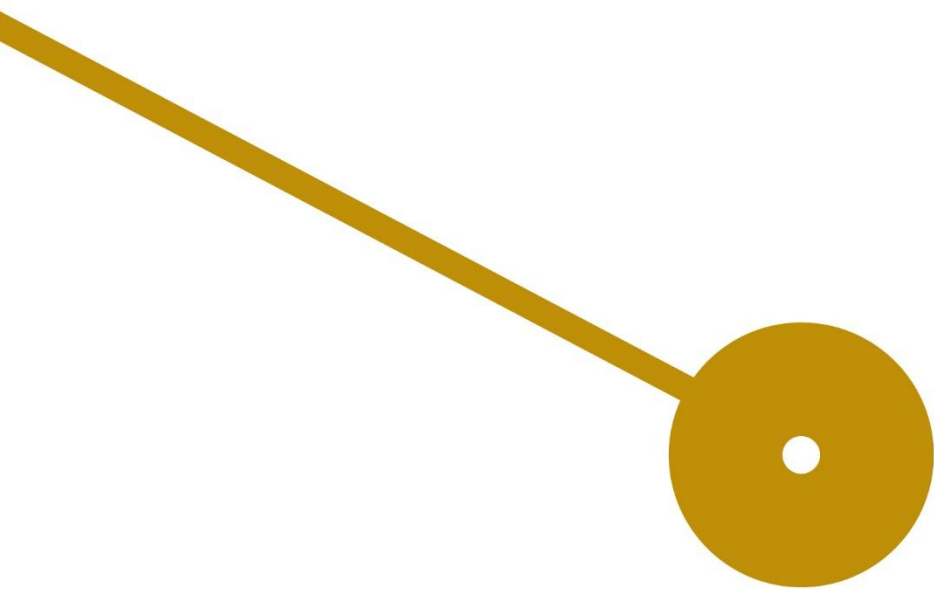


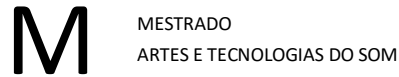


Modulações Aurais e Plásticas

Liliana Martins de Miranda

10/2025





Modulações Aurais e Plásticas

Liliana Martins de Miranda

Projeto apresentado à Escola Superior de Música e Artes do Espetáculo como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Artes e Tecnologias do Som

Professor Orientador
Pedro Santos

10/2025

Dedico este trabalho aos meus pais e amigos pelo incansável apoio.

Agradecimentos

Um agradecimento aos meus pais e amigos que me acompanharam e encorajaram nos momentos mais desafiantes.

Agradeço ao Professor Pedro Santos, por orientar o meu projeto, pelos conselhos e sugestões que encaminharam o meu projeto para um resultado mais aprimorado e lapidado. Também pela sua atenção e cuidado, procurando ajudar em tudo o que estivesse ao seu alcance.

Agradeço também à ESMAE pela disponibilização de equipamentos, que me foram essenciais para o desenvolvimento do projeto, nomeadamente para experimentações. Em especial, agradeço ao meu pai por acompanhar de perto e continuamente o meu projeto. Pelo auxílio na materialização do projeto, que contou com o seu valioso contributo e habilidade, e por toda a prontidão e esforço inigualáveis para me ajudar em todos os processos.

Resumo

Este projeto centra-se na geração de som através da imagem em tempo real, particularmente na gestualidade do desenho na produção de som. O projeto pretende explorar a relação entre instrumentos de desenho, em particular a grafite, e as suas capacidades de conduzir corrente elétrica, passando por um circuito eletrónico para produzir som. Em formato de instalação interativa, convida o público, individual ou coletivamente, a interpretar as marcas que a tinta imprime no papel. O enfoque do projeto é perceber o potencial que o desenho pode ter para ser manipulado como um instrumento musical, e de que modo um desenho pode ser sonorizado de uma forma orgânica e intuitiva, produzindo resultados em tempo real. Reflete sobre como pode soar um desenho e como podemos ouvir os traços marcados no papel, em desenhos que também podem ser interpretados enquanto notação gráfica. Pretende-se explorar uma materialidade sonora que se relaciona com a prática e o grafismo do desenho.

Palavras-chave: Som e Imagem; Gestualidade; Sinestesia; Interdisciplinaridade; Interatividade.

Abstract

This project focuses on real-time sound generation through image, particularly on the gestures of drawing in sound production. The project aims to explore the relationship between drawing instruments, especially graphite, and their ability to conduct electrical current, passing through an electronic circuit to produce sound. In an interactive installation format, it invites the public, individually or collectively, to interpret the marks that the ink prints on the paper. The focus of the project is to understand the potential that a drawing can have to be manipulated as a musical instrument, and how a drawing can be sounded in an organic and intuitive way, producing results in real time. It reflects on how a drawing can sound and how we can hear the lines marked on the paper, in drawings that can also be considered graphic notation. The aim is to explore a sound materiality that relates to the practice and graphics of drawing.

Keywords: Sound and Image; Gestures; Synesthesia; Interdisciplinarity, Interactivity.

Índice

Introdução.....	1
1. Estado da Arte.....	4
2. Projeto Prático.....	9
2.1. Conceito.....	9
2.2. Processo e desenvolvimento técnico.....	11
2.2.1. Fase inicial.....	11
2.2.2. Circuito eletrónico.....	12
2.2.3. Aspetos plásticos.....	20
2.2.4. Estrutura da instalação.....	26
2.3. Sistema de som.....	30
3. Apresentação do projeto.....	31
3.1. Apresentação ao público.....	32
3.2. Reflexão.....	36
4. Conclusão.....	38
Bibliografia.....	41
Webgrafia.....	42
Anexos.....	43

Índice de Figuras

Fig. 1 e 2 – Interior da caixa <i>Com-tacto</i>	10
Fig. 3 – Compartimento do circuito da caixa <i>Com-tacto</i>	10
Fig. 4 – Primeiro circuito em placa breadboard	12
Fig. 5 – Detalhe da conexão do lápis ao circuito	12
Fig. 6 – Circuito esquemático do oscilador de áudio	13
Fig. 7 – Circuitos finais concluídos	14
Fig. 8 – Pioneses sobre o papel	15
Fig. 9 – Vista inferior do tampo com os terminais de contacto	16
Fig. 10 e 11 – Caixa dos circuitos	16
Fig. 12 – Ligação de cabos na caixa dos circuitos	17
Fig. 13 – Efeitos utilizados no Reaper	17
Fig. 14 – Experimentação com microfones de contacto	18
Fig. 15 – Processamento em Max MSP	18
Fig. 16 – Superfícies distintas pintadas com tinta de grafite	19
Fig. 17 – Tinta de grafite	20
Fig. 18 – Tinta de cobre	20
Fig. 19 – Exemplos de pinturas mais densas	20
Fig. 20 – Exemplos de pinturas com mais espaço em branco	21
Fig. 21 – Simulação da 1ª abordagem de modo de preenchimento da folha	21
Fig. 22 – Folha 70x100 cm pintada com tinta de grafite	22
Fig. 23 – Folha A4 pintada com tinta de grafite	23
Fig. 24 – Pintura Final (folha 75x105 cm pintada com tinta de grafite)	23
Fig. 25 – Ponteiras	24
Fig. 26 – Elementos para montagem da estrutura	25
Fig. 27 – Modelação 3D dos módulos da estrutura separados	25
Fig. 28 – Detalhe do encaixe para as ponteiras e ranhura para os cabos	26
Fig. 29 – Modelação 3D da estrutura montada	26
Fig. 30 – Representação do modo de fixação da folha na estrutura	27
Fig. 31 – Estrutura finalizada	27
Fig. 32 – Interior da estrutura	28
Fig. 33 – Ranhura para passagem dos cabos até à tomada	28
Fig. 34 – Lista de vias	29
Fig. 35 – Stage plot	30
Fig. 36 – Instalação em exibição na Galeria	32

Fig. 37 e 38 – Caderno de registo de opiniões.....	33
Fig. 39 e 40 – Registos fotográficos da instalação em utilização	34

Introdução

Para o projeto, é essencial abordar a junção de dois meios artísticos que me têm acompanhado ao longo do percurso acadêmico – as artes visuais e a música.

Tendo vindo de um contexto acadêmico artístico e plástico, a par da formação musical, o desenho e o som são matérias que sempre ambicionei conjugar. Ao longo dos anos, desenvolvi diversos projetos, individuais ou coletivos, que desde cedo revelavam o interesse neste domínio. Deste modo, toda a minha prática artística se desenvolve em torno da dicotomia som-imagem.

Para além da motivação pessoal, considero importante haver interligação e contaminações entre diferentes áreas, o que resulta em novos olhares e abordagens mais ricas. Tenho vindo a refletir sobre a dualidade: ver com os ouvidos e ouvir com os olhos. Daí surge a curiosidade de sonorizar desenhos.

Existem várias abordagens a esta problemática, respondidas por meio da tecnologia, permitindo ao público entrar numa plataforma online ou através de aplicações para dispositivos, e poder desenhar algo que gera som. Porém, este projeto propõe uma relação mais orgânica entre público e objeto, estabelecida pelo lápis e o papel, numa experiência sensorial que envolve a audição, a visão e o tato. Pretende-se que seja um processo fluido, de exploração gestual, onde o envolvimento do corpo tenha uma elevada importância, principalmente quando em comunhão com outros participantes. Considerando essa uma necessidade relevante, é importante que a instalação seja intuitiva, com reações imediatas e com a capacidade de produzir resultados singulares nos domínios sonoro e gestual, partindo do visual.

O principal objetivo deste projeto é a elaboração de uma instalação que procura explorar um instrumento derivado da prática do desenho, que produz som através da gestualidade aplicada sobre e de acordo com uma imagem. Ambiciono que esses elementos coexistam, a prática artística intermodal é o foco do projeto. Pretendo abrir novas possibilidades criativas e desenvolver várias experiências práticas para posterior análise. As experiências conduziram-me para um caminho mais frutífero até ao projeto final.

Importa também compreender as dinâmicas da interação e como ela contribuiu para o resultado da obra, questionando a relação que existe entre o participante e o objeto, e a relação entre a interação de um participante com a de outro. Para além destas questões relativas ao envolvimento do público com a obra final, o processo é uma parte fundamental, na qual contei com a participação de várias pessoas para um acompanhamento próximo do projeto. Esses momentos são essenciais para recolher considerações que me ajudaram a analisar o meu projeto através de várias perspetivas.

Ao longo de todo o processo, foram aprofundados conhecimentos de forma a adquirir maior autonomia no desenvolvimento de circuitos eletrónicos, conhecimentos que são

essenciais para o funcionamento do meu projeto. Isso garantiu-me uma menor probabilidade de surgirem erros técnicos, logo a instalação fluiu de uma forma contínua, independentemente da participação ativa do público. Além disso, permite-me continuar a aprofundar o tema em trabalho futuro, com maior solidez. Por outro lado, a materialização da instalação requereu a consideração de todos os aspetos técnicos e também conhecimentos de trabalho em madeira maioritariamente, na construção integral da instalação.

É para mim fundamental explorar também a minha prática artística no desenho. Para isso, estabelecer um contacto mais frequente com a pintura e acostumar a minha mão ao pincel, em diferentes escalas. Desta forma, estabelecer uma prática contínua que me permita estar o mais familiarizada possível com os meus gestos. Através da experimentação com diversos suportes físicos e materiais riscadores, disponho de uma variedade ampla de resultados. Isso permitiu-me reunir texturas, formas, cores e os gestos inerentes às mesmas, para então selecionar qual a melhor abordagem a seguir na instalação final.

Esta investigação é de natureza artística, exploratória e empírica. Foi essencial pesquisar e explorar trabalhos existentes que refletem sobre as temáticas sobre as quais trabalho, para estar inserida no contexto contemporâneo. Assim, consegui definir a minha questão de investigação, de uma forma clara e de modo que ela fosse relevante. Através do reconhecimento de trabalhos até hoje desenvolvidos, percebi que contributo trará o meu projeto e em que se distingue. Essas referências estimularam o pensamento criativo e crítico e permitiram-me avançar no desenvolvimento do projeto com maior solidez e fluidez.

A investigação tem uma base forte na experimentação, que também envolveu a contribuição de várias pessoas, de diferentes perfis, com as quais contei para perceber a relação que estabeleciam com o objeto. Externos ao projeto, na função de ouvintes, ou participantes ativos, que acompanharam o processo ou experienciaram apenas a instalação final com o seu próprio gesto, todos esses contributos ofereceram-me várias leituras ao projeto, evidenciando pontos que, por vezes podia não estar a considerar.

Várias experiências foram feitas a partir do desenvolvimento de diversas pinturas, em diferentes suportes, dimensões e gramagens. As pinturas partiram essencialmente da grafite, incluindo outras matérias com propriedades condutoras, como é o caso do cobre. Não só com o intuito de selecionar os meios com os quais obteria melhores resultados, mas também para determinar que gestos iria utilizar na pintura do papel, preparado previamente para a manipulação dos participantes. Estabeleci assim, uma prática contínua de desenho, em pequenos esquiços, o que foi essencial para possuir uma consciência da minha gestualidade e grafismo. Analisei cores, formas, opacidades, texturas, direções.

Paralelamente, a interpretação e análise de resultados, bem como a discussão com

peçoas externas. Durante todo o desenvolvimento do projeto, foi feita uma documentação através de registros fotogríficos e videogríficos. O uso constante de diário grífico para registro textual e elaboração de desenhos foi também uma prática recorrente para estimular o pensamento, organizar tarefas e ter uma melhor visão da implementação.

1. Estado da Arte

O som e a imagem são elementos que frequentemente caminham lado a lado e se relacionam em simbiose, desde o cinema à cimática¹. Nas vanguardas artísticas da primeira metade do século XX, houve já uma série de cruzamentos transdisciplinares que abriram o caminho para outras experimentações fora do convencional, nomeadamente, com as tendências conceptuais, minimalistas, neo-dadaístas dos anos 60 (Fonseca, 2023). Serão analisados trabalhos e pesquisas existentes relacionados com cruzamentos entre as artes plásticas e a arte sonora, uma vez que acredito que a contaminação de diversos meios, reforça a noção de espaço, relacionando o espectador, o espaço e a obra.

As correspondências entre a visão e a audição são abordadas inevitavelmente no âmbito da Sinestesia. A Sinestesia é um fenómeno neurológico que se refere à capacidade de perceber estímulos sensoriais interconectados. Isto é, definir equivalências entre perceções de ordem diversa, tais como imagens e sons. Alguns especulam sobre a possibilidade da maioria da população ter uma forma básica de sinestesia, na qual consideram os sons mais agudos como "mais brilhantes" e os sons mais graves "mais escuros". Um dos tipos mais comuns de Sinestesia é a Cromestesia que provoca associações de cores a sons.

