



CATÓLICA  
ESCOLA DAS ARTES

---

PORTO

## Gear VS Knowledge

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Design de Som

*Rodrigo Belo Veiga de Macedo*

Porto, julho de 2024



CATÓLICA  
ESCOLA DAS ARTES

---

PORTO

## Gear VS Knowledge

Relatório de Estágio apresentado à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Design de Som

Especialização em  
Design de Som

*Rodrigo Belo Veiga de Macedo*

Trabalho efetuado sob a orientação de

Cláudio Lago Tavares

Porto, julho de 2024



## **Dedicatória**

Quero dedicar este trabalho em primeiro lugar ao meu irmão que esteve sempre disponível para me ajudar. Aos meus pais que sempre me apoiaram, que proporcionaram a concretização da minha licenciatura de som e imagem e do mestrado de Som e Imagem com especialização em design na Universidade Católica Portuguesa - Centro Regional do Porto.

A todos os professores que me deram a conhecer o mundo do áudio visual. Dando-me a conhecer esta área das artes através de todo o conhecimento que comigo partilharam, pela disponibilidade das instalações e pela possibilidade de podermos sempre requisitar todo o material necessário para produzirmos os nossos trabalhos. A todos os funcionários da Universidade Católica Portuguesa - Centro Regional do Porto por cuidarem e manterem a universidade a funcionar sempre nas melhores condições.

A todos os meus amigos e familiares que me apoiaram e incentivaram nesta jornada.

Aos meus novos amigos e mentores de estágio na RedBox Studios, Catarina Silva e Jorge Lopes e à Daniela Alves fotógrafa da RedBox pelo seu apoio.

Quero agradecer também aos restantes colaboradores da RedBox Studios, Albano, Daniel e Miguel da banda Apotheus por partilharem comigo o seu estúdio, proporcionando-me a oportunidade de aprender todo o processo do que é uma produção musical e por me terem deixado usar as suas instalações como o meu laboratório de som para produzir as minhas experiências e pesquisa para a concretização do relatório de estágio.

## **Agradecimentos**

A todos aqueles que, mesmo sem o saberem, me inspiraram.

## Resumo

Este relatório tem como objetivo fazer uma reflexão das funções desenvolvidas ao longo do estágio curricular como engenheiro de gravação e mistura auxiliar na RedBox Studios, no âmbito de produção musical. Atendendo à diversidade de trabalho no departamento de som do estúdio, durante 6 meses foram postos em prática conhecimentos e capacidades adquiridas ao longo da formação obtida no mestrado em Som e Imagem com especialização em Design de Som. A seguinte dissertação inclui um estudo no qual são debatidas as necessidades essenciais para uma produção musical com qualidade profissional, debruçando os temas conhecimento e experiência na área contra a necessidade de ter ferramentas topo de gama e de qualidade profissional para a concretização de uma boa produção.

No final, percebemos que o engenheiro da RedBox Studios teve mais votos do que o eu. Percebemos então que, um profissional que já tenha experiência com um determinado equipamento, consegue extrair o máximo dele.

**Palavras-Chave:** Produção Musical, Captação de Som, Interface de Áudio, Edição, Mistura, Microfone

## Abstract

The aim of this report is to reflect on the work carried out during my internship as an assistant recording and mixing engineer at RedBox Studios, in the field of music production. Given the diversity of the work in the studio's sound department, over the course of six months I put into practice the knowledge and skills acquired during my training in the Master's Degree in Sound and Image with a specialization in Sound Design. The following dissertation includes a study in which the essential needs for professional-quality music production are discussed, focusing on knowledge and experience in the field versus the need to have top-of-the-range, professional-quality tools to achieve a good production.

In the end, we realized that the engineer from RedBox Studios had more votes than me. We then realized that a professional who already has experience with a particular piece of equipment can get the most out of it.

**Keywords:** Music Production, Sound Capture, Audio Interface, Editing, Mixing, Microphone

## Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Estrutura do Relatório.....	1
1.2	Contexto.....	1
1.3	Entidade Acolhedora .....	1
1.4	Motivação .....	2
1.5	Objetivos.....	2
1.6	Metodologia.....	3
1.7	Cronograma de Atividades .....	3
2	Estado da Arte .....	5
2.1	História da Produção Musical.....	5
2.2	Na Atualidade .....	5
3	Contextualização dos Elementos Fundamentais à Produção Musical.....	7
3.1	O Som.....	7
3.2	O Microfone .....	9
3.3	Pré Amplificador de Microfone.....	13
3.4	Conversores Analógico-digital / Digital-Analógico.....	14
3.5	Interface de Áudio .....	15
3.6	Análise de dois microfones com custos díspares.....	16
3.7	Análise de Uma Interface Cara e Uma Interface Barata .....	20
3.8	Processo de Gravação.....	22
3.9	Processo de Edição e Mistura.....	26
3.10	Inquérito.....	27
4	Considerações Finais .....	34
	Referências e Bibliografia .....	35
	APÊNDICE A.....	37
	Formulário do Inquérito.....	37
	APÊNDICE B.....	38
	Código React Referente ao Inquérito .....	38

### **Lista de Figuras**

Figura 3.1 - Diagrama do Sistema Auditivo

Figura 3.2 - Cápsula do Microfone Dinâmico

Figura 3.3 - Cápsula do Microfone de Fita

Figura 3.4 - Circuito do Microfone de Fita

Figura 3.5 - Cápsula do Microfone de Condensador

Figura 3.6 - Representação de Samples, Sinal Discreto

Figura 3.7 - Captação da Bateria usando a técnica XY

Figura 3.8 - Captação do Bombo, Tarola e da imagem stereo da bateria

Figura 3.9 - Captação do Bombo e da Imagem Stereo da Bateria Usando a Técnica AB

Figura 3.10 - Captação do Baixo Elétrico

Figura 3.11 - Captação das Guitarras

Figura 3.12 - Reamping usando a DI Box Usando a Interface PreSonus

Figura 3.13 - Qual o dispositivo que o Ouvinte Estaria a Usar

Figura 3.14 - Perguntas do Questionário com a Componente Auditiva

Figura 3.15 - Verificação CAPTCHA e Botão de Submissão do Questionário

Figura 3.16 - Código da Web Function

**Lista de Tabelas**

Tabela 3.1 - Padrões de Captação dos Microfones

Tabela 3.2 - Tabela de Resultados Airtable

Tabela 3.3 - Resultados do Inquérito

Tabela 3.4 - Resultados do Inquérito em Percentagem

Tabela 3.5 - Resultados do Inquérito em Percentagem, Cotação Total

## **Glossário**

Pro Tools – Software de pós-produção de áudio desenvolvido pela empresa Avid.

Logic Pro X – Software de pós-produção de áudio desenvolvido pela empresa Apple.

DAW – Acrônimo para Digital Audio Workstation, é qualquer software de pós-produção de áudio.

DI – DI ou DI Box é um dispositivo que converte o sinal de alta impedância num sinal balanceado de baixa impedância, também conhecido como sinal de microfone.

Sound Pressure Level – É uma medida que permite determinar o grau de potência de pressão sonora.

OverHeads – Técnica de captação comumente usada para gravar o instrumento bateria, onde os microfones ficam posicionados por cima da mesma.

Kick In – Técnica de captação para o bombo da bateria onde o microfone fica dentro do bombo posicionado próximo da pele na qual o pedal do bombo toca.

Kick Out – Técnica de captação para o bombo da bateria na qual o microfone fica posicionado próximo da pele contrária a onde se encontra o pedal da bateria.

Plugin – Modulo de expansão usado para adicionar funcionalidades a um software.

Bit Depth – No áudio digital usamos uma modulação codificada em pulsos, (PCM - Pulse Code Modulation), a profundidade de bits de áudio ou Bit Depth, é o número de bits de informação em cada amostra, que corresponde diretamente à resolução da mesma.

ADAT – Alesis Digital Audio Tape ou ADAT é um tipo de ligação que usa um protocolo de transferência de dados através fibra ótica, usada para expandir as ligações da uma interface de áudio permitindo assim conectar até oito canais de pré-amplificação externos à interface de áudio.

S/PDIF – É um tipo de ligação que transporta um sinal de áudio digital constituído por dois canais.

AES/EBU – O AES é um protocolo desenvolvido pela Audio Engineering Society em conjunto com a European Broadcasting Union, este protocolo foi concebido para fazer a comunicação entre equipamentos de áudio profissionais.

React – Biblioteca de programação web desenvolvida pela empresa Meta Platforms, Inc.

Cloud Function – Uma cloud function é um pequeno computador que está hospedado remotamente e que permite executar pequenos excertos de código para programação.

Airtable – Software online que permite fazer recolha e análises de dados.

DigitalOcean – Serviço que permite fazer a hospedagem de um site online.

HTML – Linguagem de marcação usada para criar páginas na web.

CSS – Mecanismo que permite estilizar o código HTML na web.

JavaScript – Linguagem de programação de alto nível.

JSX – Extensão de sintaxe complementar à linguagem de programação JavaScript.

CAPTCHA – Sistema de verificação online criado pela empresa Alphabet, Inc.

## **1 Introdução**

### **1.1 Estrutura do Relatório**

Este relatório está estruturado em quatro capítulos. O primeiro capítulo é uma introdução que descreve o contexto e a motivação do estágio curricular. O segundo capítulo aborda o Estado da Arte, abordando um contexto histórico e técnico sobre a produção musical em contexto de estúdio. No terceiro capítulo, a contextualização dos elementos fundamentais à produção musical e a explicação do processo de investigação, ferramenta contra conhecimento. Finalmente, o relatório conclui com um capítulo dedicado às considerações finais e à conclusão, onde é feita uma análise das habilidades adquiridas durante o estágio em comparação com a experiência anterior.

### **1.2 Contexto**

O estágio na RedBox Studios teve uma duração total de 24 semanas, tendo como principais objetivos a aquisição de experiência de trabalho na indústria musical, a aprendizagem dos critérios de qualidade na captação de instrumentos musicais e na captação de voz, assim como das diversas abordagens para obter uma mistura e masterização com qualidade para as plataformas de streaming e CD, e também a aprendizagem de metodologias de trabalho e da conduta em estúdio.

### **1.3 Entidade Acolhedora**

A RedBox Studios é um estúdio residencial em Paços de Ferreira que conta com 15 anos de experiência na área da produção musical, tendo maioritariamente clientes do género musical Heavy Metal e Rock. No entanto, é um estúdio transversal a todos os géneros musicais. Sendo a minha formação na área de Som e Imagem, com especialização em Design de Som, nomeadamente durante a unidade curricular de Produção de Som em Estúdio, que abordou em específico a produção de música em estúdio e me despertou um grande interesse pelo processo envolvente na criação de um single e ou álbum de música. Com este estágio pretendo aprofundar e aprimorar os meus conhecimentos práticos na área de engenharia de som, acompanhando todo o processo desde a gravação à edição, a mistura e masterização de uma música. O estúdio é composto por cinco membros, o Jorge Lopes, engenheiro de gravação e mistura do estúdio e pela studio manager, Catarina Silva. Os três restantes membros são, o Albano, o Miguel e o Daniel que são músicos da banda Apotheus. O estúdio não constitui funcionários, pois os cinco sócios coordenam entre si, toda a gestão do estúdio.

A RedBox Studios conta com um leque de clientes tanto a nível nacional como internacional, algumas das bandas com quem já trabalharam incluem, Apotheus, Gaerea, Lilith's Revenge, Sullen, Arpen, Oceans Of Apathy, Belle Dame, In Vein, Mëraki, All Kingdoms Fall, DHuarte, e Raiva Rosa. Contam também com trabalho de artistas a solo como, Paula Teles, Paulo Valente, entre outros.

#### **1.4 Motivação**

Comecei a minha procura por estúdios em Portugal e descobri a RedBox Studios que ia totalmente de encontro ao meu interesse pois a especialização da RedBox é a produção de música Heavy Metal.

Pouco tempo após enviar a minha candidatura recebi um contacto para ir conhecer o espaço e os responsáveis pelo estúdio, foi então aí, depois de conhecer os meus mentores Jorge e Catarina, excelentes pessoas e profissionais na área que percebi que esse seria o estúdio no qual iria fazer o meu estágio.

#### **1.5 Objetivos**

Estando rodeado de profissionais da indústria e fazendo parte de uma equipa que tem como objetivo transformar a visão de um artista numa obra musical, recorrendo assim à captação, edição, mistura e masterização dos elementos constituintes da mesma, obtendo dessa forma o que conhecemos como uma música. Aprendendo com estes, todo o processo de uma produção musical.

