

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

Nathalia Hoffmann Tissot

ÁUDIO BINAURAL: UMA EXPERIÊNCIA IMERSIVA

Caxias do Sul
2021

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
CURSO DE BACHARELADO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS**

NATHALIA HOFFMANN TISSOT

ÁUDIO BINAURAL: UMA EXPERIÊNCIA IMERSIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador(a): Dr. Marcell Bocchese

NATHALIA HOFFMANN TISSOT

ÁUDIO BINAURAL: UMA EXPERIÊNCIA IMERSIVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Tecnologias Digitais na Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador(a): Dr. Marcell Bocchese

Aprovado em 01 / 07 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Bocchese
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Dra. Elisa Boff
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Dr. Ronei Teodoro da Silva
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Dedico este trabalho à minha mãe que abriu as portas para meus estudos. E ao meu finado pai, que estaria orgulhoso de ver sua filha completando mais uma etapa importante da vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família, pela oportunidade de cursar esta faculdade.

Aos meus amigos virtuais, Victor e Higor, pelo apoio e companhia durante a escrita e desenvolvimento.

Aos meus queridos amigos, Yuri e Gabriel, pelo apoio, carinho, companhia e compreensão durante o projeto.

Aos meus colegas de trabalho, William e Sidart, pela paciência, tradução de artigos e ideias.

Ao meu coordenador e orientador, Marcelo e Marcell, pelo caminho que me auxiliaram a trilhar.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso aborda o tema das ondas binaurais, suas características, as áreas de atuação, e o que pesquisadores têm produzido sobre o assunto, mostrando que as ondas binaurais são assim uma experiência imersiva. A pesquisa propõe o desenvolvimento de um website voltado para criação de áudios binaurais para ampliar o conhecimento das pessoas sobre as ondas e testar sua utilização na prática. A proposta dessa ferramenta foi elaborada de forma simples e acessível, para que seja apta a atender o público alvo e os demais. Utilizando das ondas Alfa, Beta, Delta, Theta e Gamma, o site propõe a composição de uma música própria, onde o usuário pode escolher a trilha sonora, a combinação de duas ondas e diversos sons ambientes. Com o intuito de estudar as ondas, identificar possíveis usos no cotidiano do público estudantil, verificar possíveis contra indicações, classificar ondas capazes de auxiliar pessoas e proporcionar um maior conhecimento sobre seus benefícios, foi desenvolvida uma ferramenta web alinhada aos objetivos deste trabalho e foram testadas em indivíduos. Estudos mostram que as ondas são eficazes na diminuição da ansiedade, segundo Pilon (2020), e no tratamento da insônia de acordo com Barratt (2022). Outros autores citados são Arpino (2022), Besedovsky (1984), Bos (2020), Corrégio (2021), Chaieb (2015), Filimon (2010), França (2008), Freitag (2017), Henriques (2021), Goés (2021), Jailani (2013), Jirakittayakorn (2017), Malmivuo (1995), Oster (1973) e Timo-laria (1971). Como principais resultados, pode ser destacado que a combinação de sons binaurais, beneficiou o estado de humor positivo potencializando o efeito que uma música instrumental acompanhada de sons ambientais, escolhidas pelo usuário, traria.

Palavras-chave: Áudio. Ondas Binaurais. Website.

ABSTRACT

This Course Completion Work addresses the topic of binaural waves, their characteristics, areas of activity, and what researchers have produced on the subject, showing that binaural waves are thus an immersive experience. The research proposes the development of a website aimed at creating binaural audios to expand people's knowledge about waves and test their use in practice. The proposal of this tool was prepared in a simple and accessible way, so that it is able to serve the target audience and others. Using Alpha, Beta, Delta, Theta and Gamma waves, the site proposes the composition of its own music, where the user can choose the soundtrack, the combination of two waves and various ambient sounds. In order to study the waves, identify possible uses in the daily life of the student public, verify possible contraindications, classify waves capable of helping people and provide greater knowledge about their benefits, a web tool was developed in line with the objectives of this work and were tested in individuals. Studies show that waves are effective in decreasing anxiety, according to Pilon (2020), and in treating insomnia according to Barratt (2022). Other authors cited are Arpino (2022), Besedovsky (1984), Bos (2020), Corregio (2021), Chaieb (2015), Filimon (2010), França (2008), Freitag (2017), Henriques (2021), Goés (2021), Jailani (2013), Jirakittayakorn (2017), Malmivuo (1995), Oster (1973 and Timo-laria (1971). As main results, it can be highlighted that the combination of binaural sounds benefited the positive mood state enhancing the effect that instrumental music accompanied by ambient sounds, chosen by the user, would bring.

Keywords: Audio. Binaural waves. Website.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem comparando as frequências binaurais e monoaurais	14
Figura 2 - A aplicação de batidas mono e binaurais	14
Figura 3 - Representação da frequência binaural	16
Figura 4 - Aparelhos usados em um EEG	17
Figura 5 - Sinal de EEG da onda Delta	18
Figura 6 - Sinal de EEG da onda Theta	19
Figura 7 - Sinal de EEG da onda Alfa	20
Figura 8 - Sinal de EEG da onda Beta	21
Figura 9 - Sinal de EEG da onda Gamma	22
Figura 10 - Tela de configuração de novo tom	28
Figura 11 - Configuração de nova sessão de múltiplas faixas	28
Figura 12 - Sessão de múltiplas faixas criada	29
Figura 13 - Arquivos de áudio criados e configurados em uma faixa da sessão	29
Figura 14 - Criação de uma sessão de múltiplas faixas para o áudio em 5.1	30
Figura 15 - Nova sessão com duas faixas do primeiro protótipo	30
Figura 16 - Plugin configurado para saídas esquerda e direita	31
Figura 17 - Curvas de controle Azimuth	31
Figura 18 - Adição da música ambiente	32
Figura 19 - Tela do site	32
Figura 20 - Diretório acadêmico do bloco 71	32
Figura 21 - Preset do site.....	43
Figura 22 - Gráfico de uso das ondas	44
Figura 23 - Gráfico de classificação de conhecimento	44
Figura 24 - Estados físicos/emocionais do grupo experimental antes do experimento.....	45
Figura 25 - Estados físicos/emocionais do grupo experimental após experimento...45	45
Figura 26 - Estados físicos/emocionais do grupo de controle antes do experimento.....	46
Figura 27 - Estado físicos/emocionais do grupo de controle após experimento.....46	46
Tabela 1 - Estimulação monoaural e binaural: características principais.....	15
Tabela 2 - Nomeação das Ondas de Frequência do Sinal de EEG.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HZ	Hertz
EEG	Eletroencefalograma
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
HGH	Hormônio do crescimento humano
RMIT	Instituto Real de Tecnologia de Melbourne
TDAH	Transtorno do déficit de atenção com hiperatividade

1 INTRODUÇÃO.....	10
2. BINAURAL BEATS: DESVENDANDO AS BATIDAS EM SEU CÉREBRO.....	13
2.1 Surgimento das Ondas.....	13
2.2 Ondas Delta.....	18
2.3 Onda Theta.....	19
2.4 Ondas Alfa.....	20
2.5 Ondas Beta.....	20
2.6 Onda Gamma.....	22
3. BENEFÍCIOS DAS ONDAS BINAURAIIS.....	23
3.1 ONDAS BINAURAIIS NA SAÚDE.....	22
3.2 ONDAS BINAURAIIS RECREATIVAS.....	24
3.2 ONDAS BINAURAIIS NO COTIDIANO.....	26
4 METODOLOGIA.....	27
4.1 PROPOSTA DE SOLUÇÃO.....	34
5 EXPERIMENTO PRÁTICO.....	35
5.1 ANÁLISE.....	42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO.....	50
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO.....	50
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi motivado pelo interesse profissional nas áreas de áudio, tecnologias digitais, artes e psicologia. Este trabalho tem o objetivo de contribuir para as áreas de tecnologia e neurociência, aprofundando-se em como as frequências, usadas em conjunto com a tecnologias, poderiam beneficiar a qualidade de vida.