São conhecidos já vários testemunhos de vários artistas que alegavam ou demonstravam indícios de ter sinestesia. Nomes relevantes no panorama musical ou plástico, como Vincent van Gogh, György Ligeti, David Hockney, Oliver Messiaen, Vladimir Nabokov, entre outros. Consequentemente, a obra deles é influenciada pela sinestesia, que afeta a forma como percebem o mundo, e por isso, o seu processo criativo também.

Kandinsky foi um pioneiro a explorar o som na arte e o conceito de sinestesia. Na sua perspetiva, o visual e o auditivo integram-se numa só unidade que constitui a alma do espectador, o artista deve aspirar a reconstruir essa obra de arte total. Kandinsky tira estas ideias da ópera de Wagner, desenvolvendo o princípio da Sinestesia. Continua assim a tradição do romantismo alemão e da Europa do Norte, segundo ela, a substância de todas as artes é idêntica, apenas a forma as diferencia. Kandinsky manteve sempre um vivo interesse pela música, sem a qual não se pode entender a pintura. A utilização de termos musicais nos títulos dos seus quadros (ex.: composição, improvisação, sonoridade) corresponde a uma conceção sinestésica do mesmo, no qual as cores se associam a sons e harmonias, por um lado, e a estados de alma, por outro. A distribuição da cor no quadro é conduzida por princípios de harmonia e contraste, assim como na música. Kandinsky resumiu estas ideias em *Do Espiritual na Arte*

¹ A cimática é o estudo visual do som, através de padrões visuais originados pela vibração das ondas sonoras com a matéria física, como a água ou a areia.

(1912/1982). Contemporâneo de Kandinsky, o compositor Alexander Scriabin, cujo trabalho também é influenciado pela sinestesia, utilizava luz e cor juntamente com o som nas suas atuações. Ambicionava criar experiências sinestésicas tal como na sua obra *Prometheus: Poema do Fogo*, no qual criou um teclado com luz (*clavier à lumières*) que fazia correspondências de cores a notas musicais.

Também o conceito de *visual music*², interliga a arte e a música, ambas regidas pelo tempo e pela harmonia, geralmente através de composições visuais que se apropriam de ideias musicais, como o ritmo. Neste termo, as pinturas abandonavam a arte representacional e figurativa, analisando o equilíbrio visual através de cores e formas que evocam sensações musicais. Inspirada na sinestesia e enraizada no abstracionismo, evoluiu para o meio cinematográfico.

*An Optical Poem*³ (1938) de Oskar Fischinger, é uma curta-metragem em stop-motion, onde consta a presença factual de estímulos oriundos de dois sentidos, a visão e a audição. Na animação, Fischinger propõe a visualização, através de cores e formas abstratas, de um trecho da composição *Rapsódia Húngara nº 2* (1847), de Franz Liszt (1881-1886). Foi produzida manualmente, frame a frame, a partir de vários recortes de papel pintados, maioritariamente círculos, evocando profundidade, cor, forma e luminosidade aos estímulos sonoros. As formas movem-se ao ritmo da música, como uma dança, num espaço tridimensional que procura transmitir o movimento, o sincronismo com os instrumentos e com as tonalidades.

A interdisciplinaridade revelava-se já em colaborações entre músicos e pintores, tais como John Cage e Robert Rauschenberg, Wassily Kandinsky e Arnold Schoenberg, Brian Eno e Peter Schmidt.

No que diz respeito a colaborações interdisciplinares, é relevante referir os *Happenings*. Precusores da arte performática, porém, distinguindo-se dela pela participação do público, o que gera um carácter de imprevisibilidade, emergem dos espetáculos surrealistas e Dada. Eram eventos de estrutura flexível e espontâneos, onde as improvisações conduzem a cena e não há separação entre público e espetáculo. Nelas combinava-se elementos da pintura, da poesia, da música, da dança e do teatro. Estes eventos apresentaram a ideia de dar significância a eventos do dia a dia, desejando colmatar a lacuna entre a arte e a vida. John Cage e a *action painting* de Jackson Pollock foram conceitos fundamentais para a conceção do *happening*, que realçava a passagem da arte do objeto para a arte da experiência. O artista Allan Kaprow cunhou o termo *Happening* pela primeira vez em 1959, intitulando a sua obra *18 Happenings in 6 Parts*. Kaprow afirma que a linha entre a arte e a vida deve manter-se o mais fluída e indistinta possível.

² <https://www.farsidestudio.com/articles/what-is-visual-music>

³ <https://youtu.be/FcHsysPGSt0?si=fiQA-5nmefDbFeFQ>

Para além de Kaprow, vários artistas dedicaram-se ao desenvolvimento de *Happenings*, particularmente outros artistas do coletivo vanguardista *Fluxus*, tais como Dick Higgins, Nam June Paik, Joseph Beuys, La Monte Young, Yoko Ono e John Cage. *Theatre Piece Nº1* (1952) de John Cage é considerado o primeiro *happening*. Nele participaram John Cage, David Tudor, M. C. Richards, Charles Olson, Merce Cunningham, Nick Cernovich e Robert Rauschenberg. Os percursos artísticos de John Cage, do coreógrafo Merce Cunningham e do artista Robert Rauschenberg cruzam-se inevitavelmente com o Black Mountain College, instituição que começam a frequentar no final dos anos quarenta, Cage e Cunningham como professores e Rauschenberg como aluno. Aí vivia-se um ambiente propício ao cruzamento disciplinar.

Os três artistas participam juntos pela primeira vez neste mesmo ano, no evento preparado por John Cage. *Theatre Piece Nº1* incluía, num só espetáculo, elementos coreográficos, teatrais, musicais, cinematográficos e plásticos. A sua liberdade de organização, produzia um acúmulo de ações objetivamente livres entre si. A ideia que Cage queria transmitir era uma maior variedade em perspetiva dos diferentes acontecimentos. A ausência de um palco leva a ação a desenrolar-se nos quatro cantos da sala. Esta teoria é inspirada no manifesto do francês Antonin Artaud, a ação desenrolava-se e haveria “surtos repentinos de paroxismos, ateados como incêndios em locais diversos.” (Artaud, 2006).

A notação gráfica surge também como uma forma de representar visualmente o som. John Cage, Morton Felman e outros artistas e compositores, deixaram o seu contributo próprio em diferentes possibilidades de notação musical, desafiando a notação musical convencional, com uma interpretação mais intuitiva e livre dos sons. As partituras, para além da função escrita da música, adquirem uma componente visual forte, particularmente na coleção presente no livro *Notations* (1969) de John Cage, tornando-se num elemento artístico, para além do carácter instrutivo. As partituras gráficas recorrem a símbolos, e por vezes a texto, sem instruções específicas, que permitem múltiplas interpretações e uma maior flexibilidade. O compositor Cornelius Cardew detém um dos principais trabalhos desenvolvidos no âmbito das notações alternativas e partituras gráficas, *Treatise* (1963-1968), constituído de 193 páginas de elementos gráficos, formas abstratas e números, com um alto nível de indeterminação, que desconstroem a notação musical convencional e instigam a criatividade de quem a interpreta. Esta obra revela a sua formação em tipografia, como designer gráfico, onde detetou eloquência em simples linhas pretas desenhadas à mão, que podem ser lidas por pessoas que não passaram pelas condicionantes do ensino musical, aos quais se refere como “inocentes musicais” (Cardew, 2006, p.130). Cardew trabalhou de forma próxima como assistente de Stockhausen (1958-1960), participando no processo de redação das suas partituras para música eletrónica. O resultado sonoro de *Treatise* é determinado pelo ato processual de tradução da partitura, onde o carácter improvisatório é essencial, e revela a riqueza de perspetivas na linguagem musical.

As partituras gráficas acompanham o processo de vários compositores notáveis da vanguarda, pioneiros na utilização de novos sistemas de notação. *Artikulation* (1958) de György Ligeti é uma peça de música eletrônica, para a qual o designer gráfico Rainer Wehinger desenvolveu em 1970 uma “Hörpartitur”, ou partitura auditiva, com a assistência de Cornelius Cardew e aprovada por Ligeti, que utiliza formas e cores em substituição das notas musicais no pentagrama, de forma a guiar o ouvinte pela peça. A partitura gráfica reflete a natureza dos sons que Ligeti selecionou, complementando a dimensão aural.

Arquiteto e compositor, Iannis Xenákis, aproveitou os seus conhecimentos e paixão pela matemática, e, segundo o argumento de que a composição está ao alcance de todos, criou um computador denominado *UPIC* (1977), que permitia desenhar linhas numa superfície eletrônica, que seriam analisadas digitalmente como notação gráfica e convertidas em som. Esboços e diagramas meticulosamente calculados, funcionam como instruções musicais e partituras gráficas. Xenakis foi um compositor revolucionário, que demonstra a possibilidade de explorações composicionais baseadas em ideias extraídas de disciplinas não musicais.

O compositor contemporâneo Brian Eno, com formação em pintura e música experimental, porém sem uma educação musical formal, também desenvolveu partituras gráficas, nomeadamente para o álbum *Ambient 1: Music for Airports* (1948).

A arte interativa é outro ponto fundamental deste projeto, cujo objetivo é envolver o público de uma forma ativa, numa experiência sensorial geralmente partilhada. Neste caso, estando imerso num momento de exploração gestual que terá como consequência uma materialidade sonora registada pelo lápis. Com o avanço tecnológico, existem diversas aplicações em Max MSP e Processing que convertem dados visuais em áudio, partindo de telas digitais. Como é o caso da instalação *Sonic Wire*⁴ (2003) de Amit Pitaru, em que o público usa uma caneta sobre uma tela digital para criar um desenho tridimensional, que pode ser manipulado e que se traduz em frases melódicas, num processo acumulativo e cíclico. Também o artista Sergi Jordà se tem dedicado a composições musicais colaborativas, instalações interativas em tempo real, baseadas em interfaces gráficas intuitivas, como *FMOL* (1997-2002) e *reacTable*⁵ (2003). A sua principal área de interesse é explorar novas facilidades criativas musicais para não músicos, procurando que fossem simples sem impossibilitar o virtuosismo, tornando-se adequado para um público abrangente. *FMOL* (1997-2002) é um software para síntese em tempo real e composição musical coletiva através da internet. O software oferece duas possibilidades de interfaces gráficas, que permitem a utilização do rato do computador para explorar as possibilidades do sintetizador. Em *reacTable* (2003), uma câmara de vídeo analisa permanentemente a superfície de uma mesa, sobre a qual são posicionados vários objetos para manipulação do público. A instalação conta também

⁴ <http://www.sonicwiresculptor.com>

⁵ https://youtu.be/IA29AE6O69k?si=Bz8_5h_fjGL-Ftf

com uma projeção dinâmica e abstrata sobre a mesa, que depende dos movimentos, posições e tipos de objeto. *Sounding Brush*⁶ (Sen, S., Tahiroğlu, K., & Lohmann, J., 2020) é mais um dos exemplos que recorre a uma interface digital para exploração gráfica e gestual na composição e performance musicais.

Negando essa abordagem, pretendi que o público estabelecesse uma relação mais próxima e que lhe é mais natural, através de dois formatos palpáveis – o lápis e o papel. Partindo da mesma questão, *DrawSound*⁷ (2008) é um instrumento desenvolvido pelo artista Kazuhiro Jo, que utiliza uma interface multitoque, papel e canetas condutoras de corrente elétrica. Esta obra também se foca no caráter expressivo do desenho na performance sonora, desenvolvida com DiamondTouch, JavaOSC e MaxMSP.

Illusio (Barbosa, J., 2011) é um instrumento musical digital baseado numa interface multitoque que associa loops gravados em tempo real a esboços que os participantes desenham com o dedo sobre a superfície multitoque. Os esboços (formas fechadas) podem ser selecionados, movimentados e associados a um loop que gravam em tempo real com um dispositivo semelhante a um pedal de guitarra. O software foi desenvolvido em Processing e OpenFrameworks.

Existem ainda algumas aplicações, com recurso ao desenho a grafite sobre uma folha de papel. *Drawdio*⁸ (2008), criado por Jay Silver, é um sintetizador que tira partido das propriedades condutoras da grafite. Consiste num circuito eletrónico conectado a um lápis de grafite, que permite usar o corpo como sensor. Ao segurar o lápis, estabelecendo contacto com o fio condutor do circuito, é possível desenhar algo e percorrer os traçados com a outra mão, gerando som. Jay Silver desenvolveu também *Makey Makey*⁹ (2012), um dispositivo, conectado ao computador, que permite utilizar qualquer objeto, com propriedades condutoras, como interface digital, para enviar um determinado comando para o computador. Segurando o *Makey Makey* enquanto tocamos no objeto, o corpo conduz o sinal elétrico e interage com o computador, permitindo que este funcione como o rato do computador, uma determinada tecla, ou acionando um teclado por exemplo.

⁶ <https://youtu.be/7RkGbyGM-Ho?si=iljZO8ia1uYoHulx>

⁷ <https://youtu.be/XzCHMrspbfY?si=rN1pAJH05oYBnHmQ>

⁸ <https://drawdio.com>

⁹ <https://youtu.be/rfQqh7iCcOU?si=B0jqxCurHdFVRToa>

2. Projeto Prático

2.1. Conceito

Numa primeira fase, comecei por pesquisar mecanismos de máquinas de desenho para pensar num instrumento com um material riscador que tenha um comportamento próprio gerando imagem, tal como o harmonógrafo¹⁰. De modo a analisar o mecanismo para então aplicar numa instalação onde os participantes são os responsáveis pela manipulação do material riscador, participando de uma forma ativa, ao invés de meros espectadores. Em seguimento da análise dos mecanismos, ponderei também a utilização de martelos, em referência ao mecanismo do piano. Esses martelos funcionariam como carimbos sobre o papel, produzindo manchas de opacidades e dimensões diversas de acordo com a força aplicada no martelo. O impacto do martelo sobre o papel, acionaria um som, seria um instrumento musical e visual. Apesar de considerar esta uma ideia interessante, que poderei maturar no futuro, percebi que devia mudar de rumo e escolher uma abordagem diferente, a qual respeitasse o carácter expressivo do desenho e que proporcionasse uma experiência mais envolvente onde o público utiliza o corpo e a sensibilidade.