Tendo, também, a possibilidade de acompanhar o processo desde a escrita da letra, às gravações de diversos instrumentos, voz e em algumas ocasiões a gravação de videoclipes para essas mesmas músicas.

Foi-me dada também a possibilidade e disponibilidade de acompanhamento para a minha concretização de um estudo no qual me debruço sobre quais os fatores que tornam uma produção musical numa música de qualidade profissional, com o objetivo de ser divulgada nas plataformas de distribuição que nos são conhecidas nesta área, como o *Youtube*, *Spotify*, *Apple Music*, *Tidal*, entre outras. Analisando qual dos aspetos mais influencia uma música de qualidade profissional, se, são necessários equipamentos topo de gama com qualidade dita profissional, ou, se é mais vantajoso a aquisição do conhecimento, das técnicas, das métricas e da função das ferramentas usadas.

## 1.6 Metodologia

A metodologia abordada para testar as diferenças entre dois microfones (da mesma categoria, ou seja, dois microfones de condensador, dois microfones dinâmicos ou de fita, com a mesma polaridade), foi: Comparando a sensibilidade de um microfone, esta é normalmente medida com uma onda sinusoidal de 1 kHz a um nível de pressão sonora (SPL) de 94 dB, ou 1 pascal (Pa) de pressão. A magnitude do sinal de saída analógico ou digital do microfone com esse estímulo de entrada é uma medida da sua sensibilidade. Lewis, J. (2012).

Após explicar as diferenças quantitativas do equipamento de captação amador e o equipamento profissional tenciono usar ambos os equipamentos em simultâneo para proceder a uma captação. Captação esta, será a gravação em overdub constituindo os instrumentos, bateria, guitarra e baixo.

O tema tocado será um single composto por mim e pelo Jorge, engenheiro do estúdio. Para a mistura da mesma captação, idealizei usar a métrica do plugin iZotope Tonal Balance Control para obter duas misturas equilibradas no que toca à sua relação entre frequência e amplitude em dB, para assim perceber, qual dessas misturas apresentará maior clareza e definição dos elementos que foram captados. Comparei também, a mistura e edição dessa mesma captação, mas desta vez feita pelo engenheiro de gravação e mistura da RedBox Studios. Tentando assim perceber qual o salto quantitativo entre a qualidade da mistura e edição finais de um amador usando o equipamento de gravação amador e o equipamento profissional e de um engenheiro profissional usando esses mesmos equipamentos. A metodologia adotada será de índole quantitativa, idealizo também, conduzir um inquérito, onde apresento um excerto de 15 segundos de cada uma das misturas obtidas, por exemplo, tendo as misturas assinaladas como mistura 1, 2, 3 e 4 e pedindo para o ouvinte assinalar qual a mistura que lhe soa melhor.

Com o objetivo de aferir se o material de melhor qualidade realizar uma boa captação por si só, ou se, na realidade o conhecimento e a experiência resultantes de várias captações e misturas que produzirão excertos de melhor qualidade na opinião dos inquiridos.

## 1.7 Cronograma de Atividades

- 16 setembro 2023 - Vídeo live Paulo Valente [música “só amanhã”]
- 22 setembro 2023 - Reunião Paula Teles (organização de trabalho)
- 29 setembro 2023 - Reunião com cliente Paulo Amado (objetivo: perceber as abordagens ao cliente e fazer orçamentos)
- 13, 20 e 27 de outubro - Sessões de estágio
- novembro 2023 - Reunião sobre a tese
- novembro 2023 - Sessão de mix / master com o cliente Paulo Valente (estilo rock)

- 7 novembro 2023 - Sessão de composição com o cliente Paulo Amado (estilo rock)
- 8 novembro 2023 - Sessão de composição da música da tese
- 10 novembro 2023 - Sessão de composição e captação com a cliente Paula Teles (estilo metal sinfónico / fado metal)
- 29 novembro 2023 - Reunião com a cliente Paula Teles para a preparação do concerto no estúdio
- dezembro a 18 dezembro 2023 - Sessões em estúdio com a banda Gaerea e o produtor Miguel Tereso do estúdio Demigod Recordings
- janeiro 2024 - Reunião com a cliente Paula Teles para a preparação do concerto no estúdio - Confirmação da presença do Bjorn Strid da banda Soilwork e Night flight orchestra
- janeiro 2024 - Reunião com cliente de hip/hop (abordagem ao cliente, orçamentos, composição de beats etc)
- 9 janeiro 2024 - Sessão de revisão de mix / master com o cliente Paulo Amado (estilo rock)
- 13 janeiro 2024 - Vídeo live da banda Adamastor
- 14 janeiro 2024 - Sessão de captação de voz com a cliente Paula Teles
- 15 janeiro a 17 janeiro 2024 - Sessão de captação da música da tese
- 18 janeiro 2024 - Sessão de composição e captação com a cliente Paula Teles
- 23 janeiro 2024 - Sessão de estágio
- 3 fevereiro 2024 - Vídeo Mundo Secreto com Marisa Liz da música “Finalmente aconteceu”
- 14 de março 2024 - Reunião com a cliente Paula Teles para a preparação do concerto no estúdio
- 15 de março e 16 de março 2024 - Sessões de captação da banda Pé na Terra (estilo tradicional) (percussão, bateria, gaita de foles, acordeão, guitarra amarantina, ...)
- 17 de março 2024 - Sessão de som live de guitarra e baixo para o concerto da Paula Teles
- 19 de março 2024 - Ensaio com a banda para o concerto da Paula Teles (som ao vivo com PA)
- 26 de março 2024 - Aprendiz por um dia (iniciativa da Câmara Municipal de Lousada com as escolas)
- 27 de março 2024 - Ensaio com a banda para o concerto da Paula Teles (som ao vivo com PA)
- 28 de março 2024 - Reunião com cliente de música ligeira Portuguesa - José Cardoso
- 5 de abril 2024 - Concerto Paula Teles com o Bjorn no estúdio
- 12 de abril 2024 - Sessão de captação de voz da banda Pé na Terra (estilo tradicional)
- 13 de abril 2024 - Sessão de composição e captação com um cliente de música ligeira Portuguesa - José Cardoso
- 27 e 28 de abril 2024 - Sessão de captação da banda Belle Dame (estilo indie)
- 29 de abril de 2024 - Sessão de composição e captação com o cliente Paulo Amado (estilo rock)
- 9 de maio de 2024 - Sessão de estágio
- 11 de maio de 2024 - Sessão de composição e captação com um cliente de música ligeira Portuguesa - José Cardoso

## 2 Estado da Arte

### 2.1 História da Produção Musical

A evolução da produção musical sofreu uma grande transição desde os seus primórdios analógicos até à era digital da atualidade. Inicialmente, a produção musical baseava-se em tecnologia analógica, com gravações captadas em fita magnética e manipuladas através de meios mecânicos, como a junção e a sobreposição da fita magnética. Esta era foi marcada pelas qualidades tonais distintas do som analógico, assistiu ao aparecimento de estúdios icónicos e produtores de renome que criaram clássicos intemporais.

Contudo, o aparecimento da tecnologia digital revolucionou a indústria, introduzindo as *Digital Audio Workstations* (DAW) que oferecem uma maior precisão, flexibilidade e acessibilidade na gravação e na manipulação do som. As ferramentas de produção atuais permitem, fazer uma edição complexa, usar instrumentos virtuais e possuem uma excelente integração com plug-ins auxiliares à DAW, permitindo aos produtores criar e manipular sons de novas formas e explorando a sua criatividade.

Esta mudança tornou a produção musical mais acessível, tornando possível a gravação e produção de música com elevada qualidade para produtores amadores e pequenos estúdios comerciais, dando origem ao aparecimento de novos géneros musicais.

Atualmente, o estado da arte na produção musical é caracterizado pela mistura da tonalidade do som analógico com a precisão da era digital, aproveitando tanto as técnicas da era analógica como a tecnologia de ponta da atual era digital para ultrapassar os limites da expressão musical.

### 2.2 Na Atualidade

O estado da arte na atualidade, focando nas diferenças de qualidade entre materiais, como por exemplo, microfones e interfaces de áudio, considerando o preço, a qualidade de construção e outros fatores, envolve uma análise abrangente do desenvolvimento da ciência. Observa-se uma diversificação crescente de opções de equipamentos musicais no mercado, com uma variedade de marcas, modelos e gamas de preço. As tecnologias têm-se tornado cada vez mais acessíveis, levando a uma maior procura por equipamentos de qualidade tendo em conta diversas gamas de preço.

Os critérios para avaliar a qualidade dos materiais incluem o preço e a qualidade de construção, a precisão sonora, a durabilidade e a compatibilidade com outros dispositivos e softwares. *"By understanding design tradeoffs, you can make more intelligent choices."*

*Sometimes a microphone can be designed without compromise [...] So, although design tradeoffs are still a fact of life, manufacturers are working to minimize the compromises and produce better microphones." (Bartlett, 1987)*

A qualidade sonora dos microfones é crucial para captar com precisão performances vocais e instrumentais. Pesquisas recentes têm-se concentrado em comparar a resposta de frequência, a sensibilidade, o ruído próprio e outros parâmetros para determinar a adequação de diferentes modelos para diferentes aplicações musicais. *"We've seen that there is no one microphone for all applications. If a microphone is especially good in one area of performance, it is likely to be weak in another. Which microphone you choose depends on the compromises you are willing to make."* (Bartlett, 1987).

As interfaces de áudio proporcionam uma conexão entre os microfones e os computadores. Diferentes estudos abordam a qualidade dos pré-amplificadores, a taxa de amostragem, a latência e a compatibilidade com diferentes sistemas operativos e softwares de gravação. *"Ideally, such an interface would work well with any combination of microphone and preamplifier, but in the real world microphones and preamplifiers differ in sensitivity and in their ability to reject noise."* (Benjamin & Kimpel, 2014)

Entre os desafios enfrentados ao estudar as diferenças de qualidade entre materiais, estão a subjetividade das preferências individuais e a rápida evolução das tecnologias, que podem tornar as análises que comparem estes equipamentos, obsoletas em pouco tempo.

Posto isto, torna-se crucial compreender as diferentes linhas de pesquisa já existentes sobre o tema. Tem-se como objeto de investigação a comparação entre a importância da ferramenta de trabalho contra o conhecimento adquirido ao longo do tempo através da experiência trabalhando na área, temática na qual irei focar e desenvolver.

### 3 Contextualização dos Elementos Fundamentais à Produção Musical

#### 3.1 O Som

O som, um elemento vital na comunicação e percepção do mundo ao nosso redor, é, tecnicamente, a propagação de uma onda mecânica longitudinal. Este tipo específico de onda precisa de um meio material para se propagar, o que significa que, em situações onde tal meio está ausente, como no vácuo, a propagação do som torna-se impossível. “Acoustics is the branch of physics that deals with the generation of mechanical vibrations within certain media, [...]” Feigen, L. P., & Chicago, M. (1971, p.130).

Quando ocorre uma perturbação num meio material, há um fenómeno de compressão e rarefação das moléculas que constituem esse meio. “[...], the action produces a wave of compression that moves through the air medium. The individual air molecules move back and forth about their average positions of equilibrium, but they do not move over a great distance. [...] Because of the force applied, movement of the air particles produces alternate regions of increased density (compression) and decreased density (rarefaction).” Stach, B. A. (2017, p.34).

Estas perturbações, que se propagam através do meio na forma de ondas sonoras, possuem duas propriedades muito distintas. A primeira dessas propriedades é a velocidade de oscilação, mais conhecida como frequência. Esta frequência, medida em unidades chamadas Hertz (Hz), representa o número de oscilações completas que a onda realiza num segundo. “The rate at which the source of sound vibrates, expressed in hertz (Hz), is called the frequency (f).” Stach, B. A. (2017, p.35).

A segunda propriedade é a amplitude, uma medida que pode ser interpretada como a energia da onda sonora. A amplitude é medida em decibéis (dB) e tem uma correlação direta com a intensidade ou volume do som que percebemos. “The magnitude, or amplitude, of a sine wave can be expressed by reference to its sound pressure in newtons per square meter (N/m<sup>2</sup>) or pascals (Pa). More frequently, however, the magnitude of the sine wave is described by the decibel (dB).” Stach, B. A. (2017, p.104).

O ouvido humano tem a capacidade de perceber sons que se situam dentro de um espectro de frequências que varia entre os 20Hz e 20000Hz.” The frequency range of hearing varies greatly among individuals; a person who can hear over the entire audible range of 20-20,000 Hz is unusual.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p.80).

As ondas sonoras que possuem frequências inferiores a 20Hz são conhecidas como infrassons. “Infrasound is sound with frequencies lower than the audible range (less than 16 Hz).” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p.746).