O conceito de onda binaural foi apresentado pela primeira vez por HW Dove, em 1839, mas foi aprimorado por Oster, há cerca de cinco décadas. Batidas binaurais ocorrem quando, por exemplo, uma onda de 400 Hz é posta em uma orelha e uma onda de 440 Hz na outra orelha. Desta forma, percebe-se uma batida de 40 Hz, que é percebida como “dentro” da cabeça (FELL, 2015, p. 3).

As ondas binaurais são resultado da combinação feita pelo cérebro de duas outras ondas levemente distintas. Heinrich Wilhelm Dove evidenciou que as ondas são captadas individualmente, pelo ouvido esquerdo e ouvido direito, de forma assíncrona, ou seja, não ocorrem ao mesmo tempo, e em frequências e intensidades diferentes, porém próximas e inferiores à frequência de 1000 Hz (OSTER, 1973).

O cérebro humano possui pulsos eletroquímicos, que são consequências de atividades no córtex cerebral e produzem ondas cerebrais. A mente humana é composta por cinco ondas base, responsáveis por comportamentos voluntários e involuntários, sendo elas, Delta (0,5-4 Hz), Alfa (8-13 Hz), Theta (4-8 Hz), Beta (13-30 Hz) e Gamma (30-100 Hz). Cada uma destas ondas está associada a um padrão emocional, como relaxamento, foco, atenção e outros, que pode ser influenciado, de forma positiva ou negativa, ao indivíduo que fizer uso de ondas binaurais (GOÉS, 2018).

É possível, a partir de estímulos com ondas, melhorar as ondas base do cérebro, de forma a condicionar a atividade cortical, induzindo um padrão específico de ondas. Essa ação pode alterar os estados de consciência, porém depende da influência de fatores externos, da duração do estímulo e de características pessoais, como cultura, etnia e idade (GOÉS, 2018).

O uso da tecnologia de ondas binaurais resulta em uma técnica chamada de arrastamento. Esta técnica está sendo usada na resolução de problemas relacionados à saúde, como, por exemplo, a ansiedade, depressão, déficit de

atenção, insônia, entre outros (CORRÉGIO, 2020). Cada reação emocional gera uma frequência vibratória específica dentro de nosso cérebro, sendo possível, com auxílio de ondas binaurais, atingir determinadas reações (PILON, 2020).

Estudos realizados no México demonstraram que as ondas binaurais promovem estímulos que induzem ao relaxamento de forma mais eficiente, ao serem comparadas a sons da natureza (MOLINA, 2014). Há diversos relatos que comprovam que técnicas de estimulação cerebral podem ser utilizadas na indução de estados mentais positivos e que auxiliam em tratamentos de diversos transtornos, de forma segura e não invasiva (GOÉS, 2018).

Este projeto justifica-se pelo crescimento da ansiedade, estresse, depressão e outros sintomas, durante a reclusão ocasionada pela pandemia de Covid-19¹. Estudos realizados em outubro de 2020, pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), e apresentados no site da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), revelam que 80% da população brasileira tornou-se mais ansiosa, enquanto 68% passaram a relatar depressão.

A função deste trabalho é comparar os sons comuns e binaurais, por meio de testes e estudos, trazendo a diferença entre eles e testando as reações e sensações proporcionadas. A intenção é procurar avaliar, via questionário e testes, se as ondas binaurais resultam em estados de relaxamento, foco, entre outros.

Este trabalho trata-se da apresentação de diferentes sons a dois grupos de indivíduos, o grupo de controle e o grupo experimental, buscando não os informar se são, de fato, as ondas binaurais ou monoaurais que estão tendo contato, para que já seja descartado o efeito placebo.

O grupo de controle ouve um som mono, acompanhado de sons ambientes escolhidos pelo próprio usuário, sendo zerado o som da onda binaural sem informá-los. O grupo experimental seleciona uma combinação de duas ondas e sons ambientes, também, porém é mantida a onda binaural, diferente do grupo de controle. Antes e após o experimento, é proposto um questionário, que visa avaliar e comparar as respostas, analisando se houve ou não diferença entre os dois grupos.

Propõe-se, então, a seguinte questão norteadora da pesquisa: Como ondas sonoras binaurais podem ser consideradas favoráveis na vida das pessoas?

¹ O primeiro caso da pandemia pelo novo coronavírus, SARS-CoV 2, foi identificado em Wuhan, na China, no dia 31 de dezembro de 2019. Desde então, os casos da Covid-19, nome dado à doença, começaram a se espalhar rapidamente pelo mundo: primeiro pelo continente asiático, e depois por outros países.

Nessa perspectiva, o objetivo geral desta pesquisa é identificar e apontar as características das ondas binaurais e analisar as sensações e reações obtidas do público participante da pesquisa.

Já como objetivos específicos, destacam-se: buscar compreender o surgimento das ondas binaurais; tentar inseri-las no cotidiano do público estudantil; classificar as ondas sonoras que são capazes de auxiliar as pessoas; analisar as possíveis contraindicações; e, proporcionar um maior conhecimento sobre os benefícios no dia a dia.

O capítulo 2 apresenta uma pesquisa teórica sobre as ondas binaurais, seu surgimento, o início dos estudos nessa área e individualmente sobre as ondas Alfa, Beta, Delta, Theta e Gamma, baseando-se na bibliografia de Filimon (2010), Oster (2017) entre outros.

O capítulo 3 refere-se aos benefícios das ondas binaurais, trazendo uma pequena introdução sobre o tema. Expõe as ondas binaurais na saúde, inicialmente trazendo um estudo sobre os fins terapêuticos da música na saúde. Após, são detalhados estudos sobre o uso de ondas para tratamento de ansiedade e os resultados em pacientes submetidos à anestesia geral para cirurgia eletiva (BARRATT, 2022).

