

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Jorge Miguel Carvalho Fernandes

COOK'UP BEATS

INTERFACE SONORO BASEADO EM OBJETOS FÍSICOS
INSTRUMENTADOS PARA CRIAÇÃO DE BEATS

Dissertação no âmbito do Mestrado em Design e Multimédia, orientada pelo
Professor Doutor Fernando Amílcar Bandeira Cardoso e pelo Professor
Doutor Tiago José dos Santos Martins da Cruz e apresentada ao
Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Junho de 2021

This page is intentionally left blank.

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Engenharia Informática

Jorge Miguel Carvalho Fernandes

Cook'up beats

Interface sonoro baseado em objetos físicos instrumentados para
criação de beats

Dissertação no âmbito do Mestrado em Design e Multimédia, orientada pelo Professor Doutor Fernando Amílcar Bandeira Cardoso e pelo Professor Doutor Tiago José dos Santos Martins da Cruz e apresentada ao Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Junho, 2021



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

This page is intentionally left blank.

Agradecimentos

Acima de tudo e de todos, aos meus pais, por todo o apoio, amor, compreensão e confiança que me deram, não só durante este último ano, mas durante todo o meu período no ensino superior e toda a vida.

Aos meus professores e orientadores, Amílcar Cardoso e Tiago Cruz, por toda a ajuda, dedicação, paciência e disponibilidade que tiveram para comigo durante a realização deste nosso projeto.

Ao meu avô, por tudo o que fez por mim, por ser uma das pessoas mais especiais da minha vida e se preocupar demasiado comigo.

À minha família, principalmente à minha tia Sónia, por me ajudarem no que precisei e por sempre torcerem por mim.

Ao Alexandre e ao Tino, por serem dois dos três irmãos que nunca tive e por não deixarem a minha mesinha de cabeceira fora de conversa.

Aos AA, por serem o grupo de amigos da faculdade que toda a gente gostaria de ter e porque sem a força que me deram provavelmente nesta altura ainda estaria a começar a introdução.

E por fim, a todos os que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste projeto.

A todos estes, o meu mais sincero agradecimento.

This page is intentionally left blank.

Abstract

Despite being useful, sound is also essential, and hearing is part of the five senses of the human body. Listening to the sound gives us a vast amount of information about what happened or is happening at the moment. It's difficult to imagine what it would be like to stop listening after we have experienced it. Since hearing is part of the five main senses of the human body, an idea of indispensability is soon established.

Sound production is done in all ways, because even in the slightest movement we are producing sound. To interact with this object, there will be several ways to do it, even when opening or closing drawers.

With our dissertation proposal we intended to make sound more visible, we intended to produce sound inside and outside the box. We intended to study the sound and its production.

We wanted this project to serve the user to interact and create beats, melodies or whatever he/she wants.

Cook'up beats is an interface that aims to enhance moments of creation, leisure and entertainment for the user. To interact and create with this object, you don't need any kind of musical knowledge and everyone can enjoy a good time with this musical creation instrument.

It was conceived, as its name implies, to "cook beats", having the sounds you want to use for this effect. We can "cook a beat" in several ways, but the best way is if we really enjoy doing it.

This dissertation reports the conceptualization, implementation and experimentation of the beat production interface, named *Cook'up beats*.

Keywords

Sound design; Sound interface; Interaction Design; Music; Sound instruments.

This page is intentionally left blank.

Resumo

O som para além de essencial é também indispensável, sendo a audição parte dos cinco sentidos do corpo humano. Ouvir o som oferece-nos uma vasta quantidade de informação sobre o que aconteceu ou está acontecer. É difícil imaginar como seria deixar de ouvir, depois de já o termos experienciado. Sendo a audição parte dos cinco principais sentidos do corpo humano, é logo estabelecida uma ideia de indispensabilidade.

A produção de som é feita de todas as formas, porque até no mínimo movimento estamos a produzir som. Para interagir com este objeto vão estar ao dispor várias formas de o fazer, até no abrir ou a fechar gavetas.

Com esta dissertação, pretendíamos tornar o som mais visível, produzir som dentro e fora da caixa. Pretendíamos estudar o som e a produção do mesmo.

Pretendíamos que este projeto servisse para o utilizador interagir e criar *beats*, melodias ou o que desejasse.

Cook'up beats é uma interface que pretende potenciar momentos de criação, lazer e entretenimento ao utilizador. Para interagir e criar com este objeto, não são precisos quaisquer tipos de conhecimentos musicais e toda a gente pode usufruir de bons momentos com este instrumento de criação musical.

Foi concebido, tal como o seu nome indica, para "cozinhar beats", tendo em si integrados sons predefinidos, que se assim o desejar, o utilizador pode trocar por sons ao seu agrado. Podemos "cozinhar um beat" de várias maneiras, mas a melhor, é se realmente gostarmos de o fazer.

Esta dissertação reporta a conceptualização, implementação e experimentação da interface de produção de *beats*, chamada *Cook'up beats*.

Palavras-Chave

Design de som; Interface sonora; Design de Interação; Música; Instrumentos sonoros.

This page is intentionally left blank.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	2
1.2	Objetivos	2
1.3	Motivação	3
1.4	Estrutura do Documento	3
2	Estado da Arte	5
2.1	O que é um <i>beat</i> ?	6
2.2	NIME	7
2.3	Interfaces de produção e interação sonora	8
2.3.1	Shaping Sounds	8
2.3.2	GLOBE	9
2.3.3	MusicInk	10
2.3.4	Reactable	11
2.3.5	TACTO	12
2.3.6	Musi	13
2.3.7	Echo	14
2.3.8	Soundline	15
2.3.9	Kravox	16
2.3.10	Mobiliário Sonoro	17
2.3.11	Jack-in the-Mug	18
2.4	Automatismos de produção de som	19
2.4.1	Realejos/Barrel organs	19
2.4.2	Gramophone/Grafonola	20
2.4.3	Piano Roll	21
2.4.4	Jukebox	22
2.4.5	Caixa de música	23
2.4.6	DrumCube	24
2.5	Instalações sonoras	25
2.5.1	Sitisizer	25
2.5.2	Cave of Sounds	26
2.5.3	LINES	27
2.5.4	Table d’harmonie	28
3	Metodologias	30
3.1	Processo	30
3.2	Objetivos	31
4	Conceptualização	33
4.1	Perfis do utilizador	35
4.2	Cenários e storyboards	35

4.3	Interações	36
4.4	Definição dos sons	37
4.5	Produção de som	38
5	Prototipagem	40
5.1	Design e desenvolvimento da parte física	40
5.2	Implementação	42
5.2.1	Dispositivo geral	43
5.2.2	Sensores	44
5.2.3	Processing	47
5.2.4	PureData	49
5.3	Framework do sistema	49
5.3.1	Lista de equipamento	49
5.3.2	Diagramas dos circuitos	50
5.3.3	Dados transmitidos	51
6	Testes, resultados e observações	53
6.1	Testes de usabilidade	53
6.2	Processo de experimentação	54
6.3	Coleção e análise de dados	56
6.4	Análise e reflexão pessoal	59
7	Conclusão	60
A	Apêndice A	67
A.1	Matéria teórica sobre o som.	67
A.1.1	Som	68
A.1.2	Ondas de som	68
A.1.3	Som II	69
A.1.4	Propagação do som	70
A.1.5	A importância do som no design	72
B	Apêndice B	75
B.1	Manual usado para os testes de usabilidade.	75
C	Apêndice C	79
C.1	Questionário usado para os testes de usabilidade.	79
D	Apêndice D	83
D.1	Respostas dos <i>testers</i> ao questionário usado para os testes de usabilidade.	83

This page is intentionally left blank.

Acrónimos

CHI Human Factors in Computing Systems. 7

DMI Digital Musical Instrument. 9

DSR Design Science Research. 30

MIDI Musical Instrument Digital Interface. 6

MQTT MQ Telemetry Transport. 38

NIME New Interfaces for Musical Expression. 5, 7

This page is intentionally left blank.

Lista de Figuras

2.1	Shaping Sounds	8
2.2	GLOBE	9
2.3	MusicInk	10
2.4	Reactable	11
2.5	Tacto	12
2.6	Musi	13
2.7	Echo	14
2.8	Soundline	15
2.9	Kravox	16
2.10	Mobiliário Sonoro	17
2.11	Jack-in-the-Mug	18
2.12	Realejo/Barrel organ	19
2.13	Grafonola	20
2.14	Piano roll	21
2.15	Jukebox	22
2.16	Caixa de música	23
2.17	DrumCube	24
2.18	Sitisizer	25
2.19	Cave of Sounds	26
2.20	LINES	27
2.21	Table d’harmonie	28
4.1	Imagens do inquérito desenvolvido	34
4.2	Imagens do storyboard	36
4.3	Interações definidas para o interface	37
4.4	Representação gráfica da produção de som	38
5.1	Rascunho da forma visual do artefacto	41
5.2	Aspeto final do protótipo	42
5.3	Fotografia da instalação, com os dois ESP32s em evidência no fundo da caixa	43
5.4	Fotografia de um dos 4 piezos	44
5.5	Fotografia de um dos 3 sensores HC-SR04	45
5.6	Fotografia do sensor LDR	46
5.7	Fotografia do sensor reed switch	47
5.8	Aspeto visual do programa em Processing	48
5.9	Programa em PureData	49
5.10	Diagrama do circuito geral	50
5.11	Diagrama do circuito dos piezos	50
6.1	Screenshot do display durante a gravação de um beat	54
6.2	Processo de experimentação	55

A.1	Exemplo gráfico de uma onda longitudinal e de uma onda transversal	69
A.2	Diagrama da parte interna da orelha	71
A.3	Exemplo de compressão e rarefação	72
A.4	Flame Tube de Jeff Regester	73

This page is intentionally left blank.

Lista de Tabelas

3.1	Tabela de palavras-chave	31
6.1	Respostas à 1 ^a parte (face superior)	56
6.2	Respostas à 1 ^a parte (face à esquerda)	56
6.3	Respostas à 1 ^a parte (face à direita)	56
6.4	Respostas à 1 ^a parte (face frontal)	57
6.5	Respostas à 2 ^a parte (face superior)	57
6.6	Respostas à 2 ^a parte (face à esquerda)	57
6.7	Respostas à 2 ^a parte (face à direita)	58
6.8	Respostas à 2 ^a parte (face frontal)	58
6.9	Respostas à 3 ^a parte (geral)	58

This page is intentionally left blank.

Capítulo 1

Introdução

Segundo o Dicionário Priberam¹, entende-se que som é “o que soa aos ouvidos”. Trata-se de um fenómeno que ao longo dos séculos foi objeto de estudo sob as mais diversas perspectivas.

O som já era importante muito antes do século X, com *Guido D’Arezzo*, criador da notação moderna (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si). Desde sempre, o som está presente no nosso dia a dia, até mesmo no nosso imaginário auditivo e visual. [1].

Som, *sonus* em latim, permite-nos perceber e entender o mundo que nos rodeia. Como um dos cinco sentidos do corpo humano, a audição tem um papel fulcral no nosso dia a dia, por vezes bom ou mau, seja de manhã quando acordamos com o som do despertador, ou horas mais tarde, com o barulho que vem do andar de cima, da festa dos vizinhos.

Somos constantemente bombardeados com informação sonora vinda de todos os lados, o que leva a que a nossa biblioteca mental seja continuamente enriquecida com algum tipo de informação sonora. À velocidade que se tem vivido, a tecnologia tem vindo a ter um papel, não apenas de reproduzir som, mas também de o registar e criar. Em alguns anos, passamos da era acústica, de David Edward Hughes com o seu microfone de carbono rudimentar em 1875, para o que temos agora, uma era de tecnologia moderna que nos permite a todos ter um computador no nosso bolso com capacidade de gravação [2].

Para este projeto de tese decidi desenvolver um objeto capaz de criar e reproduzir som, com uma interface que permite ao utilizador usar e criar a sua própria melodia, o seu próprio *beat*. Procurei criar um objeto capaz de surpreender e impressionar, tanto o utilizador/*performer*, como os ouvintes. Com a forma de uma simples caixa, o *Cook’up beats* pretende dar ao utilizador a possibilidade de facilmente criar *beats* e melodias de uma forma intuitiva. Para isto, tive de estudar diversos temas, nomeadamente Design de Som e Design de Interação.

Mais concretamente, este projeto pretende criar um interface capaz de ser utilizado e tocado por qualquer pessoa, com ou sem experiência musical, e se revele meio de expressão musical de fácil operação e compreensão.

¹<https://dicionario.priberam.org/som>

1.1 Enquadramento

O objeto desenvolvido denomina-se *Cook'up beats* porque serve para "cozinhar beats", ou seja, permite-nos misturar sons com a intenção de criarmos um *beat* ou uma harmonia. É possível misturar os sons, gravá-los e no fim reproduzi-los.

Trata-se de uma caixa totalmente equipada, dividida em várias partes correspondentes a diferentes funções.

A parte superior da caixa, depois de se levantar a tampa protetora, é constituída pela parte de percussão, com tampos onde o utilizador pode bater para emitir um som. Como existem 4 tampos, existem também 4 sons diferentes que podem ser tocados. Com o sistema a funcionar, cada batida será gravada num *loop* de 16 tempos.

Passando às faces laterais da caixa, uma delas é constituída por 3 gavetas; cada gaveta controla o volume de uma gravação tocada em *loop*, que o utilizador vai poder, por exemplo, usar como base para trabalhar a parte de percussão. Com a abertura de várias gavetas ao mesmo tempo, o utilizador pode controlar a mistura das três *loops*.

Na face contrária, existe uma única gaveta que, ao ser aberta, fará com que seja gravado tudo o que esteja a ser tocado. Fechar a gaveta corresponderá a terminar a gravação.

Na parte frontal da caixa existe uma porta que, ao ser aberta, faz com que seja reproduzida a última gravação realizada, transmitindo a ideia de que o som "guardado" dentro da caixa está a sair cá para fora.

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação era desenvolver uma interface sonora, com o propósito de oferecer ao utilizador um objeto qualificado para a criação de música ou som. No cenário ideal, o objeto oferece ao *performer*/utilizador uma vasta quantidade de sons, sons esses que vão poder ser manipulados ou compostos num *beat*. Com 4 sons de percussão disponíveis, o utilizador pode criar *beats* com bastante liberdade. Estes 4 sons estão pré-definidos, mas podem ser substituídos por outros sons se o utilizador quiser.

Inicialmente, a ideia para a interface física era bastante básica e com poucas interações, mas ao longo do tempo, consoante as ideias que surgiram, a caixa foi-se transformando em algo mais. Com um aspeto sólido e robusto, o *Cook'up beats* pode até servir para uma pessoa se sentar, embora este não seja de todo o seu principal propósito. Com possíveis interações em 4 das suas 6 faces, este projeto permite-nos juntar sons, gravá-los e por fim tocá-los.

Este projeto foi concebido para que as pessoas possam criar *beats* e terem algum tipo de diversão ao mesmo tempo, envolvendo contribuições de design de som, design de interação e interfaces sonoras.

1.3 Motivação

A maior motivação deste projeto prende-se com a importância do som no nosso dia a dia, na nossa vida. O som, como já disse, é essencial para cada pessoa e por vezes não lhe é dado o devido valor.

A criação deste artefacto vem proporcionar ao utilizador e respetivo público, momentos de criação e entretenimento, tal como aconteceu comigo durante todo o desenvolvimento do projeto.

Desde sempre tive interesse pelos temas que estudei durante este período e, com o passar do tempo e o envolvimento neste projeto, cada vez mais me interesse e fico curioso com o que podemos criar durante a exploração de temas tais como os que eu estudei.

1.4 Estrutura do Documento

Este documento é referente à Dissertação do Mestrado em Design e Multimédia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

O documento está dividido em 7 capítulos. Neste capítulo, **Introdução**, enquadrei o projeto, defini os objetivos e apresentei a minha motivação.