Comecei por posicionar vários microfones de contacto em zonas diferentes de uma folha de papel, para que cada um deles acionasse um som diferente à medida que desenhava no papel. Percebi de imediato que para o público seria uma experiência que rapidamente se esgota, onde as possibilidades seriam poucas, acabando por se tornar monótono e banal.

Uma das ideias mais imediatas foi mapear a superfície de uma folha de papel, captada por uma webcam, de modo que sejam acionados sons de acordo com o local onde o lápis desenha, através do estabelecimento de um eixo x e z associados a determinados parâmetros. Assim, a passagem de um ponto a outro seria gradual, onde o mais pequeno movimento teria um resultado direto e perceptível. Porém esta abordagem iria exigir que eu tivesse mais competências ao nível da programação, pelo que ia ter de recorrer a ajuda e demoraria mais tempo num projeto que não seria tão congruente com a minha prática artística. Essa seria também uma abordagem bastante semelhante à de *Draw Sound* (Kazuhiro Jo, 2008), o que retira a relevância ao meu trabalho, tornando-se redundante.

Foi então que descobri as potencialidades dos circuitos eletrónicos. Apesar de ser uma área que não domino, tenho visto o meu pai a dominar a arte de soldar cada componente, para arranjar ou criar os seus próprios componentes desde que me lembro. Há uns anos, realizei também uma formação de construção de um aparelho sonoro (oscilador de som) onde me foram apresentados os principais conceitos e técnicas básicas de eletrónica. Percebi então que estaria confortável se a

¹⁰ <https://drawingmachines.org/category.php?id=35>

implementação do meu projeto se fundasse a partir de um circuito eletrônico. Realizei bastante pesquisa e procurei várias abordagens, sabendo que poderia tirar proveito das propriedades condutoras da grafite. A partir da junção de vários circuitos esquemáticos, ajustando os componentes e adaptando-os para o propósito do meu trabalho, conseguimos chegar a um oscilador de áudio que varia a frequência quando o lápis é movimentado sobre uma área pintada a grafite.

O projeto então consiste numa instalação interativa acionada pelo toque entre o instrumento de desenho – o lápis – e a superfície – o papel.

O desenvolvimento técnico da tela sonora consiste na exploração de diferentes matérias. A grafite é uma das principais matérias do desenho, por outro lado, tem também propriedades condutoras de corrente elétrica. Derivada da grafite, produzi uma tinta condutora que permite criar um contacto entre dois pontos. A grafite é uma linha de resistência que cria conexões, ela conduz e orchestra. Delineia modulações sobre o papel traduzindo caminhos em sinais. Onde o escondido se torna visível. Silêncios que se ocultam no ruído e ruídos que se ocultam no silêncio. Em camadas de pigmento depositado que revelam novos sentidos.

O arrasto da tinta e diferentes concentrações de grafite provocam uma maior diversidade sonora ao nível tímbrico, de frequência e texturas. Numa abordagem bastante exploratória, vão-se descobrindo sonoridades e ritmos relevantes para cada um, onde a folha de papel é o instrumento musical. Através da utilização do corpo de uma forma ativa, ganha-se consciência de uma gestualidade precisa e liberta, dando conta dos gestos que produzem ritmos e cadências particulares. Cada pintura consegue obter uma gama de frequências diversas, de acordo com a distância entre os pontos de contacto, e texturas sonoras particulares. O reconhecimento de zonas e traços no papel que produzem determinadas notas, permite ao público compor frases melódicas que imaginam. O que criou em mim a imagem de uma partitura, uma partitura onde a notação são os traços com espessuras e concentrações diferentes, na qual cada participante interpreta as suas próprias composições.

2.2. Processo e desenvolvimento técnico

2.2.1. Fase inicial

O ponto de partida para este projeto foi *Com-tacto*, ilustrado nas figuras 1 e 2, um trabalho desenvolvido durante o primeiro ano de mestrado, no qual já evidenciava o meu interesse em aprofundar esta temática. Este consistiu na construção de uma caixa portátil, que acomoda um circuito eletrónico (oscilador de áudio), um caderno A5 e um lápis. Algumas das páginas do caderno foram pintadas com tinta de grafite, criada por mim, cada uma delas com abordagens diferentes e conseqüentemente produzindo resultados diferentes.



Fig. 1 e 2 – Interior da caixa *Com-tacto*

As páginas estão previamente preparadas com diferentes tipos de manchas, desde padrões lineares, a figuras mais abstratas. Várias páginas encontram-se ainda em branco, deixando em aberto a possibilidade de experimentar novas composições. Elas vão sendo pintadas ao longo do tempo, não só por mim enquanto descubro novos métodos, como por outras pessoas, pelas quais a caixa passou. Isto permitiu-me receber um retorno de como foi a experiência de pessoas exteriores ao projeto.

Do circuito (fig. 3) saem dois cabos: um com um terminal jacaré para fazer o contacto com a tinta no papel, o outro conectado à grafite de um lápis.

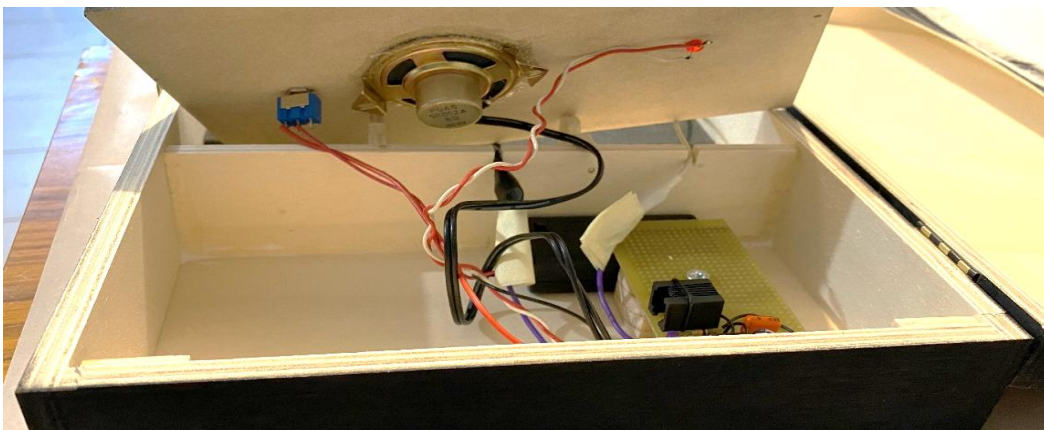


Fig. 3 – Compartimento do circuito da caixa *Com-tacto*

Ao abrir a caixa, basta escolher uma das páginas pintadas, ligar o interruptor e conectar a garra jacaré à mancha de tinta. Assim que o lápis toca na pintura, é reproduzido de imediato o sinal pelo altifalante integrado na caixa. O sinal sonoro, uma onda sinusoidal, só é gerado de cada vez que o lápis pousa sobre o desenho. O circuito eletrônico emite uma frequência sonora que varia devido a uma resistência, em função da condutividade permitida pela tinta de grafite. A frequência varia de acordo com a distância entre os dois pontos de contacto e a concentração de grafite que vai sendo depositada nas pinceladas.

Esta foi a minha intenção de partida. O objetivo foi aplicar o princípio desta caixa a uma escala maior, onde a gestualidade é bastante mais acentuada e a distância maior entre os dois pontos permite uma gama de frequências maior. Adicionalmente, colocar também ao dispor vários lápis, para que a instalação possa ser ativada por vários e possamos ter múltiplas linhas melódicas. Os lápis poderão ser manuseados de forma independente, a solo ou em simultâneo sobre o mesmo desenho.

Para além disso, ambicionava também explorar outro tipo de sinais sonoros que pudessem coexistir, para além da onda sinusoidal, para obter timbres variados. Isto, através do processamento do sinal no computador, ou do acionamento de sintetizadores. De igual modo, testar a utilização de microfones de contacto, para adicionar mais camadas sonoras.

O processo técnico passa, portanto, pelo aprimoramento da caixa e por perceber o potencial máximo que consigo obter dela, para então aplicar o princípio a uma escala maior. Estas variantes conferem um grau de envolvimento maior do público com a obra e uma experiência mais completa.

2.2.2. Circuito eletrônico

A elaboração dos circuitos é uma parte crucial do desenvolvimento do projeto, uma vez que foram o ponto de partida da conceção da ideia. Eles são a engrenagem do projeto e o ponto através do qual todo o processo se desenvolveu.

Partindo do primeiro circuito, integrado na caixa *Com-tacto*, analisei os aspetos que funcionaram bem e que pretendia manter, e aqueles que precisavam de ser ajustados. Um dos pontos menos positivos, era a sonoridade do circuito. Para a melhorar, decidi recorrer ao processamento do áudio no computador, através de efeitos. Para isso, substituí o altifalante como dispositivo de saída, efetuando uma adaptação a fim de permitir que o sinal do circuito pudesse entrar diretamente no computador, para então ser manipulado. Assim, consegui alterar o timbre tornando-o mais interessante. Para realizar estas adaptações, foram feitos diversos testes numa placa breadboard (fig.4), até determinar o circuito a ser utilizado na instalação final.

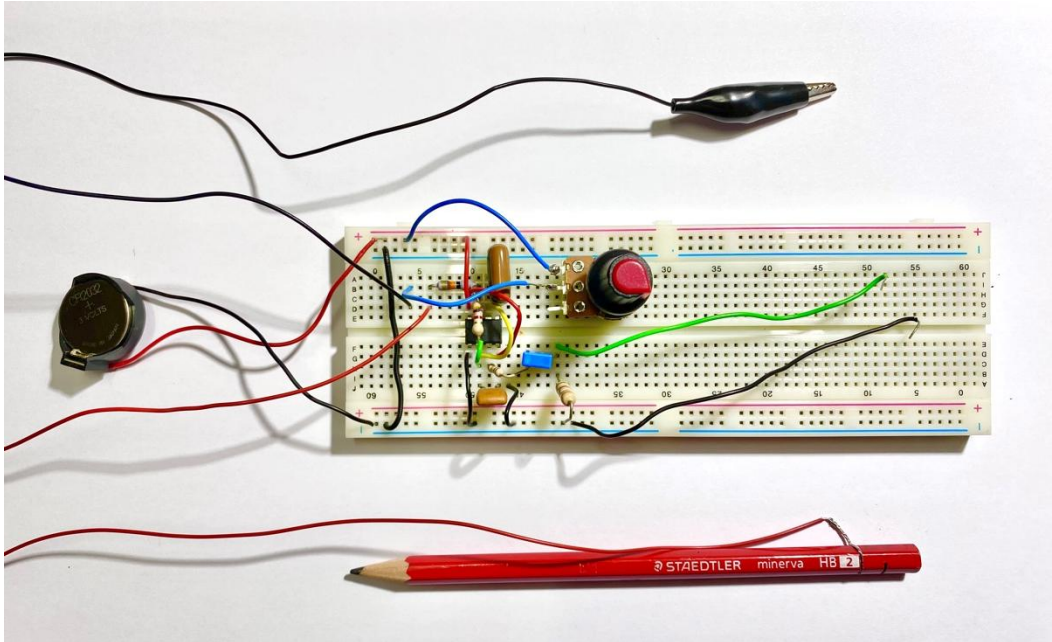


Fig. 4 – Primeiro circuito em placa breadboard

A integração do lápis de grafite no próprio circuito, é feita ao aceder à mina de grafite no seu interior (consultar fig. 5). Através de uma pequena fissura na madeira, que nos permite alcançar a mina de grafite, é possível prender o cabo multifilar nessa mesma fissura, fazendo com que a grafite esteja em contacto com o fio condutor. Optamos por um cabo multifilar de cobre de 0,5mm Ø, de modo a ser de fácil manipulação, devido à sua flexibilidade e à boa condutividade elétrica, para além de um acabamento estético mais discreto.



Fig. 5 – Detalhe da conexão do lápis ao circuito

O projeto evoluiu para a construção de quatro circuitos osciladores de áudio iguais independentes, tal como apresentado na fig. 6. A montagem foi feita em quatro placas de circuito impresso, que suportaram os componentes eletrônicos necessários.

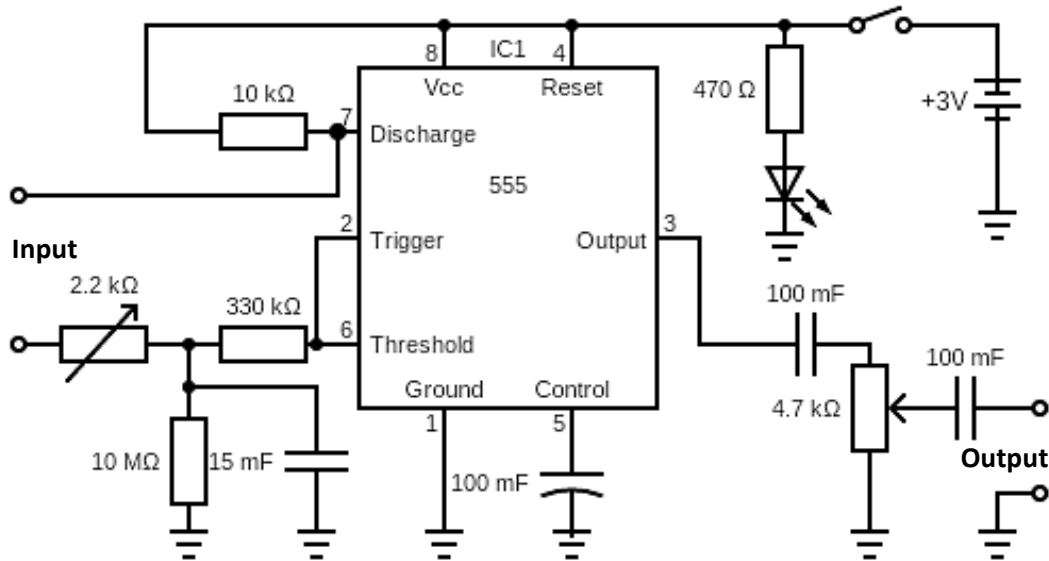


Fig. 6 – Circuito esquemático do oscilador de áudio

O input de cada circuito é efetuado através de uma resistência ajustável de 2.2 k Ω , que permite ajustar a sensibilidade e a frequência, conforme o tipo de grafite dos lápis utilizados. A frequência de oscilação do circuito é determinada essencialmente pelas resistências de 10 M Ω e 330 k Ω , e pelos condensadores de 15 nF e 100 nF. O nível de saída de sinal é regulável através de um potenciômetro (resistência variável de 4.7 k Ω). O led dídodo vermelho é colocado apenas para monitorizar o funcionamento do circuito. Ao nível das ligações, foram utilizados, em cada circuito, um conector RCA para a entrada e uma tomada jack de 6,3mm para a saída do sinal destinado ao computador. Cada circuito é alimentado por duas pilhas de 1.5V montadas em série, operando com uma tensão muito baixa. Conseqüentemente, consiste numa instalação de baixo consumo e elevado nível de segurança.