Ainda no capítulo 3, são apresentadas as ondas binaurais no campo de atuação recreativo. O texto descreve o que são as drogas virtuais e apresenta um site, conhecido como I-Doser², trazendo um estudo realizado no RMIT (Instituto Real de Tecnologia de Melbourne), na Austrália. A próxima seção trata das aplicações das ondas no cotidiano, apresentando um estudo sobre o tratamento da insônia. A seguir, conclui-se o capítulo, apresentando outro experimento, no qual as ondas binaurais são utilizadas para estudo, trazendo exemplos e os resultados obtidos.

No capítulo 4, é apresentada a metodologia utilizada na construção do website e os passos para a criação particular de um áudio binaural. O texto seguinte enumera as dificuldades obtidas durante o desenvolvimento e as fases de realização. Apresenta, ainda, a metodologia utilizada no experimento realizado e na seleção dos indivíduos.

Na mesma seção, são informados dados estatísticos, que mostram uma das consequências da pandemia, vinculando, assim, a proposta da criação de um website para ampliar o conhecimento e a utilização do assunto tratado no trabalho

² Disponível em <https://i-doser.com>

de conclusão, este que atualmente é pouco disseminado. O texto detalha o surgimento de um site, implementado em html, css e javascript, que pretende inovar a imersão nas ondas binaurais, além de trazer informações suficientes para gerar interesse no uso dessas ondas.

O próximo capítulo acompanha os experimentos realizados com vinte estudantes da Universidade de Caxias do Sul, trazendo, primeiramente, o grupo experimental e seus resultados e, após, o grupo de controle. Por fim, o capítulo 7 apresenta as considerações finais.

2. BINAURAL BEATS: DESVENDANDO AS BATIDAS EM SEU CÉREBRO

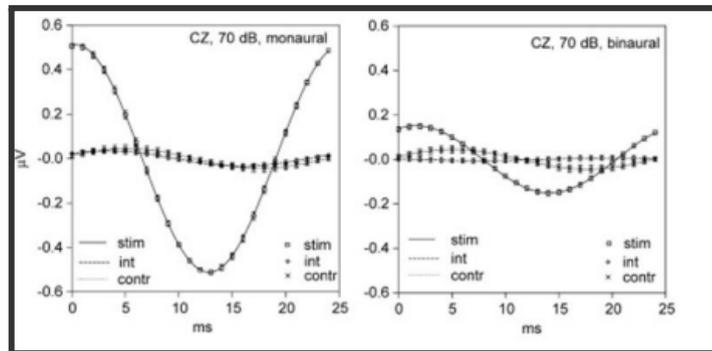
2.1 Surgimento das Ondas

Na Física, o som é uma onda que se propaga pelo ar e, em outros meios, a partir das vibrações das moléculas, assim transmitindo apenas energia. Todo som tem uma frequência medida em Hertz (Hz), que define a sua altura. Quanto maior a frequência do som, mais agudo ele é. Por outro lado, quanto menor a frequência, mais grave o som. Quando se fala em decibéis, se está fazendo referência à intensidade sonora, sendo ela a quantidade de energia que as ondas sonoras transferem durante o intervalo de tempo de um segundo. Quando algum som tem grande intensidade, afirma-se que esse som é forte; já ao contrário, trata-se de um som fraco.

Os estudos sobre sons capazes de alterar o comportamento cerebral, os sons binaurais, foram iniciados em meados de 1839, com o cientista alemão Wilhelm Dove (1803-1879). O pesquisador percebeu que o cérebro é capaz de detectar a variação de sons quando são apresentados de forma separada para os ouvidos, um som pelo lado direito e outro pelo lado esquerdo. O cérebro tenta harmonizar a diferença entre eles, sincronizando o funcionamento dos hemisférios esquerdo e direito (FILIMON, 2010).

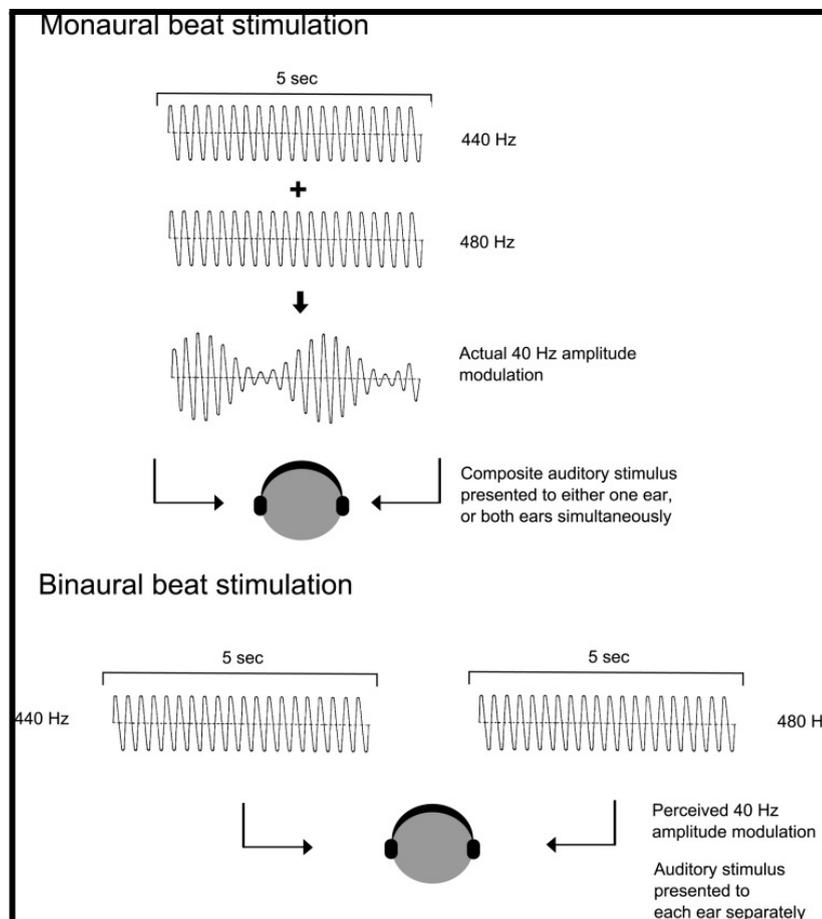
A superposição dos sinais modulados de frequências próximas, por exemplo 440 Hz e 480 Hz, disponíveis em cinco segundos, somando as frequências de forma simultânea, resulta em 40 Hz escutados em ambos os ouvidos, sendo assim, as ondas monoaurais. As mesmas frequências, no mesmo tempo, porém apresentadas separadamente, 440 Hz ao lado esquerdo e 480 Hz ao lado direito, fazem com que o cérebro compense a diferença com 40 Hz e, dessa forma, as ondas binaurais. Ambas as simulações são apresentadas na Figura 2 (CHAIEB; WILPERT; REBER; FELL, 2015).

