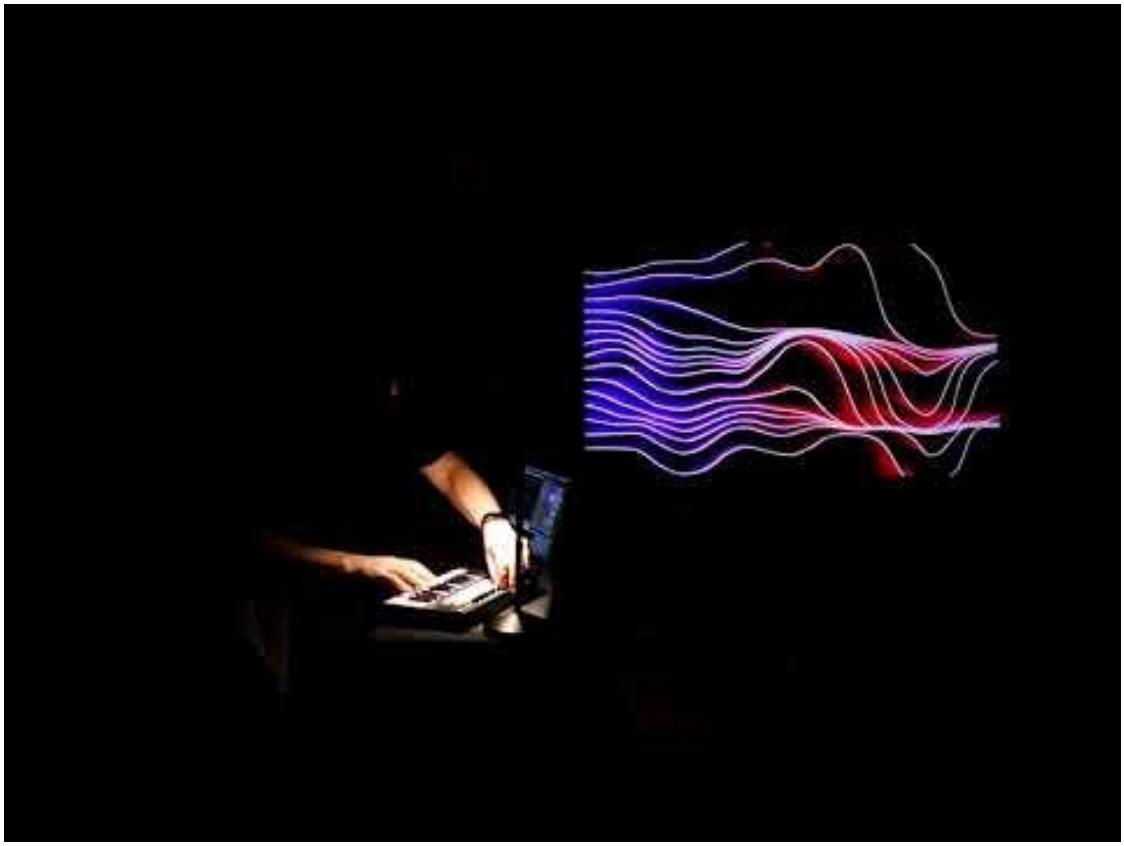


“ESCOPROS” - peça final
(https://youtube.com/watch?v=5iWg1XOTIeA)



Embora o resultado final de "ESCOPROS" consista numa peça audiovisual em suporte vídeo, acreditamos que fazer um registo que permite visualizar os detalhes da execução e a interação entre os elementos sonoros e visuais pode ser importante para a compreensão da peça. Apresentamos de seguida esse registo.