Embora os seres humanos não sejam capazes de ouvir infrassons, os infrassons não são totalmente imperceptíveis.

Da mesma forma, as ondas sonoras com frequências superiores a 20000Hz são denominadas ultrassons. “Ultrasound is sound with frequencies higher than the audible range (greater than 20,000Hz).” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 746). Estes ultrassons estão além da capacidade auditiva do ser humano.

No entanto, tanto os ultrassons como os infrassons podem ser perceptíveis para algumas pessoas através de outro sentido sensorial causando por vezes reações adversas a estes tipos de frequências. “There are indications that at high enough sound pressure levels, both types of inaudible sound can affect people adversely.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p.746).

A percepção do som pelos seres humanos é um processo bastante complexo que envolve várias partes do sistema auditivo. O processo começa com a diferença de pressão atmosférica ambiente que é captada pelo tímpano, uma membrana delgada e sensível às variações de pressão atmosférica. Esta diferença de pressão provoca a vibração do tímpano. Estas vibrações são então transmitidas através de uma cadeia de pequenos ossos denominados ossículos, que se encontram no ouvido médio, até ao ouvido interno. “The middle ear begins with the eardrum, to which are attached three small bones (shaped like a hammer, an anvil, and a stirrup) called ossicles. The eardrum, which is composed of circular and radial fibers, is kept taut by the tensor tympani muscle. The eardrum changes the pressure variations of incoming sound waves into mechanical vibrations to be transmitted via the ossicles to the inner ear.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p.81).

No ouvido interno, as vibrações que chegam à membrana basilar, são convertidas em sinais elétricos pelo órgão de Corti, sinais estes, que serão enviados ao cérebro através do nervo auditivo. Finalmente, o cérebro recebe e descodifica estes sinais como som. “The conversion of the mechanical vibrations of the basilar membrane into electrical impulses in the auditory nerve is accomplished in the organ of Corti. When the basilar membrane vibrates, the “hairs” of the hair cells are bent, thus generating nerve impulses that travel to the brain. The impulse rate on the auditory nerve depends on both the intensity and the frequency of the sound.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001). pp.84

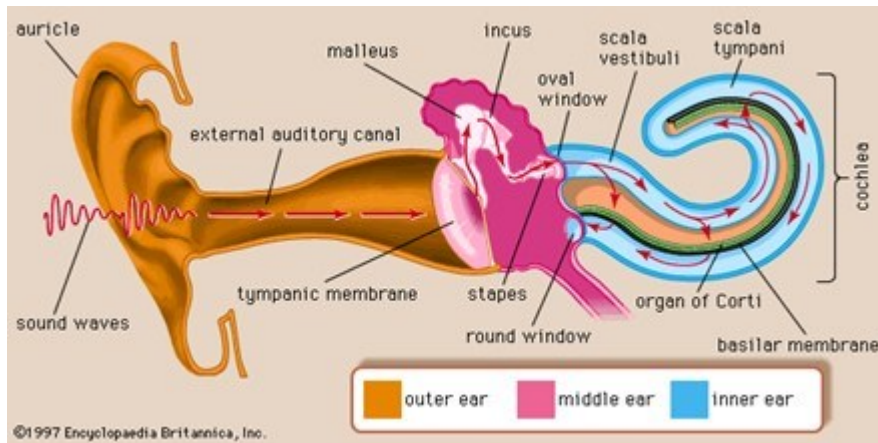


Figura 3.1 - Diagrama do Sistema Auditivo

### 3.2 O Microfone

Um microfone é um transdutor, eletromecânico que converte ondas mecânicas em impulsos elétricos. “Microphones are electroacoustic devices that convert acoustical energy into electrical energy.” Ballou, G. (2008, p. 493).

Os microfones convertem ondas sonoras em sinal elétrico. Isto é, a corrente elétrica é gerada através da diferença de pressão do ar causada pela fonte sonora ou através da variação de velocidade das partículas de ar à medida que as ondas sonoras se propagam. Estas variações são registadas pelo transdutor do microfone. “Microphones may be designed to respond to variations in air pressure due to the sound wave or to variations in particle velocity as the sound wave propagates.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p.449).

Alguns dos tipos de microfones mais conhecidos são:

O microfone dinâmico, o microfone de condensador e o microfone de fita.

O microfone dinâmico é conhecido por ter uma construção bastante robusta e por suportar níveis de SPL bastante elevados sem distorcer o sinal da fonte sonora. “Dynamic microphones are rugged, have a broad frequency response, and are able to withstand the high sound levels that occur in popular music.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 451).

Estes microfones são muitas vezes usados para captações ao ar livre, pois apresentam uma elevada resistência a condições adversas como vento e chuva e suportam elevados níveis de pressão sonora, mantendo sempre um nível de distorção baixo. “First and foremost, the robustness of these microphones should be mentioned. They work well in rough live-stage environments, in the rain on the football field or during outdoor reporting, [...]” Ahnert, W., & Noy, D. (2023, p. 111).

**O microfone dinâmico** é composto pelos seguintes componentes; um diafragma que está acoplado a uma bobina e um ímã que permanece imóvel em relação ao diafragma.

A vibração gerada pela fonte sonora provoca uma perturbação no diafragma do microfone, fazendo com que a bobina acoplada a ele se mova. Este movimento cria uma diferença de potencial, convertendo assim as ondas mecânicas da fonte em corrente elétrica. “As with a dynamic loudspeaker, a cylindrical coil is located in a magnetic field and is moved by the sound pressure acting on the membrane.” Ahnert, W., & Noy, D. (2023, p. 111).

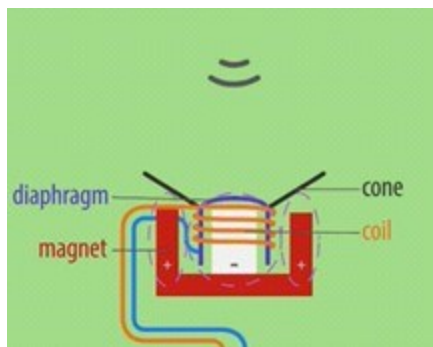


Figura 3.2 - Cápsula do Microfone Dinâmico

**O Microfone de fita** é um tipo de microfone, no qual, o seu diafragma, é uma pequena fita de alumínio ou titânio em forma de serpentina, esta serpentina encontra-se entre dois ímãs, as ondas sonoras emitidas pela fonte, ao perturbarem a fita, irão fazer com que esta se mova criando assim, uma diferença de potencial e convertendo dessa forma as ondas mecânicas da fonte em corrente elétrica. “A ribbon microphone is a magnetic microphone in which the lightweight ribbon diaphragm is also the moving conductor. The ribbon responds to the acoustic velocity (the speed at which air particles are moving) rather than the pressure of the sound wave.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 453).

Figure 1

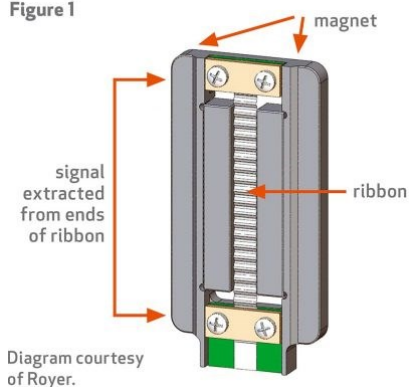


Figura 3.3 - Cápsula do Microfone de Fita

Esta corrente é bastante pequena sendo assim necessário recorrer a um transformador para amplificar o sinal gerado pela fita.

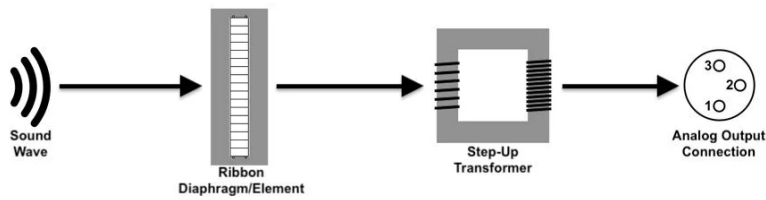


Figura 3.4 - Circuito do Microfone de Fita

O **microfone de condensador** é constituído por uma cápsula que funciona como um condensador elétrico. Esta cápsula é composta por um diafragma, normalmente de ouro e poliéster, e por uma backplate geralmente feita de cobre. Ao passar uma corrente elétrica pela membrana e pela backplate, carregamos o circuito do condensador.

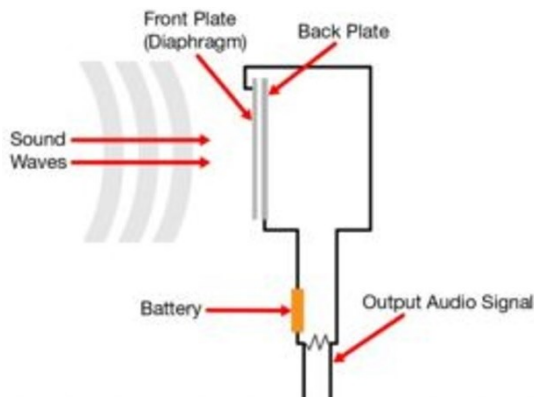







Figura 3.5 - Cápsula do Microfone de Condensador

As ondas mecânicas produzidas por uma fonte sonora, ao perturbarem a membrana do microfone de condensador, vão alterar a distância da membrana relativamente à backplate criando assim uma oscilação no sinal elétrico, oscilação esta que dá origem ao sinal elétrico captado pelo microfone. “In the condenser microphone, the oscillation of a very thin, metallized or metallic foil in front of a fixed counter-electrode is used to convert sound pressure into an electrical voltage.” Ahnert, W., & Noy, D. (2023, p.108).

**Padrões de captação**, nos três tipos de microfones mencionados anteriormente, é sempre possível observar um dos seguintes padrões de captação, omnidirecional, cardioide, supercardioide, hypercardioide, e bidirecional ou também conhecido por figura-8.

CHARACTERISTIC	OMNI-DIRECTIONAL	CARDIOID	SUPER-CARDIOID	HYPER-CARDIOID	BI-DIRECTIONAL
POLAR RESPONSE PATTERN					
COVERAGE ANGLE	360°	131°	115°	105°	90°
ANGLE OF MAXIMUM REJECTION (null angle)	—	180°	126°	110°	90°
REAR REJECTION (relative to front)	0	∞	12 dB	6 dB	0
AMBIENT SOUND SENSITIVITY (relative to omni)	100%	33%	27%	25%	33%
DISTANCE FACTOR (relative to omni)	1	1.7	1.9	2	1.7

### Microphone polar patterns compared

Tabela 3.1 - Padrões de Captação dos Microfones

O padrão de captação mais comum no microfone dinâmico é o cardioide, cobrindo assim um ângulo de captação na direção da cápsula com uma abertura de 130°. O microfone dinâmico pode ter também, outros padrões de captação como o padrão omnidirecional, super-cardioide ou hypercardioide. No entanto, não conseguimos ter um microfone dinâmico bi-direcional devido às limitações técnicas impostas pelo design deste tipo de microfone, pois este depende, apenas, de um cone para captar a fonte sonora. Dessa forma, temos sempre o lado oposto ao cone ou membrana que como se encontra em fase com a parte frontal da cápsula faz total cancelamento do som. O padrão de cardioide, abrange assim, um ângulo de rejeição máximo de 180°. “For sound arriving along the 180 axis, the internal and external delays will be equal but in phase opposition, producing a zero gradient and no signal output from the microphone.” Eargle, J. (2004, p. 78).

O microfone de fita pode possuir um padrão de captação bi-direcional, pois a membrana do mesmo pode ser excitada por ambos os lados da sua cápsula e tendo sempre uma rejeição nas laterais da mesma. Usualmente cobrem um ângulo de 90° e um ângulo de rejeição de 90°, pois a sua cápsula pode ser excitada pela parte frontal e traseira de cápsula enquanto as suas laterais rejeitam praticamente toda a informação que é recebida. A excitação da membrana aquando da mesma se encontra perpendicular à fonte torna-se muito mais difícil de acontecer. “A ribbon microphone responds readily to sound waves arriving from the front or back but is insensitive to sound arriving from the sides. Thus, it has a bidirectional response.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 453).

Qualquer um destes microfones tanto dinâmico, como de fita ou de condensador apresentam um dos padrões de captação mencionados. Isto é, o design do microfone compromete-se sempre ao tipo de captação que este pode fazer.

No entanto, o microfone de condensador permite-nos ser mais transversais, pois este tipo de microfone tem a capacidade de, se estiver incorporado no seu design, a possibilidade de seleccionar qual dos padrões de captação queremos usar.