O capítulo seguinte, **Estado de Arte**, apresento um levantamento de alguns trabalhos já existentes com alguma relação com o projeto.

No terceiro capítulo, **Metodologias**, descrevo a metodologia que decidi seguir para a realização deste projeto.

No quarto capítulo, **Conceptualização**, descrevo o conceito deste projeto e a forma como cheguei ao mesmo. Mostro alguns cenários e *storyboards*, tal como os perfis de utilizador. Enumero as interações que podemos ter com o *Cook'up beats*, a definição dos sons e posterior produção do som.

No quinto capítulo, **Prototipagem**, descrevo todo o trabalho de prototipagem realizado, desde o início até ao protótipo final.

No sexto capítulo, **Testes, resultados e observações**, apresento informações sobre os testes realizados, bem como a análise dos mesmos e observações pessoais.

No sétimo e último capítulo, apresento a minha **Conclusão**.

This page is intentionally left blank.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo começo por discutir sobre o que é um *beat*, como criar um e o que é preciso para o criar.

Incluí também uma secção acerca da New Interfaces for Musical Expression (NIME), a conferência mais conhecida e que reúne inúmeros investigadores e músicos que, tal como eu, desenvolveram interfaces para expressão musical.

Logo a seguir, apresento o meu levantamento de alguns trabalhos já existentes que me pareceram relevantes para o projeto. Subdividi-os em 3 categorias: interfaces de produção e interação sonora, automatismos de produção de som e instalações sonoras.

Para ter uma noção das diferentes abordagens já existentes, criadas, ou estudadas apenas, para ajudar no desenvolvimento deste projeto, pesquisei por projetos de interação com o som ou de criação de som.

Todos os projetos que encontrei são únicos e diferentes uns dos outros. Apesar de alguns terem parecenças em alguns aspetos, como por exemplo nos sensores utilizados, cada projeto tem uma interface e um tipo de interação diferente.

É importante compreender a maneira como os utilizadores e a tecnologia tendem a comunicar entre si. Para uma boa experiência, é importante que o utilizador considere a interface agradável e cativante, que o leve a interessar-se pelo objeto e que o leve também a descobrir o que faz.

No estado de arte resolvi então apresentar os projetos de interação sonora que me interessaram e que achei relevante dar a conhecer.

Para cada projeto, numa parte introdutória, expliquei no que cada um consiste, seguido de uma imagem e de uma análise crítica pessoal.

2.1 O que é um *beat*?

Beat pode significar "bater repetidamente". Um *beat* pode ser entendido como um pulso rítmico. Para a língua portuguesa, é traduzido como batida.¹

Beat é um conceito importante em grande parte da produção de música, principalmente em música eletrônica e hip hop.

O *beat* é, basicamente, tudo o que se passa na música sem contar com a voz e que normalmente inclui:

- padrões de bateria Musical Instrument Digital Interface (MIDI) ou loops de bateria;
- uma linha de baixos/orquestra de suporte (pads, cordas);
- cortes e colagens (samples que dão personalidade à música);

Um *beat* pode ser longo ou curto, mas na maioria das vezes é de 8 ou 16 compassos. É baseado em dois conceitos: variação e repetição.

Para construir um *beat*, os sons mais usados são os sons de bateria. O *Kick* e o *Snare* são usados como o esqueleto do *beat*. O *Kick* é a base, enfatizando as batidas fortes e proporcionando ímpeto ao acentuar quaisquer batidas indesejadas que se considerem adequadas. O *Snare* atua como a batida de fundo, uma resposta à batida forte em posições normalmente não tónicas, complementa o *Kick*. A maioria das batidas também terá um som de bateria mais agudo para delinear o *groove*, tal como o *HiHat*. Para adicionar alguma variação e criar um kit de sons mais interessante, podemos adicionar também o *Clap* e assim ficamos com o kit mais usual de sons para fazer um *beat*. Com esta fundação, com estes sons montados, um elemento melódico ajuda a finalizar as coisas e torná-las mais interessantes. O que podemos adicionar fica ao critério de cada pessoa, mas deve fazer sentido com o resto das batidas.

Para fazer música, é necessário ouvir música e quanto mais música ouvirmos e compreendermos, mais fácil vai ser fazer música. Uma ótima maneira de aprender como fazer mais *beats* é simplesmente ouvir muitos *beats* e tentar perceber a construção deles. Com uma escuta ativa, na qual prestamos atenção enquanto ouvimos, conseguimos perceber melhor a música.

Com uma compreensão da anatomia de um *beat* e muitas referências, já é muito mais fácil colocar tudo em prática. Existem várias maneiras de ajudar a melhorar as habilidades como criador de batidas, sendo que a melhor será fazer muitos *beats*. A melhor maneira de aprender a fazer *beats* é fazer *beats*. [3] [4]

¹<https://www.vocabulary.com/dictionary/beat>

2.2 NIME

Desde o seu início em 2001, como um workshop sobre Human Factors in Computing Systems (CHI) em Seattle, a conferência NIME tem reunido todos os anos um vasto conjunto de cientistas, designers, engenheiros e artistas naquela que é a maior conferência sobre Novas Interfaces para Expressão Musical [5].

A Conferência Internacional NIME reúne investigadores e músicos de todo o mundo para partilhar os seus conhecimentos e trabalhos inovadores no design de novas interfaces musicais. Desde 2001, todos os anos é realizada uma conferência internacional, já tendo passado por vários países.

Com a rápida evolução eletrónica, como na mídia digital e outras áreas da tecnologia, abrem-se cada vez mais oportunidades para os artistas e designers. As possibilidades oferecidas por estas novas tecnologias, por vezes trazem desafios para os compositores e intérpretes musicais. Com a existência de novas tecnologias, sente-se que as definições tradicionais de música, começam a ser também elas desafiadas.

Desde muito cedo, a música tem sido um ponto de encontro para a tecnologia e a expressão artística. O design de instrumentos musicais pode muito bem ter sido a primeira área da tecnologia onde o design de interface desempenhou um papel essencial, senão o papel central. Tal como a música tem sido uma força para a inovação tecnológica, também as novas tecnologias abriram caminho para novas formas de expressão e experimentação musical.

Como é óbvio, também há questões a ter em conta quando se desenvolve um interface musical. Para criar um bom interface é sempre preciso ter em conta certos critérios, tais como: usabilidade e compreensão; expressividade; sensibilidade e sofisticação; estética; hedónica. O objetivo destes critérios é esclarecer quais as diretrizes que são necessárias para desenvolver interfaces que sejam dignas de dedicação e prática para adquirir habilidade com um novo instrumento.

Para o desenvolvimento destes interfaces também é preciso identificar a tecnologia que a interface irá conter, quais as melhores opções para integrar no nosso interface, tais como: sensores de toque; sensores de posição, orientação e movimento; sensores de pressão e deformação; visão computacional.

Cada vez mais, a evolução da tecnologia e da mídia digital, vem facilitar a oportunidade para desenvolver este tipo de interfaces.

2.3 Interfaces de produção e interação sonora

Nesta secção irei mostrar exemplos de interfaces de produção e interação sonora, projetos em que é preciso algum tipo de interação constante por parte do utilizador.

2.3.1 Shaping Sounds

O **Shaping Sounds** [6] foi um dos primeiros projetos que encontrei, e que achei interessante, durante a minha pesquisa.

É uma "mesa elástica" que inclui objetos tangíveis e manobráveis por baixo da sua tela elástica.

Cada objeto destes representa uma diferente interação para com a música. O uso intuitivo e a capacidade de explorar a música de forma lúdica, são dois dos pros deste projeto que ajuda a representar o som de uma forma física.



Figura 2.1: Shaping Sounds

Este projeto interessou-me logo desde início, porque uma das minhas ideias para o meu projeto no começo era fazer de alguma forma uma caixa que funcionasse como mesa de som.

O Shaping Sounds é de alguma forma uma mesa de som com as interações básicas, ao pegarmos nos objetos que estão por baixo da tela, fazemos com que comecem a tocar e ao rodá-los mudamos a velocidade do som, aceleramos ou atrasamos a velocidade do som. Podemos também aumentar ou diminuir o volume, levantando os objetos.

Basicamente, podemos criar a nossa própria música, mexendo com os objetos que se encontram por baixo da tela elástica.

2.3.2 GLOBE

O **GLOBE** [7] (Gesture-sensing, Luminous, Oscillating Ball Environment) é um projeto Digital Musical Instrument (DMI), feito através de uma grande quantidade de sensores, e no contexto de performance musical de interação computacional.

A vasta gama de sensores e a forma física geométrica que o objeto possui, permitem vários gestos e técnicas instrumentais para o *performer* controlar em tempo real.

Com o simples rodar, girar, o toque ou a própria proximidade a que as mãos se encontram do objeto, são interações que o utilizador pode usar para tocar este instrumento.

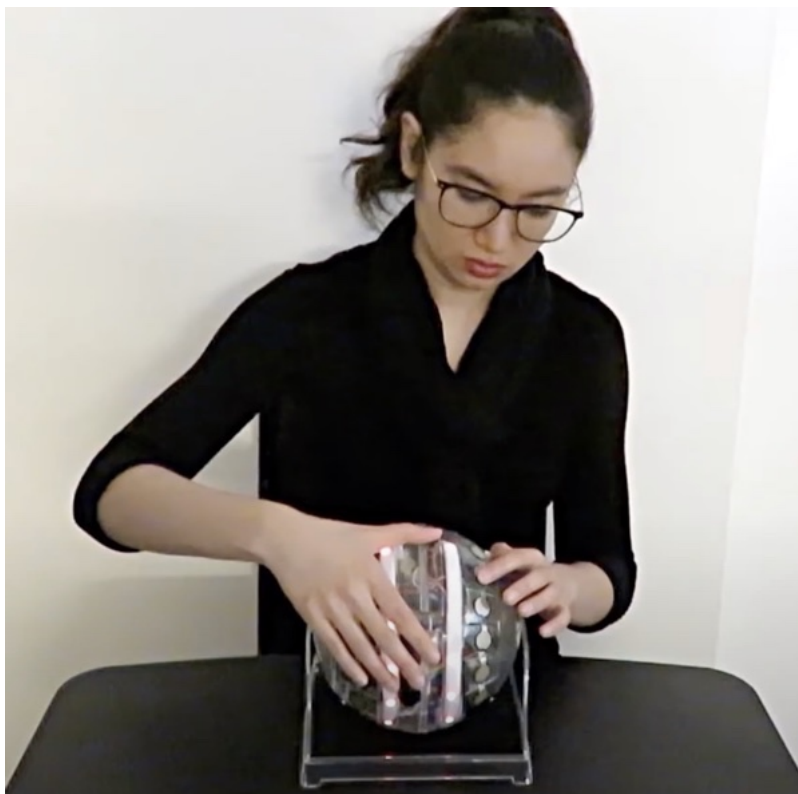


Figura 2.2: GLOBE

A autora deste projeto desenvolveu um objeto capaz de interagir com som das várias formas com que é possível interagir com um objeto simples e arredondado, que é o globo.

Pode parecer um objeto simples, mas após percebermos a quantidade de interações que o utilizador pode ter com esta bola de hamster, dá-nos uma vontade de experimentar e é este sentimento que quero despertar aos utilizadores com o meu projeto.

2.3.3 MusicInk

Este projeto, **MusicInk** [8], segue preceitos educacionais e musicais. É uma caixa interativa que permite ilustrar ideias musicais a partir de *stencils* dados e que permite obter uma resposta sonora a partir do instrumento desenhado.

A nível educacional, pretende relacionar o desenho iconográfico de instrumentos com propriedades musicais e atribuir-lhes cores características, ou seja, a cada propriedade é-lhe atribuída pelo menos um instrumento e a cada um destes instrumentos, uma cor.

Em termos técnicos, a tinta condutora, servirá para desenhar "e receber" informações, sempre que é pressionada que, por sua vez, está conectada por cabos à caixa que contém um circuito baseado num Arduino, juntamente com o MPR121, para reconhecer os toques, e um recetor bluetooth, para receber e enviar informação para a aplicação móvel.



Figura 2.3: MusicInk

MusicInk é um projeto direcionado para um público alvo mais jovem.

Possibilita a criação de exercícios lúdicos para as crianças que iniciam contacto com a música.

É um projeto muito característico e singular, que serve como uma aplicação da tecnologia na criação de um produto interativo, lúdico e educacional, direcionado para os mais novos, para que estes aprendam mais sobre a música.

2.3.4 Reactable

A **Reactable** [9], uma mesa redonda translúcida, usada numa sala escura, que aparece com uma tela iluminada.

Ao colocar os blocos chamados "tangibles" na mesa e ao mexer com o interface visual, via "tangibles" ou mesmo com os dedos, esta mesa permite-nos criar música e outros efeitos sonoros.

Esta mesa usa uma interface tangível onde o jogador controla o sistema ao manipular os objetos e ao colocar esses objetos na superfície da mesa, ao girá-los e conectá-los, os utilizadores podem combinar diferentes elementos como sintetizadores, efeitos, amostras ou elementos para criar a sua composição.

O resultado é mostrado graficamente na superfície da mesa, mostrando sempre as ondas de som que vão de um objeto ao outro, transformando assim a música em algo visível e tangível.



Figura 2.4: Reactable

Através dos objetos utilizados, a Reactable, produz som. Através da sua disposição na mesa e ao rodá-los e movê-los, o utilizador está a alterar os parâmetros daquele som em específico, permitindo assim o controlo sobre a composição sonora.

A adição de objetos à mesa contribui para as ilimitadas interações que o utilizador pode ter com a mesa, o que só favorece a experiência do utilizador.

2.3.5 TACTO

TACTO [10] é mais uma mesa interativa equipada com sensores que servem para coleccionar e traduzir gestos e ações em sons, seja pelo contacto com o corpo humano, seja pelo posicionamento de qualquer objeto.

Um projeto interativo, que quem interage com ele pode ter uma experiência criativa e envolvente, sem a necessidade de habilidades especiais ou conhecimentos musicais.

No centro da mesa redonda encontra-se o objeto principal deste projeto e um dos meios coletores de informação para o resultado final. No centro da mesa encontra-se um dispositivo redondo, com seis sensores de distância e à frente destes sensores encontram-se desenhos feitos na mesa, como se fossem ilustrativos das teclas de um piano. Servem estes desenhos para os utilizadores colocarem as suas mãos, ou outro qualquer objeto, para assim criarem a sua melodia.



Figura 2.5: Tacto

Este projeto é de extrema envolvência com o utilizador. Perante as ações que este desempenhar, o dispositivo centrado na mesa coleta uma série de informações e transforma-as em sons.

O contacto com esta mesa é essencial para a criação de uma melodia. Não é preciso ser músico profissional para se divertir e criar uma melodia junto de mais pessoas, criando assim ambiente de animação.

É um projeto que permite aos utilizadores divertirem-se, até mesmo rodeados por amigos, em que juntos podem criar música. É um objeto simples, sem muita dificuldade que pode proporcionar tempos de diversão e criação entre os utilizadores, sendo que para isso só é preciso "clicar" nas teclas desenhadas à volta do dispositivo.

2.3.6 Musi

"Musi allows to hear the sound of environment"

O **Musi** [11] é uma instalação, ou um dispositivo de áudio, que permite ao utilizador fazer a sua própria música. Permite arranjar a música e fazer a sua própria harmonia. É de alguma forma parecido com o projeto anterior, TACTO.

É bastante simples de interagir com o Musi, e quantos mais módulos, como os da imagem, existirem, mais interessante vai ficar e mais pessoas vão poder participar.

Tudo pode fazer parte deste instrumento, pois podemos interagir com o módulo juntando-lhe qualquer outro objeto e variar a distância a que estes se encontram do módulo, é isto que vai fazer a diferença, porque ao mexermos com a distância a que o objeto está dos sensores de distância presentes no módulo, estamos a fazer mudanças na melodia.