"ESCOPROS" - demonstração em contexto de performance
(https://youtu.be/WU6anOf0pIA)



2.6 Resultados e Limitações

O resultado final de "Escopros" é apresentado sob a forma de uma peça audiovisual, através de um vídeo linear que resulta de uma gravação de ecrã, efetuada durante a execução da peça sonora, com as traduções visuais dos parâmetros sonoros que foram mapeados ao longo da performance. A sua execução envolveu a manipulação de dois sintetizadores digitais, como fonte sonora, com recurso a um controlador *MIDI* e ao teclado do computador. A utilização do teclado do computador deveu-se ao facto de não ter sido possível mapear as funções de ligar/desligar de parâmetros de forma de onda do sintetizador *OP-Xa V* através do controlador *MIDI*. Esta solução obrigou a uma atenção reforçada durante o início da performance, visto que durante algumas execuções nem sempre estes comandos se mostravam eficazes. Foi também identificada alguma latência entre a execução do comando através do teclado e a sinalização do mesmo na janela de interface do *plugin*. Mas também a captação de sinais *MIDI* destas alterações de formas de onda não se revelou possível através do *Ableton Live*, o que levou a um primeiro constrangimento.

A alteração das formas de onda do sintetizador *OP-Xa V* era um processo que desde o início considerávamos importante captar e traduzir visualmente, por ser representativo de uma técnica bastante comum durante as performances de música eletrónica, que normalmente não é visível para a audiência. Infelizmente, a captação de sinais *MIDI* deste processo não foi conseguida através do *Ableton Live*, apenas o resultado sonoro e o parâmetro do volume puderam ser utilizados para tradução visual a partir do sintetizador *OP-Xa V*. Neste sentido, podemos concluir que o resultado obtido ficou aquém dos objetivos traçados inicialmente, já que a tradução visual deste processo de execução não foi conseguida. Para colmatar esta falta de sinais *MIDI*, foram tocadas e mapeadas notas, que acompanhavam os momentos de alteração de formas de onda, permitindo assim a sua tradução visual.

No que toca à tradução visual conseguida a partir do mapeamento de parâmetros do sintetizador *CS-80 V4*, consideramos que os resultados obtidos são positivos. A captação dos sinais *MIDI* decorrentes do processamento sonoro efetuado ao longo da execução musical permitiu observar mudanças significativas nos elementos visuais. O controlo do filtro, através da sua frequência de corte e ressonância, a variação de volume, bem como as notas tocadas, influenciaram de forma conjunta e equilibrada a narrativa visual, que funciona como representação abstrata da execução desses processos. A criação dos visuais através do *software Touch Designer*, com base no aproveitamento destes sinais *MIDI,* obedeceu a um processo de experimentação longo. E fazer correspondências visuais através de uma quantidade reduzida de sinais também se mostrou desafiante. Mas assegurar a integridade estética da composição musical foi um dos objetivos que nunca quisemos ver

comprometido e o recurso a mais técnicas de processamento sonoro, apesar de poder facilitar a tradução visual através de um conjunto mais alargado de processos e de sinais *MIDI*, não ia ao encontro do resultado musical pretendido. Assim, acreditamos ter alcançado um resultado visual que sintetiza de forma equilibrada as técnicas utilizadas e que se manifesta artisticamente de forma envolvente e cativante. Através de cores, formas, texturas e movimentos foi possível criar uma linguagem visual elegante que, à medida que acompanha a dinâmica musical, complementa e enriquece a experiência, conferindo-lhe um espectro sensorial mais alargado e, logo, mais imersivo.

No início do desenvolvimento deste projeto, ainda no contexto do cumprimento curricular do Mestrado em Media Arts, a proposta do que poderia vir a ser o resultado da obra foi apresentada sob um conjunto de objetivos que haviam sido pensados para a sua implementação em espaço de exposição. Neste contexto, a sua apresentação, sob forma de instalação, previa um díptico composto por dois ecrãs para reprodução de dois vídeos lineares - um com o resultado final a correr a partir do software *Touch Designer*, e outro com a gravação da performance musical. Infelizmente, não foi possível desenvolver este projeto dentro do prazo estabelecido para integrar essa exposição.