Figura 1 - Imagem comparando as frequências binaurais e monoaurais



Fonte: (ZIEMANN, 2018)

Figura 2 - A aplicação de batidas mono e binaurais



Fonte (CHAIEB; WILPERT; REBER; FELL, 2015)

A onda binaural surge quando dois tons de uma frequência ligeiramente diferentes, porém próximos e inferiores à frequência de 1000 Hz, são apresentados em cada ouvido, dando a sensação de um áudio 3D. Por exemplo, quando um tom de 510 Hz é captado pelo ouvido direito e um tom de 500 Hz captado pelo ouvido esquerdo, há a criação de uma batida binaural, sendo que o cérebro compensa a

diferença de 10 Hz, conforme demonstrado na Figura 3. Assim, ao invés de escutar dois tons diferentes, a maioria das pessoas vai ouvir apenas um tom, que oscila na frequência ou intensidade, sendo assim, uma batida (OSTER, 1973).

Os batimentos monoaurais são ouvidos quando um estímulo auditivo composto é apresentado a ambas as orelhas simultaneamente, o qual é detectado pela cóclea e re-transmitido ao tronco cerebral e ao córtex auditivo. As batidas binaurais, no entanto, são percebidas apenas subjetivamente quando duas ondas senoidais de frequências próximas são entregues a cada ouvido separadamente (CHAIEB; WILPERT; REBER; FELL, 2015, p. 3).

Existem registros de que, nas culturas antigas, as batidas monoaurais eram utilizadas para induzir um estado de transe no cérebro, usando sons rítmicos de bateria e outros instrumentos que geram essas ondas, como, por exemplo, os rituais zulus e sul-americanos (FILIMON, 2010).

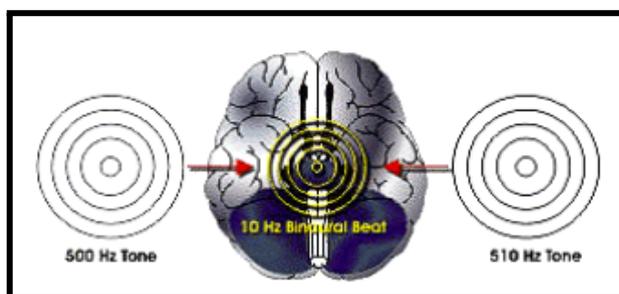
As principais diferenças entre batidas monoaurais e binaurais estão listadas na Tabela 1. Batimentos monoaurais são batidas físicas, que são ouvidas quando a combinação de duas ondas, em frequências vizinhas, por exemplo 400 Hz e 440 Hz, são somadas e apresentadas ao ouvido ao mesmo tempo. Já as batidas binaurais, são geradas quando as ondas dentro de uma faixa próxima são apresentadas a cada ouvido (CHAIEB; WILPERT; REBER; FELL, 2015).

Tabela 1 - Estimulação monoaural e binaural: características principais.

Ondas Mono	Ondas Binaurais
Ondas físicas/objetivas	Percepção subjetiva
Apresentação de frequências compostas para uma orelha ou ambas as orelhas simultaneamente	Apresentação de frequências vizinhas para cada ouvido separadamente
Periférica	Central
Capaz de ser percebido em um ou ambos os ouvidos	Requer ação combinada de ambas as orelhas
Ouvido em uma faixa de frequência de batida mais ampla e em tons mais altos	Presente quando as frequências de batimento são baixas e com tons abaixo de 1000 Hz

Fonte: (CHAIEB; WILPERT; REBER; FELL, 2015)

Figura 3 - Representação da frequência binaural



Fonte: (FILIMON, 2010)

Entre 1924 e 1929, o psiquiatra alemão Hans Berger descobriu, acidentalmente, a existência de frequências altas e baixas no cérebro, realizando o primeiro eletroencefalograma (EEG), um método não-invasivo, onde eletrodos são colocados na cabeça de um indivíduo, permitindo o monitoramento da atividade elétrica do cérebro (JAILANI, 2013).

O médico ou técnico responsável por conduzir o EEG divide o cabelo do paciente em mechas e marca os locais em que os eletrodos serão colocados. Com o auxílio de um gel condutor de eletricidade, os eletrodos são posicionados e fixados, de acordo com a solicitação do médico. Então, o aparelho é ligado, iniciando a amplificação dos sinais elétricos do cérebro, para que sejam detectados pelo EEG. Os aparelhos utilizados neste procedimento estão apresentados na Figura 4.

A origem do sinal de EEG o torna consideravelmente variável, em termos de ondas de frequência e amplitude. Mesmo possuindo uma grande variabilidade, identifica-se no indivíduo um ritmo base, que pode variar de acordo com a idade e o estado mental (SANTOS, 2014). Os sinais-base são classificados em cinco ondas de frequência, que serão apresentadas no decorrer deste texto.

Figura 4 - Aparelhos usados em um EEG



Fonte: (CIONEK, 2022)

Hans Berger possuía a intenção de descobrir a existência da telepatia, porém descobriu que as ondas cerebrais, mesmo sem transmitirem informações para o ambiente externo, são de extrema importância para o ambiente interno, influenciando os estados de consciência (GOMES, 2015).

O método de estudo realizado por ele possibilitou que fossem descobertas cinco frequências de ondas cerebrais, a Delta, Theta, Alfa, Beta e Gamma, conforme apresentadas na Tabela 2. Cada uma dessas ondas está relacionada a um estado específico da mente humana. As vibrações sonoras refletem a atividade do córtex, uma das partes do cérebro mais desenvolvida e rica em neurônios, as conhecidas células cerebrais. Diz-se que, sem o córtex, não existiriam a razão, as emoções e até a memória. Por isso, o córtex é responsável por todo o desenvolvimento criativo do cérebro (TIMO-IARIA, 1971).

Tabela 2 - Nomeação das Ondas de Frequência do Sinal de EEG

Frequência	Nome
0,5 a 4 Hz	Delta (δ)
4 - 8 Hz	Teta (θ)
8 - 13 Hz	Alfa (α)
13 - 30 Hz	Beta (β)
30 - 100 Hz	Gamma (γ)

Cada onda de frequência origina-se, predominantemente, em regiões do cérebro diferentes, sendo dependentes de uma combinação de características particulares do indivíduo e de suas atividades momentâneas (SANTOS, 2014).

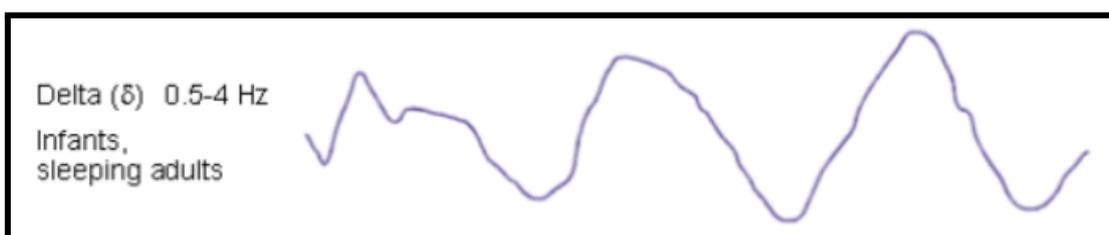
2.2 Ondas Delta

A onda Delta é uma onda cerebral de alta amplitude com uma frequência de oscilação entre 0,5 Hz a 4 Hz, tendo origem no tálamo é a frequência mais baixa de ondas cerebrais e está vinculada ao sono profundo, porém sem sonhos. Quanto maior a porcentagem de ondas deltas no cérebro, mais profundo é o sono (MALMIVUO, 1995). A atividade delta começa a aparecer no terceiro estágio de

sono e, no quarto estágio, praticamente toda a atividade cerebral é composta por ondas deltas. Esses estágios foram combinados e são, atualmente, conhecidos como estágio N3 de sono de onda lenta (GLOSSARY, 2007). Privar-se totalmente do sono aumenta a atividade de onda delta durante a recuperação do sono.