Figura 2.6: Musi

Tal como o TACTO, este projeto utiliza sensores de distância para modificar o som que nos é audível.

O Musi pode servir de auxílio a uma mesa de som, mexendo então com as oitavas de cada nota que se fazem tocar através da mesa de som.

2.3.7 Echo

Mais uma instalação feita com Arduino, o **Echo** [12] é um projeto que incita a criação e experimentação musical.

Através de uma luva, os utilizadores podem criar sons e com a outra mão, podem controlar o volume e a panorâmica.

As luvas têm em si instalados sensores de luz que permitem criar e controlar o som. Um *led* no dedo polegar vai emitir luz para os sensores de luz presentes nos outros dedos da mão. Com as variações de luminosidade captadas pelos sensores, dá-se também a variação do som produzido.

A parte visual é controlada com a outra mão, que está mais livre e que permite controlar o volume e a panorâmica do que o utilizador está a ver.



Figura 2.7: Echo

Com um projeto simples como o Echo, um pouco pobre nas interações possíveis, pode-se, a partir de uma luva e com os vários sensores nela existentes, construir uma melodia.

Penso que seria interessante adicionar a este projeto outro tipo de elementos que permitissem ao utilizador modificar tanto os elementos sonoros, como os elementos visuais do projeto.

2.3.8 Soundline

O **Soundline** [13] não é uma instalação como temos visto tantas outras; é uma intervenção lúdica, social e sonora. Esta intervenção visa investigar o potencial da tecnologia, como visa entreter o público que pode vir a ser o próprio utilizador.

É pretendido, que dentro do festival, em momentos mais "mortos", esta performance itinerante crie um ambiente que convide o público a envolver-se através da música e da dança. Foi pensada para que qualquer pessoa, independentemente da experiência musical, possa contribuir para a paisagem sonora.

Consiste em 5 esferas nas quais está toda a instalação que permite às colunas presentes nas mochilas dos intervenientes, tocar os sons que as pessoas vêem manipulando ao mexer com as esferas. Cada esfera é usada para controlar uma parte da melodia e isto é conseguido através do uso de sensores de movimento que estão presentes no interior das esferas. Esses sensores lêem as informações rotacionais e translacionais, devido ao movimento das esferas, e transmitem esses dados para um sintetizador, que resulta no som que sai das colunas de som.



Figura 2.8: Soundline

Um projeto um pouco mais diferente do que idealizo para o nosso, o Soundline é o género de uma intervenção ao público.

Uma ideia fantástica que permite ao público tornar-se no próprio manipulador do som.

Com objetos arredondados como o GLOBE, o utilizador pode manipular o som através da rotação e translação destes, em que cada um corresponde a uma parte da melodia.

2.3.9 Kravox

O **Kravox** [14] é um novo tipo de instrumento. Foi criado com o objetivo de dar aos utilizadores de instrumentos musicais digitais uma sensação de instrumentos mecânicos convencionais.

Interagir com o Kravox é bastante simples, a maneira como se lhe toca e como se move pelo espaço controla como é o gerado o som.

É um instrumento musical digital que consiste em três componentes: controlador(es), receptor e o software. Podem haver até três controladores sem fio e cada controlador processa dados de orientação e aceleração através de um MPU-6050 e os dados do toque através de duas placas de toque, MPR121, conectados a um Arduino Nano. A informação é enviada através de um transceptor de rádio nRF24L01 para um dispositivo receptor. Este receptor passa os dados recebidos via USB para um computador e estes dados são processados num programa escrito em PureData, que por fim emite o som.



Figura 2.9: Kravox

O Kravox é um instrumento musical, mas que pode ser com vários objetos, pelo menos três, sendo um para controlar as *drums*, outro para o *bass* e um último para o solo.

A maneira como se pega no instrumento, ou como se segura, determina as várias alterações em termos do som, tal como a aceleração ou a rotação com que se move o objeto.

2.3.10 Mobiliário Sonoro

O **Mobiliário Sonoro** [15] é um conjunto de peças de mobiliário, concebido para o projeto Paisagens Sonoras da Cidade, que consiste num arquivo de imagens sonoras do centro histórico de Coimbra.

Este artefacto explora a caracterização do espaço através do som. Tem o objetivo de dar uma identidade única à cidade através da documentação dos seus diversos sons.

Com disse anteriormente, é um conjunto de peças de mobiliário interativas que permitem ao utilizador, fazendo este parte do público, descobrir e ler as paisagens sonoras arquivadas, assumindo assim um papel (inter) ativo no espaço expositivo.

Num armário com 16 gavetas, cada gaveta possui uma paisagem sonora associada a ela. A abertura de cada gaveta ativa o som correspondente, que vem de dentro do gabinete. A amplitude da abertura de cada gaveta determina o ganho do som correspondente. É possível ouvir vários sons simultaneamente, abrindo várias gavetas.

Mais tarde foi adicionada uma nova iteração, atribuindo a cada gaveta uma fotografia que está geograficamente relacionada com a paisagem sonora de cada gaveta. Tal como com o ganho, a abertura da gaveta é significativa também no resultado visual, estando relacionada com a opacidade da fotografia projetada.



Figura 2.10: Mobiliário Sonoro

O Mobiliário Sonoro é um projeto bastante familiar, desenvolvido por pessoas do nosso departamento, que eu acho interessante.

É um artefacto que não é muito móvel, devido à sua grande estrutura mas com um conceito bastante parecido com o projeto que queremos desenvolver, pelo menos na parte da interação com o objeto que resulta numa produção sonora.

2.3.11 Jack-in the-Mug

Jack-in the-Mug [16] é uma interface realizada pelo aluno Francisco Sousa no âmbito do mestrado em Design e Multimédia.

Esta interface é para produção de efeitos sonoros *Foley*, para auxiliar os artistas Foley na produção de conteúdo sonoro para filmes, videojogos ou outro tipo de expressão audiovisual.

Com a forma de uma caneca, este objeto manobrável vai permitir ao artista captar os dados da sua interação e mais tarde processar e gerar o som pretendido.

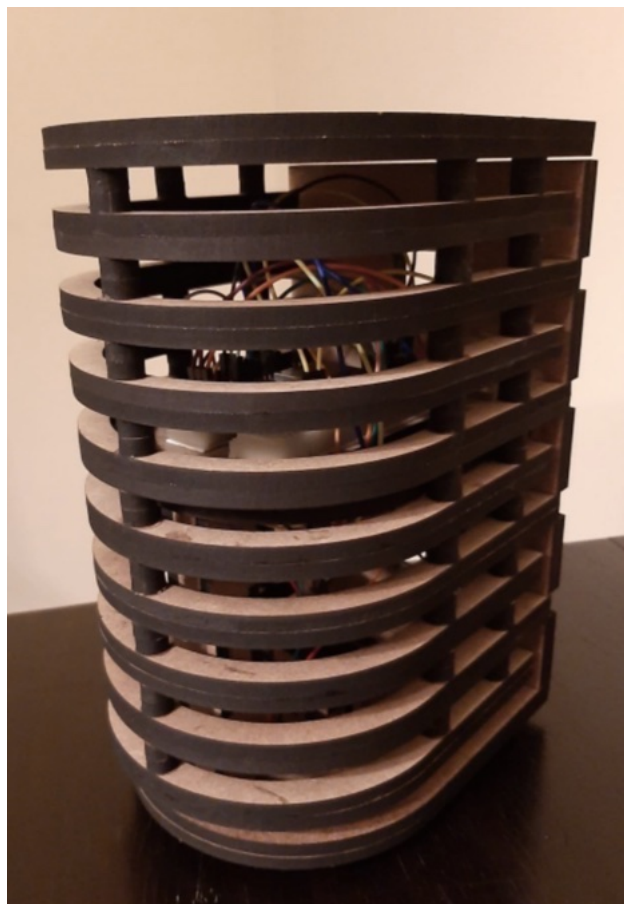


Figura 2.11: Jack-in-the-Mug

Este objeto pode ter até quatro tipos de interação: a colisão do objeto com uma superfície; a colisão entre dois objetos; a rotação do objeto; a agitação do objeto.

É um interface criado para auxiliar os artistas *Foley* nas suas funções de produção de sons para filmes, mas este objeto retira um pouco da essência do que é ser um artista *Foley*, devido à variedade de objetos e ações que estes artistas têm à sua disposição e usam para a criação de material sonoro. Não deixa de ser um interface capaz de ser usado para a criação de conteúdo audiovisual, seja em filmes ou jogos.

2.4 Automatismos de produção de som

Nesta secção irei mostrar exemplos de automatismos de produção de som, instalações/projetos em que tenha de haver algum tipo de interação, mas que reproduzem o som por si, em que não há uma algum tipo de interação constante.

2.4.1 Realejos/Barrel organs

O **Realejo** [17] em vez de ter um teclado tocado por uma pessoa, é um instrumento mecânico que tem, de certa forma, as notas codificadas em pinos de metal num cilindro de madeira, cilindro este que é girado através de uma manivela.

A manivela serve também par acionar o fole que fornece o ar, para este ser enviado para os tubos específicos.

As melodias que eram tocadas eram tipicamente danças inglesas e americanas, canções patrióticas, melodias de hinos e músicas populares do século XIX.



Figura 2.12: Realejo/Barrel organ

Este realejo é um realejo americano do início do século XIX.

Esta caixa retangular tem então uma tampa na parte superior que levantada permite ver o interior da caixa e toda a parte mecânica.

Na parte exterior vemos a manivela curva com um cabo de madeira, que faz girar as engrenagens que fazem girar o cilindro de madeira com os pinos.

Esta caixa possui 16 melodias diferentes.

2.4.2 Gramofone/Grafonola

O **Gramofone** [18] ou fonógrafo, como era chamado nas suas antigas versões, tem ao longo dos tempos sofrido uma certa evolução, desde o primeiro fonógrafo de 1877 até aos últimos gira discos feitos.

Os fonógrafos são bem antigos, sendo que a invenção do primeiro é creditada no ano de 1877, por Thomas Edison.

O gramofone é um instrumento de reprodução de sons, por meio da vibração de uma agulha, que segue uma ranhura num disco.



Figura 2.13: Grafonola

Com o tempo, os fonógrafos foram evoluindo, mas nunca perderam o propósito de ser um instrumento de reprodução ou gravação mecânico, no qual se inserem discos e se ouve o som gravada nas ranhuras desses mesmos discos.

Neste gramofone em específico, dá para ver o braço com uma peça arredondada, que é onde se encontra a agulha que lê as ranhuras inscritas nos discos que contêm na maior parte das vezes composições musicais; o amplificador que era por onde saía o som; a manivela que permitia esticar as cordas manualmente.

2.4.3 Piano Roll

Originalmente o **Piano Roll** [19] era um piano que continha um rolo de papel. Este rolo de papel metia-se dentro do piano para este tocar as notas que nele estavam gravadas.

Estes rolos de papel continham em si as peças, perfurações correspondentes para as notas de uma composição musical.



Figura 2.14: Piano roll

O *Piano Roll* dá a oportunidade de criar música que é impossível para os humanos tocarem, ou, melhor dizendo, música que não foi concebida para se tocar à mão.

Estes rolos para a reprodução do piano, geralmente eram feitos a partir de músicos famosos, que gravavam as suas peças.

Normalmente, os pianistas sentavam-se ao piano a gravar e a altura e duração de cada nota seria perfurada no rolo em branco.

2.4.4 Jukebox

A **Jukebox** [20] costumava ser a peça central num bar. Uma máquina no qual se introduziam moedas para reproduzir música de um disco ou CD desde que a seleção fosse feita.

Estas máquinas estiveram ao rubro até ao aparecimento do amplificador elétrico e eram bastante comuns nos Estados Unidos da América.



Figura 2.15: Jukebox

Toda gente nesta altura queria música, mas o rádio e a música que lá passava não se adequava às situações, as transmissões não permitiam que o público escolhesse as músicas a tocar e as bandas que também eram opção, por vezes era caras e com o aparecimento das *jukeboxes*, ao colocar-se a moeda, podia escolher-se a música a reproduzir e era só esta interação que se tinha para poder desfrutar de um ambiente musical.

Tal como nos instrumentos anteriores, a *jukebox* é mais um objeto que reproduz o som autonomamente.

2.4.5 Caixa de música

As **Caixas de música** [21] são um instrumento musical que soa quando os pinos de metal, ou dentes, que estão montados em linha num pente achatado, fazem contacto com um cilindro ou disco giratório acionado por um mecanismo de relógio.

Conforme o disco ou cilindro gira, os pequenos pinos nele situados tocam nos dentes de metal, fazendo-os vibrar e produzir notas musicais.

A melodia das notas produzidas é criada conforme a disposição dos pequenos pinos.

Estas caixas de música foram um instrumento musical popular até aparecerem os fonógrafos e pianos.



Figura 2.16: Caixa de música

As caixas de música foram inventadas por volta do ano de 1770, na Suíça e as primeiras eram de tamanho pequeno, cabendo até em relógios de bolso.

Gradualmente foram construídas em tamanhos maiores e alojadas em caixas retangulares de madeira, como a imagem ilustra.

2.4.6 DrumCube

O **DrumCube** [22] é um robô baterista. A ideia do autor para este projeto era a de fazer algo portátil, que se pudesse mover e que pudesse tocar sons em ritmos diferentes sem o uso de gravações, que pudesse ser tocado e interrompido à vontade, que pudesse até ser usado numa situação de concerto, por exemplo.

Numa vista geral, o kit padrão de uma bateria é formado por três elementos base: o bombo (*Kick*/baixa frequência), a caixa (*Snare*/média frequência) e os partos (*HiHat*/alta frequência).

Para o *Kick*, o autor utilizou 2 *piezos*, cobertos com pequeno pedaço de material esponjoso, que são atingidos por um *stick* controlado com uma extremidade de borracha macia.

Para o *Snare*, usou uma lata de *Pringles*, com uma pequena folha quadrada de estanho para ressonância, que também é atingida por *sticks* controlados e igualmente como uma extremidade de borracha. O som é capturado por um microfone de eletreto.

Para o *HiHat*, foi usado um transistor baseado num circuito de ruído branco, que é controlado diretamente pelo Arduino.

Todos estes três são ajustados em tempo real pelo Arduino, e o áudio gerado por eles é amplificado para um sinal de instrumento, por três circuitos amplificadores para cada um deles.

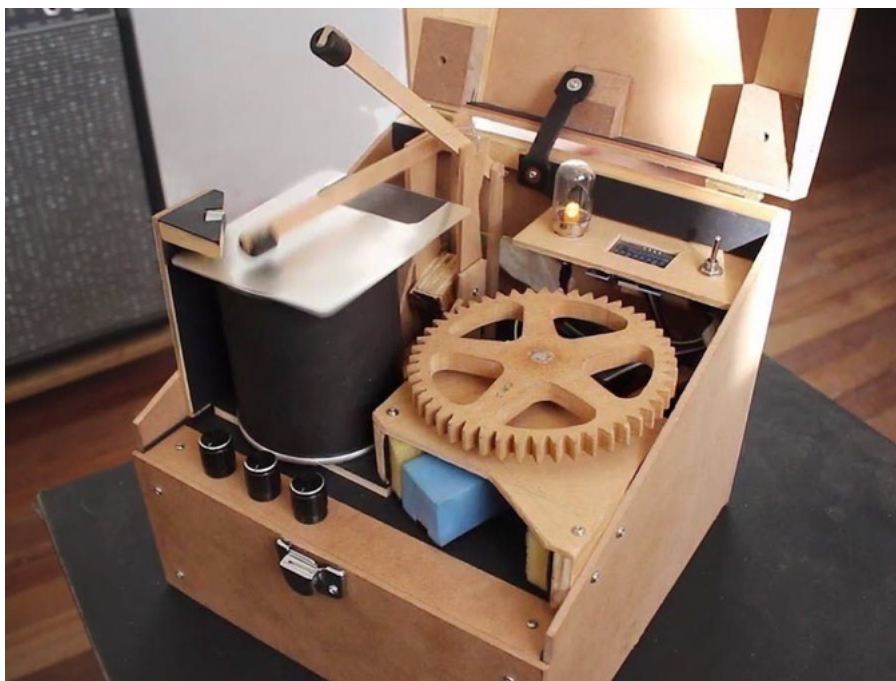


Figura 2.17: DrumCube

Este projeto desde cedo despertou o meu interesse, devido ao seu aspeto, mas também, devido ao que esta caixa faz e desempenha. O DrumCube é uma bateria que permite criar melodias/*beats*, com o ritmo que quisermos. Pode servir de auxílio a um músico em que lhe proporciona o ritmo que este desejar, basta definir esse mesmo ritmo e colocar o objeto a tocar.