A instalação assume também uma vertente sustentável, uma vez que a maioria dos componentes utilizados no circuito foram recuperados de equipamentos descontinuados ou danificados. No entanto, preocupei-me sempre em utilizar componentes em boas condições e apenas quando tal não era possível, foram comprados novos componentes ou materiais, para garantir o melhor funcionamento. O cabo multifilar, para além das características mencionadas acima, foi adquirido para garantir imunidade a qualquer ruído ou interferência, devido a um isolamento de maior qualidade.

Depois de concluídos os quatro circuitos, como a fig. 7 demonstra, pude dar início ao processo de experimentação de manipulação dos quatro sinais em simultâneo.

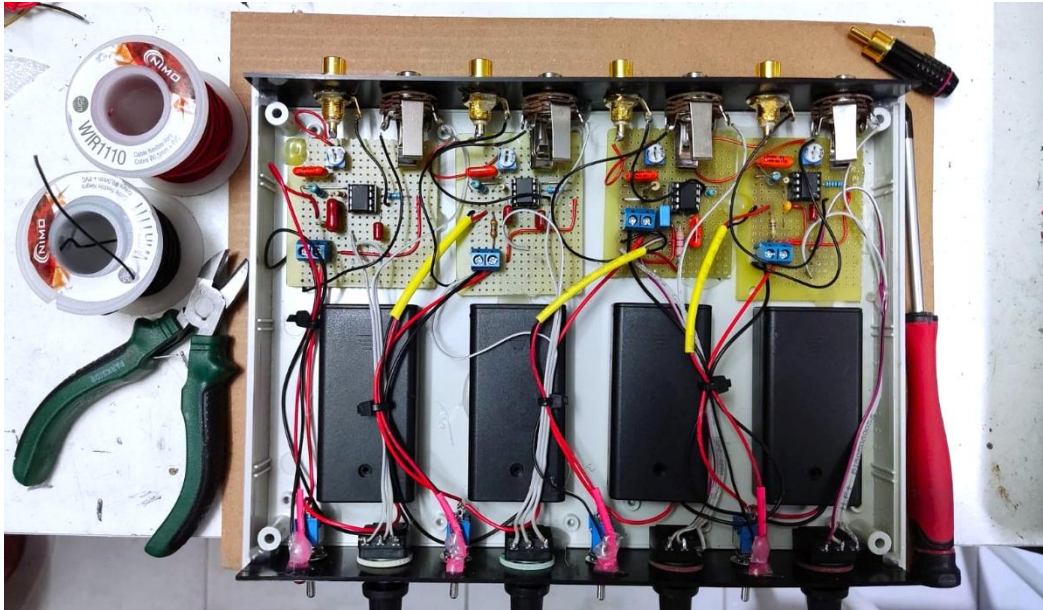


Fig. 7 – Circuitos finais concluídos

Após alguns testes e alterações ao circuito inicial, percebi que o circuito que defini para o projeto final, não me permitia utilizar vários lápis sobre a mesma mancha de tinta. Os quatro geravam som, mas interferiam uns nos outros. Para solucionar essa questão, resolvi manter apenas uma folha para todos os participantes, mas pintar quatro áreas independentes. Desta forma, cada garra jacaré é colocada em cada um dos quadrantes e cada lápis poderá ser manuseado apenas na sua área correspondente.

Na instalação, as garras jacaré levantavam ligeiramente a borda do papel, impedindo que este pudesse ser estabilizado à placa de mdf sobre a qual está pousado, imóvel e plano. Como são posicionadas nas bordas do papel, os participantes estariam sempre sujeitos a tocar nelas inadvertidamente, para além de visualmente serem pouco discretas. Assim sendo, pensei num outro material condutor que pudesse ser colocado nos vértices dos quadrantes no centro do papel. Assim, independentemente da área do participante, as sonoridades agudas serão sempre em torno do centro, à medida que nos afastamos do centro e a amplitude do triângulo aumenta, alcançamos as frequências mais graves. Todas as áreas partem do mesmo tipo de leitura, que é também influenciada pelas associações de formatos visuais a propriedades sonoras. Associações estas que estão incutidas no nosso cérebro.

Partindo de pioneses, colocados em cada um dos vértices do centro do papel, que atravessam a folha de papel (fig. 8) e a placa de mdf, encostando num terminal de contacto de metal fixo à placa (fig. 9) e soldado ao circuito, consigo garantir uma apresentação mais organizada, mantendo a funcionalidade original. Afixei uma abraçadeira à ripa de madeira de apoio central do tampo, para organizar os cabos soldados a cada circuito.



Fig. 8 – Pioneses sobre o papel

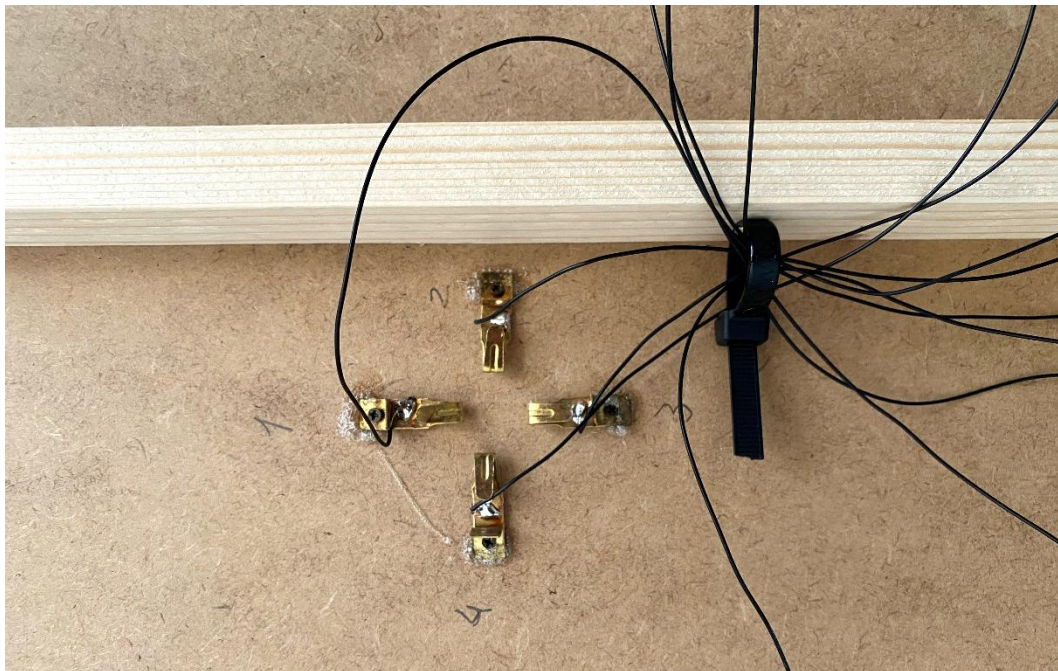


Fig. 9 – Vista inferior do tampo com os terminais de contacto

Os quatro circuitos eletrônicos, são armazenados numa única caixa (fig. 10 e 11), construída propositadamente, para uma maior organização e proteção dos mesmos. Desse modo, controlo também mais eficazmente o ganho de cada circuito.



Fig. 10 e 11 – Caixa dos circuitos



Fig. 12 – Ligação de cabos na caixa dos circuitos

Os sinais são depois processados no computador de forma independente, no Reaper, tal como ilustrado na fig. 13. Dois dos sinais são preservados (1 e 4), nos quais coloquei apenas equalização, para atenuar as frequências mais altas, reduzindo os harmónicos indesejados, e reverb (Valhalla Supermassive). O som adquiriu de imediato uma qualidade mais limpa e agradável para o ouvinte. Na pista 4 utilizei o modo Triangulum, para obter um reverb longo e repetitivo, resultando num efeito de looping de delays, que permite somar frequências enquanto ainda temos o retorno das frequências anteriores.

Para os restantes dois sinais (2 e 3), atribuídos em pistas separadas, coloquei o efeito *Reatune*, capaz de fazer corresponder o sinal do circuito em notas MIDI, de cada vez que o pitch altera. Os eventos MIDI são enviados para outras pistas nas quais coloquei diferentes sintetizadores (Vital e Analog Lab). Cada circuito adquire assim um timbre distinto, e cada quadrante do papel assume a função de um instrumento diferente, facilmente distinguível dos restantes.



Fig. 13 – Efeitos utilizados no Reaper

Adicionalmente, testei a utilização de microfones de contacto (fig. 14) em diferentes pontos debaixo de uma folha de papel, para captação de sinal enquanto desenhava. No Reaper, coloquei uma pista a receber o sinal do microfone de contacto. Sempre que o lápis se aproxima da zona onde está colocado o microfone de contacto, com o efeito *Audio to MIDI Drum Trigger*, esse sinal é enviado para uma segunda pista com um sintetizador, que por sua vez aciona uma nota musical.

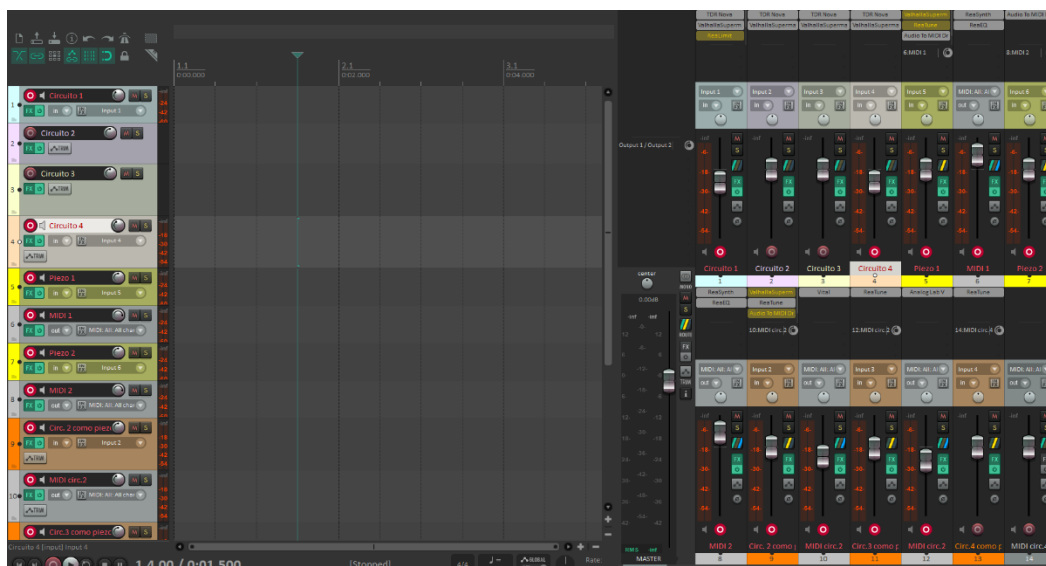


Fig. 14 – Experimentação com microfones de contacto

O software Reaper permite-me também armazenar registos de áudio em tempo real, com as interações dos participantes. Esta recolha opera como mais um elemento de análise e reflexão, para além de instigar a novos projetos artísticos partindo das captações.

Em Max MSP (fig. 15), adicionei mais uma camada sonora que confere uma dimensão temporal. Quando existe sinal contínuo durante um determinado tempo, ele aciona outros sons. Este elemento contribui para uma experiência mais dinâmica e incentiva os participantes a interagir com a instalação durante mais tempo, de forma a descobrir todas as suas potencialidades. No entanto, apesar de acrescentarem uma camada sonora, o áudio acionado seria sempre o mesmo e o sintetizador acionava sempre a mesma nota, acabando por não ter um papel interessante no projeto, pelo que acabei por eliminar os microfones de contacto e o acionamento da faixa de áudio.

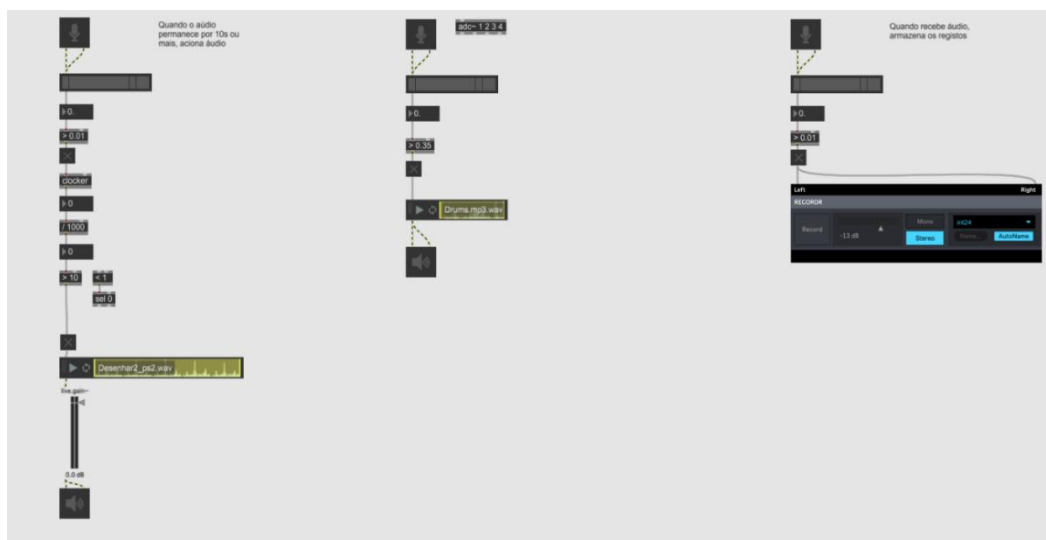


Fig. 15 – Processamento em Max MSP

2.2.3. Aspetos plásticos

Numa fase seguinte, realizei algumas experiências, relativamente aos aspetos plásticos da instalação. Estas passam por determinar o suporte físico, a tinta a utilizar e modos de preenchimento da folha de papel. Como se pode observar na fig. 16, para além do papel de esquiço comum, explorei outras possibilidades, desde diferentes gramagens de papel, k-line, contraplacado, mdf e acetato.