Algumas frequências dessa onda concedem o hormônio do crescimento humano, chamado de Human Growth Hormone, também conhecido como HGH, sendo bastante positivo para a reestruturação celular, enquanto dormimos. Esse hormônio fortalece o sistema imunológico e as nossas capacidades cognitivas (BESEDOVSKY, 2017). Esta onda é registrada com mais frequência em bebês e crianças. À medida que envelhecemos, tendemos a produzir menos ondas delta, mesmo durante o sono profundo (ARPINO, 2017).

Figura 5 - Sinal de EEG da onda Delta



Fonte: (MALMIVUO, 2014)

Além disso, as frequências dessa onda também estão relacionadas aos movimentos inconscientes do organismo humano, como a respiração, o batimento cardíaco e a digestão. Estudos apontam que pessoas cujo EEG indica altos níveis de ondas Delta podem estar enfrentando problemas de aprendizagem ou TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade). Em contrapartida, se essas ondas estiverem em níveis muito inferiores, isso pode indicar uma baixa qualidade de sono (MARQUES, [s.d]).

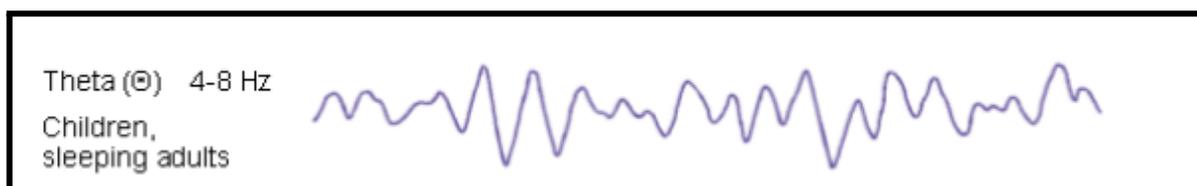
2.3 Onda Theta

As ondas Theta, 4 Hz a 8 Hz (MALMIVUO, 1995), são originadas pela mente inconsciente, estando associadas a estados hipnóticos e emoções. Esse tipo de frequência, captada na imagem 6, aparece no processo antecedente ao sono profundo e ao adormecimento. É na onda Theta que ocorre um contato maior com

as emoções mais profundas, com as intuições, pensamentos criativos, traumas e com a espiritualidade (ISMAIL, 2016).

Eles também se associam a processos artísticos e criativos, bem como a hábitos de estudo ansiosos. As crianças, mais do que os adultos, estão por natureza no estágio Theta, portanto, aprender e reter informações é muito mais fácil para elas (FILIMON, 2010).

Figura 6 - Sinal de EEG da onda Theta



Fonte: (MALMIVUO, 2014)

Essas ondas passam a “assumir o controle” da mente quando permitimos que nosso subconsciente comece a fluir sem um determinado foco, imaginando diversas situações alheias, inconsciente ao ambiente em que se encontra. Quando apresentadas em picos muito elevados, estas ondas podem ser associadas à depressão e à falta de atenção. Logo, quando encontram-se em picos muito baixos, relacionam-se a quadros de ansiedade e à baixa consciência emocional (MARQUES, [s.d]). Já em níveis adequados, as ondas Theta favorecem a inteligência emocional, a intuição e a criatividade (MOLINA, 2014).

Esta onda está envolvida no sono reparador. Enquanto o Theta não é produzido em excesso durante as nossas horas de vigília, é uma gama de ondas cerebrais muito benéfica, que ajuda a melhorar a nossa intuição e criatividade (ARPINO, 2017).

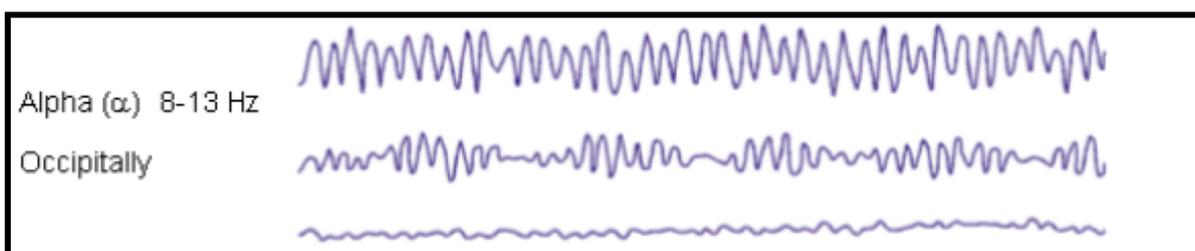
2.4 Ondas Alfa

As ondas Alfa, 8 Hz a 13 Hz (MALMIVUO, 1995), registrada na imagem 7, também é chamada de ritmos occipitais devido a sua origem predominante na região posterior do cérebro. O formato da onda é arredondado e senoidal, com raros picos negativos. Há uma mudança desde sinal durante a fase infantil e na adolescência e estabelece níveis constantes para o indivíduo adulto (ARPINO, 2017).

É uma onda responsável por um estado de relaxamento profundo similar aos que ocorrem durante uma oração e meditação (PRAGYA, 2018). É nesse nível mais

profundo que as áreas da memória, inteligência, inspiração, criatividade, percepção sensorial e intuição atuam (MARQUES, [s.d]). Está onda refere-se a um estado intermediário entre o relaxamento e o sono, porém a pessoa não se encontra adormecida. (MOLINA, 2014).

Figura 7 - Sinal de EEG da onda Alfa



Fonte: (MALMIVUO, 2014).

Níveis elevados de frequências Alfa podem se relacionar a estados de falta de disposição e atenção necessárias para a execução de tarefas cotidianas. Em compensação, quando encontrados níveis muito baixos dessa onda apontam situações de alerta excessivo, como em circunstâncias de ansiedade, insônia e estresse. Por fim, em níveis adequados, as ondas Alfa proporcionam condições mentais de relaxamento, meditação e visualização (MARQUES, [s.d]).

2.5 Ondas Beta

Percebe-se que as três primeiras ondas citadas anteriormente são frequências mais baixas, associadas a atividades neuronais mais serenas, incluindo os quadro de sono, meditação e relaxamento. As ondas Beta, 13 Hz a 30 Hz (MALMIVUO, 1995), por sua vez, apontam casos de atenção, foco, concentração e consciência (MOLINA, 2014), caracterizada em indivíduos acordados com os olhos abertos. A origem desta onda normalmente está na região frontal e central do cérebro.