De todos os projetos que vi, é o que mais gostei e mais me identifiquei para o meu projeto desta dissertação de mestrado, apesar que este objeto já tem nele os ritmos definidos.

2.5 Instalações sonoras

Nesta secção irei mostrar exemplos de instalações sonoras; formas de arte no sentido em que incluem elementos sonoros, ativados muitas das vezes pela interação com o humano.

2.5.1 Sitisizer

O **Sitisizer** [23] é uma instalação feita pelo estúdio Experimonde do arquiteto Michael Schultes, em Viena.

Esta instalação, é composta por um sofá de plástico, em que nele estão ligados 6 microfones *piezo*.

Quando a pessoa se senta ou interage com o sofá, os microfones vão transmitir o som captado para as colunas que se encontram ao redor do sofá, transformando assim a experiência num panorama de áudio de 360º.



Figura 2.18: Sitisizer

O objetivo desta instalação é transmitir e fazer ouvir os sons desagradáveis que acontecem quando a pele humana toca no plástico, amplificando-os.

2.5.2 Cave of Sounds

Cave of Sounds [24] é uma "instalação sonora interativa que explora o poder da música para unir os indivíduos e o desejo visceral de usar a tecnologia para transmitir a nossa identidade", palavras do autor.

É uma instalação composta por 8 instrumentos, dispostos em círculo, voltados para o interior.

Cada um desses 8 instrumentos tem características diferentes, sendo que podem ser interagidos através de movimentos, sombra, luz ou toque.



Figura 2.19: Cave of Sounds

É uma instalação em que não é preciso qualquer tipo de experiência musical.

No centro encontra-se um dispositivo luminoso que ilustra as próprias interações entre os utilizadores e o instrumento, como também ilustra as interações entre instrumentos, o que leva assim, o encorajamento do utilizador a preocupar-se não só com a sua performance, mas com as performances ao seu redor.

2.5.3 LINES

LINES [25] é uma exposição interativa de arte sonora criada pelo compositor sueco Anders Lind.

Consiste num instrumento composto por 5 linhas e que pode ser tocado com grupos até 5 pessoas.

São conjuntos de 5 linhas que estão presas na parede, no chão e no teto; em conjunto com alguns sensores, fazem 3 instrumentos musicais.

Tal como em alguns projetos que já vimos, não é preciso ter experiência no ramo musical para interagir com esta instalação.



Figura 2.20: LINES

A interação pode ser feita através das mãos ou de qualquer objeto que utilizador tenha, sendo que para o som ser constante, o objeto tem de ficar no mesmo sítio, daí o performer utilizar objetos com algum tipo de íman na parede, para assim compor uma melodia com várias notas musicais.

O objetivo desta instalação é permitir novas formas de interação musical, a expressão de novas expressões artísticas e claro, proporcionar experiências musicais únicas e inovadoras.

2.5.4 Table d'harmonie

O **Table d'harmonie** [26] é um projeto do artista Pascal Broccolichi que consiste em 62 crateras perfeitamente regulares de pó preto, espalhadas pelo chão. Em 16 delas, são colocados alti-falantes formando uma distribuição acústica pelo espaço expositivo.

A composição sonora é feita a partir de frequências gravadas por sensores imersos nos canais que cruzam a cidade de Rennes.



Figura 2.21: Table d'harmonie

Pessoas que estiveram diante desta exposição dizem que as crateras e o respetivo som, dão a parecer que o público está diante de uma paisagem imaginária e infinita.

A posição das crateras que têm as colunas, está geometricamente definida, para dar a parecer ao público que existem várias linhas do horizonte, uma atrás da outra.

É pretendido reproduzir a peça sonora simulando o fluxo de som em movimento.

This page is intentionally left blank.

Capítulo 3

Metodologias

3.1 Processo

A metodologia que achei mais indicada e acabei por adotar para este projeto foi a Design Science Research (DSR).

Baseada em três pilares, **comecei por recolher e obter conhecimento sobre as áreas em que pretendia trabalhar**: recolhi exemplos de trabalhos e projetos já realizados que se assemelhassem ao que eu queria desenvolver; fiz o levantamento de vários projetos com as mais diversas variantes, organizei tudo de tal forma que fosse possível entender a diferença e a maneira com que se interagia com cada um; estudei alguns modelos de criação destes artefactos;

Outro dos pilares em que assenta a DSR é a **experimentação orientada** que leva ao desenvolvimento do artefacto, assim sendo, depois dum estudo pormenorizado do que teria de fazer e obter, para que fosse possível construir o interface, comecei o desenvolvimento do mesmo: dividi o artefacto em hardware, software e a parte física; fui trabalhando nas várias partes ao mesmo tempo para assim aproveitar o tempo da melhor forma possível; devido à existência de vários sensores de várias categorias, e como estes iriam ter funções diferentes, fui trabalhando em partes divididas, construindo diferentes protótipos. Ao mesmo tempo que ia desenvolvendo os protótipos, fazia testes para ver qual a melhor forma para que, no geral, o artefacto funcionasse da forma que tinha idealizado e da melhor forma possível. Quando acabado o protótipo, pedi a mais 4 pessoas para testarem também, seguindo o manual dos testes de usabilidade e por fim respondendo ao questionário sobre os testes de usabilidade.

Mais junto ao final, com testes já realizados, foi tempo de investir no terceiro e último pilar, a **análise dos resultados obtidos**. A seguir aos testes, foi tempo de analisar os resultados e concluir o trabalho. Fiz uma análise dos resultados obtidos por parte dos *testers* e uma avaliação pessoal também.

3.2 Objetivos

De uma forma mais geral, o Cook'up *beats* foi criado com objetivo de promover aos seus utilizadores uma boa experiência. Pretende-se que seja causa de surpresa e entusiasmo para o utilizador. Como há vários tipos de interações, é pretendido que o utilizador fique curioso com o que pode fazer e a cada vez que cria um *beat*, vá melhorando e assim criando *beats* cada vez melhores. No início do desenvolvimento era pretendido que o utilizador partisse para o desconhecido quando fosse utilizar o interface, mas após uma breve reflexão, concluímos que seria melhor fornecer algumas pistas para assim ser mais fácil inteirar-se acerca do objeto.

De uma forma mais específica com o desenvolvimento deste projeto, os objetivos eram claros:

- Estudar e perceber a relevância do som nas artes criativas, principalmente no mundo da música;
- Explorar a existência de instrumentos/objetos/interfaces de produção sonora;
- Estudar a criação de *beats* e a criação de melodias musicais;
- E como objetivo geral, conceber um interface sonoro que reúna as condições para a criação de *beats* musicais que possam ser empregues em qualquer tipo de música;

Cook'up beats tem a intenção de ser um meio para explorar e criar *beats*/melodias que se integrem no mundo da música e do design de som.

Categorias	Palavras-chave
Áreas de conhecimento	design de som; design de interação; música; som;
Agentes/utilizadores	experiência musical; experiência musical inexistente;

Tabela 3.1: Tabela de palavras-chave

This page is intentionally left blank.

Capítulo 4

Conceptualização

Neste capítulo é onde demonstro os passos dados para chegar ao conceito deste projeto.

Desde o início com a escolha dos meus orientadores tinha a intenção de fazer um projeto que envolvesse som. A temática do som sempre foi algo que me interessou e desde cedo quis sempre saber mais. No início foi quase como se partisse para a descoberta visto que ainda não tinha uma ideia concreta do que queria realmente desenvolver. Comecei por procurar projetos em que o som tivesse uma parte fulcral na interação com os mesmos. Após algumas ideias iniciais, surgiu a de conceber um interface musical, ou partir do interface desenvolvido por um aluno anterior. Tendo em conta o *Jack-in-the-Mug* e outros projetos que já tinha visto e analisado, decidi conceber também um interface musical. Desde o início, pensei logo numa caixa, mas as interações que tinha em mente e que apresentei aos meus orientadores eram bastante básicas. Tinha intenção de que a caixa se tornasse numa mesa de som, que fosse capaz de misturar áudios e mexer com as propriedades destes. Cada face da caixa estaria associada a uma propriedade da mesa de som, uma face seria para variar o volume, outra face seria para variar os baixos e outra para ligar e desligar, por exemplo. Queria conceber uma mesa de som mas com outra forma, que não a de uma mesa. Em conjunto, conseguimos perceber a variedade de funções que um interface deste género poderia ter. O interface seria então, à primeira impressão, apenas uma caixa. A partir deste ponto foi uma questão de imaginação e *brainstorming* para chegarmos a um conceito final do que queríamos criar. De modo a abrir os horizontes e obtermos mais sugestões do que poderíamos desempenhar com este interface sonoro, decidimos criar um questionário, com o intuito de identificar mais ideias, para no final avaliarmos e decidirmos se poderíamos adotar algumas dessas ideias. Este inquérito continha um *draft* do protótipo a desenvolver e duas questões, que as pessoas respondiam de forma livre, relativas ao que as pessoas achavam que aquele objeto poderia desempenhar. Estas questões eram feitas para as pessoas já responderem com a ideia de que o objeto iria ter um tipo de interação sonora. Depois de criado, divulguei o questionário entre alguns colegas e amigos, na esperança de obter novas ideias, mas infelizmente os resultados não foram interessantes.

Foi então que abandonei o questionário e resolvi cingir-me às ideias que já tinham surgido. Com o passar do tempo e com a contínua análise de outros interfaces já desenvolvidos, fui consolidando as ideias. Desde cedo, esteve presente a ideia de transformar as faces da caixa em gavetas, mas decidi variar um pouco e adicionar outros meios de interação. Esta caixa, para além do ar sólido e robusto que tem, permite até servir de banco para uma pessoa que esteja mais cansada, sendo que este não é, de todo, o verdadeiro propósito deste interface. O *Cook'up beats*, nome que dei ao interface devido à sua forma ser parecida com um fogão, é um interface que tal como o nome indica, serve para cozinhar *beats*. Do conceito inicial, de mesa de som que servia para passar música, controlando o volume e o *bass*, para um conceito muito mais elaborado de um interface na forma de uma caixa, que nos permite criar a nossa própria música. Queremos com este interface causar algum tipo de surpresa ao utilizador, que este se divirta e se for o propósito, que crie *beats* para mais tarde integrar numa composição musical. É um interface que responde às interações do utilizador no momento. A ideia passa então por não restringir o objeto ao que ele nos parece à primeira vista, sendo que quem olha para uma caixa de madeira nunca pensa que aquela mesma caixa dará para criar música.

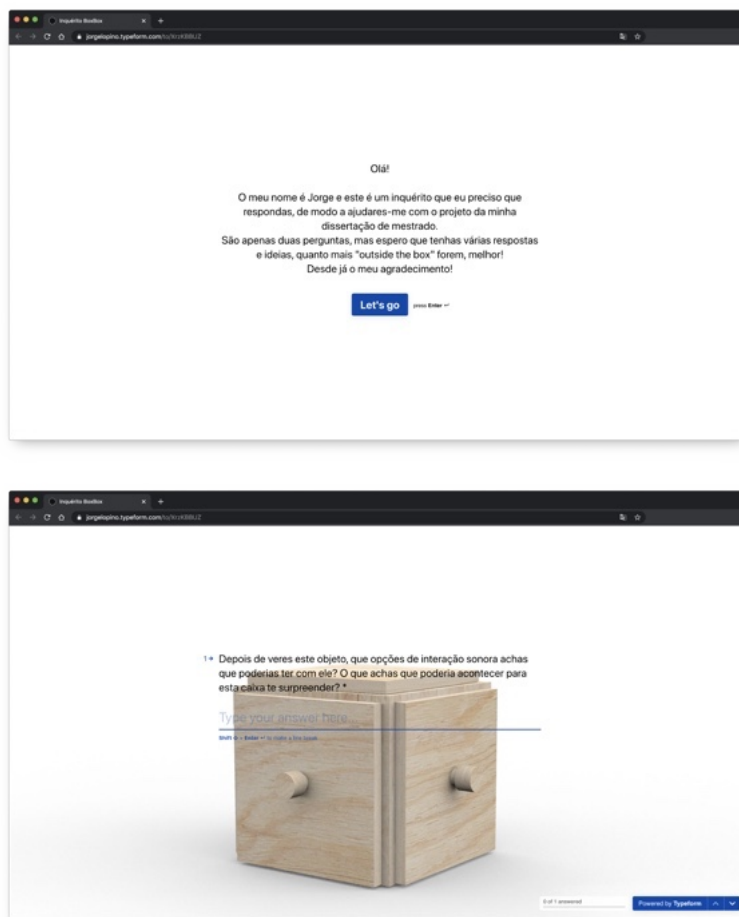


Figura 4.1: Imagens do inquérito desenvolvido

4.1 Perfis do utilizador

O interface não tem qualquer tipo de perfil de utilizador definido. Foi concebido para qualquer tipo de pessoa poder usufruir-se dele e utilizá-lo. Compreende-se que uma pessoa já com alguma experiência musical, tenha mais facilidade em inteirar-se do interface do que uma pessoa sem essa mesma experiência. Um utilizador que já conheça o interface e como funciona, vai ter muito mais facilidade ao fazê-lo da próxima vez.

Os utilizadores alvo são as pessoas que se queiram divertir a criar *beats* de uma forma menos convencional e mais única.

Em suma, qualquer pessoa que queira criar *beats* pode fazer uso do *Cook'up beats*.

4.2 Cenários e storyboards

Para ficar a perceber melhor de como seria a utilização deste interface, foi imaginado um cenário e desenhada uma *storyboard* a completar esse mesmo cenário.

Este é a *storyboard* do Tomás que vai criar um *beat* com o *Cook'up beats*.

- 1 - O interface já se encontra montado quando o Tomás chega à cena;
- 2 - Quando chega, a 1^a coisa que repara é o manual de usabilidade que se encontra ao lado do computador;
- 3 - Em seguida, pega no manual e lê atentamente para assim inteirar-se acerca do interface;
- 4 e 5 - Após ler o manual é tempo de começar a criar um *beat* e logo abre a parte superior tal como lhe foi indicado;
- 6 - A seguir, abre a gaveta correspondente ao *loop* n^o1, cuja amplitude é determinada pela abertura da mesma gaveta;
- 7 - Quando já se encontra a ouvir o *loop* que anteriormente pôs a tocar, Tomás começa a bater nos tampos situados na parte superior da caixa;
- 8 - Ao bater nestes tampos, são marcadas algumas batidas no sequenciador visível no ecrã do computador;
- 9 - Como lhe foi indicado ao início, este dirige-se ao computador para apagar batidas;
- 10 - Decide voltar e abrir a gaveta correspondente ao *loop* n^o3, ficando com dois *loops* a tocar ao mesmo tempo que as batidas;
- 11 - Satisfeito com o *beat* que criou, é altura de gravar, e para isso, abre a gaveta presente na face direita da caixa;
- 12 - Concluída a gravação, o Tomás fecha a gaveta;
- 13 - Para ouvir o *beat* que criou e gravou, abre a porta situada na parte frontal da caixa;
- 14 - Após ter ouvido o seu *beat*, Tomás decide fechar a porta.