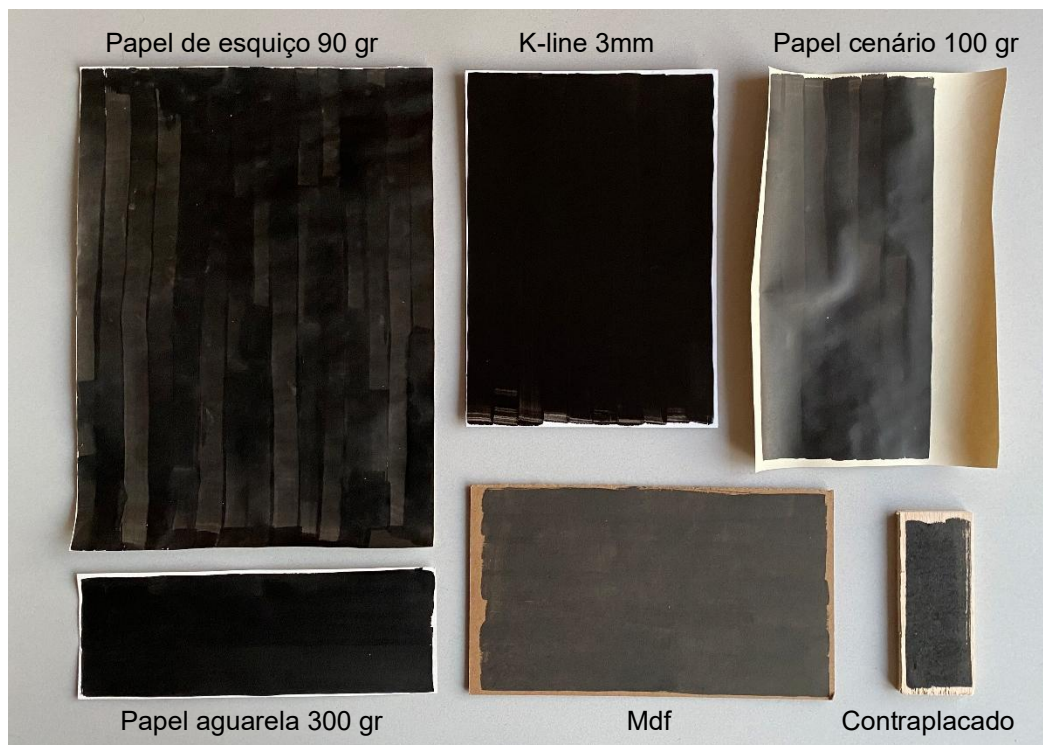


Fig. 16 – Superfícies distintas pintadas com tinta de grafite

Apesar da tinta de grafite não ser diluída em água, precisava de uma superfície que suportasse bem a humidade, principalmente em grande escala, permanecendo o mais plana possível. O papel de aguarela e o k-line proporcionam o melhor acabamento, apesar do k-line curvar um pouco. Estes testes foram realizados em amostras pequenas. Precisava de analisar o comportamento de cada um, para então pintar num formato maior. Para isso, selecionei um papel próprio de aguarela de 300gr, com alta absorção. Dentro das dimensões de papel existentes, optei pelo mais próximo do A0 (75x105) como sendo o maior que consegui encontrar. Isto para que exista espaço suficiente para os quatro participantes se moverem livremente sem constrangimentos. Da mesma forma, questionei-me também em relação à tinta a ser utilizada. Para além da que já obtive com a mistura de grafite em pó e tinta da china preta (fig. 17), pesquisei outras possibilidades. Tal como a grafite, também o cobre é um material com elevada condutibilidade elétrica, superior até à do grafite, podendo também gerar resultados diferentes, para além de proporcionar uma maior variedade cromática no desenho. Para produzir uma tinta à base de cobre, coloquei alguns fios de cobre num frasco de vidro, cobertos com vinagre. O frasco ficou destapado, em contacto com a luz solar, durante

várias semanas. Os dois materiais causaram uma reação química, libertando uma tonalidade esverdeada (fig. 18). Esta é uma tinta que se assemelha a aguarela, com maior transparência, com a qual podemos fazer várias camadas e obter então diferentes concentrações de pigmento e de cobre. Porém, gerava um sinal muito fraco ritmado, cuja velocidade dependia da concentração de pigmento, no entanto sem grande variação. Nas zonas de maior concentração de pigmento a cadência era mais acelerada e mais lenta nas camadas mais transparentes. Para o meu projeto, a variabilidade é essencial, principalmente quando a área a pintar é superior. Devido à alta condutibilidade do cobre, o resultado sonoro é muito limitado, para além de não se comportar da mesma forma em diferentes circuitos. Como o circuito final que desenvolvi não produzia qualquer som, resolvi utilizar apenas a tinta de grafite.

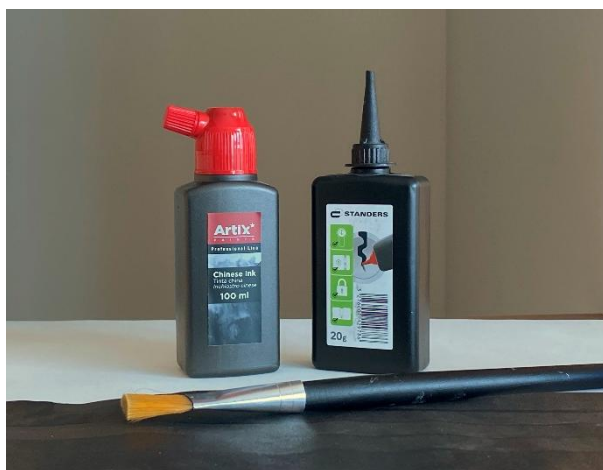


Fig. 17 – Tinta de grafite

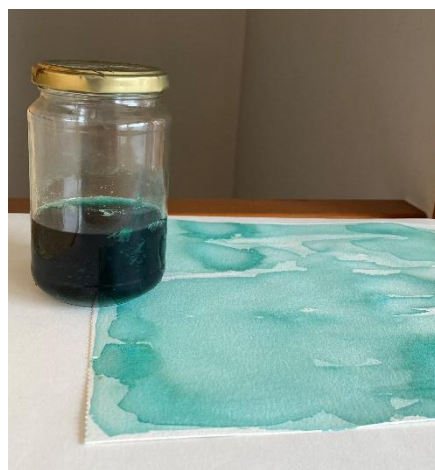


Fig. 18 – Tinta de cobre

Após definir o tipo de papel e a tinta a utilizar, passei à experimentação de padrões e modos de preenchimento da folha de papel. Inicialmente, os primeiros testes partiram de superfícies mais preenchidas e densas, folhas completamente pintadas de preto, com algumas zonas de arrasto de tinta, representadas na fig. 19. Nestes casos, em que a proporção da mancha tem um peso substancial na folha, deixando pouco espaço em branco, os participantes têm bastante liberdade, com uma ampla gama de frequências à sua disposição.



Fig. 19 – Exemplos de pinturas mais densas

O facto de ser uma mancha uniforme, sem ruído, também permite dar mais destaque aos traçados dos participantes, sobre um fundo entediante. Por outro lado, pinturas com uma grande parte do papel sem pintar (fig. 20) traduzem-se em mais silêncios. O que é um aspeto importante a considerar quando existem várias pessoas a desenhar, para que o ambiente sonoro não fique saturado. Estes padrões produzem resultados sonoros interessantes, sobre um fundo mais elaborado. O desenho previamente feito é de imediato um elemento de destaque na instalação, porém o próprio traçado do participante também ocupa o seu espaço quando passa pelas áreas em branco.



Fig. 20 – Exemplos de pinturas com mais espaço em branco

Após estes testes em pequena escala, pinte uma folha maior. A folha foi dividida em quatro áreas separadas. Cada participante, em frente a cada um dos lados do papel, poderá manipular o lápis dentro da sua área.

Numa primeira fase, considerei que deveria escolher uma abordagem e aplicá-la às quatro áreas. Achei que o ideal seria ter grandes áreas pintadas a preto de uma forma uniforme, para construir melodias, e algumas áreas de arrasto de tinta, para criar elementos texturais (fig.21).

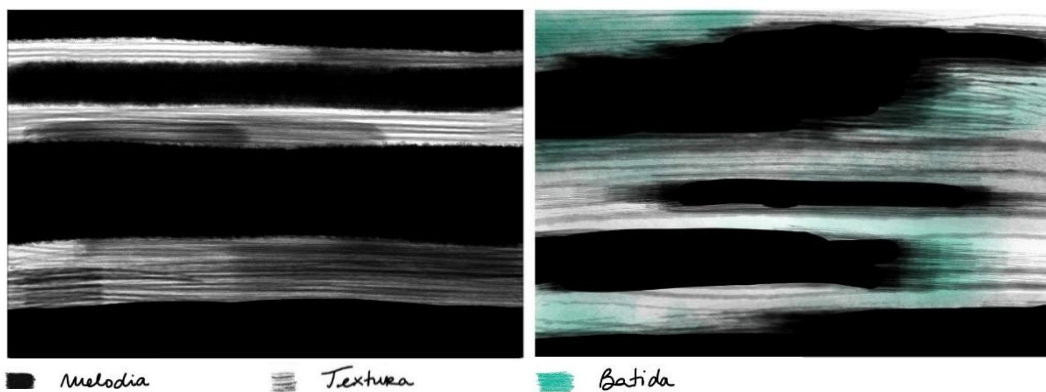


Fig. 21 – Simulação da 1ª abordagem de modo de preenchimento da folha

A fig. 22 apresenta o primeiro teste em grande escala, ainda sobre uma cartolina cinza. Aqui procurei que a proporção maior estivesse pintada a preto, com algumas áreas de textura, com a preocupação de assegurar uma leitura fácil dos traçados dos participantes. No entanto, para além de resultar numa imagem densa e pesada, os resultados sonoros eram demasiado similares entre cada área.

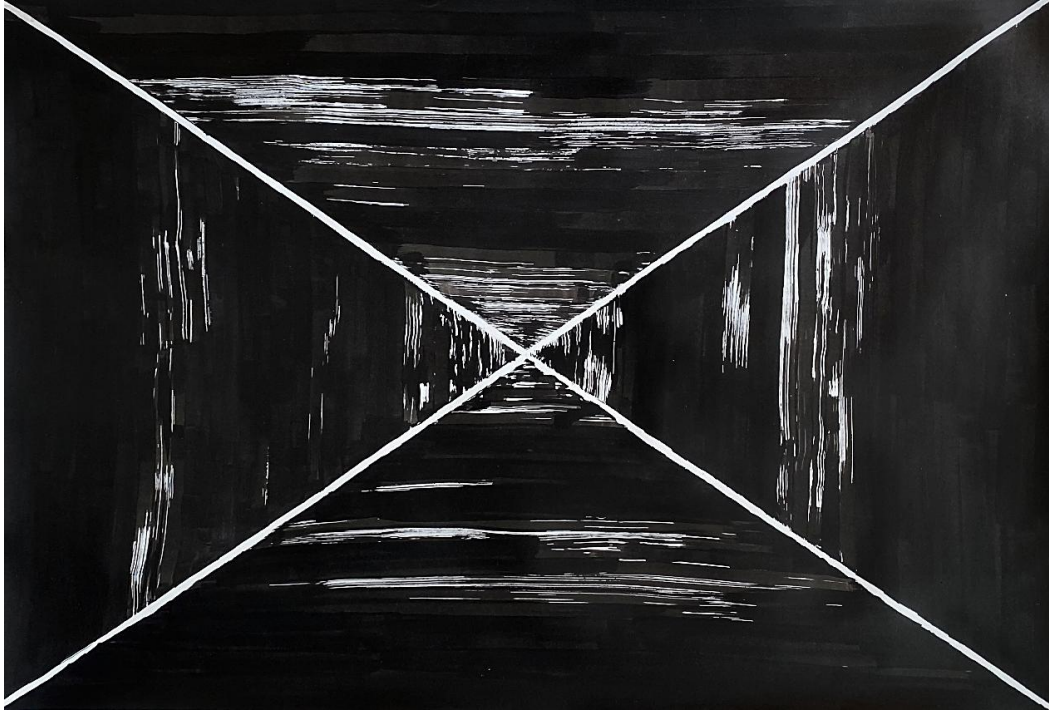


Fig. 22 – Folha 70x100 cm pintada com tinta de grafite

Considerarei então a hipótese de pintar cada uma das áreas com uma abordagem diferente. Desta forma, estipulando já alguns limites para cada uma das áreas, que será interpretada pelos participantes. Mantive uma das áreas pintada a preto integralmente, uma área exclusivamente de textura, e as restantes duas áreas com formas geométricas ou mais orgânicas, reservando mais áreas em branco, e conseqüentemente mais silêncios. Essas áreas poderão ter uma leitura horizontal ou vertical, resultando em ritmos. No geral, cada área age como uma partitura preparada. Analisando esta abordagem, cujo resultado é apresentado na fig. 23, para além de um resultado visual mais interessante, o ambiente sonoro é bastante menos saturado e mais dinâmico.

Novamente, apliquei a abordagem a uma escala maior: um setor pintado de preto com pequenas zonas de arrasto de tinta, a área que oferece mais liberdade, para a criação de glissandos ou elementos texturais por exemplo; um setor com linhas verticais de diferentes comprimentos e larguras, designadamente para terem uma leitura horizontal, onde o lápis encontra espaços de tinta intervalados, resultando em frases rítmicas cuja velocidade depende do movimento do participante; um setor com linhas horizontais com alguma ondulação no eixo central vertical, designadamente para terem uma leitura vertical, semelhante ao setor anterior; e um setor com manchas mais orgânicas e fluídas, que poderá ter uma leitura mais livre. Na pintura (fig. 24), todos os setores podem ser lidos linearmente, na vertical, horizontal ou diagonal, de forma intermitente em diferentes pontos no papel, acompanhando o próprio desenho, ou até mesmo através de outras imagéticas que o participante produz sobre a pintura.



Fig. 23 – Folha A4 pintada com tinta de grafite



Fig. 24 – Pintura Final (folha 75x105 cm pintada com tinta de grafite)

Ao colocar a instalação à disposição de algumas pessoas, confrontei-me com o facto de que se poderiam sentir inibidas em manipular o lápis sobre a pintura previamente preparada por mim. Com a participação de várias pessoas e a acumulação de traçados, a folha de papel teria de ser substituída por uma outra idêntica. Ainda assim, alguns afirmaram ter receio de estragar a pintura, o que limitou a sua interação.