O microfone de condensador pode ter um padrão de captação omnidirecional, cardioide, supercardioide, hypercardioide, ou bidirecional também conhecido como figura-8.

Este tipo de microfone, apresenta também uma maior sensibilidade de captação relativamente ao microfone dinâmico, isto é, como o microfone de condensador usualmente tem uma cápsula com uma área maior e uma membrana com uma massa inferior à do microfone dinâmico, possibilita-nos uma maior facilidade na excitação dessa mesma cápsula, traduzindo essa facilidade da excitação da cápsula numa maior sensibilidade a variações de amplitude e frequência da fonte. Permitindo assim, uma captação mais fidedigna da fonte que estiver a ser captada. “The diaphragm can be made very light: therefore, the condenser microphone is cable of excellent response at high frequencies.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 452).

Isto é, o microfone de condensador possibilita também, uma captação de uma gama de frequências superior ao microfone dinâmico, pois o microfone dinâmico tem uma característica inerente ao seu design que é a indutância criada pelo íman do microfone. Esta indutância que está sempre presente no microfone dinâmico resulta do eletromagnetismo gerado pelo íman que constitui o microfone. Indutância esta, dá origem à criação de ruído na captação da fonte sonora.

### **3.3 Pré Amplificador de Microfone**

Um amplificador de microfone ou também conhecido como pré-amplificador, é uma peça fundamental na produção e gravação de áudio. Este dispositivo é utilizado para amplificar o sinal de saída produzido por um microfone, que, na maioria das vezes, é bastante fraco. Os microfones, sendo transdutores que tendem a gerar sinais de baixa intensidade elétrica, não são capazes de gerar um sinal de intensidade suficiente para ser captado e manipulado pelo software de gravação. “Microphones are transducers that typically have very low output signal levels.” Ballou, G. (2008, p. 735).

Dessa forma, a função do amplificador, é, portanto, amplificar esse sinal a um nível que possa ser convertido num sinal digital útil, através de um conversor. Uma vez convertido em formato digital, o sinal é gravado pelo computador, permitindo a reprodução, edição e armazenamento do som captado.

Deste modo, o amplificador de microfone desempenha um papel crucial na captação de áudio, pois necessita de assegurar que o sinal do microfone tem a intensidade necessária antes da conversão digital, “A voltage gain of 1000 (60 dB) or more may be required to bring the signals up to standard line levels, hence the name preamplifier.” Ballou, G. (2008, p.375).

### 3.4 Conversores Analógico-digital / Digital-Analógico

O conversor analógico-digital ou (AD) é um dispositivo que permite a conversão de um sinal elétrico num sinal digital.

A conversão é feita através do AD da seguinte forma, o sinal analógico é um sinal contínuo tanto em voltagem como é contínuo no tempo. “The analog domain contains signals that are continuous in voltage (have infinite resolution) and are continuous in time.” Story, M. (2004, p. 145). O que o conversor faz é captar num determinado intervalo de tempo o valor exato da voltagem desse sinal elétrico. “The digital domain needs representations of signals (samples) that have finite resolution (fixed format in some way, usually a fixed number of bits) and are discrete in time.” Story, M. (2004, p. 145).

Sampling é a representação de um sinal contínuo no tempo, num sinal discreto no tempo, “Sampling is the process of converting a continuous time signal that exists for all time values, into one that exists only at discrete time values.” Angus, J. A. S. (2019, p. 300).

Para convertermos uma onda de som para o domínio digital necessitamos de um conjunto de samples captados com um intervalo constante ao longo de um espaço de tempo. “Continuous time signals must be converted to discrete time ones in order to provide a list or sequence of signal values that can be processed or stored.” Angus, J. A. S. (2019, p. 300).

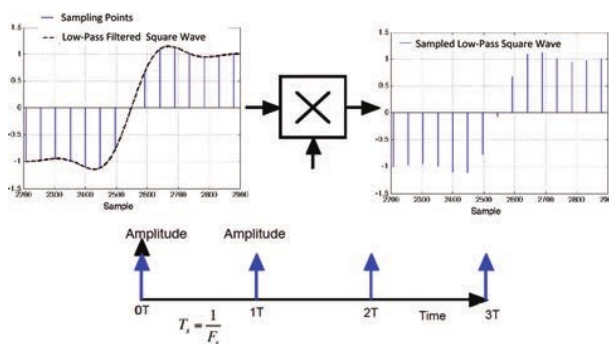


Figura 3.6 - Representação de Samples, Sinal Discreto

A quantização é o processo de mapear um número infinito de elementos num intervalo finito dos mesmos. Por exemplo o arredondamento de um número com casas decimais num número inteiro, este arredondamento também pode ser chamado de quantização. No áudio a quantização é responsável pela representação da amplitude de um sinal elétrico. “The

quantizing process consists of assigning an N-bit binary number to the value of the instantaneous amplitude sample.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 483).

Supondo que temos um sinal que oscile entre os -5 Volts e os 5 Volts, corrente alternada, poderíamos fazer a sua representação com 1 bit, para N igual ao número de bits, um mapeamento possível seria, representar os valores entre 0 e 5 Volts pelo número 1 e os valores entre os -5 e os 0 Volts pelo número 0, e vice-versa. “If the quantizing process had only  $N = 1$  bit available for encoding, then it could at best distinguish between two voltage ranges, for example, positive or negative. In that case, any voltage of 0 through 5 V might be encoded as (say) a zero, whereas any voltage greater than -5 V and less than 0 V might be encoded with a 1.” D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001, p. 483).

O conversor digital-analógico ou (DAC) é um dispositivo que transforma um sinal digital num sinal analógico. Desta forma, os sinais digitais que são compostos por uma série de valores discretos, frequentemente representados por código binário, são convertidos novamente em impulsos elétricos. Estes impulsos são contínuos, tanto no tempo como em amplitude, mantendo assim as características originais do som captado. “The reverse process is known as digital-to-analog conversion (DA conversion). The time-sampling of a function  $x(t)$  is described by Shannon’s sampling theorem. This states that a continuous-time signal with bandwidth  $f_B$  can be sampled with a sampling rate  $f_S > 2f_B$  without changing the information content in the signal.” Zölzer, U. (2008, p.63).

No processo de conversão, o sinal analógico resultante é então enviado para as colunas para este ser reproduzido como som.

### **3.5 Interface de Áudio**

Uma interface de áudio é um dispositivo que faz a conexão entre um microfone e um computador, a interface permite também ligar colunas ou headphones para fazer a monitorização do som que estiver a ser captado. “An audio interface is a piece of hardware that is a foundational tool of most studios, acting as the mediator between computers, instruments, and speakers or headphones.” Cant, T. (2022, December 14).

A interface combina, assim, o pré-amplificador necessário para a utilização de um microfone, com um conversor AD/DA, permitindo dessa forma, fazer a captação e conversão do som em áudio. Algumas interfaces de áudio também permitem fazer outros tipos de ligações como, ligar diretamente instrumentos com sinal de alta impedância como uma guitarra ou baixo elétrico, “Most audio interfaces have a way to switch a jack input between “line level” input, a

high-level signal used by equipment such as synths, hardware effects and mixers, and “instrument level,” a lower-level signal output by instruments such as electric guitar and bass.” Cant, T. (2022, December 14).

Conexão para dispositivos MIDI como por exemplo, um sintetizador, ADAT para conectar mais pre-amplificadores, entrada e saída para sinais de linha, entre outros. “There are other features an audio interface might have, such as the ability to connect MIDI input and output cables. This is useful if you want to sequence or otherwise control external MIDI hardware such as synths and effects.” Cant, T. (2022, December 14).

### 3.6 Análise de dois microfones com custos díspares

Para compararmos os microfones temos de definir que parâmetros queremos avaliar em ambos. As métricas mais utilizadas para comprar dois microfones diferentes são:

**A direccionalidade** de um microfone é a capacidade que este tem de captar o som à sua volta. “*Directionality is a microphones sensitivity to sound relative to the direction or angle from which the sound arrives.*” Microphone Directionality and Polar Pattern Basics (2015, June 8). Um microfone pode ter um ou mais padrões de captação, os padrões existentes são, omnidireccional, bidireccional, cardioide, supercardioide e hypercardioide.

**A frequência de resposta** é a capacidade de um microfone medir de forma quantitativa a magnitude e a fase de uma onda sonora. “*Frequency response defines the range of sound that a microphone can reproduce and how its output varies within that range.*” Mic Basics: What Is Frequency Response? (2017, August 10).

**A impedância** de um microfone é a resistência que o circuito do mesmo oferece a uma corrente alternada. A impedância é medida em ohms e relaciona a resistência com a reactância de um circuito eléctrico. A reactância é a oposição natural de um indutor ou condensador à variação de tensão e corrente eléctrica num circuito de corrente alternada. “*Every microphone inevitably has an output impedance. [...] These characteristics simply describe the “resistance” to signal current flow out of the microphone circuitry and into the preamplifier.*” Jones, R. (2022, November 21).

**A sensibilidade** é a capacidade de um microfone converter a energia das ondas sonoras em corrente eléctrica. Essa capacidade de conversão é medida reproduzindo uma sinusoidal a 1Khz a uma intensidade de 94dB (SPL) ou 1Pa de pressão. “*The principal method of presenting microphone sensitivity is to state the output rms voltage (mV/Pa) when the microphone is placed in a 1kHz free progressive sound field at a pressure of 1 Pa rms (94 dB LP).*” Eargle, J. (2004,

p. 108).

**O nível de ruído relativo** de um microfone pode ter várias origens, o ruído mais comum é gerado pela corrente elétrica do microfone. *“Primarily this noise originates from a current running in the circuitry [...]”* Microphones, D. (2018, April 11).

Pequenas perturbações do ar no espaço em que o microfone se encontra podem conter energia suficiente para mexer ligeiramente o diafragma do microfone gerando assim um sinal elétrico, esse sinal elétrico é o ruído. *“Further, noise is generated due to the presence of air around the microphone. The movement of air molecules causes a bombardment on the diaphragm, which eventually ends up as noise.”* Microphones, D. (2018, April 11).

Uma segunda possibilidade de ruído advém do aquecimento dos componentes elétricos do circuito, isto é, a teoria de Johnson-Nyquist sugere que com a elevada excitação dos elétrons presentes num condutor este vai originar ruído no circuito no qual o componente se encontra. *“Any old resistor just sitting on the table generates a noise voltage across its terminals known as Johnson noise (or Nyquist noise)”* Horowitz, & Hill. (2015, p. 474).

**A distorção harmónica** pode ser causada por vários fatores, um deles sendo a pressão acústica, quando há uma pressão acústica superior a 194 dB SPL, observa-se uma compressão do ar de aproximadamente 100,240 Pa, tal pressão dá origem a um limite de compressão do ar deixando de haver moléculas para serem comprimidas, dando origem assim a um vácuo. *“Even the sound in the air has a limitation to its magnitude. When the sound pressure level exceeds 194 dB SPL, there are no more air molecules to form the negative part of the soundwave as it reaches the point of a total vacuum.”* Microphones, D. (2018, March 8). Outro fator que pode originar distorção harmónica são as limitações do sistema (microfone), isto é, num microfone a membrana do mesmo tem uma limitação física na qual consegue oscilar, qualquer perturbação que tenha uma intensidade que origine um movimento superior ao possível pela membrana vai criar distorção harmónica. *“Similarly, the diaphragm material itself has a limit to how “stretchable” it is in either direction. These limitations cause amplitude non-linearity, also called distortion.* Microphones, D. (2020, May 27). Um terceiro fator que origine distorção harmónica pode ser, a sobrecarga de algum componente elétrico no circuito do microfone, essa sobrecarga pode afetar a integridade do sinal elétrico. *“Distortion occurs due to limitations and other nonlinearities in a system.”* Microphones, D. (2018, March 8).

**Ao selecionar** entre microfones dinâmicos, de fita e de condensador, cada tipo apresenta características únicas intrínsecas ao design do seu transdutor que satisfazem diferentes necessidades de gravação e desempenho.

Os microfones dinâmicos são conhecidos pela sua robustez e capacidade de suportar elevados níveis de pressão sonora, o que os torna ideais para vocalistas em atuações ao vivo e fontes sonoras elevadas, como baterias e amplificadores de guitarra. O seu design simples e a ausência de requisitos de alimentação externa contribuem para a sua durabilidade e acessibilidade. *“The moving-coil microphone is widely used in the sound reinforcement industry, its robustness making it particularly suitable for hand-held vocal use.”* Rumsey, F., & McCormick, T. (2006, p.41). No entanto, podem não ter a sensibilidade e a resposta de alta frequência necessárias para captar detalhes subtis em gravações de estúdio.