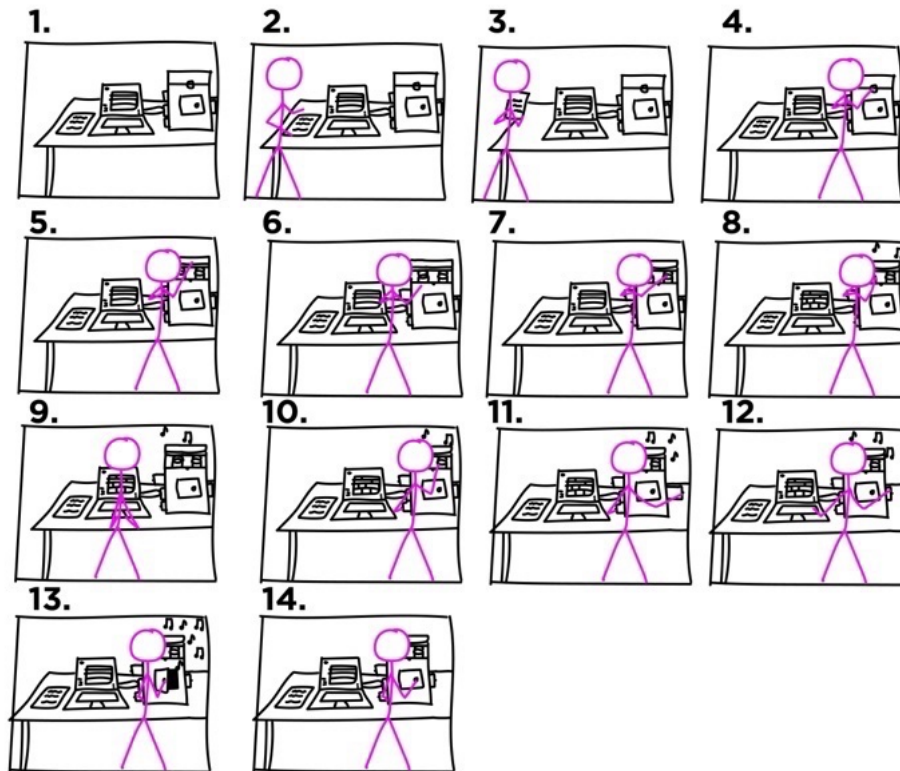


Figura 4.2: Imagens do storyboard

4.3 Interações

Tendo o artefacto definido, foi tempo de escolher as interações que gostava que o utilizador tivesse com o interface.

Acho que a principal interação é a parte em que o utilizador marca as batidas; um *beat* sem as batidas não é um *beat*, não é nada.

A interação que o utilizador tem com as gavetas dos *loops*, vem complementar a interação anterior, porque basicamente os *loops* estão presentes para complementar as batidas e o utilizador pode ou não usá-los.

A terceira interação que existe é a parte da gravação, sugestão referida aquando da minha defesa intermédia, em que basicamente permite ao utilizador gravar o que está a ser tocado.

Existe também a possibilidade de ouvir o que foi gravado, abrindo uma porta; esta interação vem complementar a interação da gravação.

De modo a eliminar batidas não desejadas, a parar a gravação, e por fim, fechar o programa, o utilizador vai ter de interagir com o computador.

Como queria desempenhar funções em 4 das 6 face da caixa, tive de fazer um estudo para ver em quais das faces assentavam melhor as funcionalidades.

Estudadas as possibilidades, estabeleci as funcionalidades do interface da seguinte forma:

Face	Ação do utilizador	Resultado
Face superior	O utilizador bate nos tampos no tempo que desejar.	A batida é tocada e marcada no sequenciador, para ser tocada em loop.
Face à esquerda	O utilizador abre a(s) gaveta(s).	A abertura da(s) gaveta(s) determina a amplitude em que os loops vão ser tocados.
Face à direita	O utilizador abre a gaveta.	Ao ser aberta, aciona a gravação do que está a ser tocado (loops e batidas).
Face frontal	O utilizador destranca e abre a porta.	Ao ser aberta, esta porta faz com que o que foi gravado anteriormente seja tocado.
Computador (mouse)	O utilizador usa o mouse para clicar nas batidas.	Ao clicar na(s) batida(s) marcada(s), elimina a batida.
Computador (teclado)	O utilizador clica na tecla.	Ao clicar na tecla [S], pára a gravação; ao clicar na tecla [Q], fecha o programa.

Figura 4.3: Interações definidas para o interface

4.4 Definição dos sons

Todos os sons utilizados no interface podem ser alterados, dependendo da vontade do utilizador.

Os sons que existem foram escolhidos por mim e são todos sons sem direitos de autor.

Optei por escolher, como predefinição, 4 sons de uma bateria para construir os *beats* e são eles: *drums*, *clap*, *hihat* e *snare*, respetivamente.

Os sons que escolhi para os 3 *loops* têm durações diferentes, sendo que o primeiro tem 8 segundos, o segundo tem 4 segundos e terceiro tem 2 segundos.

4.5 Produção de som

O processo de produção de um *beat* é bastante simples, o mais complicado está por trás do que nos permite produzi-lo. A conexão entre os 3 programas usados é o que nos permite produzir o nosso *beat* e esta produção está dividida entre estes 3 programas:

- **Arduino IDE**, que serviu para programar os ESPs 32 e respetivos sensores a eles ligados;
- **Processing**, para exibir o *display* e fazer uma certa conexão entre os dois programas;
- **PureData**, para processar o som e tocá-lo;

Basicamente, os três programas funcionam em linha, sendo que o Processing recebe mensagens vindas dos ESPs 32 e envia mensagens para o PureData.

Consequentemente, para estabelecer este envio e recebimento de mensagens, foi criada uma MQTT para podermos trocar estas mensagens entre ESP32 e Processing. É pela MQ Telemetry Transport (MQTT) que o ESP32 comunica ao Processing o que se está a passar, e o Processing, dependendo dessas mensagens decide o que exibir e o que mandar o PureData tocar.

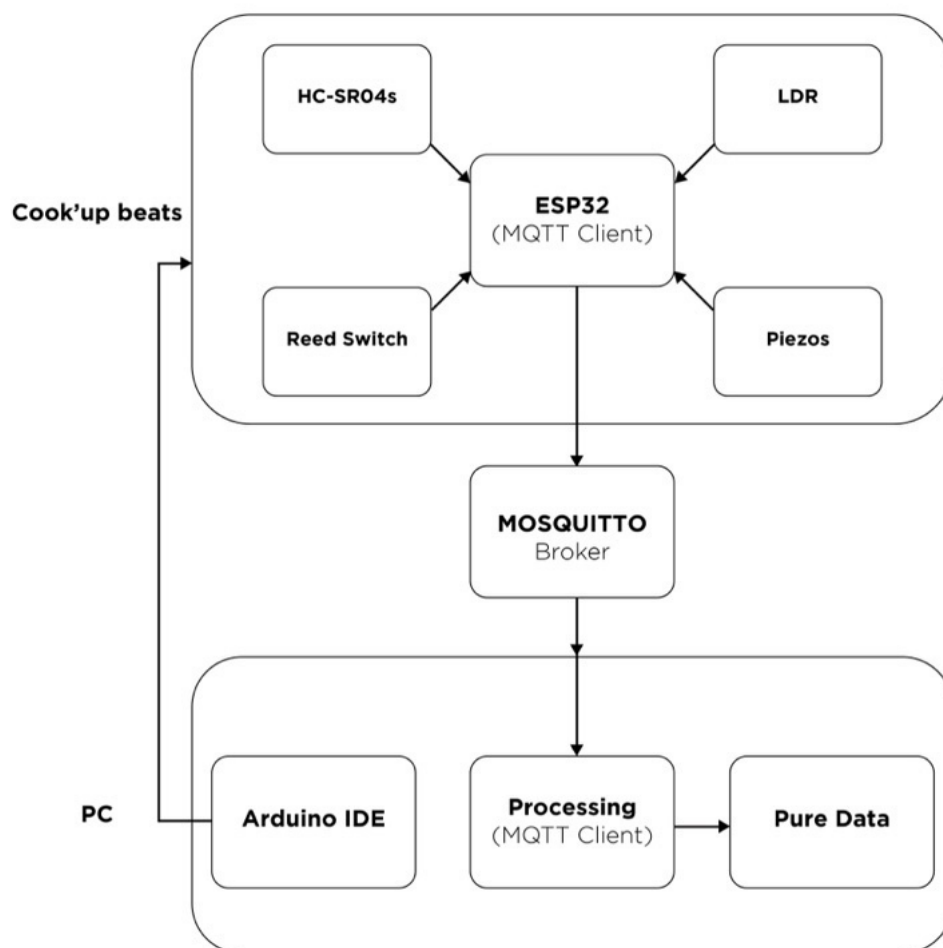


Figura 4.4: Representação gráfica da produção de som

This page is intentionally left blank.

Capítulo 5

Prototipagem

Ao mesmo tempo que a conceptualização deste projeto era aprimorada, comecei com o desenvolvimento do protótipo. Com o estudo dos requisitos e com toda a informação que vinha a recolher, fui desenvolvendo o protótipo que venho neste capítulo apresentar. Este capítulo vem mostrar o tópicos como o design e desenvolvimento do objeto físico, a implementação e uma estrutura final do sistema.

5.1 Design e desenvolvimento da parte física

Na primeira fase deste projeto, depois de já ter tomado a decisão do que iria desenvolver, comecei com a fazer alguns rascunhos da forma geral do objeto. Ao início tinha ideia de que a caixa se tornasse numa mesa de som, que fosse capaz de misturar áudios e mexer com as propriedades destes. Cada face da caixa estaria associada a uma propriedade da mesa de som, uma face seria para variar o volume, outra face seria para variar os baixos e outra para ligar e desligar, por exemplo. Como já referi anteriormente, foi a partir do momento em que apresentei esta ideia aos meus orientadores que surgiu toda uma quantidade de ideias que podia implementar neste projeto.

Com o passar do tempo, ideias surgiram, outras foram abandonadas e comecei o desenvolvimento da parte física do protótipo, ao mesmo tempo que a determinação dos componentes eletrónicos que iríamos utilizar.

Ao princípio tinha a ideia de estabelecer as faces da caixa como uma gaveta inteira, mas com o passar do tempo e visto que o material eletrónico iria ter de ficar todo no interior da caixa, reformulei o objeto, sendo que só em duas faces da caixa é que existem gavetas, apesar de no total serem quatro gavetas.

Desde o início tive a ideia de utilizar madeira MDF para a caixa propriamente dita; assim sendo, comecei por adquirir a madeira e estabelecer o tipo de montagem que iria desempenhar no futuro. Com alguns pedaços cortados com as medidas que desejava, foi tempo de montar as peças que já podiam ser montadas (ex: gavetas). O resto ficou em *stand-by*, para montar quando fosse possível.

Em termos de tamanho, cingi-me à ideia que tinha, de fazer um protótipo não muito pequeno, não muito grande; aos 30 centímetros da caixa, resolvi adicionar uma tampa, também ela feita de madeira, para proteger os tampos de percussão presentes na face superior.

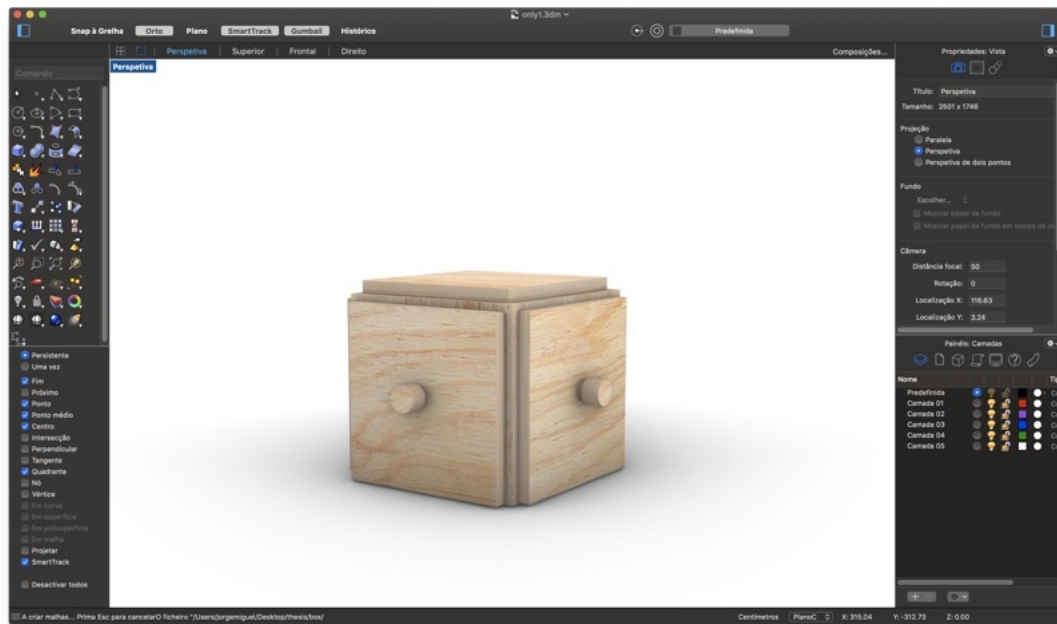


Figura 5.1: Rascunho da forma visual do artefacto

As gavetas, porta e fechadura precisaram de um certo planeamento para ver como seriam aplicadas. Para cada gaveta foram feitas guias e batentes, para abrirem e fecharem sem problemas. Foram também adicionados puxadores às gavetas e porta.

Mais no final quando já podia montar a caixa totalmente, foram pensados e aplicados alguns materiais para um melhor funcionamento do protótipo, tais como a fechadura que prende a tampa à caixa, um puxador para transportar a caixa, material para segurar a tampa e não deixar que esta caísse para trás e por fim, uma espécie de fechadura para a porta na face frontal, para que esta não abrisse enquanto se transportasse.

Por fim, resolvi pintar a caixa no seu exterior com algumas pistas, como os números dos *loops* (1, 2 e 3), o ícone de fazer "Play" e o ícone de gravação "REC", nas respetivas faces.



Figura 5.2: Aspeto final do protótipo

5.2 Implementação

Após ter decidido quais as funções que o interface poderia desempenhar, foi altura de escolher os componentes eletrónicos que seriam usados e implementá-los. Para além destes componentes presentes no objeto físico, vou também explicar as minhas escolhas em relação ao programa em Processing e explicar um pouco do programa em PureData.

5.2.1 Dispositivo geral

ESP32

Como dispositivo geral, usamos o modelo NodeMCU ESP32, que é compatível com *wi-fi* e *bluetooth*; similar ao ESP8266 que tínhamos pensado usar previamente, o ESP32 é também programado com o Arduino IDE; a mais valia deste dispositivo é mesmo a compatibilidade com *wi-fi*, que no caso do nosso interface, é usado para podermos estabelecer ligação ao *broker*.

Neste protótipo faço uso de 2 dispositivos ESP32, sendo um para estar programado com os sensores da face superior (piezos) e o outro programado com os restantes sensores das restantes faces.