Em alternativa, optei por outro instrumento de manipulação. Um que mantivesse a intencionalidade inicial, de fácil manuseio e que, continuando a possuir condutividade, não riscasse o papel. A fim de eliminar o constrangimento das linhas que se verificava com a condição dos lápis. Partindo de um outro instrumento riscador, a esferográfica permite-me descartar a recarga de tinta e inserir o cabo condutor no tubo. Na ponta, um terminal de contacto boleado, unido ao cabo, desliza sobre o papel com facilidade, mantendo-se discreto e sem deixar rasto. As quatro esferográficas pretas enquadram-se ainda na estética da instalação, e assumem a função de instrumentos de interpretação da pintura.

Designam-se por *ponteiras* (fig. 25) os instrumentos desenvolvidos para leitura da pintura, esferográficas modificadas para manuseio dos participantes. Permite-lhes interpretar a pintura através do gesto ativando respostas sonoras. O facto de não existir um traçado de grafite visível sobre a pintura, permite que os quatro setores pintados sejam distintos sem comprometer o resultado, quer sejam pinturas mais densas ou minimalistas, que produzem resultados visuais e sonoros variados.



Fig. 25 – Ponteiras

Com esta alteração, embora se perca o registo visual da interação dos participantes, essa ausência não é significativa, uma vez que o foco sempre esteve noutros elementos. O desenho persiste como ação corporal, através da gestualidade, e é também reconstruído mentalmente por quem o executa. Os participantes acabam por imaginar as composições ao acompanhar o movimento das ponteiras. O foco reside na gestualidade e na dimensão performativa do ato de desenhar, onde cada movimento consciente se transforma numa interpretação da pintura e dá origem a sons ou melodias.

2.2.4. Estrutura da instalação

Para a instalação, desenvolvi uma estrutura em madeira, similar a um plinto, sobre o qual pousa a folha de papel. A estrutura (fig. 26), com 115 cm de comprimento, 85 cm de largura e 90 cm de altura, foi construída de modo a ser facilmente desmontável, composta por dois módulos (fig. 27), facilitando o transporte e a agilidade durante a montagem.

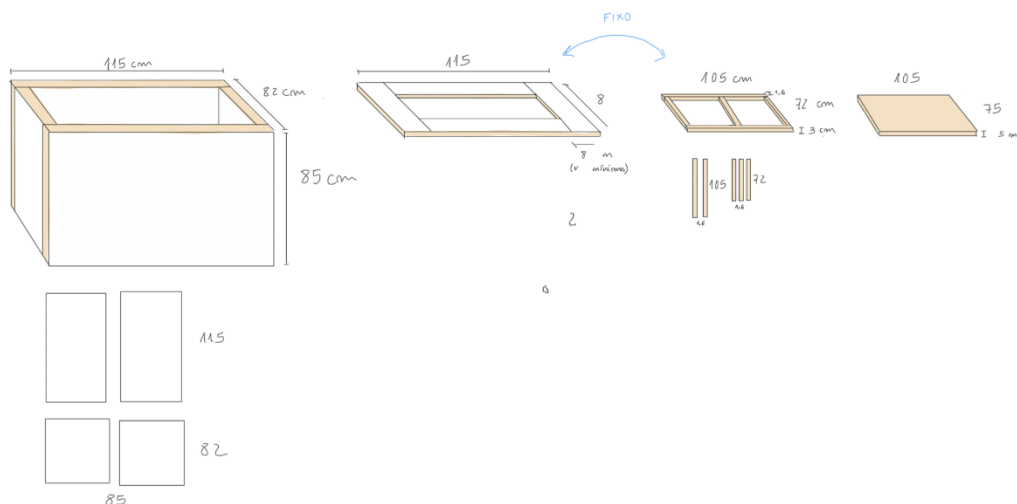


Fig. 26 – Elementos para montagem da estrutura

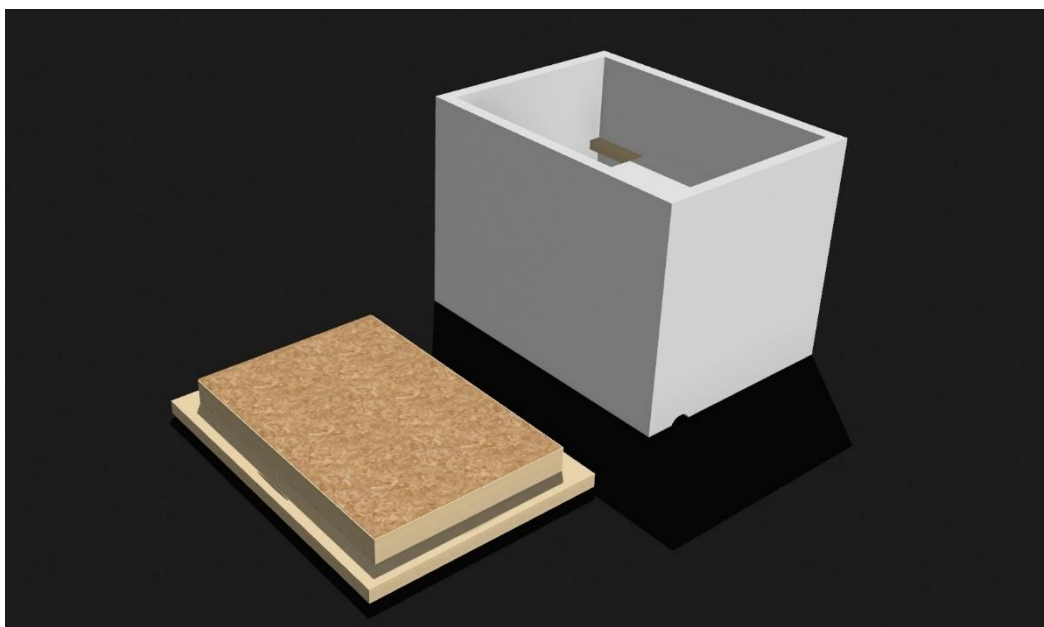


Fig. 27 – Modelação 3D dos módulos da estrutura separados

Utilizei quatro placas de melamina branca com 1,6 cm de espessura, para as faces laterais, que necessitavam de ser robustas. As quatro placas encaixam umas nas outras, no momento de montar a instalação no espaço expositivo, através de um sistema de encaixe com tornos.

O tampo encaixa sobre as paredes, já com as furações dos pioneses na placa de mdf de 3 mm. A fim de evitar que as ponteiros gerem qualquer sinal, quando pousadas em cima da folha de papel, ainda que a probabilidade seja muito baixa devido ao isolamento das ponteiros, cada uma delas é pousada em frente ao respetivo setor correspondente numa plataforma inferior, na qual entalhei com goivas um encaixe para as ponteiros. A moldura de madeira que eleva a superfície da folha de papel, tem uma pequena ranhura no centro de cada face, para passar o cabo das ponteiros para o interior até ao circuito (fig. 28). A estrutura finalizada, com os dois módulos encaixados, é representada na fig. 29.



Fig. 28 – Detalhe do encaixe para as ponteiros e ranhura para os cabos

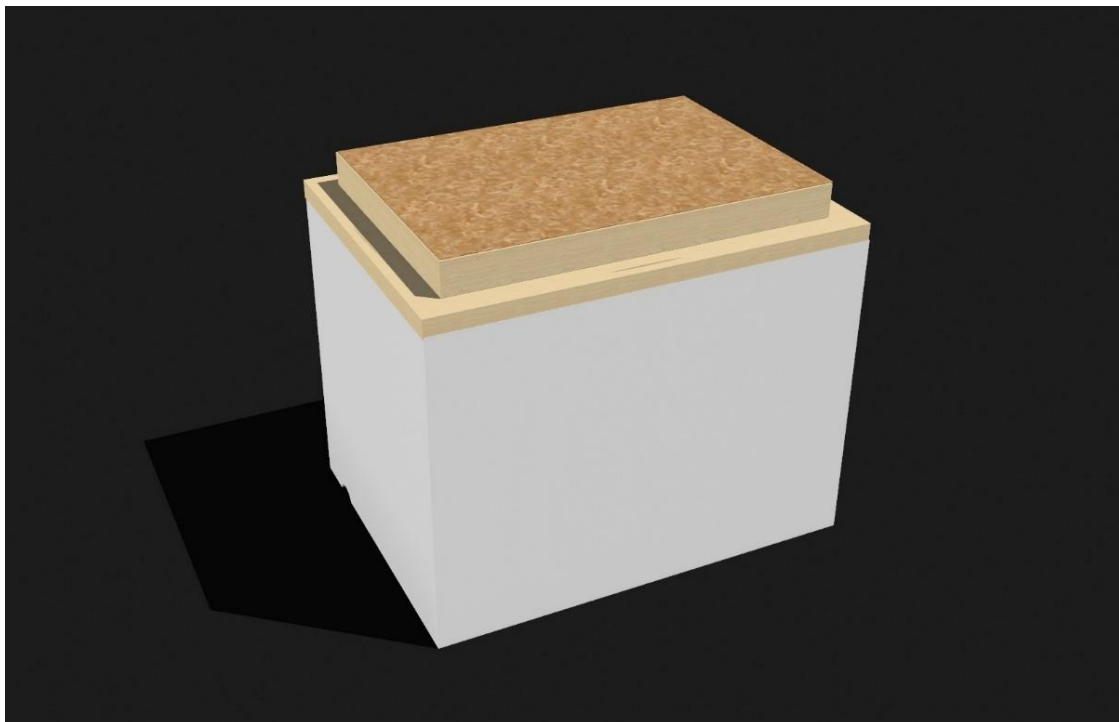


Fig. 29 – Modelação 3D da estrutura montada

A estrutura de madeira é oca no interior, cuja função é alojar a caixa com os circuitos e a interface sobre uma prateleira. A folha de papel, sobre a placa de mdf, fica ligeiramente elevada e pode ser removível para ajustar algum pormenor técnico, quando necessário. Para fixar a folha de papel ao tampo (fig. 30), é colocada fita cola de papel nas bordas da placa de mdf e por trás da folha de papel. Entre ambas, utilizo fita cola dupla face para manter a folha de papel fixa à placa. Quando for necessário retirar a folha de papel, a fita cola de papel protege ambas as superfícies, descolando facilmente sem danificar nenhuma das partes.

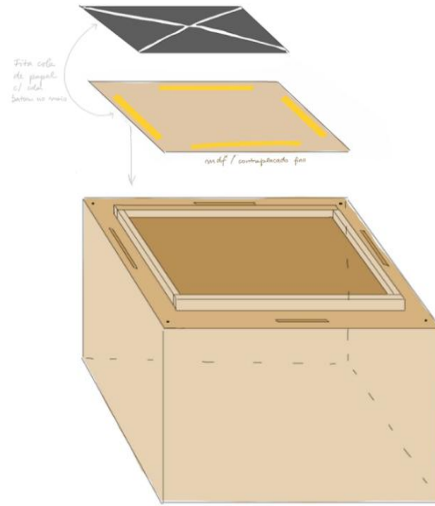


Fig. 30 – Representação do modo de fixação da folha na estrutura

Por fim, a estrutura ficou concluída (fig. 31 e 32) com a aplicação de orlas e baguetes brancas a ocultar o aglomerado das placas, para melhor acabamento. Para além de resultar numa estrutura robusta, conjuga a praticidade de montagem e transporte com a funcionalidade e o cuidado estético em conformidade com a identidade visual do projeto.



Fig. 31 – Estrutura finalizada

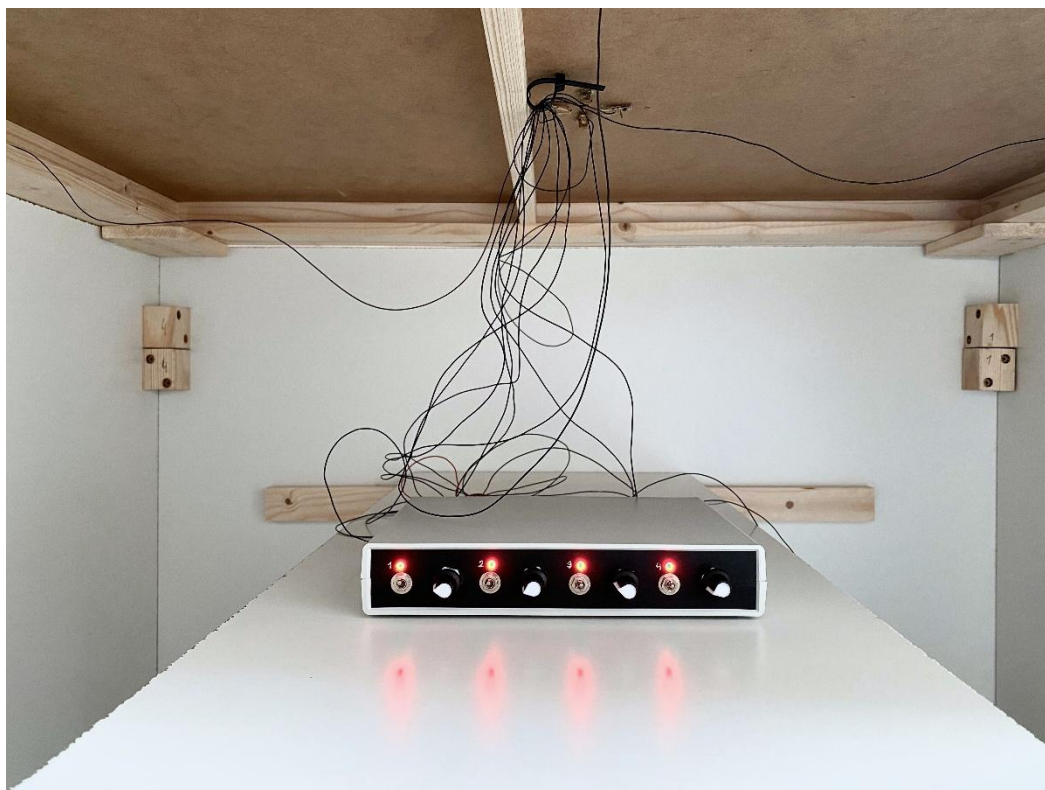


Fig. 32 – Interior da estrutura



Fig. 33 – Ranhura para passagem dos cabos até à tomada

2.3. Sistema de som

Apresentando o setup deste sistema de áudio, o input de sinal são as ponteiras, que contactam com a tinta de grafite, e que conduzem o sinal ao circuito eletrônico que lhe está associado. Em seguida, é enviado para uma interface de quatro entradas, em canais independentes, para o processamento de efeitos em tempo real, realizado no computador, no programa Reaper. Cada sinal, processado numa pista individual, é finalmente atribuído a uma coluna amplificada, em sistema de quadrifonia, através do routing e da ligação dos outputs da interface às colunas. A configuração das colunas em quadrifonia proporciona uma experiência imersiva e dinâmica.