Os microfones de fita, conhecidos pelo seu som suave e natural, *“At the high-frequency end the frequency response remains smooth.”* Rumsey, F., & McCormick, T. (2006, p.42).

Destacam-se na gravação de vozes e instrumentos acústicos, oferecendo uma tonalidade quente que é muito apreciada em ambientes de estúdio. O seu padrão de captação bidirecional capta o som tanto da parte da frente como da parte de trás da cápsula, *“This is the truest form of a pressure-gradient microphone, and ribbon mics are inherently bidirectional (they have a figure-8 polar pattern)”* Fox, A. (2024, June 23). Mas, a sua natureza delicada torna-os inadequados para ambientes com elevados níveis de SPL, não sendo tão indicados para uma utilização ao vivo.

Os microfones de condensador, por outro lado, são altamente sensíveis e proporcionam uma resposta de frequência ampla, o que os torna ideais para captar sons mais detalhados, isto é, com uma maior gama de frequências e com nuances num ambiente de estúdio controlado.

Estes, requerem alimentação externa também conhecida como phantom power, são normalmente mais caros e frágeis em comparação com os microfones dinâmicos. *“Although exhibiting a high degree of technical sophistication, these microphones show individual variations in the resolution of complex tonal structures, due to their specific frequency responses and directivity patterns and nonlinear effects inherent to these microphones.”* Ballou, G. (2008).

Cada tipo de microfone tem os seus prós e contras, os microfones dinâmicos são duradouros e versáteis, mas menos detalhados, os microfones de fita oferecem um som rico e natural, mas são frágeis, os microfones de condensador proporcionam uma elevada sensibilidade e clareza, mas são dispendiosos e delicados. A melhor escolha depende da aplicação específica, microfones dinâmicos para atuações ao vivo e fontes de elevados níveis de SPL, microfones de fita para gravações de estúdio com uma tonalidade mais natural e microfones de condensador para captar atuações de estúdio com elevado detalhe e com

bastantes nuances. Quando comparamos microfones baratos e caros, as diferenças resultam em grande parte da complexidade do seu design, da qualidade dos materiais utilizados e dos processos de fabrico envolvidos. Os microfones baratos normalmente utilizam designs de transdutores menos sofisticados, materiais mais acessíveis e técnicas de fabrico mais simples, o que mantém os custos de produção relativamente baixos. Estes microfones geralmente possuem elementos dinâmicos ou condensadores básicos com componentes internos mínimos, resultando numa reprodução sonora menos precisa e menos fidedigna em relação à fonte sonora que estiver a ser captada, menor durabilidade e uma resposta de frequência mais limitada.

Por outro lado, os microfones mais dispendiosos apresentam frequentemente designs mais complexos dos seus transdutores, materiais de alta qualidade e processos de fabrico meticulosos. Por exemplo, os microfones de condensador topo de gama podem utilizar cápsulas com diafragmas de grandes dimensões com membranas com revestimento de ouro e circuitos eletrónicos mais sofisticados para proporcionar uma sensibilidade superior, uma resposta de frequência alargada e um menor ruído próprio. Os microfones de fita da categoria profissional podem utilizar fitas de alumínio ultrafinas e finas e ímanes de alta qualidade para obter um som suave e natural. O fabrico destes componentes requer um processo de manufatura de elevada precisão e testes exaustivos de controlo de qualidade, aumentando significativamente os custos de produção.

A complexidade da produção de microfones caros também inclui diversos recursos avançados, como um seletor para mudar o padrão de captação, filtros high-pass e pads de atenuação do sinal, que aumentam assim a sua versatilidade e funcionalidade. Estas características exigem componentes adicionais e um processo de manufatura complexo, aumentando ainda mais os custos de produção. Além disso, os microfones topo de gama são frequentemente sujeitos a calibrações e testes rigorosos para garantir consistência e fiabilidade, o que contribui para o seu preço mais elevado.

Em suma, os microfones de custo reduzido são normalmente mais simples em termos de design e menos dispendiosos de produzir, sacrificando frequentemente a qualidade de som e a sua durabilidade. Enquanto os microfones com um custo elevado, possuem designs complexos, materiais superiores e processos de fabrico mais precisos, oferecendo um melhor desempenho, versatilidade e longevidade. O investimento em microfones topo de gama resulta numa melhor reprodução do som, fiabilidade e uma gama mais vasta de aplicações, justificando o seu custo mais elevado.

No entanto, se o utilizador só possuir capacidade financeira de adquirir microfones de qualidade inferior, com o conhecimento necessário e tendo a noção das limitações desses mesmos microfones é possível obter um resultado profissional na captação de uma fonte sonora, conseguindo assim obter um produto final com uma qualidade bastante elevada. Muitas vezes os artefactos colateralmente adquiridos na captação de uma fonte sonora feita com um microfone de qualidade inferior podem ser removidos na edição do áudio captado.

### **3.7 Análise de Uma Interface Cara e Uma Interface Barata**

As interfaces de áudio estão disponíveis numa vasta gama de preços, e a escolha entre uma interface barata e uma cara envolve várias soluções de compromisso, especialmente no que diz respeito a aspetos técnicos. As interfaces áudio baratas são económicas e adequadas para principiantes ou utilizadores casuais. Oferecem geralmente funcionalidades básicas, como algumas entradas e saídas, e proporcionam muitas vezes uma melhoria notável em relação às placas de som incorporadas no computador. No entanto, os seus pré-amplificadores são normalmente de qualidade inferior, o que pode introduzir ruído e limitar a gama dinâmica das gravações. Estas interfaces têm normalmente taxas de amostragem mais baixas, frequentemente limitadas a 48 kHz e uma bit depth mais limitada, normalmente 16 bits, o que pode afetar a clareza e o detalhe do som. Além disso, as suas opções de conectividade são limitadas, apresentando frequentemente apenas um par de portas de entrada/saída, o que restringe a sua versatilidade em configurações de gravação mais complexas.

Em contrapartida, as interfaces de áudio dispendiosas são concebidas para utilização profissional e oferecem melhorias significativas em termos de fidelidade de áudio e funcionalidade. Algumas incluem pré-amplificadores de alta qualidade que proporcionam um som mais limpo e detalhado com uma maior gama dinâmica, essencial para captar atuações com nuances.

Estas interfaces suportam taxas de amostragem mais elevadas até 192 kHz ou superior e valores mais elevados de bit depth 24 bits ou 32 bits, resultando numa resolução de áudio superior. Estas também estão equipadas com capacidades de DSP, permitindo o processamento de efeitos em tempo real e a monitorização com baixa latência, que são essenciais para a gravação e mistura profissionais. Além disso, as interfaces mais caras possuem opções de conectividade mais robustas e versáteis, incluindo múltiplos canais de entrada/saída, suporte para ligações MIDI, ligações digitais como ADAT, S/PDIF, AES/EBU e melhor integração com outros equipamentos de áudio profissional. Isto torna-as altamente adaptáveis a vários ambientes de gravação e configurações complexas.

A principal desvantagem das interfaces de áudio topo de gama é o seu custo, que pode ser limitativo para vários utilizadores. Para os entusiastas de gravação em casa ou utilizadores com um orçamento mais reduzido, uma interface de áudio mais barata pode oferecer uma melhoria substancial em relação à placa embutida no computador e sem ter um preço elevado. No entanto, para músicos profissionais, produtores e estúdios, investir numa interface áudio topo de gama é crucial para garantir a melhor qualidade de som possível, fiabilidade e flexibilidade no seu trabalho. As interfaces de áudio podem ser categorizadas em três níveis: principiante, amador e profissional, cada uma com diferentes compensações em termos de aspetos técnicos e de preço.

Num nível iniciante numa gama de preços entre os 50 e os 150 euros temos interfaces como a PreSonus AudioBox USB 96, estas interfaces de áudio económicas foram concebidas para quem está a começar. Oferecem funcionalidades básicas com entradas e saídas limitadas, normalmente uma ou duas. Os pré-amplificadores deste nível são funcionais, mas podem introduzir algum ruído em níveis de ganho mais elevados, afetando a clareza do som. As taxas de amostragem atingem normalmente um máximo de 48 kHz com uma profundidade de 16 bits, o que é adequado para tarefas de gravação simples, mas não possui uma resolução necessária para trabalhos de áudio mais detalhados, como por exemplo captação de uma orquestra onde queremos captar praticamente toda a informação do espectro auditivo. As opções de conectividade são reduzidas, apresentando frequentemente apenas uma ligação USB e saídas analógicas básicas. Alguns exemplos de interfaces áudio nessa gama de preços incluem a Behringer UMC22 e a Focusrite Scarlett Solo.

Para um nível entusiasta ou semiprofissional podemos designar uma gama de valores entre os 150 e os 500 euros temos interfaces como a EVO 16. Esta gama média destina-se a entusiastas mais sérios que necessitam de melhor desempenho e flexibilidade. Estas interfaces oferecem pré-amplificadores melhorados com níveis de ruído mais baixos e maiores níveis de ganho, resultando em gravações mais limpas. Suportando taxas de amostragem mais elevadas, até 192 kHz e uma bit depth de 24 bits, proporcionando maior detalhe de áudio e uma maior gama dinâmica. A conectividade é mais versátil, incluindo múltiplas entradas e saídas, portas MIDI e, possivelmente em alguns modelos ligações óticas. Alguns modelos também podem incluir capacidades DSP básicas para fazer processamento de efeitos diretamente na interface. Alguns exemplos de interfaces áudio nesta gama de preços são a Focusrite Scarlett 2i2 e a EVO 8.

Num nível profissional pensamos numa gama de preços superior a 500 euros com interfaces como a MOTU 24Ai, estas interfaces de áudio de alta qualidade são feitas maioritariamente por encomenda para estúdios e produtores profissionais. Apresentam pré-amplificadores de qualidade elevada com níveis de ruído extremamente baixos e elevada amplitude de sinal, assegurando uma captação de áudio mais fidedigna relativamente à fonte sonora que estiver a ser captada. Estas interfaces suportam taxas de amostragem e uma maior bit depth, frequentemente 192 kHz/24 bits ou resoluções superiores, para obter a maior fidelidade de áudio possível. As opções de conectividade são mais robustas incluindo assim várias entradas e saídas analógicas e digitais, capacidades de sincronização avançadas e, frequentemente, ligações Thunderbolt ou USB-C para uma transferência de dados mais rápida. O DSP incorporado permite o processamento em tempo real sem latência de várias faixas de áudio em simultâneo, crucial para a monitorização e mistura profissionais. Alguns exemplos de interfaces nesta gama de preços incluem a Avid Pro Tools Carbon e a RME Fireface UFX III.

Cada nível oferece um equilíbrio entre custo e funcionalidade. Os principiantes podem obter resultados decentes sem um investimento significativo, os amadores beneficiam de maior qualidade e flexibilidade e os profissionais exigem a mais elevada fidelidade e fiabilidade para cumprir as normas da indústria.

### **3.8 Processo de Gravação**

O processo passou por compor e gravar uma música do género Heavy Metal, orquestrada por um conjunto de bateria, baixo elétrico e duas guitarras elétricas. Após se fazer uma maquete no Logic Pro X, usando um instrumento virtual para compor a parte rítmica da bateria e gravando as guitarras e o baixo elétrico através de uma unidade DI.

Procedeu-se às gravações dos instrumentos, fazendo as seguintes captações. Usando três interfaces de áudio de diferentes gamas de preço, uma PreSonus AudioBox USB 96 como interface entrada de gama com um valor de 80€, uma EVO 16 como interface de gama média com um valor de 500€ e uma MOTU 24Ai para a interface de gama profissional com um valor de 1200€.

**A gravação da bateria** constituiu um total de seis captações, duas captações com cada interface. As duas primeiras gravações da bateria foram feitas com a interface de áudio PreSonus AudioBox USB 96, a primeira captação usando o par stereo de microfones Aston Starlight como microfones de entrada de gama e usando a técnica de captação XY para captar os OverHeads, e a segunda captação usando os Schoeps MK4 como microfones de gama profissional, usando a mesma técnica.



Figura 3.7 - Captação da Bateria usando a técnica XY

Sucessivamente, fez-se a terceira e quarta gravações da bateria usando a interface de áudio EVO 16. A terceira e quarta captações foram feitas usando desta vez quatro microfones, com a intenção de demonstrar que com o aumento do valor da interface é possível obter mais pré-amplificadores possibilitando assim ligar mais microfones. A escolha de quatro microfones em vez de oito apesar da interface EVO 16 ter oito pré-amplificadores de microfone, foi porque entre os 80€ e os 500€ existem várias interfaces com quatro pré-amplificadores de microfone. Usando o par stereo Aston Starlight como microfones de entrada de gama, usando a técnica de captação XY para captar os OverHeads. Um microfone da SE Eletronics modelo X-1D no bombo posicionado a 5cm da pele do bombo e fazendo um reforço na captação, usando um Shure SM57 para a tarola.