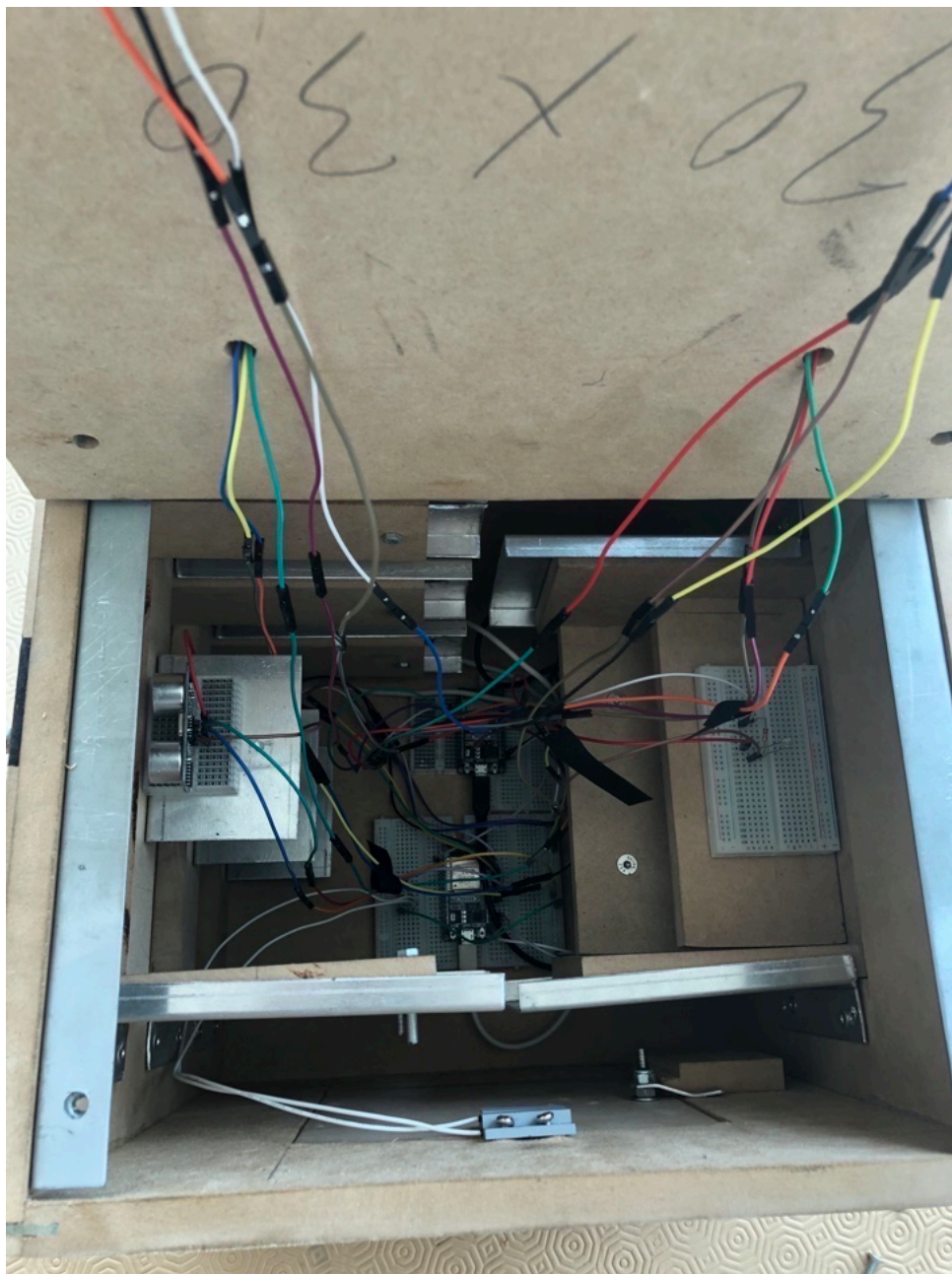


Figura 5.3: Fotografia da instalação, com os dois ESP32s em evidência no fundo da caixa

5.2.2 Sensores

Pastilhas piezo

Estes sensores são usados na parte dos tampos que estão presentes na face superior da caixa; vão receber as batidas nos tampos e assim fazer com que seja possível ouvir o som no momento do toque e também marcar o tempo em que o utilizador quer que um certo som seja tocado.

Estes sensores estão programados para quando o utilizador exercer uma batida no tampo correspondente, o ESP32 mandar uma mensagem para a MQTT com o valor de 1 no tópico correspondente, na qual o programa em Processing vai estar à escuta. Quando essa mensagem chegar, o Processing manda uma mensagem ao PureData para tocar o respetivo som e marca também aquela batida no devido sequenciador.

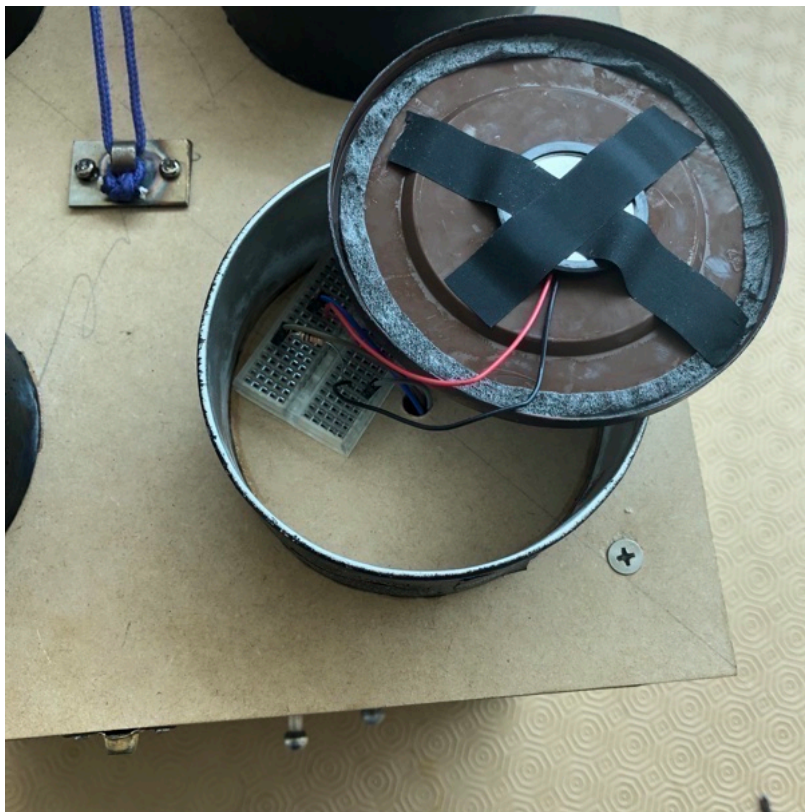


Figura 5.4: Fotografia de um dos 4 piezos

HC-SR04

São sensores de distância medida por ultra-sons; estão responsáveis por medir a amplitude da gaveta, quando esta se encontra aberta; cada uma das três gavetas na face da esquerda, tem predefinido um *loop* que o utilizador vai poder conjugar com a criação dos seus *beats*, com as suas batidas na face superior; quando a gaveta está totalmente aberta, o *loop* correspondente irá ser reproduzido com uma amplitude de 1, quando se encontra fechada, o *loop* está a ser reproduzido, mas desta vez com uma amplitude de 0, assim sendo o som deste *loop* não é audível; como podemos conjugar os *loops* com as batidas, podemos fazê-lo também entre *loops*, tocando vários ao mesmo tempo, com a amplitude que desejarmos.

Estes sensores estão programados para medir a distância a que a face da gaveta se encontra do sensor. O ESP32 está constantemente a transmitir ao Processing, via MQTT, a distância de cada um destes sensores. Se a distância a que a gaveta se encontra do sensor for de 3 centímetros ou menos, o Processing envia mensagem ao PureData para tocar aquela som mas com amplitude 0; se a distância for igual a 4 centímetros, a amplitude do som vai ser de 0.25; se for de 5 centímetros vai ser de 0.5; caso seja de 6 centímetros, a amplitude é de 0.75; por fim, se a distância for de 7 centímetros ou mais, a amplitude vai estar com o valor máximo de 1.

Distância $\leq$ 3 centímetros: amplitude 0

Distância = 4 centímetros: amplitude 0.25

Distância = 5 centímetros: amplitude 0.50

Distância = 6 centímetros: amplitude 0.75

Distância $\geq$ 7 centímetros: amplitude 1



Figura 5.5: Fotografia de um dos 3 sensores HC-SR04

Foto resistência LDR

Este sensor está responsável por medir o nível de iluminação; encontra-se dentro da gaveta presente na face da direita; esta gaveta é responsável pela gravação do que está a ser tocado, ou seja, quando o utilizar quiser gravar o *beat* que fez, vai abrir a gaveta; em condições normais, assim que abrir a gaveta, o nível de iluminação irá aumentar e o programa irá então gravar o que está a ser tocado no momento; quando fechar a gaveta, a gravação irá parar.

Este sensor está programado para receber a iluminação. Quando a iluminação é acima de um valor predefinido, ou seja quando a gaveta for aberta, o ESP32 vai enviar uma mensagem com o valor 1 no tópico correspondente e o Processing irá pedir ao PureData que comece a gravar o que está a ser tocado; quando fechar a gaveta e clicar na tecla [S], o PureData irá parar de gravar e acaba a duração do ficheiro.

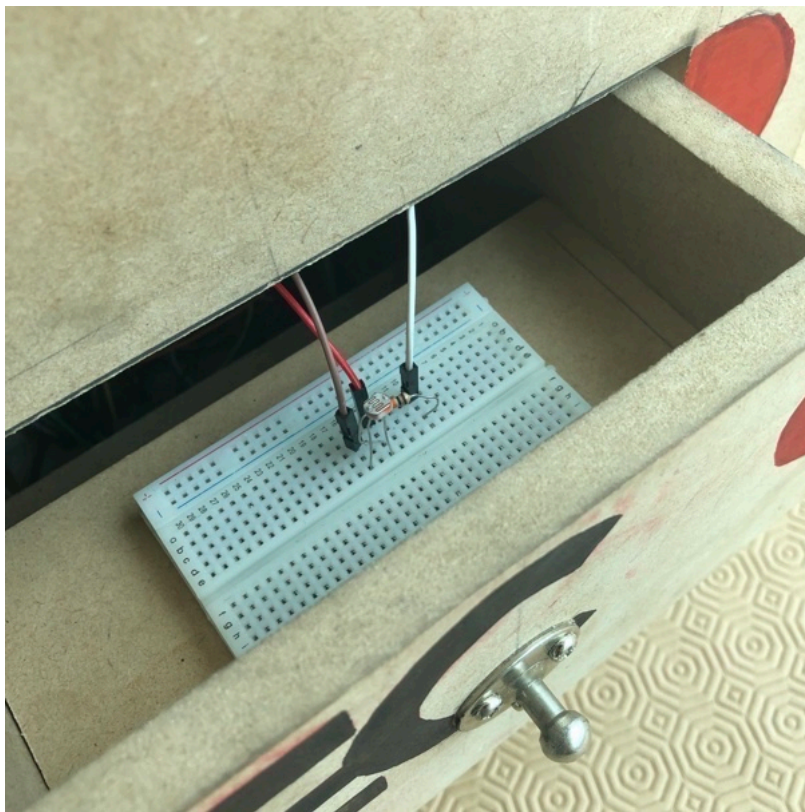


Figura 5.6: Fotografia do sensor LDR

Reed switch

Para complementar o sensor anterior, a intenção do *reed switch* é dizer ao programa que o utilizador quer ouvir o que foi gravado anteriormente; este sensor encontra-se no interior da caixa mas está comprometido com a porta presente na face frontal da caixa; esta porta ao ser aberta, irá acionar o programa e este irá tocar o que foi gravado.

Quando o *reed switch* é separado, ou seja, quando a porta abre, o respetivo ESP32 vai enviar uma mensagem com o valor de 1 no tópico destinado, via MQTT; o Processing recebe esta mensagem e ordena ao PureData que toque o ficheiro que foi gravado anteriormente.



Figura 5.7: Fotografia do sensor reed switch

5.2.3 Processing

Como já disse anteriormente, a função do Processing neste projeto é uma função intermediária, visto que recebe mensagens de um programa e envia mensagens para o outro.

Para além disto, a função do Processing é também dar ao utilizador uma visão do que está a fazer aquando da interação com o protótipo.

Desde cedo comecei a desenvolver alguns programas em Processing, visto que era o programa que ia dar o aspeto visual ao projeto e ao que estava a acontecer no momento.

Comecei por desenvolver alguns programas, cada um dedicado a uma função diferente do protótipo, desde controladores de volume de som até a um sistema de batidas.

Com o passar do tempo fui juntando os programas, o que resultou neste *display* da figura 5.8.

Organizei o *display* de forma a estarem representadas todas as funções que podem ser desempenhadas pelo interface para criar um *beat*. Como foco principal, encontram-se os sequenciadores que estão ligados à face superior, onde o utilizador vai ditar as batidas. São 4 linhas, uma para cada tempo, para cada som diferente. Cada linha tem um total de 16 células em que existe sempre uma que está a piscar, variando com o tempo, ou seja, quando existir uma batida num certo tempo, essa célula que está a branco passa a cinza e da próxima vez que a célula branca lá passar, vai ser tocado o som correspondente.

Mais abaixo, do lado esquerdo, estão os controladores de volume dos *loops* que, neste caso, não controlam, servem apenas para visualizar qual a amplitude a que está a ser tocado o *loop*. Para variar o volume dos *loops* apenas se pode utilizar as gavetas presentes na fase à esquerda do protótipo. Estes controladores foram feitos a partir da biblioteca ControlP5 do Processing.

Do lado direito, é onde se encontram visíveis as informações de gravação e posterior reprodução do que foi gravado; quando o interface se encontra a gravar, o primeiro botão fica vermelho e quando o utilizador decide tocar o que gravou, o botão abaixo fica a verde.

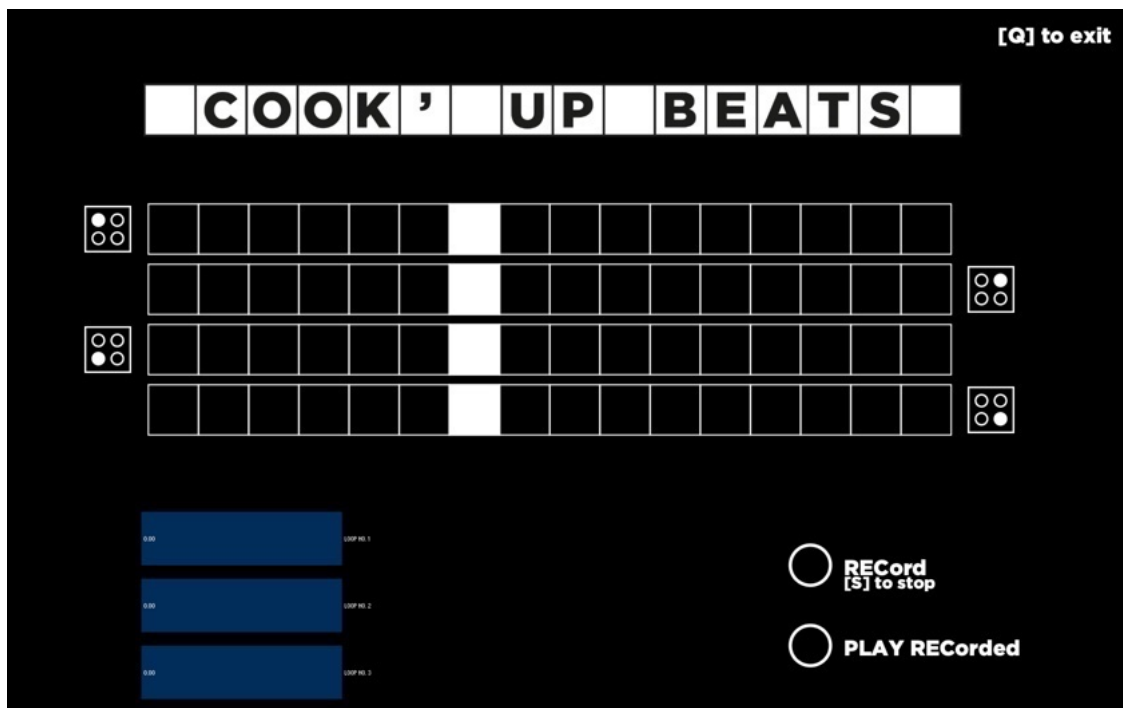


Figura 5.8: Aspeto visual do programa em Processing

5.3.2 Diagramas dos circuitos

Abaixo, nas figuras 5.10 e 5.11, estão representados os dois circuitos que implementei no protótipo.