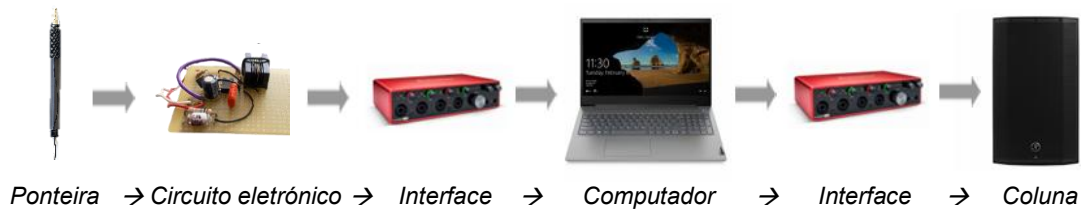


Fig. 34 – Lista de vias

3. Apresentação do projeto

No centro da sala (fig. 35), encontramos a instalação – uma estrutura em madeira que contém as ponteiras em frente à respetiva área a que estão conectados, e a folha de papel pintada, ligeiramente elevada. Os circuitos eletrónicos, dentro da caixa, encontram-se guardados no interior da estrutura, juntamente com a interface e o computador. Nos quatro cantos da sala colocam-se as colunas. A cada uma delas está atribuído o sinal de cada circuito, assim o sistema em quadrifonia evidencia os gestos de cada um dos participantes de forma independente.

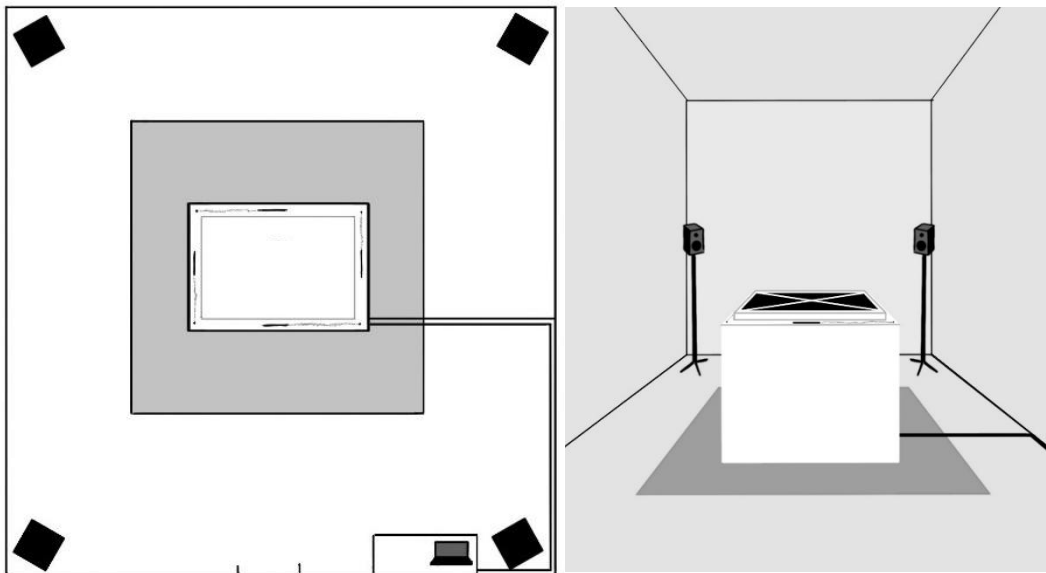


Fig. 35 – Stage Plot

Os quatro participantes, sobre a mesma folha de papel, partilham um momento de encontro com o outro. Ainda que o outro não lhe seja familiar, conseguem comunicar através do olhar e do corpo, mesmo sem ser uma ação previamente ensaiada. As ações de cada participante são imprevisíveis, cada participante trará gestos particulares, que serão influenciados pelos participantes com os quais partilha a folha de papel. Esta que é um ponto de encontro entre vários percursos individuais, completamente distintos. Experiências e valências diferentes, estabelecem um discurso, facilitado pela simplicidade do gesto que é pegar num “lápiz” e riscar o papel. Um gesto que nos é natural a todos, portanto uma linguagem acessível a qualquer idade ou grau de conhecimento. Esse é o ponto de partida em comum, daí cabe aos participantes experimentar e compreender o comportamento das ponteiras. Para alguns, os seus gestos serão apenas consequência do som que ambicionam projetar, para outros o som gerado por eles será uma consequência daquilo que estão a desenhar de forma consciente e objetiva. Porém, existe uma outra dimensão que alcançarão, apenas alguns, momentos depois, quando ganham consciência que não estão sozinhos a criar. Quando a criação é coletiva, a instalação adquire uma dimensão diferente e mais rica. Durante alguns minutos, constroem uma peça coletiva, deixando de estar centrados na

sua própria ação. Serão os orquestradores, responsáveis pelo rumo da criação. Tal como músicos, as possibilidades são inúmeras. Poderão responder a um gesto que outro lhe propõe, repeti-lo, ou iniciar um outro diálogo com outra pessoa. Seja como reação a um som ou gesto que o outro fez, ou para alterar a dinâmica do diálogo. É fundamental ter consciência dos gestos de cada um, de modo a perceber em que momentos é que a minha presença poderá acrescentar ou não, e o espaço que ocupo em relação com os outros e com o objeto sobre o qual estou a agir. Envolve refletir sobre o espaço que ocupo no âmbito da criação colaborativa. Aqui estabelece-se uma outra forma de comunicação bastante densa e significativa, que contribui para a inter-relação, a evolução artística e pessoal.

A instalação será documentada através de registos fotográficos, em vídeo e em áudio. A documentação será complementada com testemunhos de alguns participantes, com vista a compreender de que forma a instalação foi percebida e vivenciada.

3.1. Apresentação ao público

Apresentar o meu projeto ao público, como teste de instalação, antes da apresentação final a realizar no Porto, era uma etapa essencial. Até ao momento, o projeto tinha sido testado apenas por mim e pelos meus pais, em contexto doméstico. A interação precisava de ser analisada, através do manuseio de um maior número de pessoas, externas ao projeto. Por outro lado, a montagem da instalação num espaço mais amplo também teria de ser colocada à prova, ao nível da ocupação do espaço e da propagação do som no mesmo. Esta experiência obrigou-me a enfrentar vários pormenores que apenas surgem nesse contexto, a interação *in situ* e em tempo real, contemplando a realidade do comportamento, ao invés do imaginado, que poderia não estar a considerar.

Assim sendo, pesquisei e enviei propostas a alguns espaços expositivos. Sendo natural de Viana do Castelo, optei por realizar a primeira demonstração do projeto na minha cidade. Para além de se tornar mais prática a deslocação e o transporte da instalação, pude apresentar o meu projeto a pessoas do meu meio e divulgar a minha arte na cidade que carrego no peito, pelo que teve um grande significado para mim. Após contactar algumas galerias de arte, tive a oportunidade de expor, durante umas horas, no espaço da Galeria da Ordem de Médicos de Viana, um espaço expositivo por mim já frequentado.

A instalação foi então colocada em exposição ao público, pela primeira vez, no dia 11 de Outubro, sábado, das 17h30 às 19h30. A escolha do horário permitiu a presença de várias pessoas, que se concentraram na galeria dedicando o tempo que desejavam a interagir com a instalação.

A montagem da instalação (fig. 36) foi realizada da parte da manhã de sábado, seguida de alguns testes para confirmar que a instalação funcionaria conforme o pretendido. Foi então que me apercebi de algumas falhas ao nível do processamento de efeitos, nomeadamente nos sintetizadores, que não se comportavam da mesma forma como haviam feito até ao momento. O tempo que tive disponível na montagem do projeto permitiu-me ajustar o processamento dos sinais, garantindo que todas as ponteiros reagiam e geravam som, ainda que dois dos quadrantes da pintura tivessem o mesmo timbre.



Fig.36 – Instalação em exibição na Galeria

Contrariamente ao que pensei inicialmente, percebi que deveria alterar o posicionamento das colunas, de modo que cada coluna estivesse na retaguarda de cada participante. Assim, com o posicionamento das colunas equivalente à posição de cada participante, cada um recebe o retorno da sua própria interação de uma forma mais clara e direta. A interface, a caixa dos circuitos e o computador permaneceram acomodados na prateleira no interior da estrutura de madeira, conferindo à galeria uma aparência mais organizada, onde o foco é a instalação. Numa mesa, ao lado da instalação, apoiada num cavalete, coloquei uma folha de papel com a ficha técnica do trabalho, acompanhada de uma sinopse (fig. 37). Ainda sobre a mesa, disponibilizei também um caderno aberto (fig.38), para quem desejasse deixar alguma mensagem, uma opinião, a sua perspectiva, ou alguma sugestão.



Fig. 37 e 38 – Caderno de registo de opiniões

O espaço, reservado exclusivamente para o meu projeto, proporcionou um ambiente calmo e convidativo. Durante as 2 horas de exibição, contei com a presença de cerca de 20 pessoas, algumas convidadas por mim previamente e às quais também alarguei o convite para os seus conhecidos, e outras que se revelaram inesperadas para mim. A apresentação teve início com uma breve introdução, na qual agradeci a comparência dos presentes, e expus o âmbito do projeto, colocando-os à vontade para interagir com o mesmo. A instalação não necessitou de instruções a partir do momento em que incentivei o público a utilizar as ponteiras. Rapidamente, a instalação foi ativada por quatro pessoas, cada uma com a sua ponteira, em simultâneo. Os participantes iam alternando, dando a oportunidade aos que apenas observavam a experienciar a instalação, ou a testar o comportamento dos restantes quadrantes. Também eu participei, interagindo com os outros participantes.

Após um longo momento de experimentação, coloquei-me à disposição para o esclarecimento de alguma questão. Imediatamente surgiram várias questões relativas ao funcionamento e engenho da instalação. O público manifestou-se curioso em descobrir o mecanismo por detrás da instalação. Desvendei que recorri aos circuitos eletrónicos para estabelecer a relação entre a tinta de grafite e as ponteiras, e expliquei o base de funcionamento da instalação, acompanhando com breves demonstrações.

Por fim, convidei o público a deixar uma mensagem no caderno que se encontrava ao lado, salientando que a opinião de cada um é valiosa para o desenvolvimento do projeto, uma vez que ele vive da experiência que o público estabelece com o mesmo. A apresentação da instalação foi bastante dinâmica, onde decorreram várias conversas despoletadas pelo projeto. Estas prolongaram-se, em torno da instalação, à medida que alguns participantes escreviam o seu testemunho no caderno. Seguidamente, com a saída do público, procedi à desmontagem da instalação tornando a transportar todo o material cuidadosamente.

As figuras 39 e 40 demonstram momentos da interação dos participantes com a instalação, registos no decorrer da apresentação ao público.



Fig. 39 e 40 – Registos fotográficos da instalação em utilização

3.2. Reflexão

Com a apresentação do projeto, a reação do público foi unânime no sentido em que declararam que foi para eles uma experiência inesperada e surpreendente. O público compareceu à apresentação sem qualquer informação prévia relativa ao projeto. Diante disso, demonstraram-se surpreendidos no momento em que começaram a manusear as ponteiias sobre o papel e compreenderam que a gestualidade do desenho produzia som. Descreveram também a instalação como algo inovador e diferenciado do que já tinham visto.

Uma vez que o público compreendia idades diversas, aproximadamente desde os 2 anos até aos 80, e perfis diferentes, tive a oportunidade de observar o comportamento de cada um, auxiliando por vezes ou incentivando-os a explorar diferentes abordagens de interação. Tal como previsto, durante os primeiros minutos, o público não se tinha apercebido de determinados comportamentos de alguns quadrantes. Com uma breve demonstração realizada por mim, tentei expor as particularidades da instalação, e diferentes modos de leitura da pintura. A grande maioria das pessoas optou por acompanhar o desenho previamente pintado, resultando num ambiente sonoro mais confuso e saturado. Alguns, alternavam entre diferentes pontos do desenho em busca de notas específicas, para a recriação de melodias familiares. Reparei que a criança de 2 anos tinha um comportamento diferente, bastante mais próximo da gestualidade do desenho. Ela não procurava tocar apenas na área pintada a preto. Simplesmente utilizava a ponteira como um material riscador que, alternando entre zonas pintadas e zonas em branco, produzia cadências.

Concluo que consegui proporcionar ao público a experiência de sonificar uma pintura. Através da ponteira, qualquer participante consegue interpretar os desenhos. Revela ser também uma instalação inclusiva, que está ao alcance de qualquer um, nomeadamente de pessoas com deficiências visuais que conseguem ler uma pintura através do som. A interligação dos sentidos era um ponto fulcral do projeto.

Esta apresentação resultou num momento muito gratificante, pelo retorno recebido. Correspondeu ao inicialmente realizado, uma instalação intuitiva que permite que o participante lhe dedique o tempo que entender, com margem de exploração e descoberta muito ampla. Permite explorações elementares ou até composições musicais mais evoluídas, dependendo do utilizador.

Das apreciações registadas, destaco as seguintes:

“(...) Este trabalho transporta-nos para dentro dele. Cada desenho/toque na tela desperta curiosidade e não querer parar de tocar.”

“(...) Trata-se de um «terreno» inexplorado e com grande margem de progressão de estudo.”

“(...) Arte é isso mesmo – sem barreiras – não há separação entre as coisas sentidas, na vida real. Aqui uma pintura não é só papel e tinta. Ter ideias destas é que faz mover o mundo!”

“Uma experiência fantástica! O inesperado encontro entre som e imagem, descobrindo que ambos podem dialogar.”

“Um excelente trabalho, com tanto em raciocínio e potencial extremamente elevado, com uma enorme criatividade evidenciada.”

4. Conclusão

O presente projeto pretendeu refletir sobre correspondências entre o visual e o auditivo, nomeadamente nas interseções entre o desenho e a geração de som. O mote provém dos meus interesses, numa vida que tem sido sempre orientada pelos dois meios artísticos, as artes plásticas e a música. Como sendo aquilo que me move e me estimula a criar, torna a surgir como base do meu projeto final de mestrado, em conformidade com a minha prática artística. Vejo-o como uma continuidade de projetos meus anteriores, através do qual tive a oportunidade de responder a questões e a vontades que me despertavam curiosidade. Tal foi-me facilitado pelos conhecimentos adquiridos no decorrer da formação de mestrado.