Figura 3.8 - Captação do Bombo, Tarola e da imagem stereo da bateria

A quarta gravação foi feita com um par stereo de microfones Aston Spirit como microfones de gama profissional, usando a técnica de captação AB e os restantes microfones mantiveram-se os mesmos.

Finalizando as gravações da bateria, procedeu-se com a quinta e sexta gravações usando a interface de áudio MOTU 24Ai. Estas gravações recorreram à utilização de oito microfones,

a quinta captação foi feita usando o par stereo de microfones Aston Spirit usando a técnica AB para captar os OverHeads. Para o bombo foram usados os microfones AKG D-112 para o Kick In e o SE Eletronics X 1-D para o Kick Out. Para a tarola foram usados dois microfones Shure SM57, um para o Snare Top e outro para o Snare Bottom, e foi usado o par stereo de microfones Aston Starlight para microfones de sala. Por fim a sexta gravação recorreu à utilização dos mesmos microfones, mas usando o par stereo Aston Starlight para os microfones posicionados para captar os OverHeads e o par stereo Aston Spirit para captar a sala.



Figura 3.9 - Captação do Bombo e da Imagem Stereo da Bateria Usando a Técnica AB

**O baixo elétrico** foi gravado seis vezes usando o amplificador Ampeg SVT-3 Pro, com um gabinete com 4 vias com altifalantes de 8” polegadas e um *cabinet* de uma via 1 com um altifalante de 16” polegadas. Os microfones usados para essas mesmas gravações foram o, AKG D-112 posicionado Off-Axis e o SE Eletronics X-1D posicionado On-Axis, ambos os microfones foram colocados com uma distância aproximada de 5cm do altifalante. Na gravação do baixo mantivemos o uso dos mesmos microfones, tendo como fator de diferenciação os settings aplicados no amplificador do próprio amplificador. Cada duas gravações foram feitas com uma das três interfaces escolhidas e mencionadas anteriormente, usando diferentes settings para cada captação. Sendo os settings para cada gravação aplicados por mim, e pelo engenheiro do estúdio alternadamente, de modo a cada um de nós obter uma gravação com os settings aplicados pelo próprio, usando as três interfaces de gamas de preço diferentes.



Figura 3.10 - Captação do Baixo Elétrico

**As guitarras**, cada guitarra foi gravada seis vezes usando o amplificador Peavey 6505 e o *cabinet* usado foi um Marshall 1960. Os microfones usados para as gravações feitas com a interface AudioBox USB 96 foram, o microfone de fita The t.bone RB 100 como microfone de entrada de gama, posicionado Off-Axis e o microfone Aston Spirit, como microfone de gama profissional posicionado On-Axis, ambos os microfones foram colocados a uma distância de 5cm da rede do *cabinet*.



Figura 3.11 - Captação das Guitarras

Estas captações foram impossíveis de concluir, pois como para a captação das guitarras e do baixo a gravação de ambos foi feita através de uma D.I. Esta escolha foi feita para testar as diferentes possibilidades de gravação, neste caso usando as saídas de sinal de linha das diferentes interfaces.

Procedeu-se à gravação das guitarras usando uma reamping box para enviar o sinal da interface novamente para o amplificador de guitarra e para o amplificador de baixo sucessivamente. No entanto como a interface AudioBox USB 96 não possui saídas de sinal de linha, usou-se a saída de headphones. Infelizmente o resultado não foi o melhor, pois a quantidade de ruído gerado por alguma interferência eletromagnética no amplificador de headphones da interface foi de tal forma grande que todo o som que estava a sair do amplificador de guitarra era ruído.

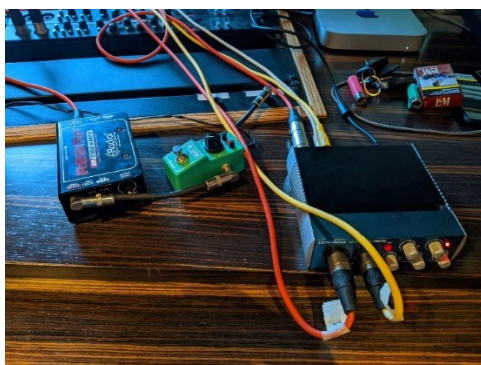


Figura 3.12 - Reamping usando a DI Box Usando a Interface PreSonus

As gravações feitas com a interface entrada de gama, foram algo desafiantes pois, a PreSonus AudioBox USB 96 apenas possui duas entradas de microfones, o que para um instrumento como a bateria apenas dois microfones não costumam ser suficiente. Tendo só dois microfones não conseguimos captar todos os pratos e tambores da bateria com o mesmo detalhe de uma captação multipontual, numa captação multipontual todos os instrumentos constituintes da bateria são captados com o seu próprio microfones. Tentamos então, obter uma imagem stereo fidedigna optando por fazer a captação da bateria usando os microfones usando a técnica XY colocados por cima do baterista.

A interface de gama média a EVO 16, surpreendeu-nos pela positiva, pois esta interface é relativamente recente tendo saído para o mercado em maio de 2022, incorporando assim alguma tecnologia revolucionaria para o mercado, como a funcionalidade de smart gain, um botão embutido na interface que nos permite estabelecer o nível de volume de cada pré-amplificador de microfones automaticamente, esta funcionalidade também tem outra grande vantagem, pois estabelece o nível de volume para todos os pré-amplificadores que estiverem a ser utilizados, em simultâneo. Esta funcionalidade acelera significativamente o processo de gravação, pois ao contrário de uma interface tradicional onde, para cada input do pré-amplificador de microfones, é necessário estabelecer o volume individual de entrada para cada canal, com a EVO 16 não nos deparamos com esse problema pois esses ajustes do volume são feitos de forma automática pela própria interface de áudio.

A MOTU 24Ai, é uma interface de gama profissional. Esta interface permitiu-nos uma maior flexibilidade no que toca à quantidade de inputs, pois usamos um total de oito microfones para a bateria, tendo ainda a possibilidade de ligar os restantes microfones para fazer a captação do baixo e da guitarra sem necessitar de desligar os microfones já ligados. A MOTU 24Ai possui 24 pré-amplificadores de microfones com expansão até 72 canais através de uma conexão ADAT e possui um processador DSP para fazer o processamento de sinal em tempo real até 48 canais em simultâneo.

### **3.9 Processo de Edição e Mistura**

O processo de edição e mistura das seis gravações foi feito duas vezes, tendo todas as gravações sido editadas e misturadas por mim e as mesmas gravações sido editadas e misturadas pelo engenheiro de som do estúdio. Esta abordagem foi executada com o intuito de avaliar a capacidade de editar e misturar de um amador como eu e de um profissional com 15 anos de experiência como o Jorge, engenheiro de som da RedBox Studios.

A DAW que usei foi o Pro Tools pois apesar das gravações terem sido feitas no Logic Pro X, o Pro Tools foi a DAW que aprendi a utilizar durante a minha formação de licenciatura e mestrado na universidade católica. O software de edição e de mistura usado pelo Jorge foi o Logic Pro X pois este é o software de edição que sempre usou na criação dos seus trabalhos.

A edição da música foi um processo que exigiu bastante tempo, pois este é extremamente minucioso. Foi necessário para cada gravação ouvir, individualmente, cada instrumento gravado e quando necessário, corrigir cada faixa de áudio através de edição.

A edição foi feita apenas na bateria, pois como a bateria é um instrumento rítmico, é necessária uma sincronização perfeita com o metrónomo. As captações feitas com a interface EVO 16 e a interface MOTU 24Ai foram as únicas a serem editadas, pois para estas gravações foram feitas captações multipontuais. O som gravado em cada faixa de áudio é bastante definido para cada peça da bateria captada, possibilitando a manipulação das faixas sem incorrer em artefactos após a edição.

No entanto a captação feita com a interface AudioBox USB 96 não foi editada. Como esta foi feita, apenas com dois microfones, o processo de edição tornou-se praticamente impossível de concretizar, pois existe demasiada informação em cada faixa de áudio, fazendo assim com que ao editar a captação, a cauda das ondas sonoras se deteriore devido à sobreposição do áudio na edição, de modo que a captação não ficaria coerente.

As guitarras e o baixo não necessitaram de edição pois ambas as gravações ficaram coerentes. Apesar de na totalidade da gravação a sincronização das guitarras e do baixo não ser perfeita, optamos por não fazer edição nestes instrumentos pois, a sonoridade final de ambos, iria perder as características humanas da performance dos músicos.

No final, procedemos à mistura, este processo é mais flexível pois tivemos a possibilidade de usar a nossa criatividade para estabelecer uma mistura que refletisse uma boa sonoridade, usando assim as técnicas comumente utilizadas no processo, como a equalização, compressão e adição de diversos efeitos.

No final, obtivemos assim, doze versões da mesma música, sendo que cada um editou e misturou as seis versões gravadas da música.

### **3.10 Inquérito**

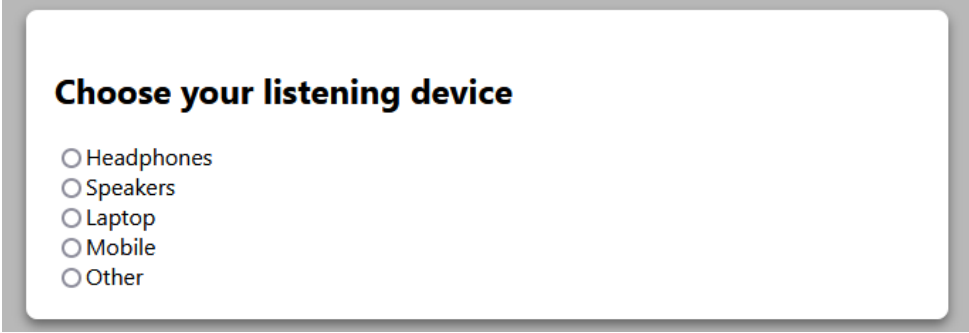
O intuito de fazer um inquérito foi para obter uma votação sobre a qualidade da edição e mistura das gravações. Inicialmente comecei por fazer o inquérito usando a plataforma google forms. No entanto deparei-me com o facto da plataforma google forms não permitir o upload

de ficheiros áudio para o formulário. Sendo a única possibilidade, incorporar links para vídeos no *Youtube*. Após submeter os ficheiros áudio gravados para o *Youtube* e incorporar os links do *Youtube* no formulário, apercebi-me que a extensão do formulário estava demasiado grande, obrigando assim que o utilizador que fosse responder ao questionário fizesse bastante scroll para conseguir responder a todas as perguntas.

Passei então por investigar várias opções de plataformas para refazer o inquérito com o objetivo de criar uma interface de resposta que permitisse ao utilizador ter uma experiência fácil e intuitiva para responder. Sem ter sucesso com a minha pesquisa, pois todas as plataformas necessitavam de uma subscrição paga para me dar acesso à possibilidade de submeter ficheiros áudio. Percebi que a melhor maneira de fazer um inquérito que me permitisse carregar os ficheiros áudio e criar um sistema de respostas seria fazendo um site de raiz.

Para a criação do site que continha o inquérito, usei a tecnologia React desenvolvida pela Meta Platforms, Inc. React é uma biblioteca front-end com base na linguagem de programação JavaScript. Esta biblioteca usa uma extensão ao JavaScript que se chama JSX, JSX é uma combinação de JavaScript e HTML que posteriormente pode ser estilizada recorrendo a CSS.

O Inquérito contém uma primeira secção onde o utilizador deve especificar que dispositivo está a usar para responder ao questionário. É necessário recolher esta informação pois cada tipo de dispositivo tem características de reprodução diferentes.



**Choose your listening device**

- Headphones
- Speakers
- Laptop
- Mobile
- Other

Figura 3.13 - Qual o dispositivo que o Ouvinte Estaria a Usar

De seguida são apresentados ao utilizador três grupos de quatro gravações cada, com um sistema para o utilizador poder ouvir um excerto de 15 segundos de cada uma das versões da música gravada e votar em qual das versões gostou mais.