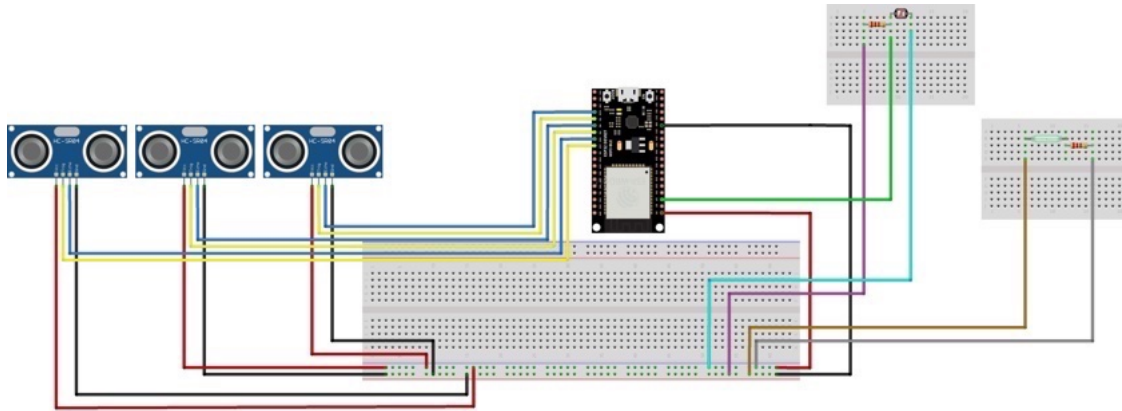


Figura 5.10: Diagrama do circuito geral

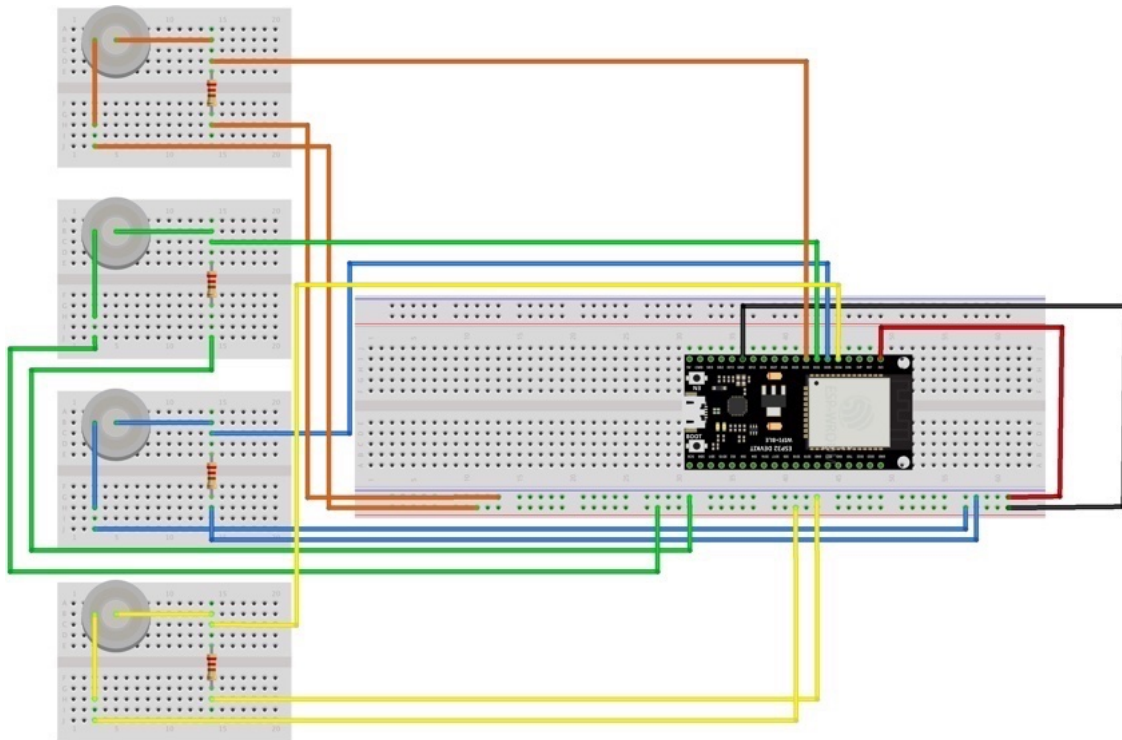


Figura 5.11: Diagrama do circuito dos piezos

5.3.3 Dados transmitidos

Esta secção contém os dados transmitidos por cada tipo de sensor presente no nosso protótipo.

HC-SR04

Este sensor transmite a distância a que o sensor se encontra da gaveta;

Reed Switch

Este sensor transmite os valores 0 e 1, 0 para quando está fechado, 1 para quando está aberto;

LDR

Este sensor avalia o nível da luminosidade, quando está acima do valor definido, transmite o valor 1, quando não está, transmite 0;

Piezo

Este sensor transmite apenas o valor 1, para quando é tocado;

This page is intentionally left blank.

Capítulo 6

Testes, resultados e observações

Para completar este trabalho, conduzi um conjunto de testes para conseguir analisar e avaliar o protótipo. Ao longo do desenvolvimento deste projeto, o protótipo estava constantemente a ser testado por mim mesmo, fosse para a continuação do desenvolvimento, fosse para corrigir algo que estivesse mal. Após construir um manual de usabilidade, pedi a quatro pessoas que testassem o protótipo para no final responderem a um questionário sobre estes testes de usabilidade. Os testes serviram para avaliar especialmente a responsividade do protótipo relativamente ao som que era criado e a ligação visual entre o protótipo e o *display* mostrado no computador.

Na parte final deste capítulo, redigi uma análise e reflexão pessoal relativamente às informações que coligi durante os testes de usabilidade.

6.1 Testes de usabilidade

Estes testes de usabilidade foram estruturados para o utilizador ler o manual de usabilidade e ao mesmo tempo ir testando protótipo.

Quando tivesse testado as 4 faces interativas do protótipo, era aconselhado ao utilizador que criasse um *beat* da forma que quisesse, estando já familiarizado com as formas de o fazer. Quando acabado o teste, era pedido que respondesse a um questionário sobre o teste que tinha acabado de fazer.

Todo o processo de criação de *beats* é acompanhado pelo *display* no computador, *display* esse que foi também programado em Processing. Serve para tornar o *beat* mais visual e para o utilizador ir acompanhando o que está a criar. Além dos sequenciadores para cada um dos tampos, existe também informação relativa ao volume dos *loops*, à gravação quando está a ser feita e quando está a ser tocada. O *display* no computador é maioritariamente informativo sendo que as interações com o computador são poucas: eliminar batidas indesejadas com o rato clicando sobre a batida, clique na tecla [S] para parar a gravação que clicando na tecla [Q] para fechar o programa.

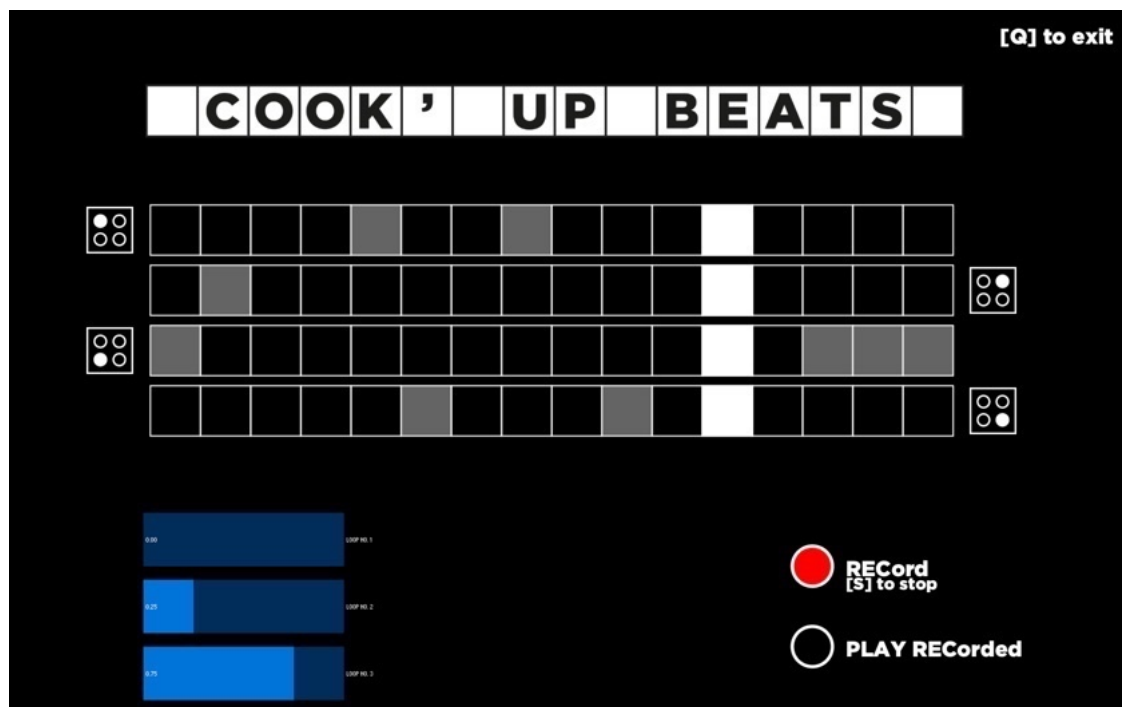


Figura 6.1: Screenshot do display durante a gravação de um beat

Sound library

Os sons do protótipo são usados em duas das faces da caixa e são tocados pelo PureData segundo mensagens vindas do programa em Processing via Open Sound Control. Na face superior estão presentes 4 sons diferentes: o *Kick*, o *Clap*, o *HiHat* e o *Snare*. Estes são sons retirados de um programa de música grátis chamado FL Studio. Já os outros 3 sons, presentes na face dos *loops*, à esquerda, são sons grátis retirados do site *freesound.org* que após descarregados, foram cortados de forma a terem uma duração coerente entre eles, mesmo tendo durações diferentes. Isto foi feito no programa Audacity.

Loop nº1 (8 segundos) - <https://freesound.org/people/scruzmusic/sounds/510782/>

Loop nº2 (4 segundos) - <https://freesound.org/people/szegvari/sounds/516443/>

Loop nº3 (2 segundos) - <https://freesound.org/people/The-Sacha-Rush/sounds/71409/>

6.2 Processo de experimentação

Como já disse anteriormente, o processo de experimentação é acompanhado pelo manual de usabilidade. Ao mesmo tempo que o utilizador vai lendo o manual, vai testando as respetivas partes.

O teste começa pela parte superior, onde o utilizador abre a tampa protetora no topo da caixa. Sempre apoiado pelo *display* no computador, é pedido que o utilizador bata nos tampos e que verifique se a batida foi tocada e marcada corretamente no sequenciador, isto para todos os tampos, começando pelos dois que estão atrás e passando para os dois que estão à frente. Caso tenha marcado mais do que a batida desejada, o utilizador deve ir ao computador e com o rato, clicar sobre a(s) batida(s) indesejadas para assim as apagar.

A seguir vem a face à esquerda (de quem olha de frente para o artefacto), a face dos *loops*, em que se pretende que o utilizador abra as gavetas e teste as várias amplitudes a que os sons vão ser tocados, começando pela gaveta nº1, que está mais acima, passando para a gaveta nº2, a gaveta do meio e finalmente passando para a gaveta nº3, a gaveta mais abaixo desta face.

A face à direita dispõe da gaveta responsável por iniciar a gravação do que está a ser tocado. Pede-se, então, ao utilizador que misture as batidas e os *loops* que quiser, a seu gosto, e quando quiser gravar, tem de abrir a gaveta nesta mesma face. Quando a gaveta está aberta, encontra-se a gravar o que está a ser tocado naquele momento. Quando quiser terminar a gravação, o utilizador tem de fechar a gaveta e por fim clicar na tecla [S] para terminar a gravação.

Por último, usa-se a face frontal, onde o utilizador pode ouvir o que gravou anteriormente. Para isso, precisa de destrancar a porta e abri-la. Quando tiver ouvido, deve voltar a fechar a porta.

Não consta no manual de usabilidade, mas no fim e se o utilizador o desejar, é aconselhado que este crie um *beat* como bem entender, visto que já está mais familiarizado com o protótipo *Cook'up beats*.



Figura 6.2: Processo de experimentação

6.3 Coleção e análise de dados

Um total de 4 pessoas testaram o protótipo que desenvolvemos. Com idades entre os 22 e 23 anos, o *Cook'up beats*, foi testado por 3 rapazes e 1 rapariga, sendo que apenas 1 deles tem experiência musical.

À **primeira parte** do questionário, relativamente à introdução da interface e à face superior, os utilizadores mostraram-se agradados, sendo que à primeira avaliação referente à pergunta "Avalie de 1 a 5, a responsividade do interface em relação ao momento de toque nos tampos (reprodução sonora momentânea e posterior)", a média de respostas de 1 a 5 foi de 4, o que corresponde ao nível Bom.

Na segunda pergunta "Avalie de 1 a 5, o volume do som reproduzido.", a média de respostas foi de 4.5 o que significa que a média está entre o Bom e Muito Bom.

Relativamente ao aparecimento de algum erro, o utilizador n^o2, detetou que por vezes quando exercia mais força nas batidas, o programa marcava a batida em mais que um sequenciador. O resto dos utilizadores não teve nada a acrescentar.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	1	4	3

Tabela 6.1: Respostas à 1^a parte (face superior)

Passando para a face à esquerda do protótipo, a média de respostas à pergunta "Avalie de 1 a 5, a responsividade do interface em relação ao momento de abertura e fecho das gavetas." foi 3.5, ou seja, está entre o Razoável e o Bom.

Na segunda pergunta desta face "Avalie de 1 a 5, o controlo do som reproduzido.", a média de respostas dos utilizadores foi de 3.25, correspondendo então ao nível Razoável.

Relativamente ao aparecimento de erros, o utilizadores n^o2 e n^o3 ditaram que o volume do *loop* n^o3 estava baixo relativamente aos outros *loops*, sendo que o utilizador n^o3 ainda referiu o seguinte "Houve uma situação em que o controlador do *loop* n^o1 estava intermitente e de repente deixou de haver som". Este erro deve-se ao facto do sensor ultra-sons estar a detetar uma distância entre dois valores e com isto o ESP32 está a variar as mensagens desse mesmo sensor nos dois valores.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	1	4	3	0

Tabela 6.2: Respostas à 1^a parte (face à esquerda)

Na face da direita, à primeira pergunta "Avalie de 1 a 5, a responsividade do interface em relação ao início e posterior fim de gravação.", os utilizadores tiveram uma média de respostas de 4.75, que arredondando dá nível Muito Bom.

Não foram detetados erros pelos utilizadores referente à face de gravação.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	0	1	3

Tabela 6.3: Respostas à 1^a parte (face à direita)

Na quarta e última face, da primeira parte, os utilizadores, à pergunta nº1 "Avalie de 1 a 5, a responsividade do interface em relação à reprodução do som anteriormente gravado.", responderam com uma média de 4.5, que se encontra entre Bom e Muito Bom.

Relativamente à pergunta seguinte "Avalie de 1 a 5, o volume do som reproduzido.", teve uma média de respostas de 4.75, ou seja, está muito perto do nível Muito Bom.

Também nesta face, não foram encontrados erros por parte dos utilizadores.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	0	3	5

Tabela 6.4: Respostas à 1ª parte (face frontal)

Na **segunda parte** do questionário, relativamente à produção do *beat* e à face superior, os utilizadores, à primeira pergunta "Avalie de 1 a 5, o método escolhido para esta face." responderam com uma média de 4.5, que está entre o nível Bom e o Muito Bom.