Figura 8 - Sinal de EEG da onda Beta



Fonte: (MALMIVUO, 2014)

Essas ondas são extremamente essenciais em procedimentos criativos, pois auxiliam na concentração, percepção e cautela para a execução de atividades que requerem atenção redobrada ou desenvolvimento pessoal como tarefas de aprendizagem (CORRÉGIO, 2020).

A onda Beta está diretamente relacionada a processos de cognição, portanto encontram-se presentes em situações que exigem uma certa atenção, como por exemplo quando trabalhamos, estudamos, dirigimos e entre outras atividades (MOLINA, 2014).

Níveis altos de ondas Beta indicam um estado de alerta intenso podendo gerar crises de ansiedade, estresse e pânico. Essa frequência de onda é típica do pensamento analítico, bem como da tensão, preocupação e ansiedade permanentes (FILIMON, 2010).

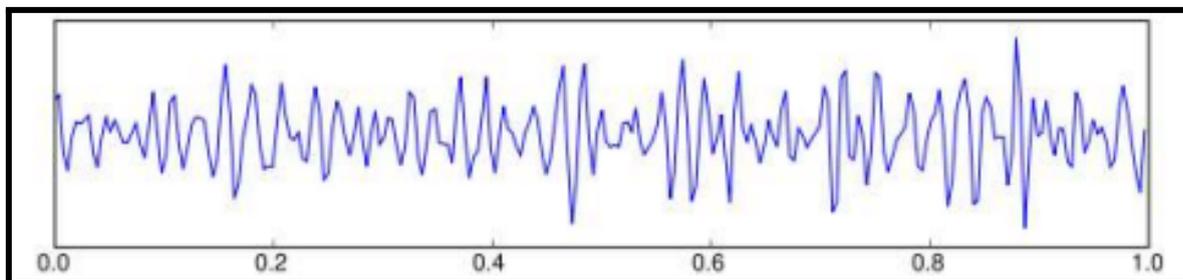
Portanto, quando apresentadas em níveis elevados são prejudiciais à saúde. Contudo, encontradas em níveis baixos, são associadas a estados de desânimo e relaxamento. Em níveis adequados, as ondas do tipo influenciam na concentração e atenção para executar a resolução de problemas e tarefas (BOS, 2020).

A maioria das pessoas na sociedade moderna usam o estado de vigília de seus cérebros, levando à predominância da onda Beta (FILIMON, 2010).

2.6 Onda Gamma

As ondas Gamma, 30 Hz a 100 Hz (JIRAKITTAYAKORN, 2017) originam-se predominantemente na região frontal do cérebro e possuem a maior onda de frequência, tendo uma vibração extremamente rápida. Atualmente, a ciência ainda não tem muito a dizer sobre esse tipo de onda, pois a mesma não é comumente captada nos eletroencefalogramas.

Figura 9 - Sinal de EEG da onda Gamma



Fonte: (KEIL, 2001).

Essa frequência de onda está relacionada a tarefas que demandam um elevado poder cognitivo como por exemplo aprendizagem, memória e capacidade de registrar informações. Ela está diretamente relacionada ao processamento de estímulos visuais, táteis e auditivos, sendo principalmente influenciada pela reação visual (KEIL, 2001).

Esse intervalo de frequências tem relação com a velocidade com que podemos nos lembrar de momentos, geralmente lembranças visuais. Quanto maior a frequência detectada, mais rápido é possível lembrar-se de algo que foi esquecido e maior a quantidade de informações podem ser armazenadas em memória de curto prazo (FRANÇA, 2008). Quando detectada a níveis de frequência abaixo da média, a onda Gamma encontra-se em indivíduos com problemas mentais ou de aprendizagem

Esse tipo de onda apresenta picos elevados em estados de intensa felicidade. Há registros de estudos que demonstram que, na meditação budista, as ondas Gammas providenciam um estado profundo de gentileza e amor por todos os seres (LUTZ, 2001).

Como é possível perceber, a mente humana é extremamente complexa, de modo que as ondas cerebrais variam conforme a atividade que estamos desempenhando e os estados de consciência que ela nos exige.

Para maximizar o desempenho cognitivo, aumentar o foco, melhorar o sono e reduzir a ansiedade, os chamados sons ou batidas binaurais podem auxiliar. Isso porque, esses sons são capazes de alterar a frequência das ondas cerebrais e até o comportamento.

Apesar das ondas binaurais serem pouco utilizadas atualmente, elas estão se fixando cada vez mais como uma maneira eficaz e acessível de realizar diversos tratamentos e com o mínimo de efeito colateral (FRANÇA, 2008).

3. BENEFÍCIOS DAS ONDAS BINAURAIS

As batidas binaurais podem ser utilizadas para aumentar o relaxamento, auxiliar no foco, promover a criatividade, estimular o entretenimento, entre outras funções. Esses efeitos surgem mais rapidamente via ondas binaurais e podem ser usados para diversos fins.

A seguir, apresenta-se a divisão das ondas em três áreas onde são conhecidas pela sua atuação.

3.1 ONDAS BINAURAIS NA SAÚDE

Desde o início dos anos 1900, pesquisadores examinaram o efeito da música na fisiologia humana. Nas últimas décadas do século XXI, houve um aumento relevante do interesse nos efeitos terapêuticos da música na saúde. Esse crescimento promoveu estudos sobre o efeito da música na dor, na ansiedade e no humor, em um público variado (SCOUARNEC, 2001).

Em 2001, foi realizado um estudo, chamado de “Uso de fitas binaural beat para tratamento da ansiedade: um estudo piloto de preferência de fita e resultados” (tradução nossa ³), onde os participantes foram solicitados a ouvir, pelo menos cinco vezes por semana, durante quatro semanas, a um ou mais áudios musicais contendo batidas binaurais nas faixas de frequência Delta e Theta. Os participantes também foram solicitados a registrar o uso das ondas, a preferência de áudio e a classificação de ansiedade em um diário, antes e após escutar o áudio, ou os áudios. Este estudo obteve como resultado que ouvir os áudios de batidas binaurais resultou em uma redução significativa no escore de ansiedade leve, conforme relatado no diário dos participantes.

Outro estudo, realizado no período de 2003 a 2004, trouxe resultados em pacientes programados para serem submetidos à anestesia geral, para cirurgia eletiva em uma universidade. No dia da cirurgia, entre 45 e 60 minutos antes da operação, os pacientes foram instruídos a preencher alguns questionários do State-Trait Anxiety Inventory, que é uma medida validada de autorrelato, composta por quarenta itens, contendo vinte itens que medem a ansiedade-estado do indivíduo.

³ “Use of binaural beat tapes for treatment of anxiety: a pilot study of tape preference and outcomes” (texto original).

A pontuação para os componentes de estado e traço variam de 20 a 80, sendo que uma pontuação alta corresponde a níveis mais altos de ansiedade.

Os participantes foram divididos em grupos, um sendo submetido a trinta minutos de áudio de ondas binaurais, outro exposto a uma trilha sonora semelhante, mas sem os tons binaurais adicionados, enquanto o terceiro não recebeu nenhuma intervenção específica.