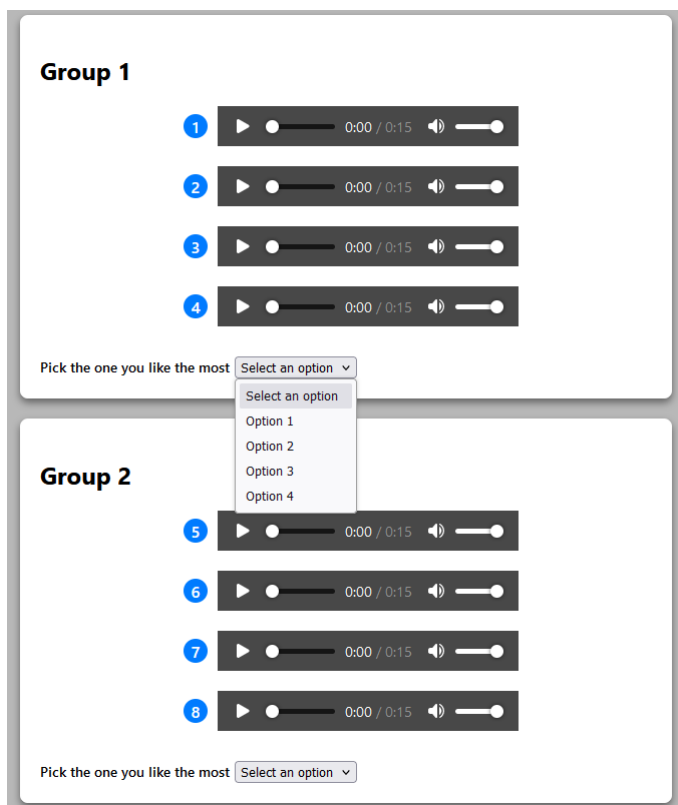


Figura 3.14 - Perguntas do Questionário com a Componente Auditiva

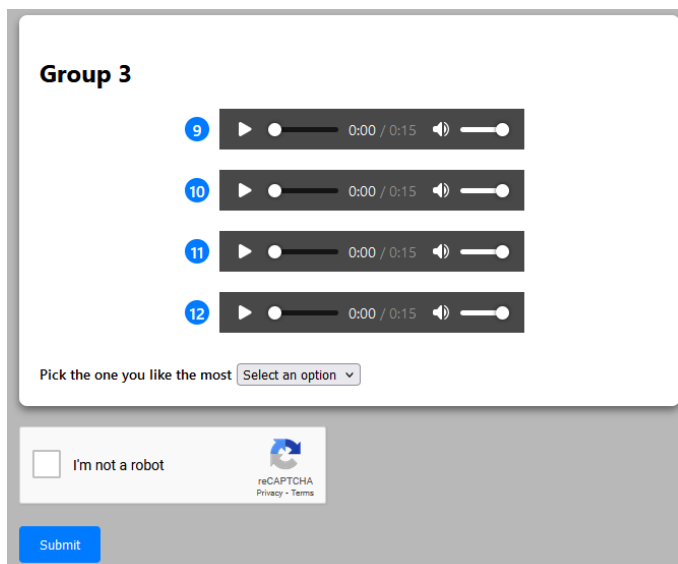


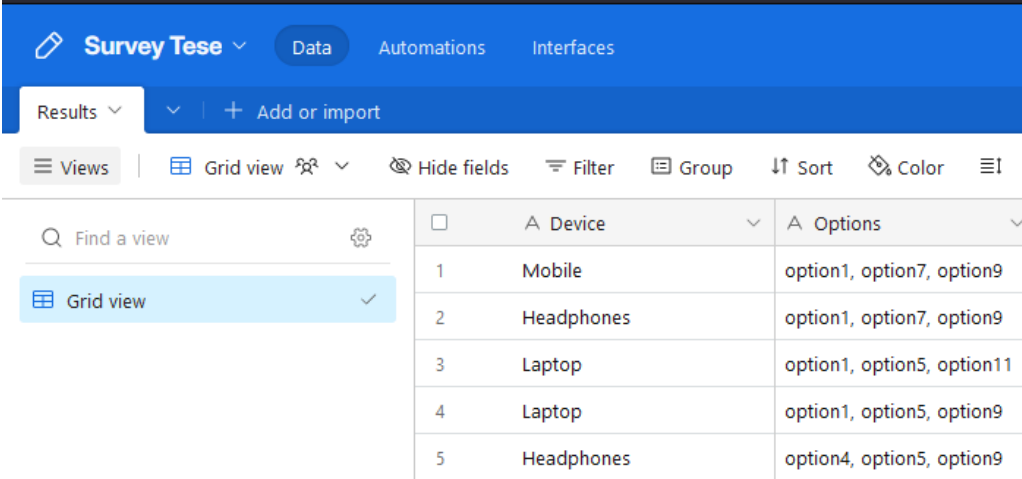
Figura 3.15 - Verificação CAPTCHA e Botão de Submissão do Questionário

Para concluir o inquérito basta o utilizador clicar na verificação CAPTCHA e no botão “Submit”. Assegurando assim que todas as respostas recolhidas foram geradas por utilizadores reais.

A informação submetida pelo utilizador é então enviada através de um sistema chamado cloud function, esse sistema está interligado ao site que hospeda o inquérito e está constantemente a “ouvir” o site do inquérito, assim que uma resposta é submetida o sistema *cloud function* recebe essa informação registando-a através de um *webhook* numa base de dados online chamada *airtable*.

```
21 // Construct data to send to Airtable
22 const airtableData = {
23   records: [
24     {
25       fields: {
26         Device: device,
27         Options: options.join(', '), // Assuming Options is a text field in Airtable
28         Timestamp: new Date().toISOString(), // Optionally include a timestamp
29       },
30     },
31   ],
32 };
33
34 // Make POST request to Airtable webhook URL
35 const airtableUrl = 'https://hooks.airtable.com/workflows/v1/genericWebhook/appko0ONFc51hj3xQ/wf1nnjQjHGV10Xg1b/wtrcUAQYANZtp7Em5';
36 const response = await axios.post(airtableUrl, airtableData);
37
38 // Log successful response from Airtable
39 console.log('Response from Airtable:', response.data);
40
41 // Return success response
42 return { body: 'Data sent to Airtable successfully' };
43 } catch (error) {
44   // Handle errors
45   console.error('Error proxying to Airtable:', error);
46   return { error: 'Failed to proxy data to Airtable' };
47 }
48 }
49 }
```

Figura 3.16 - Código da Web Function



The screenshot shows the SurveyTese interface with a data table. The table has two columns: 'A Device' and 'A Options'. The data is as follows:

	A Device	A Options
1	Mobile	option1, option7, option9
2	Headphones	option1, option7, option9
3	Laptop	option1, option5, option11
4	Laptop	option1, option5, option9
5	Headphones	option4, option5, option9

Tabela 3.2 - Tabela de Resultados Airtable

Após concluir a recolha dos dados e o inquérito ter sido encerrado, os dados foram exportados para uma folha de Excel, na qual, os dados foram tratados para obter a correlação entre as versões da música mais votadas e qual, o material usado para cada gravação e quem foi o responsável pela edição e mistura de cada uma das versões da música.

O inquérito obteve um total de 57 submissões, com esta pequena amostra conseguimos determinar quais as misturas preferidas desse grupo de 57 submissões.

Os resultados obtidos permitem-nos observar três aspetos, quem fez as misturas preferidas do grupo, qual a interface mais votada e qual o microfone mais escolhido entre os microfones caros e os microfones baratos.

Cheap Vs Expensive Interface		Votes			
Mixing Engineer		Group 1	Group 2	Group 3	Grand Total
<b>Jorge</b>		<b>43</b>	<b>52</b>	<b>42</b>	<b>137</b>
<b>EVO</b>			<b>28</b>	<b>15</b>	<b>43</b>
Condenser Cheap			28	15	43
<b>MOTU</b>		<b>36</b>		<b>27</b>	<b>63</b>
Condenser Cheap		36		27	63
<b>Presonus</b>		<b>7</b>	<b>24</b>		<b>31</b>
Condenser Expensive		7	24		31
<b>Rodrigo</b>		<b>14</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>34</b>
<b>EVO</b>			<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
Condenser Cheap			3	5	8
<b>MOTU</b>		<b>5</b>	<b>2</b>		<b>7</b>
Condenser Cheap		5	2		7
<b>Presonus</b>		<b>9</b>		<b>10</b>	<b>19</b>
Condenser Expensive		9		10	19
<b>Grand Total</b>		<b>57</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>171</b>

Tabela 3.3 - Resultados do Inquérito

Na tabela acima apresentada, conseguimos observar que de um total de 171 respostas, 137 votos foram favoráveis às misturas feitas pelo Jorge e 34 votos preferiram as misturas feitas pelo Rodrigo.

Conseguimos também observar que, dos 137 votos que o Jorge teve, a interface usada que teve maior preferência foi a MOTU com 63 votos. Em segundo lugar tivemos a interface EVO com 43 votos e por fim a interface menos votada foi a PreSonus com 31 votos.

Concluimos também que, os microfones baratos foram os microfones mais votados com 106 votos, ao passo que, os microfones caros tiveram apenas 31 votos.

Nas misturas feitas pelo Rodrigo podemos observar que, a interface usada que teve maior preferência foi a PreSonus com 19 votos. Em segundo lugar tivemos a interface EVO com 8 votos. Em terceiro lugar tivemos a interface MOTU com apenas 7 votos.

Contrárias às votações das misturas feitas pelo Jorge, as misturas feitas pelo Rodrigo tiveram como preferência os microfones caros com 19 votos e os microfones baratos tiveram apenas 15 votos.

Utilizando um sistema de percentagens para fazer a mesma análise, mas de outra perspectiva, concluimos que, as misturas feitas pelo Jorge obtiveram um total de 31.39% com a utilização da interface de gama media a EVO 16. As gravações feitas com a interface de entrada da gama obtiveram um total de 22.63% dos votos e as misturas que recorram à utilização da

interface de gama profissional obtiveram um resultado de 45.99% dos votos.

Cheap Vs Expensive Interface		Votes		
Row Labels	Group 1	Group 2	Group 3	Grand Total
<b>Jorge</b>	<b>75.44%</b>	<b>91.23%</b>	<b>73.68%</b>	<b>80.12%</b>
<b>EVO</b>	<b>0.00%</b>	<b>53.85%</b>	<b>35.71%</b>	<b>31.39%</b>
Condenser Cheap		100.00%	100.00%	100.00%
<b>MOTU</b>	<b>83.72%</b>	<b>0.00%</b>	<b>64.29%</b>	<b>45.99%</b>
Condenser Cheap	100.00%		100.00%	100.00%
<b>Presonus</b>	<b>16.28%</b>	<b>46.15%</b>	<b>0.00%</b>	<b>22.63%</b>
Condenser Expensive	100.00%	100.00%		100.00%
<b>Rodrigo</b>	<b>24.56%</b>	<b>8.77%</b>	<b>26.32%</b>	<b>19.88%</b>
<b>EVO</b>	<b>0.00%</b>	<b>60.00%</b>	<b>33.33%</b>	<b>23.53%</b>
Condenser Cheap		100.00%	100.00%	100.00%
<b>MOTU</b>	<b>35.71%</b>	<b>40.00%</b>	<b>0.00%</b>	<b>20.59%</b>
Condenser Cheap	100.00%	100.00%		100.00%
<b>Presonus</b>	<b>64.29%</b>	<b>0.00%</b>	<b>66.67%</b>	<b>55.88%</b>
Condenser Expensive	100.00%		100.00%	100.00%
<b>Grand Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

Tabela 3.4 - Resultados do Inquérito em Percentagem

Das misturas feitas por mim, nas quais usei a interface de entrada de gama, obtive uma votação total de 55.88% dos votos em mim, obtendo assim o maior número de votos nas minhas misturas, ficando em segundo lugar a interface EVO 16 com um total de 23.53% dos votos e por fim a interface MOTU com um total de 20.59% dos votos.

Como se pode observar na tabela última tabela, o Jorge, o engenheiro de som com mais de 15 anos de experiência teve uma votação substancialmente superior à minha votação.

Row Labels	Count of Result Number
<b>Jorge</b>	<b>80.12%</b>
<b>EVO</b>	<b>31.39%</b>
Condenser Cheap	100.00%
<b>MOTU</b>	<b>45.99%</b>
Condenser Cheap	100.00%
<b>Presonus</b>	<b>22.63%</b>
Condenser Expensive	100.00%
<b>Rodrigo</b>	<b>19.88%</b>
<b>EVO</b>	<b>23.53%</b>
Condenser Cheap	100.00%
<b>MOTU</b>	<b>20.59%</b>
Condenser Cheap	100.00%
<b>Presonus</b>	<b>55.88%</b>
Condenser Expensive	100.00%
<b>Grand Total</b>	<b>100.00%</b>

Tabela 3.5 - Resultados do Inquérito em Percentagem, Cotação Total

No entanto, no que toca às interfaces mais escolhidas nas votações do Jorge, a interface que obteve maior quantidade de votos foi a interface MOTU, interface esta de gama profissional, pois esta é a interface que o Jorge usa diariamente para fazer as suas produções, ao passo que, as outras duas interfaces fornecidas por mim par ao propósito do estudo, sendo-lhe estas duas interfaces completamente novas.