Assim, o resultado do projeto "Escopros", aqui apresentado sob a forma de peça audiovisual, e estando a sua visualização limitada à reprodução vídeo através do *link* já disponibilizado, prevê, para além do formato acima referido que não chegou a ser concretizado, a possibilidade de ser apresentado em contexto de performance ao vivo, permitindo observar a execução musical e os resultados visuais gerados em tempo real. Olhamos para qualquer uma destas possibilidades como uma oportunidade futura de desenvolvimento e melhoramento desta peça. O computador, como ferramenta principal para a sua execução, oferece a flexibilidade de adaptar e evoluir o projeto ao longo do tempo. Com recurso a técnicas diferentes, e sempre com o cuidado de não desvirtuar o resultado estético, podemos facilmente ajustar e modificar elementos da música e dos visuais, permitindo uma experiência sempre única a cada apresentação.

2.7 Discussão

A discussão em torno dos resultados deste projeto prático envolve uma reflexão sobre a perceção dos processos executados durante as performances de música eletrónica, a relevância dessa perceção por parte do público, para uma maior, menor ou igual fruição do momento performativo, bem como a exequibilidade de

formas de representação visual desses processos, num contexto de compromisso com o objeto artístico, não comprometendo em nenhum momento o seu carácter abstrato, fluido e emotivo.

Ao longo do desenvolvimento deste projeto pudemos constatar que as execuções musicais de cariz eletrónico frequentemente envolvem uma variedade de técnicas de processamento sonoro, numa constante e complexa manipulação de sons em tempo real. No entanto, a forma como essa manipulação é conduzida, muitas vezes devido à natureza abstrata do objeto sonoro, dificulta a perceção dos processos que lhe estão subjacentes e afeta de forma indelével a experiência global da performance. A dificuldade em estabelecer uma relação direta entre ação e resultado sonoro, ao mesmo tempo que espelha essa forma menos transparente e visível de manipulação sonora, também constitui, por si só, uma das características mais distintivas e definidores do género. Durante a análise efetuada, que se debruçou sobre diferentes formas e práticas performativas, pudemos observar que a forma de execução dos diferentes processos de manipulação sonora com recurso a tecnologia de síntese obriga a um extremo cuidado, no que diz respeito à alteração dos diversos parâmetros sonoros, e que esse cuidado, através de gestos e ações subtis, na maioria das vezes, não é passível de ser reconhecido pelo público. Também concluímos que essa dificuldade de reconhecimento é ampliada quando são usadas ferramentas digitais, deixando ainda mais invisíveis os gestos e ações que o executante leva a cabo durante o ato performativo. Mas, se por um lado, essa dificuldade de perceção pode induzir sensações de alguma frustração, por incapacidade de entendimento e interpretação das relações causais que vão decorrendo durante a performance, podemos também concluir que novas formas de significação do próprio objeto artístico ocorrem como resultado dessa abstração causal, onde o público é conduzido a um estado de libertação em relação aos aspetos formais, podendo mesmo resultar numa experiência mais envolvente e não menos satisfatória. Assim, e considerando que a questão da opacidade inerente aos processos de execução é pertinente, na medida em que afeta de forma efetiva a experiência dos atos performativos, acreditamos não ser um aspeto que determine uma menor fruição da performance em si, mas sim uma característica distintiva que lhe confere um caráter abstrato único. Esta reflexão permitiu uma clarificação e definição dos objetivos a alcançar no desenvolvimento da peça “Escopros”.

A partir da conclusão de que a maior ou menor visibilidade dos processos executados, durante as performances de música eletrónica, não é determinante, em termos globais, para a sua fruição, o objetivo principal foi desenvolver uma peça audiovisual que, ao integrar representações visuais das técnicas de processamento sonoro utilizadas durante a execução musical, explorasse novas possibilidades expressivas, potenciando, ao mesmo tempo, novas dimensões de significado e enriquecendo a experiência estética como um todo.