Na segunda pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de qualidade da ligação entre o som e o apoio visual dos sequenciadores." o nível de respostas ficou em 4, o que significa um nível Bom.

À terceira pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de satisfação referente a esta face." o nível de respostas foi também de 4, um nível Bom.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	2	6	4

Tabela 6.5: Respostas à 2ª parte (face superior)

Relativamente à face da esquerda, à pergunta "Avalie de 1 a 5, o método escolhido para esta face." os utilizadores responderam e obtivemos uma média de 4.25, mais perto do nível Bom do que do nível acima.

Na segunda pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de qualidade entre o som e o apoio visual fornecido com os controladores.", os utilizadores responderam com uma média de respostas de 3.25, o que significa um nível Razoável.

Na terceira pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de satisfação referente a esta face." os utilizadores responderam com nível Razoável, sendo que a média de respostas foi de 3.25.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	3	7	2

Tabela 6.6: Respostas à 2ª parte (face à esquerda)

Na face de gravação, face à direita, os utilizadores responderam com um nível de 4.5 à pergunta "Avalie de 1 a 5, o método escolhido para esta face.", tendo assim um nível entre o Bom e o Muito Bom.

Na segunda pergunta relativa a esta face, os utilizadores, à pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de qualidade entre a interação e o apoio visual.", responderam com uma média de 4.75, o que está mais perto do nível Muito Bom.

À terceira pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de satisfação referente a esta face.", os utilizadores tiveram uma média de respostas de 4.75, o que resulta num valor Muito Bom.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	0	4	8

Tabela 6.7: Respostas à 2ª parte (face à direita)

Na última face, na face frontal, à pergunta "Avalie de 1 a 5, o método escolhido para esta face.", os utilizadores responderam com um nível de 5, ou seja, um nível Muito Bom.

À segunda pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de qualidade entre a interação e o respetivo resultado, considerando o apoio visual.", os utilizadores responderam com uma média de 4.5, o que significa que se encontra entre o nível Bom e Muito Bom.

Na última pergunta relativa à face frontal "Avalie de 1 a 5, o grau de satisfação referente a esta face.", os utilizadores responderam com um nível de 4.5 que se encontra então, num nível entre o Bom e o Muito Bom.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	0	4	8

Tabela 6.8: Respostas à 2ª parte (face frontal)

Na última parte, das perguntas mais gerais, à primeira pergunta "Avalie de 1 a 5, o projeto Cook'up beats.", os utilizadores responderam com uma média de 4.5, o que significa um nível entre Bom e Muito Bom.

À segunda pergunta "Avalie de 1 a 5, o grau de facilidade de utilização do protótipo.", os utilizadores responderam com um nível médio de 5, ou seja, um nível Muito Bom.

À terceira pergunta "Avalie de 1 a 5, o nível de diversão que sentiu ao utilizar a interface.", os utilizadores responderam com um nível médio de 4.75, um nível que está mais próximo do Muito Bom.

Nota	1	2	3	4	5
Respostas	0	0	0	3	9

Tabela 6.9: Respostas à 3ª parte (geral)

Na quarta pergunta, onde pedia que indicassem pelo menos dois aspetos negativos da experiência, o utilizador n^o1 referiu os barulhos das gavetas e das batidas interferirem com os sons vindos do computador. O utilizador n^o2 referiu a questão dos *loops* estarem com uma amplitude intermitente e referiu também a face superior, quando se marcavam batidas indesejadas noutros sequenciadores. O utilizador n^o3 referiu o barulho das gavetas quando abrem e também a questão dos sensores usados na face da esquerda, talvez não fossem os indicados. O utilizador n^o4 referiu o facto de só haver *loops* com violinos e que não era defeito se todos tivessem a mesma duração.

Na quinta pergunta, onde pedia que indicassem pelo menos dois aspetos positivos da experiência, o utilizador n^o1 respondeu com divertido e viciante, o utilizador n^o2 com revolucionador e engraçado, o utilizador n^o3 com simples e divertido, o utilizador n^o4 com divertido e fácil uso.

Após recolher estas informações, decidi fazer alterações para tentar melhorar alguns dos aspetos que os *testers* enumeraram. Em relação às batidas que se marcavam indesejadamente, entendo isto como uma *feature* e não um defeito, sendo que serve como aprendizagem para o utilizador. Ao marcar estas batidas está também a testar a força que deve exercer quando bate nos tampos. Com mais batidas, o utilizador percebe qual será a força indicada para usar quando bate nos tampos e, por vezes, até pode dar um bom *mix* de sons e o utilizador acabar por gostar de ouvir os vários sons juntos. Quanto há intermitência dos controladores dos *loops*, resolvemos adicionar condições ao nosso código em Processing, de modo a que a intermitência não fosse tão grande. Decidi corrigir também o volume dos *loops*, para estes terem uma melhor coerência entre si. Estas foram as mudanças que fiz desde que o protótipo foi testado.

6.4 Análise e reflexão pessoal

Com a criação deste interface, o nosso objetivo principal, foi sempre criar um interface sonoro, que reunisse as condições para a criação de *beats* ou melodias musicais, que pudessem ser aplicados em qualquer tipo de música. Quando acabado, o protótipo, conseguimos perceber que o nosso objetivo foi cumprido e é possível ao utilizador, criar *beats*, o utilizador consegue misturar os sons e arranja-los da forma que desejar, dentro dos 16 tempos possíveis. O nosso propósito nunca foi conceber um interface para a criação de uma música inteira, mas por norma os *beats* são *loops* de sons arranjados e misturados, o que quer dizer que com o nosso interface, é possível concretizar o *beat* para uma música. Os sons escolhidos são ao meu gosto, mas é possível alterá-los, o que dá mais liberdade ao utilizador para a sua criatividade e o seu gosto.

Existe ainda uma infinidade de alterações e adições que podemos fazer, desde logo me lembro de adicionar controladores de volume para os sons das batidas, presentes na face superior ou, por exemplo, um controlar que nos permitisse alterar os batimentos por minuto, que iria resultar numa variação do ritmo do *beat*. Existem mais possibilidades, mas penso que com esta primeira versão do Cook'up *beats*, é possível divertirmo-nos enquanto criamos *beats* e enquanto fazemos música. Com a possibilidade de gravarmos os *beats* que misturámos, estamos a dar ao utilizador, inúmeras chances de construir música, sendo que podemos fazer muitas variantes dum certo *beat*.

Olhando também para os resultados dos testes de usabilidade, verificamos que apesar de mínimos defeitos, os utilizadores aproveitaram o protótipo e divertiram-se ao fazer uso dele. Tiveram uma experiência positiva, o que é bastante reconfortante.

Concluindo, acho que o Cook'up *beats* é um interface totalmente capaz de proporcionar tempos de criação e diversão às pessoas que quiserem criar *beats* de uma forma menos banal.

Capítulo 7

Conclusão

Esta dissertação de mestrado consistiu no desenvolvimento de um interface sonoro baseado em objetos físicos instrumentados para criação de *beats*.

A conceção deste interface pretendia explorar formas de criação de *beats* mais intuitivas e que inovassem em relação às soluções já existentes. Hoje em dia existem muitos programas que são capazes de nos oferecerem as ferramentas necessárias para compor *beats*. Também existem equipamentos eletrónicos que ajudam na tarefa. O Cook'up *beats* vem contrariar um pouco esse mundo tecnológico ao oferecer aos seus utilizadores uma forma pouco habitual de fazer *beats*: à custa de um pequeno móvel em madeira. É quase como uma junção do convencional toque de uma bateria com as tecnologias totalmente avançadas que temos hoje, uma união do antigo com o novo. Com um pouco de imaginação e sem muito esforço, podemos criar um *beat* manipulando gavetas e percutindo o objeto, abrir uma gaveta para o guardar/gravar, abrir-lhe a porta para ele sair cá para fora e fazer-se ouvir. É quase como se tivéssemos algo preso e enjaulado e quando lhe abrimos a porta, este solta-se e deixa-se ouvir, é algo que criamos e mais tarde soltamos.

O foco da nossa dissertação era, sem dúvida, criar um interface sonoro que reunisse as condições para criar *beats* que pudessem depois ser usados para compor músicas, por exemplo. Com o passar do tempo, percebemos que podíamos tornar esta ação em algo mais divertido, percebemos que todo o processo de criação de um *beat* pode ser menos complexo do que inicialmente se pensa.

Todo o desenvolvimento deste projeto, nomeadamente a definição dos sons que podem ser alterados dependendo das preferências de cada um, a integração das tecnologias usadas no protótipo, foi um processo bastante estimulante, desde logo por se tratarem de áreas de interesse pessoal. Todo este processo contribuiu para um crescimento do conhecimento nas várias áreas abordadas, desde a definição das interações ao processamento do som, da teórica à prática.

Penso que criámos um interface que nos oferece as ferramentas necessárias para a criação de *beats* como pretendíamos. O processo de experimentação e o *feedback* que recebemos dos utilizadores que testaram o protótipo e responderam ao questionário dos testes de usabilidade permitem-nos considerar que os objetivos inicialmente definidos foram cumpridos. Além disso, o Cook'up *beats* é suficientemente flexível para que possa evoluir posteriormente: novas funcionalidades podem ser adicionadas e as que já existem podem ser melhoradas.

Em suma, encontro-me satisfeito com o resultado deste projeto e espero que, tal como eu, outras pessoas se divirtam a explorar estas áreas de estudo e que ofereçam mais soluções ou mais ferramentas para este género de criação artística. Espero que outros colegas aproveitem a oportunidade de desenvolver a dissertação de mestrado para fazerem, tal como eu, algo de que gostem.

This page is intentionally left blank.

Referências

- [1] Spiritual Workshop. Guido d'arezzo, 2019. *<http://www.negrospirituais.com/index.html>.
- [2] Kate Finan. The history of sound design, 2017. *<https://www.boomboxpost.com/blog/2017/7/16/the-history-of-sound-design>.
- [3] Academia musical. Como criar beats de hip hop, 2014. *<https://www.academiamusical.com.pt/tutoriais/como-criar-beats-de-hip-hop/>.
- [4] Izotope. Beat making 101: How to make a beat, 2021. *<https://www.izotope.com/en/learn/beat-making-101-how-to-make-a-beat.html>.
- [5] Sidney Fels Tina Blaine (Bean) Ivan Poupyrev, Michael J. Lyons. New interfaces for musical expression, 2001. *nime.org.
- [6] Chair of Media Design. Shaping sounds, 2013. <https://www.youtube.com/watch?v=7JWutrp3Zh4>.
- [7] Chantelle ko. Globe, 2020. *<https://www.chantelleko.com/masters-thesis.html>.
- [8] Gilda Negrini Riccardo Vendramin. Musicink, 2020. *<https://www.bareconductive.com/make/musicink/>.
- [9] Martin Kaltenbrunner Sergi Jordà, Günter Geiger and Marcos Alonso. Reactable, 2005. *<http://reactable.com/>.
- [10] Officine Tesla. Tacto, 2015. *<http://www.officinetesla.it/https://vimeo.com/131434965/>.
- [11] Ernest Warzocha. Musi, 2015. *<https://www.behance.net/gallery/31993625/Musi-hear-the-melody-of-space>.
- [12] Beatriz Mota Lúcia Pinto. Echo, 2016. *<http://www.officinetesla.it/https://vimeo.com/131434965/>.
- [13] Cassidy Cloupet Patrick Cenita Murray King Reina Takeuchi William Richardson-Davis Erin O'Rourke Matilda Skelhorn Romain Quessaud Morgan Hill Kathryn Harvey James Dwyer Thomas Long Rani Shanks Jayden Grogan Alexa Dewar, Andy Ward. Soundline, 2019. *<https://awards.ixda.org/entry/2019/soundline/>.
- [14] Tim Krahmer. Kravox, 2018. *<https://www.instructables.com/Kravox-Wireless-Motion-and-Touch-Sensing-Musical-I/>.
- [15] João Bicker Penousal Machado Pedro Martins, Tiago Martins. Mobiliário sonoro, 2017. *<https://cdv.dei.uc.pt/mobiliario-sonoro/>.

- [16] Francisco Sousa. *Jack-in-the-Mug - An interface to assist in the production of Foley sound effects*. 2020.
- [17] Realejo/barrel organ. [**https://www.britannica.com/art/barrel-organ](https://www.britannica.com/art/barrel-organ)<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/505728>.
- [18] Gramofone/grafonola. [*https://www.britannica.com/technology/phonograph](https://www.britannica.com/technology/phonograph)<https://www.loc.gov/collections/edison-company-motion-pictures-and-sound-recordings/articles-and-essays/history-of-edison-sound-recordings/history-of-the-cylinder-phonograph/>.
- [19] Piano roll. [*https://www.britannica.com/art/player-piano](https://www.britannica.com/art/player-piano).
- [20] Jukebox. [*https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/computers-and-electrical-engineering/computers-and-computing/jukebox](https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/computers-and-electrical-engineering/computers-and-computing/jukebox)<https://www.homeleisuredirect.com/blog/jukeboxes/jukeboxes-complete-history.html>.
- [21] Caixa de música. [*https://www.britannica.com/art/music-box](https://www.britannica.com/art/music-box).
- [22] Franco Molina. Drumcube, 2019. [*https://www.instructables.com/DrumCube-an-Arduino-Robot-Drummer/](https://www.instructables.com/DrumCube-an-Arduino-Robot-Drummer/).
- [23] Michael Schultes. Sitisizer, 2017. [*https://www.youtube.com/watch?v=5sQvgKvmS0E](https://www.youtube.com/watch?v=5sQvgKvmS0E)<https://www.betzenbichler.com/media-art/>.
- [24] Wallace Hobbes Daniel Lopez Tadeo Sendon Kacper Ziemianin Dom Aversano Susanna Garcia Tim Murray-Browne, Panagiotis Tigas. Cave of sounds, 2012-2018. [*http://caveofsounds.com](http://caveofsounds.com)<https://vimeo.com/76453883>.
- [25] Anders Lind. Lines, 2016. [*https://www.youtube.com/watch?v=hP36xoPXDnM](https://www.youtube.com/watch?v=hP36xoPXDnM)<http://www.soundlikelind.se/>.
- [26] Pascal Broccolichi. Table d'harmonie, 2013. [*http://www.pascalbroccolichi.com/index.php?/projets/table-dharmonie/](http://www.pascalbroccolichi.com/index.php?/projets/table-dharmonie/).
- [27] F. Alton Everest. *The Master Handbook Of Acoustics, 4th edition*. 2001.
- [28] Andrew James Farnell. *Designing sound: procedural audia research based on the book by Andy Farnell*. 2012.
- [29] Luís Henrique. *Acústica Musical*. 2002.
- [30] Pasco Academy. Sound waves. [*-https://www.pasco.com/products/guides/sound-waves](https://www.pasco.com/products/guides/sound-waves).
- [31] Richard E. Berg. Sound - physics, 1998. [*https://www.britannica.com/science/sound-physics](https://www.britannica.com/science/sound-physics).
- [32] René Moreau. The emission, propagation and perception of sound, 2019. [*https://www.encyclopédie-environnement.org/en/physics/emission-propagation-and-perception-of-sound/](https://www.encyclopédie-environnement.org/en/physics/emission-propagation-and-perception-of-sound/).
- [33] Phill Burk. *Music and Computers A Theoretical and Historical Approach*. 2011.
- [34] Brandon Labelle. *Site of Sound: Of Architecture and the Ear*. 1999.

- [35] Douglas Repetto Mary Roberts Dan Rockmore Phill Burk, Larry Polansky. Music and computers, 2011. *<http://musicandcomputersbook.com/>.
- [36] Jeff Regester. The rubens' flame tube: Seeing sound through fire, 2011. *<https://www.youtube.com/watch?v=pWekXMZJ2zM>.
- [37] Oğuzhan Özcan Koray Tahiroğlu and Antti Ikonen. *Design Issues*. 2014.