Da mesma forma, a interface que teve mais votos para as minhas misturas, foram as misturas feitas com a interface de entrada de gama, pois possuo essa interface há mais tempo. Desde 2016 que possuo essa interface, logo, conheço melhor as suas limitações, ao passo que a interface EVO 16, ainda não me é tão familiar, pois obtive a mesma em novembro de 2023.

No final, percebemos que o Jorge teve mais votos do que o Rodrigo. Percebemos então que, um profissional que já tenha experiência com um determinado equipamento, consegue extrair o máximo dele. Sendo que as interfaces fornecidas para a concretização do estudo tiveram uma curva de aprendizagem para ambos. Podemos assim concluir que, independentemente do equipamento usado, observou-se que o equipamento mais votado para ambos os misturadores foi o equipamento ao qual estes estavam mais habituados a utilizar.

Concluindo, é mais importante conhecer o equipamento e as suas limitações, do que ter o equipamento de maior qualidade. O conhecimento permite assim colmatar as falhas dos equipamentos que estiverem a ser utilizados, sabendo as limitações do equipamento permite-nos também fazer uma abordagem na captação que consiga fazer sobressair as qualidades do equipamento sem fazer realçar as limitações deste.

Em suma, prevalece o conhecimento do misturador em relação à qualidade do material que foi usado, como foi comprovado empiricamente através dos resultados obtidos no inquérito.

#### 4 Considerações Finais

No final do meu estágio na RedBox Studios, gostaria de sintetizar a minha experiência no estúdio.

Durante um período de 6 meses, tive a oportunidade de presenciar o mundo profissional na área da produção musical. Esta exposição a este mundo, permitiu-me o contacto direto com vários profissionais da área.

Juntamente com o meu orientador de estágio na empresa, Jorge Lopes, tive possibilidade de expor os meus conhecimentos e explorar novas técnicas, novas metodologias de trabalho e linhas de pensamento.

Ao longo do estágio, percebi a importância da comunicação constante entre todas as partes da equipa que fazem a produção acontecer. O contacto direto com músicos especializados em instrumentos e géneros musicais diferentes, fez-me apreciar todo o tipo de trabalho realizado na área da produção musical.

No período de gravação compreendi, a importância de um engenheiro que saiba liderar um projeto de gravação de maneira a conseguir extrair o melhor potencial de cada um dos músicos.

O trabalho que realizei na RedBox Studios, foi conseguido graças à base de conhecimentos obtidos ao longo da Licenciatura de Som e Imagem e do Mestrado de Design de Som, pois senti que o que me foi pedido para executar não era totalmente novo.

Apesar de, na maioria das vezes, a abordagem não ser igual à abordagem tida em contexto de sala de aula, devido a uma parte dos tópicos já me terem sido anteriormente apresentados durante o período de estudos, senti bastante facilidade em aprender as novas metodologias de trabalho que me foram pedidas.

Por parte do estudo conduzido durante o período de estágio curricular, penso que, se não houvesse uma restrição de tempo disponível para fazer as gravações, teria sido interessante fazer uma comparação mais vasta e abrangente, entre as ferramentas necessárias e o conhecimento necessário à criação de um projeto na área de produção musical de qualidade profissional. Com a possibilidade de usar outro tipo de microfones e instrumentos e com a possibilidade de fazer a comparação entre a qualidade das misturas com mais engenheiros de som com diferentes níveis de experiência e com backgrounds musicais diferentes.

## Referências e Bibliografia

Microphones, D. (2018, April 11). *Microphone noise - The basics about self-noise in mics.*

DPA. <https://www.dpamicrophones.com/mic-university/the-basics-about-noise-in-mics>

Microphones, D. (2018, March 8). *The basics about distortion in microphones.* DPA.

<https://www.dpamicrophones.com/mic-university/the-basics-about-distortion-in-mics>

*Mic Basics: What is Frequency Response?* (2017, August 10). Shure USA.

<https://www.shure.com/en-US/insights/mic-basics-frequency-response>

*Microphone directionality and polar pattern basics.* (2015, June 8). Shure USA.

<https://www.shure.com/en-US/insights/microphone-directionality-polar-pattern-basics>

Jones, R. (2022, November 21). *Understand impedance, microphones, and preamps.*

Micpedia. <https://micpedia.com/microphones-preamps-and-impedance/>

Audio interfaces 101: What are they and how to choose one | Native Instruments Blog.

Native Instruments Blog. <https://blog.native-instruments.com/audio-interfaces-101/#what-is>

Microphones, D. (2020, May 27). *Read microphone specifications and understand mic*

*quality.* DPA. <https://www.dpamicrophones.com/mic-university/how-to-read-microphone-specifications>

Fox, A. (2024, June 23). *The complete guide to ribbon Microphones (With mic examples).*

*My New Microphone.* <https://mynewmicrophone.com/the-complete-guide-to-ribbon-microphones-with-mic-examples/>

Lewis, J. (2012). *Analog Dialogue 46-05 Back Burner, April (2012).*

[www.analog.com/analogdialogue](http://www.analog.com/analogdialogue)

Sdadmin. (2020, April 10). *Understanding microphone preamplifier noise.* Sound Devices. <https://www.sounddevices.com/microphone-preamp-noise/>

Benjamin, E. M. (2014, October 7). *Performance of the Microphone-Preamplifier interface.*

Ahnert, W., & Noy, D. (2023). *Sound Reinforcement for Audio Engineers.*

Angus, J. A. S. (2019). Modern sampling: A tutorial. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, 67(5), 300–309. <https://doi.org/10.17743/jaes.2019.0006>

Ballou, G. (2008). *Handbook for Sound Engineers Fourth Edition*.

Bartlett, B. (1987). Choosing the Right Microphone by Understanding Design Tradeoffs. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, 35. <https://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=10282>

Benjamin, E., & Kimpel, A. (2014). *Convention e-Brief 176 Performance of the microphone-preamp interface*.

D. Rossing, T., Wheeler Paul, & Richard Moore, F. (2001). *The Science of Sound, 3rd Edition*. <https://archive.org/details/scienceofsound0003ross>

Eargle, J. (2004). *THE MICROPHONE BOOK Second edition*.

Feigen, L. P., & Chicago, M. (1971). *Physical Characteristics of Sound and Hearing*.

Green, S. (2011). MICROPHONE PREAMPLIFIER DESIGN. In *THE INS AND OUTS OF AUDIO-AES 24 th UK CONFERENCE*. <http://www.thatcorp.com/Seminars.shtml>

Horowitz, & Hill. (2015). *THIRD EDITION WINFIELD HILL*.

Rumsey, F., & McCormick, T. (2006). *Sound and Recording: An Introduction*.

Stach, B. A. (2017). *Introduction to Sound Acoustics for the Hearing and Speech Sciences Fourth Edition Editor-in-Chief for Audiology*.

Story, M. (2004). AES Aidop Analog-to-Digital Converters. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, 52(3), 145–158.

Zölzer, U. (2008). *Digital Audio Signal Processing 2nd Edition*.

## APÊNDICE A

### Formulário do Inquérito

### Gear Vs Knowledge

#### Instructions

Hey there! 🙌

Welcome to the Gear Vs Knowledge survey!

You'll listen to the same audio clips recorded with different audio gear.

Try to spot the differences between the audio clips and pick the one you like the most for each group.

#### Choose your listening device

Headphones

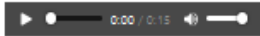
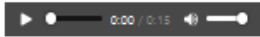
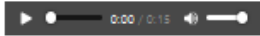

Speakers

Laptop

Mobile

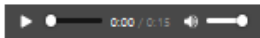
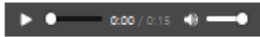
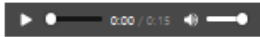
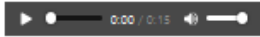
Other

#### Group 1

- 
- 
- 
- 

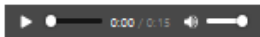
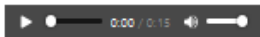
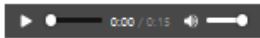
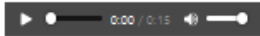
Pick the one you like the most

#### Group 2

- 
- 
- 
- 


Pick the one you like the most

#### Group 3

- 
- 
- 
- 

Pick the one you like the most

I'm not a robot



reCAPTCHA  
Disney • Terms

## APÊNDICE B

### Código React Referente ao Inquérito

```
1   import React, { useState } from "react";
2   import axios from "axios";
3   import "./Survey.css";
4   import ReCAPTCHA from "react-google-recaptcha";
5
6   ✓ const Survey = () => {
7     const [selectedOptions, setSelectedOptions] = useState(Array(3).fill(""));
8     const [submitted, setSubmitted] = useState(false);
9     const [selectedDevice, setSelectedDevice] = useState("");
10    const [otherDevice, setOtherDevice] = useState("");
11    const [formErrors, setFormErrors] = useState({
12      device: false,
13      options: [false, false, false],
14      captcha: false,
15    });
16
17    const recaptchaRef = React.createRef();
18
19    > const handleOptionChange = (groupIndex, value) => { ...
32    };
33
34    > const handleDeviceChange = (e) => { ...
44    };
45
46    const handleOtherDeviceChange = (e) => {
47      setOtherDevice(e.target.value);
48    };
49
50    > const handleSubmit = async (e) => { ...
93    };
94
95    > const validateForm = () => { ...
121   };
122
123    > const renderGroup = (groupIndex) => ( ...
172   );
173
174    > const renderAudioPlayer = (audioIndex) => ( ...
190   );
191
```

```

192     return (
193       <div className="survey-container">
194         <h1 className="survey-title">Gear Vs Knowledge</h1>
195         <div className="survey-form">
196           <form onSubmit={handleSubmit}>
197             <div className="group-container">
198               <div className="group">
199                 <h2>Instructions</h2>
200                 <p>Hey there! 🎧</p>
201                 <p>Welcome to the Gear Vs Knowledge survey!</p>
202                 <p>
203                   You'll listen to the same audio clips recorded with different
204                   audio gear.
205                 </p>
206                 <p>
207                   Try to spot the differences between the audio clips and pick the
208                   one you like the most for each group.
209                 </p>
210               </div>
211             </div>
212             <div className="group-container">
213               <div className="group">
214                 <h2>Choose your listening device</h2>
215                 <div className="checkbox-group">
216                   {["Headphones", "Speakers", "Laptop", "Mobile", "Other"].map(
217                     (device, index) => (
218                       <div key={index} className="checkbox-option">
219                         <input
220                           type="radio"
221                           id={`device-${index}`}
222                           name="device"
223                           value={device}
224                           checked={selectedDevice === device}
225                           onChange={handleDeviceChange}
226                         />
227                         <label htmlFor={`device-${index}`}>{device}</label>
228                         {device === "Other" && selectedDevice === "Other" && (
229                           <input
230                             type="text"
231                             value={otherDevice}
232                             onChange={handleOtherDeviceChange}
233                             placeholder="Please specify"
234                             className="other-input"
235                           />
236                         )}
237                       </div>
238                     )
239                   )}

```

```
240         {formErrors.device && (  
241           <p className="error-message">Please select a device.</p>  
242         )}  
243       </div>  
244     </div>  
245 </div>  
246     {Array.from({ length: 3 }, (_, groupIndex) => (  
247       <div key={groupIndex} className="group-padding">  
248         {renderGroup(groupIndex)}  
249       </div>  
250     ))}  
251     <ReCAPTCHA  
252       ref={recaptchaRef}  
253       sitekey="6LcXX_gpAAAAAPi688ndMYIaQh6-vbRWlGvEzXzE"  
254       onChange={() =>  
255         setFormErrors((prevErrors) => ({  
256           ...prevErrors,  
257           captcha: false,  
258         })))  
259     }  
260   />  
261   {formErrors.captcha && (  
262     <p className="error-message">Please complete the CAPTCHA.</p>  
263   )}  
264   <button type="submit" className="submit-btn">  
265     Submit  
266   </button>  
267 </form>  
268   {submitted && <p>Thank you for your responses!</p>}  
269 </div>  
270 </div>  
271 );  
272 };  
273  
274 export default Survey;
```