Ao fazer o mapeamento das dinâmicas de processamento sonoro e a sua tradução para elementos visuais, através de cores, formas e movimentos, a peça audiovisual pretendeu fornecer uma representação tangível das manipulações sonoras em curso. Essa tradução visual, que acontece em tempo real, foi conseguida através da reinterpretação de mensagens *MIDI*, captadas no decorrer da execução da peça sonora. O resultado da tradução visual depende sempre de vários fatores inerentes à execução musical da peça e varia conforme a sensibilidade e emotividade, a técnica e a interatividade constante com o resultado sonoro. Todos estes fatores vão interferir de forma direta na alteração dos parâmetros de velocidade, forma e posicionamento dos vários elementos visuais. É importante observar que essas mudanças nunca acontecem de forma abrupta, pois reagem a progressões lentas que visam contribuir para uma textura sonora densa e variável. A escolha de fazer corresponder as dinâmicas sonoras a um único elemento fluido e mutável - como o de um conjunto de linhas - aponta para uma estética de abordagem minimal e serve o propósito de evitar a presença excessiva de elementos passíveis de causar demasiada distração.

Acreditamos que uma abordagem diferente daquela que foi escolhida, que adotasse um método de tradução visual mais completo, procurando uma maior eficácia na "legendagem dos processos de execução sonora", poderia resultar numa interferência negativa no âmbito global da experiência artística. A inclusão de legendas ou elementos visuais excessivamente explicativos poderia distrair o público da própria música e até da narrativa visual. Também uma abordagem visual mais detalhada poderia reduzir a ambiguidade e a subjetividade que muitas vezes tornam a experiência da performance de música eletrónica mais rica e cativante. Assim, podemos concluir que a simplicidade e a ambiguidade dos elementos visuais são fundamentais para preservar a integridade e a complexidade da experiência artística na performance de música eletrónica.

Com base no desenvolvimento deste projeto, e após uma reflexão sobre os seus resultados, emergem algumas questões que apontam para possíveis novos caminhos de investigação, exploração e criação artística:

- para além dos elementos utilizados neste projeto, que outras representações visuais podem traduzir de forma eficaz os processos de execução?
- em que medida as diferentes abordagens visuais, como o uso de representações abstratas por oposição ao uso de representações figurativas ou literais, afetam mais ou menos a identificação dos processos de execução da música eletrónica?
- de que forma podemos representar visualmente os gestos e manipulações de *hardware* que muitas vezes são totalmente invisíveis?

- a que outras técnicas visuais podemos recorrer para traduzir a opacidade dos processos de execução?

- será possível explorar técnicas ou tecnologias emergentes, como a realidade aumentada ou a inteligência artificial, para expandir os limites da expressão visual?

- de que modo estas novas tecnologias podem ser integradas com a música sem comprometerem a sua expressão artística ou sobrecarregarem a experiência sensorial?

- como podemos garantir que as experiências visuais associadas à música eletrónica são acessíveis a todos os públicos, incluindo aqueles com deficiências visuais?

- podemos integrar, de forma eficaz, elementos visuais com outras modalidades sensoriais, como o tato ou o olfato, para criar experiências multissensoriais que permitam uma experiência mais inclusiva e equitativa para todos?

- será importante melhorar a compreensão do público em relação aos processos de manipulação sonora durante as performances de música eletrónica e fornecer mais informações ou contexto sobre as técnicas utilizadas, ou é preferível permitir uma interpretação mais subjetiva por parte do público?

Acreditamos que a exploração destas questões pode informar futuros projetos e investigações e apontar novos caminhos para o alcançar de soluções de equilíbrio entre a transparência dos processos e a integridade estética da performance e, ao mesmo tempo, contribuir para uma compreensão mais profunda das complexidades envolvidas na criação musical eletrónica. E que, através de um cruzamento disciplinar mais alargado, o expandir dos limites de perceção da performance pode promover novas relações entre artista, obra e público e, com isso, impulsionar o desenvolvimento de abordagens inovadoras na conceção e apresentação de performances ao vivo.

Conclusão

O presente relatório de projeto abordou a problemática da opacidade dos processos de execução nas performances de música eletrónica contemporânea. Procurou compreender como a maior ou menor transparência destes processos pode influenciar a experiência do público e explorou estratégias para traduzir visualmente esses processos. Ao longo deste trabalho analisámos a evolução da música eletrónica desde os seus primórdios até à era digital, destacando como a complexidade e a abstração dos processos de manipulação sonora se tornaram características definidoras do género. Investigamos também o papel dos sintetizadores e do computador como principais agentes dessa opacidade e refletimos sobre a forma como

estes moldaram as práticas performativas. Nesse contexto, propusemos o projeto prático "Escopros", que visa traduzir visualmente as técnicas de processamento sonoro executadas em tempo real durante uma performance de música eletrónica, com recurso a um computador pessoal e a sintetizadores digitais.