Entre os 108 indivíduos que participaram do estudo, houve uma diminuição média nos escores de ansiedade do teste inicial ao teste pós-intervenção, de 26,3% para o grupo que escutou as ondas binaurais, comparada a 11,1% dos participantes do grupo que escutou a trilha sonora e de 3,8% dos indivíduos do grupo sem intervenção.

Conclui-se, então, que ambos os estudos relataram uma diminuição na ansiedade, embora existam poucos estudos relatados, mostrando, dessa forma, a necessidade de mais pesquisas sobre o tema. De qualquer forma, percebe-se que as ondas binaurais podem melhorar a ansiedade autorrelatada.

3.2 ONDAS BINAURAIS RECREATIVAS

O termo “drogas recreativas” é utilizado para descrever substâncias entorpecentes, que podem ser legais ou ilegais. Frequentemente, essas drogas são consumidas sem a permissão de um profissional da saúde.

Apesar de seu nome, o uso da maioria dessas drogas não tem nada de recreativo. Na realidade, muitas dessas substâncias são de extremo perigo e podem causar vários problemas, inclusive a morte do próprio usuário. Em geral, as drogas recreativas são altamente viciantes.

As drogas virtuais, também conhecidas como *e-drugs*, são criadas a partir de ondas sonoras binaurais e causam desde relaxamento à excitação ou, até mesmo, uma sensação de orgasmo. São sons sem nenhuma pausa, que prometem recriar sensações auditivas no cérebro, buscando imitar o efeito de drogas tradicionais/físicas.

Atualmente, a forma mais conhecida de utilização das ondas binaurais é o I-Doser, um aplicativo que produz “doses” de ondas sonoras e que afirma interferir nas ondas cerebrais do usuário, simulando o efeito de várias drogas reais, como maconha, cocaína, LSD, entre outros, em seres humanos.

Essas drogas são consumidas via arquivos de áudio, que são comprados ou baixados gratuitamente pela internet, para seu uso online ou via *download*, sendo, atualmente vistas com o objetivo de suprir a curiosidade pelo uso das “drogas recreativas”.

O aplicativo deve ser comprado e o uso das doses precisa ser administrado com consciência, não sendo recomendada a reutilização de uma e/ou outras doses no mesmo dia. As doses mais conhecidas são “*Gate of Hades*” e “*Hand of God*”, tendo alta repercussão na internet.

Há diversas doses que podem ser utilizadas de forma recreativa, como, por exemplo:

- a) “*Attract Love*”: que promete atrair o amor, tentando simular uma atração natural de feromônios e um sentimento geral de sucesso e realização;
- b) “*Attract Money*”: uma frequência de pensamento crítico para ondas cerebrais hiper sintonizadas, obtendo assim vantagem no trabalho, na escola ou em outros espaços;
- c) “*LSD*”: que induz a pensamentos criativos, elevação do humor, aumento da conscientização e apreciação, sendo uma poderosa sensação de alteração e uma perda de ego.

Seu criador, Nick Ashton, especialista em psicologia e música, desenvolveu a ideia, juntamente com uma equipe de profissionais, baseando-se na noção de que, através de sons, poderiam criar efeitos que simulassem estados de ânimo ou experiências similares às obtidas com o uso das drogas recreativas.

Existe um estudo, conduzido por pesquisadores do Instituto Real de Tecnologia de Melbourne, na Austrália, e publicado na revista científica “*Drug and Alcohol Review*”, que capturou como e porque as pessoas usam os tons, tendo confirmado, por meio de um levantamento dos dados da Pesquisa Global de Drogas 2021, que muitas pessoas buscam obter um efeito semelhante ao de outras drogas com os sons.

Este estudo revelou, ainda, que cerca de uma a cada dez pessoas, entre 5% que utilizaram as ondas binaurais, estão aderindo às ondas com propósitos recreativos. A maioria dos usuários com esse objetivo possui por volta de vinte anos e já havia utilizado substâncias como MDMA ou maconha. Os países com os maiores adeptos são os Estados Unidos, México, Reino Unido, Polônia e Brasil.

3.2 ONDAS BINAURAIS NO COTIDIANO

De acordo com o Instituto do Sono, a insônia é caracterizada pela dificuldade para iniciar ou manter o sono ou ainda despertar precocemente pela manhã. Frequentemente, pessoas que sofrem com insônia relatam que o seu sono não é satisfatório e que apresentam prejuízo no seu desempenho durante o dia. A fadiga é um dos principais sintomas diurnos desses pacientes, prejudicando o seu dia a dia.

Conforme Pilon (2020), em 1979, um pesquisador chamado Bell identificou que, quando há um aumento na concentração de ondas Theta no nosso cérebro, o tempo até a pessoa adormecer diminui consideravelmente. Este estudo foi realizado com uma mulher de 42 anos, que apresentava insônia crônica e, mesmo com o acompanhamento de medicamentos aliados a técnicas de relaxamento, não estava obtendo resultados satisfatórios. O estudo menciona que a paciente foi submetida a testes que faziam uso de sessões com batidas binaurais Theta, comparadas com as técnicas de relaxamento usadas anteriormente. Pilon (2020) descreve que o autor percebeu que as sessões com ondas binaurais aumentaram significativamente a concentração das ondas Theta em seu cérebro, obtendo, assim, uma melhoria significativa na qualidade do sono da mulher, mesmo após a suspensão do medicamento (PILON, 2020).

Foi realizado um estudo da batida binaural no cérebro humano durante o processo de leitura de um texto. Esse artigo analisou a atividade cerebral durante a leitura de um texto, porém, com o uso de uma trilha sonora com som na frequência binaural em 10 Hz, percebendo-se que o aluno estava 86,1% mais eficaz em sua atividade cerebral, com o estímulo causado pela interferência, ao ouvir simultaneamente a frequência binaural. Já o aluno que participou do estudo sem a intervenção da onda binaural, esteve em estado de pouca efetividade, de 34,1% seguindo de baixas (BOS, 2020).

Os resultados dos dados do estudo indicam que, em diferentes regiões do cérebro e com vários tipos de estimulação, ocorrem atividades cerebrais significativas na faixa de frequência específica. Isso permite o uso de ondas binaurais para aplicação no aprendizado e foco do aluno. Assim, a batida binaural é um recurso que permite mudar o humor de um aluno. Ao submeter o cérebro a essas ondas, é possível evidenciar estimulação e sincronização nos processos mentais (BOS, 2020).

Percebe-se que, ao utilizar as ondas binaurais no cotidiano, ocorre uma melhora no estilo de vida do indivíduo, tanto ao adormecer, quanto ao estudar. Há diversos arquivos sonoros que auxiliam no aprendizado, foco, atenção e concentração, podendo citar, entre eles, o aplicativo I-Doser, ou outros disponíveis na internet.

4 METODOLOGIA

O software escolhido para a realização dos efeitos sonoros foi o Adobe Audition 2021 pela interface organizada e por ser um conjunto completo de ferramentas que inclui visor de várias trilhas, em forma de onda e de espectro para criação, mixagem, edição e restauração de conteúdo em áudio.