Na introdução apresentei as motivações pessoais que me levaram a desenvolver este projeto, derivadas do meu percurso artístico e da crença de que as contaminações entre diferentes áreas promovem novas formas de perceção e expressão. Estabeleci os principais objetivos do projeto e a metodologia a utilizar para a implementação do mesmo.

No estado da arte, mencionei referências essenciais no âmbito da conjugação das artes visuais com a música, desde algumas das experiências iniciais na pintura e no cinema, que foram evoluindo e acompanhando o avanço tecnológico. Tive a oportunidade de descobrir artistas que interligam o visual com o sonoro, nomeadamente na utilização do desenho para a criação sonora em tempo real.

No quarto capítulo, referi a proposta conceptual, abordando um projeto prévio como base para o desenvolvimento deste projeto e refleti sobre as alterações que seriam necessárias, estabelecendo etapas de trabalho, bem como a adequação de estratégia a utilizar na implementação.

A parte prática teve início no desenvolvimento dos circuitos eletrónicos, passando por diversos testes e ajustes. Aqui analisei a importância de cada componente e do tipo de grafite, adaptando os valores de forma a garantir o melhor funcionamento. Com os circuitos finalizados e devidamente organizados numa caixa a integrar a estrutura da instalação, dediquei-me ao processamento do sinal no computador, de forma a obter a sonoridade pretendida, seja através de processamento de efeitos ou do acionamento de sintetizadores com base no sinal original do circuito. Estas alterações resultaram num ambiente sonoro mais complexo e envolvente.

Na perspetiva visual, foram também realizados diversos testes, explorando várias possibilidades. Foram analisadas as propriedades do papel (dimensões, gramagem, cor, textura), da tinta condutora de grafite (fluidez, opacidade, cor, concentração de pigmento) e as composições visuais para a pintura do papel (proporção de área pintada e área vazia, motivos geométricos ou orgânicos). Isto tendo em conta a experiência do utilizador e considerando os modos de leitura que poderão utilizar para interpretar o

desenho, uma vez que a dimensão gestual tem grande importância.

Posteriormente, procedi à construção da estrutura de madeira que iria acomodar o desenho e os circuitos eletrônicos. Este elemento era essencial para transmitir cuidado, organização e um sentido estético, o qual gosto sempre de considerar. Para além disso, como o projeto é uma instalação interativa, era importante pensar na usabilidade e na ergonomia, garantindo que será intuitiva e prática de manipular.

Por fim, unindo os três elementos na instalação finalizada, decorreram experimentações da instalação em funcionamento. No âmbito das experimentações, foi essencial encontrar um espaço expositivo que me permitisse colocar a instalação em público, analisando o desempenho da mesma e a dinâmica de interação dos participantes. Numa galeria em Viana do Castelo, registei o primeiro contacto do público com a instalação, recolhendo opiniões e reações. O balanço da apresentação foi bastante positivo, pelo que senti que a instalação foi recebida com entusiasmo e curiosidade. Reconheço, no entanto, na perspetiva de quem está por dentro do projeto, que algumas coisas poderiam ter corrido melhor. A exibição do projeto foi proveitosa nesse sentido, sendo que me ajudou a encontrar pontos que me permitam aprimorar até à próxima apresentação ao público.

Ao longo do tempo houve mudanças de estratégia e melhorias de acordo com a pesquisa e experiências realizadas. Foi-me possível aprofundar a relação entre o visual, o gesto e o som, destacando a dimensão colaborativa em contexto performativo baseada na comunicação não verbal. Esta é uma questão que continuarei a abordar em projetos futuros. Este projeto proporcionou-me uma grande satisfação ao vê-lo a ganhar forma e a materializar-se naquilo a que me propus fazer. Com algumas reformulações necessárias ao longo do desenvolvimento, que contribuíram para o aperfeiçoamento do projeto, este acabou por resultar numa instalação que me deu imenso gosto de desenvolver e posteriormente colocar em exposição ao público.

Com o meu projeto, acredito apresentar uma proposta singular, apesar de abordar alguns assuntos mais abrangentes já estudados por outros, mas que trata de um tema mais particular. Um tema que me interessa pessoalmente, e que acredito ser impulsionador na era contemporânea, onde a interdisciplinaridade está ainda mais presente. Acredito também que seja uma instalação envolvente que pode abrir horizontes para o próprio público, num espaço livre onde a música e a arte partilham o mesmo espaço de uma forma direta. Deste modo, ampliando as possibilidades criativas que existem e demonstrando as fontes de riqueza inerentes ao cruzamento interdisciplinar.

Motivada pela junção do universo plástico com o sonoro, estou certa de que continuarei a desenvolver trabalho neste domínio e que este projeto foi um grande impulsionador para caminho futuro. Foi um projeto ambicioso, cujo mote me intrigava há bastante tempo, e que tem ainda uma margem de progressão enorme. Tenciono apresentá-lo a

públicos diferentes no futuro e continuar a refiná-lo ou partir dele para progredir para outros projetos.

Termino este projeto, reconhecendo que ainda o poderei continuar a expandir, para a exploração de um maior número de ponteiros e participantes envolvidos, com novos timbres e sintetizadores a serem acionados, numa experiência de improvisação coletiva numerosa. Reflito ainda que a abordagem relativa ao mapeamento da folha de papel através de uma webcam, teria sido também interessante, bem como a exploração de outros sistemas (circuitos eletrônicos, ou outros) para a captação de outros parâmetros relacionados com o gesto do desenho, nomeadamente a pressão e a velocidade. Coloco também uma outra questão, para analisar no futuro, que se prende com a possibilidade de utilizar uma folha de papel em branco, sem pinturas prévias. Tal como era a minha intenção inicial, a qual tive de adaptar por não conseguir alcançar o resultado pretendido, a folha de papel vai sendo pintada pelos participantes e, simultaneamente, gera som. Desse modo, a instalação produziria resultados sonoros, visuais e gestuais, onde não existe uma hierarquia entre o som e a imagem, ambas coexistem e dependem uma da outra.

Bibliografia

- Artaud, A. (2006). *O Teatro e o Seu Duplo*. São Paulo: Martins Fontes.
- Barbosa, J., Calegario, F., Teichrieb, V., Ramalho, G., & Cabral, G. (2013). *A Drawing-Based Digital Music Instrument*.
- Betancourt, M. (2013). *The History of motion graphics: From avant-garde to industry in the United States (1st ed)*. Wildside Press.
- Cage, J. (Ed.). (1969). *Notations*. Something Else Press.
- Cardew, C. (1970). *Treatise (Partitur)*. Peters.
- Cardew, C., & Prévost, E. (2006). *Cornelius Cardew: A reader*. Copula.
- Cont, A., Coduys, T., & Henry, C. (2004). *Real-Time Gesture Mapping In Pd Environment Using Neural Networks*.
- Costa, A. R. S., & Miranda, L. M. de. (2024). *Desafios da Dependência do Público na Performance Interativa: Coautoria entre público e artista*. 9.
- DeWitt, T. (1987). *Visual Music: Searching for an Aesthetic*. Leonardo, 20(2), 115.
- Domingues, S. (2014). *Coloração da Imagem através do Som [Dissertação Mestrado em Design e Multimédia]*. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- Evans, B. (2005). *Foundations of a Visual Music*. Computer Music Journal, 29(4), 11–24.
- Fonseca, N. (2023). *Fonseca; Nuno - As artes sonoras e a experiência da cidade (2023) cap. de A cidade nas práticas artísticas*. A Cidade Nas Práticas Artísticas, 120–131.
- Jacoby, S., & Buechley, L. (2013). *Drawing the electric: Storytelling with conductive ink. Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 265–268.
- Jo, K. (2008). *DrawSound: A drawing instrument for sound performance*. Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction, 59–62.
- Jordà, S. (2003). *Sonigraphical Instruments: From FMOL To The Reactable**.
- Kandinsky, W. (1970). *On the spiritual in Art*. Martins Fontes.
- Küssner, M. B. (2014). *Shape, drawing and gesture: Cross-modal mappings of sound and music*. Unpublished.
- Levin, G. (2000). *Painterly Interfaces for Audiovisual Performance [Doctoral dissertation]*. Massachusetts Institute of Technology.
- Lovatt, A. (2012). *Wavelength: On Drawing and Sound in the Work of Trisha Donnelly: Involuntary Drawing*. Tate Papers no.18.
- Ortega, I. (2010). *As Cores do Som*. Associação de Musicoterapia do Paraná, 18.

- Presa, C. P. M. (2008). Sinestesia na Arte [Dissertação do Mestrado em Design e Multimédia]. Faculdade de Artes e Letras da Universidade da Beira Interior.
- Sen, S., Tahiroğlu, K., & Lohmann, J. (2020). Sounding Brush: A Tablet based Musical Instrument for Drawing and Mark Making.
- Spiegel, L. (1998). Graphical GROOVE: Memorial for the VAMPIRE, a visual music system. *Organised Sound*, 3(3), 187–191.
- van Campen, C. (1997). Synesthesia and Artistic Experimentation. *PSYCHE: An Interdisciplinary Journal of Research On Consciousness*, 3.
- Vieira, A. L. V. da S. (2011). Teoria da Relatividade Combinatória [Dissertação de Mestrado em Estudos Ingleses e Americanos, Especialização em Estudos Inter-Artes]. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Weibel, P., Brümmer, L., & Kanach, S. (Eds.). (2024). *From Xenakis's UPIC to Graphic Notation Today*. Hatje Cantz.

Webgrafia

<https://www.doc.cc/articles/graphic-notation>

<https://drawingmachines.org/category.php?id=35>

<https://ift.devinci.fr/conductive-paint>

<https://rhythmiclight.com>

<https://acg.media.mit.edu/people/golan/aves/>

<https://pitaru.com>

<https://www.tate.org.uk/art/art-terms/h/happening/happening>

<https://www.farsidestudio.com/articles/what-is-visual-music>

<https://www.tate.org.uk/art/art-terms/i/interactive-art>

<https://www.mercecunningham.org/the-work/choreography/theatre-piece-1952/>

<https://makeymakey.com/blogs/how-to-instructions/lesson-four-draw-a-playable-instrument>

<https://makezine.com/projects/drawdio-musical-pencil/>

<https://soundand.design/origins-of-visual-music-e05b21968cb3>

Anexos

Componentes (para a construção de cada circuito eletrónico):

- 1 placa de circuito impresso
- 1 circuito integrado NE555N
- 1 resistência de 10M Ω
- 1 resistência de 470 Ω
- 1 resistência de 10K Ω
- 1 resistência variável de 2,2K Ω
- 1 potenciómetro de 4,7K Ω
- 2 condensadores de 100 nF
- 1 condensador de 15 nF
- 1 díodo led
- 1 microinterruptor
- 2 pilhas de 1,5V
- 1 suporte de pilha de 1,5V
- 1 garra jacaré
- 1 ficha jack mono 6,3mm
- cabo multifilar preto 0,5mm

Registos videográficos e sonoros

https://drive.google.com/drive/folders/1WGa5c6S6_DwwwHmb6h1hgOSkC7S7kyKb?usp=drive_link

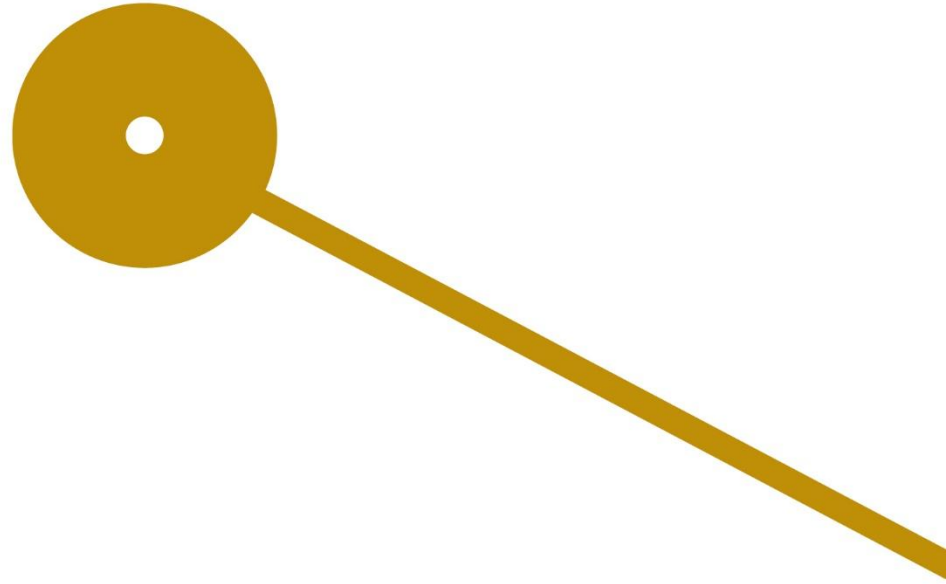
https://ipppt-my.sharepoint.com/:f/g/personal/4230034_esmae_ipp_pt/Ek690bC_HvNKppo-ypD3wnlBsCtQJIU-AUOz8g1Y_0Hcpw

Orçamento

	Materiais	Quantidade	Preço Total
Circuito Eletrónico	Ficha jack mono 6,3mm	4	6,48€
	Suportes para circuito integrado	4	0,44€
	Circuito integrado NE555N	4	3,06€
	Pilhas de 1,5V	4	-
	Suportes de pilhas de 1,5V	4	5,15€
	Cabo multifilar de cobre preto e vermelho 25mx0,5 mm	2	5,88€
	Garras jacaré	4	(recuperados)
	Díodos led vermelhos	4	(recuperados)
	Comutadores simples de alavanca	4	4,40€
	Condensadores	12	(recuperados)
	Placas de circuito impresso	4	-
	Potenciómetros lineares	4	5,44€
	Resistências	16	(recuperados)
	Caixa de montagem	1	17,54€
	Knobs	4	-
	Fichas RCA (machos e fêmea)	8	12,19€
Tomadas para jack 6,3mm	4	-	
Instalação	Papéis diversos		-
	Madeira		63€
	Papel de aguarela 75x105 cm	7	27,87€
	Esferográficas	4	1,75€
	Pioneses	4	-
	Ganchos de latão	4	-
	Placa de mdf	1	16,90€
	Orla branca com cola	1	4,99€
Total			175,09€

ESCOLA
SUPERIOR
DE MÚSICA
E ARTES
DO ESPETÁCULO
POLITÉCNICO
DO PORTO

P.PORTO



M

MESTRADO
ARTES E TECNOLOGIAS DO SOM

Modulações Aurais e Plásticas
Liliana Martins de Miranda