Os resultados obtidos com o projeto "Escopros" revelaram desafios e limitações na tradução visual dos processos de execução, destacando a dificuldade em captar alguns sinais *MIDI* e a complexidade de representar abstratamente a manipulação sonora. No entanto, reconhecemos que a abordagem adotada na narrativa visual, de caráter minimalista, foi fundamental para preservar a integridade e a ambiguidade da experiência artística, evitando demasiadas distrações suscetíveis de desviar o foco da música.

A discussão sobre a perceção e a fruição das performances de música eletrónica enfatizou a importância de encontrar um equilíbrio entre transparência e abstração, ao reconhecer que a opacidade dos processos de execução pode ser uma característica distintiva e definidora do género e é representativa da complexidade técnica que lhe está inerente. Acreditamos que, apesar das limitações encontradas, a tentativa de traduzir visualmente esses processos pode proporcionar novas camadas de significado e enriquecer a experiência estética como um todo.

No entanto, podemos também concluir que a questão da opacidade dos processos de execução na música eletrónica é uma questão de difícil resolução. O público, ao percecionar as alterações visuais que traduzem a manipulação e execução de parâmetros sonoros, perceciona em simultâneo as alterações ao resultado sonoro que essa manipulação e execução de parâmetros sonoros provoca. Ou seja, a perceção, por parte do público, da tradução visual dos processos sonoros acaba por não ser exatamente dos processos em si mas do resultado sonoro dos mesmos. O que nos remete de novo para a opacidade desses processos de execução.

Em suma, este estudo e desenvolvimento de projeto pretendeu contribuir para uma maior compreensão da relação entre tecnologia, arte e perceção na música eletrónica contemporânea, destacando a importância de abordagens equilibradas e adaptadas a diferentes contextos para lidar com a opacidade dos processos de execução. Esperamos que este trabalho estimule novas reflexões e investigações sobre esse tema fascinante e em constante evolução.

Bibliografia

Archer, G. L. (1938). History of radio to 1926. The American Historical Society. New York. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=wu.89074767138&view=1up&seq=191.

Barlindhaug, G. (2019). *The Kids Want Noise - How Sonic Mediations Change the Aesthetics of Music*. Ph.D. Thesis. Faculty of Humanities, Social Sciences and Education, The Arctic University of Norway. 312 pp.

Bayle, F. (1991). *Musique acousmatique: propositions... positions*. Buchet/Chastel. Paris.

Bech-Hansen, M. (2013). *Musical instruments interfaces towards an aesthetic of electronic-music performance practice*. Ph.D. Thesis. Dept. of Aesthetics and Communication, Aarhus University. 212 pp.

Bento, P.M.B.S. (2005). *Recursos, ideias, concepção e realização material no alvorecer da música electroacústica - o poème electronique de Edgard Varèse*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Aveiro. 183 pp.

Bloch, T. (1989). Les Ondes Martenot: vie ou survie? : Un bilan pour 60 années d'existence. *Les Cahiers du CIREM*. **10**: 151-162. Centre International de Recherches en Esthétique Musical. Mont-Saint-Aignan.

Bloch, T. (2004). *Music for Ondes Martenot*. [CD]. Booklet notes. Naxos. Hong Kong.

Blom, E. (1974). *Everyman's dictionary of music*. 5.ª edição. J M Dent & Sons. London.

Brent, W. (2011). Aspects of gesture in digital musical instrument design. *Proceedings of the International Computer Music Conference*. University of Huddersfield, UK, 31 July - 5 August 2011. pp. 429-436.

Brøvig-Hanssen, R. e Danielsen, A. (2016). *Digital signatures: The impact of digitization on popular music sound*. MIT Press. Cambridge.

Busoni, F. (1911). Sketch of a new esthetic of music. Em: C. Debussy, F. Busoni e C. Ives (1962), *Three classics in the aesthetic of music*, pp. 73-102. Dover Publications. New York.

Cahill, T. (1897, 6 de abril). *Art of and apparatus for generating and distributing music electrically*. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://patents.google.com/patent/US580035A/en.

Chadabe, J. (1997). *Electric sound: The past and promise of electronic music*. Prentice Hall. New Jersey.

Chion, M. (1982). *La musique électroacoustique*. Press Universitaire de France. Paris.

Ciciliani, M. (2014). Towards an aesthetic of electronic-music performance practice. *Proceedings of the 40th International Computer Music Conference / 11th Sound & Music Computing conference*, Athens, Greece, 14-20 September 2014. pp. 262-268.

Cipriani, A. e Giri, M. (2019). *Electronic music and sound design: Theory and practice with Max 8*. Volume 1. Contemponet. Roma.

Coe, L. (1995). *The telephone and its several inventors: A history*. McFarland & Company. Jefferson.

Collins, N. (2007). Live electronic music. Em: N. Collins e J. d'Escriván (eds.), *The Cambridge companion to electronic music*, pp. 38-54. Cambridge University Press. Cambridge.

Collins, N. e d'Escriván, J. (2007). *The Cambridge companion to electronic music*. Cambridge University Press. Cambridge.

Correia, N., Castro, D. e Tanaka, A. (2017). The role of live visuals in audience understanding of electronic music performances. *Proceedings of the 12th International Audio Mostly Conference*, London, United Kingdom, 23-26 August 2017. p. 29.

Crab, S. (1995). *120 Years of Electronic Music*. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://120years.net/.

Cvejić, Ž. (2020) The early development of the synthesizer and its impact on contemporary popular music: A research sketch. *New Sound International Journal of Music*. **56 (II)**: 11-27. Faculty of Music. Belgrade.

Dahl, S. et. al. (2010). Gesture in Performance. Em: R. I. Godøy e M. Leman, *Musical gestures: Sound, movement, and meaning*, pp. 36-69. Routledge. New York.

D'Escriván, J. (2006). To sing the body electric: Instruments and effort in the performance of electronic music. *Contemporary Music Review*. **25 (1-2)**: 183-191. Routledge. Abingdon.

Deutsch, H. A. (1976). *Synthesis: An introduction to the history, theory, and practice of electronic music*. Alfred Publishing. New York.

Emmerson, S. (2007). *Living electronic music*. Ashgate Publishing. Hampshire / Burlington.

Goldberg, R. (2012). *A arte da performance: Do futurismo ao presente*. Orfeu Negro. Lisboa.

Gray, E. (1876, 27 de janeiro). *Improvement in Electro-Harmonic Telegraphs*. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://patents.google.com/patent/US186340A/en.

Griffiths, P. (1995). *Enciclopédia da música do século XX*. Martins Fontes. São Paulo.

Henrique, L. L. (2006). *Instrumentos musicais*. 5.ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Holmes, T. (2008). *Electronic and experimental music: Technology, music and culture*. 3.ª edição. Routledge. New York.

Hugill, A. (2007). The origins of electronic music. Em: N. Collins e J. d'Escriván (eds.), *The Cambridge companion to electronic music*, pp. 5-23. Cambridge University Press. Cambridge.

Jourdain, R. (1998). *Música, cérebro e êxtase: Como a música captura nossa imaginação*. Objetiva. São Paulo.

Manning, P. (1985). *Electronic & computer music*. Clarendon Press. Oxford.

Manning, P. (2004). *Electronic and computer music*. Oxford University Press. Osford.

Mathews, M. (1970). The electronic sound studio of the 1970's. Em W. Skyvington (ed.), *Music and technology*: 129-141. UNESCO/La revue Musicale. Paris.

Moog, R. A. (1977). Electronic music. *Journal of the Audio Engineering Society*. **25 (10-11)**: p. 856. Audio Engineering Society. New York.

Moore, F. R. (1996). Dreams of computer music: Then and now. *Computer Music Journal*. **20 (1)**: 25-41. MIT Press. Cambridge.

Mumma, G. (1975). Live-electronic music. Em: J. H. Appleton e R. D. Perera (eds.), *The development and practice of electronic music*: 286-335. Prentice Hall. New Jersey.

Paine, G. (2007). Interfacing for dynamic morphology in computer music performance. *Proceedings of the International Conference on Music Communication Science*, Sydney, Australia, 5-7 December 2007. pp. 115-118.

Paradiso, J. A. (1997). Electronic music interfaces: News ways to play. *IEEE Spectrum Magazine*. **34 (12)**: pp.18-30. Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: http://web.media.mit.edu/~joep/SpectrumWeb/SpectrumX.html.

Randel, D. M. (2003). *The Harvard dictionary of music*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge.

Sadie, S. (1994). *The Norton/Grove concise encyclopedia of music*. New York: W. W. Norton & Company. New York.

Schaeffer, P. (1966). *Traité des objets musicaux - Essai interdisciplines*. Seuil. Paris.

Schaeffer, P. (1993). *Tratado dos objetos musicais: ensaio interdisciplinar*. Editora Universidade de Brasília. Brasília

Schloss, W. A. e Jaffe, D. (1993). Intelligent musical instruments: The future of musical performance or the demise of the performer?. *Interface, Journal for New Music Research*. **22 (3)**: 183-193. Routledge. Abingdon.

Schloss, W. A. (2003). Using contemporary technology in live performance: The dilemma of the performer. *Journal of New Music Research*. **32 (3)**: .239-242. Routledge. Abingdon.

Smalley, D. (1986). Spectro-morphology and structuring processes. Em: S. Emmerson (ed.), *The language of electroacoustic music*: 61-93. The Macmillan Press. Basingstoke.

Sterne, J. (2003). *The audible past – Cultural origins of sound reproduction*. Duke University Press. Durham.

Stuart, C. (2003). The object of performance: aural performativity in contemporary laptop music. *Contemporary Music Review*. **22 (4)**: 59-65. Routledge. Abingdon.

Thompson, W. F. (2009). *Music, thought, and feeling: Understanding the psychology of music*. Oxford University Press. Oxford.

Pinch, T. e Trocco, F. (2004). *Analog days: The invention and impact of the Moog Synthesizer*. Harvard University Press. Cambridge.

Predota, G. (2022, 15 de outubro). Le Corbusier: "To be modern is not a fashion, it is a state". *Interlude*. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://interlude.hk/le-corbusier-architecture-integrate-with-music/.

Quartier, L., Meurisse, T., Colmars, J., Frelat, J. e Vaiedelich, S. (2015). Intensity key of the Ondes Martenot: An early mechanical haptic device. *Acta Acustica united with Acustica*. **101 (2)**: 421-428. European Acoustics Association / Hirzel Verlag. Stuttgart.

Tanaka, A. (2012). Gestural musical affordances. *Proceedings of the 9th International Conference on Sound and Music Computing*, Copenhagen, Danemark, 11-14 July 2012. pp. 318-325.

Vaiedelich, S. e Quartier, L. (2013) Obsolescence technologique et survivance musicale: Le cas des Ondes Martenot. *Technè*. **37**: 66-71. C2RMF. Paris.

Varèse, E. e Wen-chung C. (1966). The liberation of sound. *Perspectives of New Music*. **5 (1)**: 11-19. Perspectives of New Music. Seattle. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://doi.org/10.2307/832385.

White, G. D. (1995). *The Audio Dictionary*. 2.ª edição. University of Washington Press. Seattle.

Woody, R. (2000). Learning expressivity in music performance: an exploratory study. *Research Studies in Music Education*. **14 (1)**: 14-23. Society for Education, Music and Psychology Research. London.

(2021). *ADSR Envelopes Explained: 4 Stages of an ADSR Envelope*. Acedido em 28 de janeiro de 2024, em: https://www.masterclass.com/articles/adsr-envelope-explained#what-is-an-adsr-envelope.