O programa apresentou uma rotina extremamente importante para o desenvolvimento do áudio, a possibilidade de criar uma frequência utilizando apenas os recursos do software e assim poder reproduzir o som correspondente ao tipo de onda que eu buscava.

Com o primeiro contato com o Adobe Audition, surgiram como dificuldades a falta de experiência com o software em si, além de todo o conteúdo utilizado como base para os protótipos criados serem em inglês, dificultando assim o entendimento do mesmo. Ainda, a alta complexidade das interfaces do software causaram uma certa confusão na criação e mixagem dos áudios binaurais prototipados.

Inicialmente foi realizado um protótipo no TCC I de onda binaural, usando a opção de criar um novo arquivo de áudio estéreo, onde foram gerados tons (Figura 10) para as saídas direita e esquerda. A saída direita se mantinha constantemente na frequência de 400Hz, enquanto a saída esquerda variava para simular a onda, iniciando em 430Hz para 401Hz, se mantendo nessa frequência por 1 minuto e depois fazendo o inverso, variando de 401Hz para 430Hz. Posteriormente, foi criada uma nova sessão de múltiplas faixas (Figuras 11 e 12) , onde esses tons foram colocados em ordem (Figura 13) , conforme citado anteriormente.

Figura 10 - Tela de configuração de novo tom

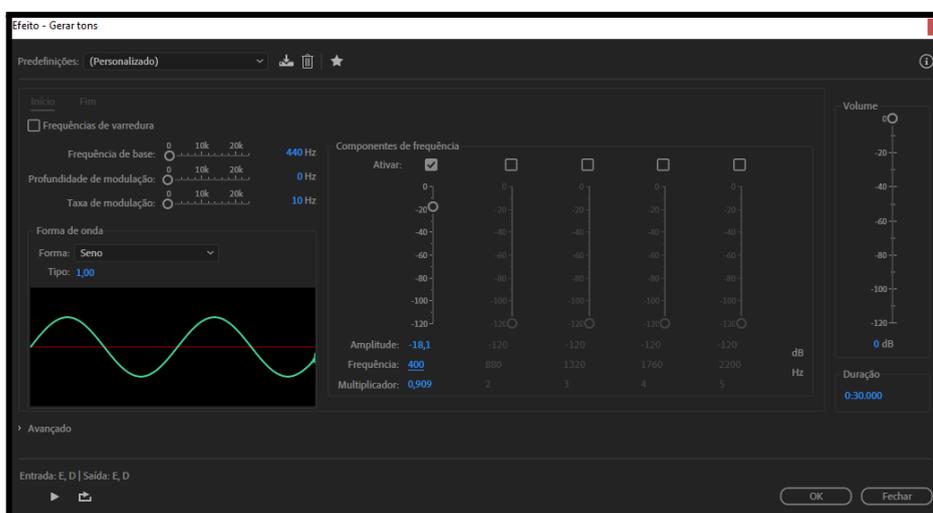


Figura 11 - Configuração de nova sessão de múltiplas faixas

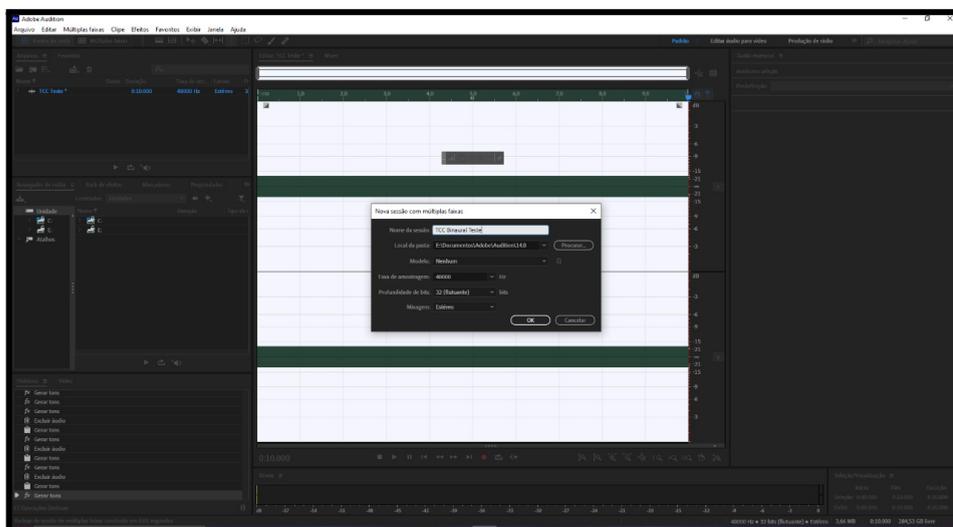


Figura 12 - Sessão de múltiplas faixas criada

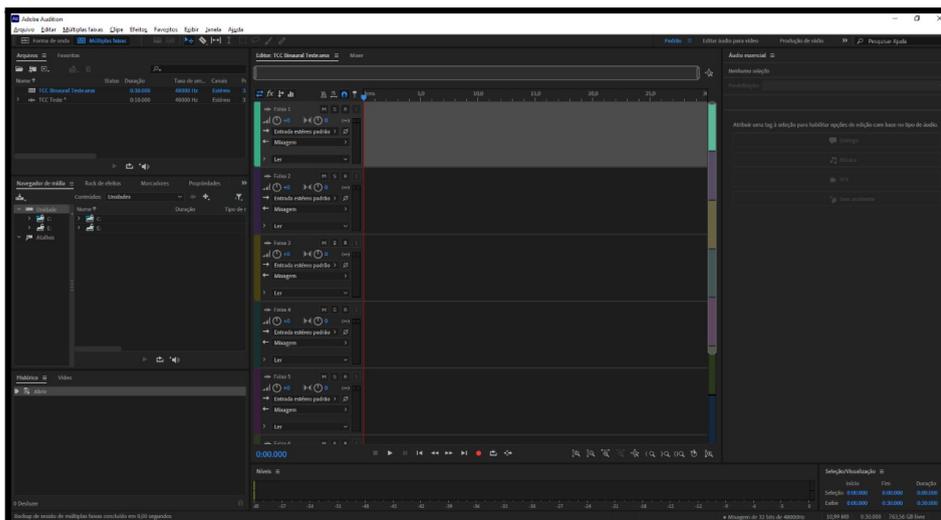


Figura 13 - Arquivos de áudio criados e configurados em uma faixa da sessão



Após a comprovação de que o software era capaz de realizar o necessário para a criação de um simples protótipo, foi realizada uma tentativa de onda binaural em 5.1, ou seja, uma onda 3D.

Para o segundo protótipo, foi utilizado o plugin AMBEO Orbit⁴ para o Adobe Audition 2021. Com o áudio já criado no protótipo anterior, foi criada uma nova sessão de múltiplas faixas (Figura 14). Nessa sessão foram colocados 2 cópias do áudio do primeiro protótipo (Figura 15), para simular a saída em 3D do áudio usando o *plugin* citado (Figura 16).

Figura 14 - Criação de uma sessão de múltiplas faixas para o áudio em 5.1

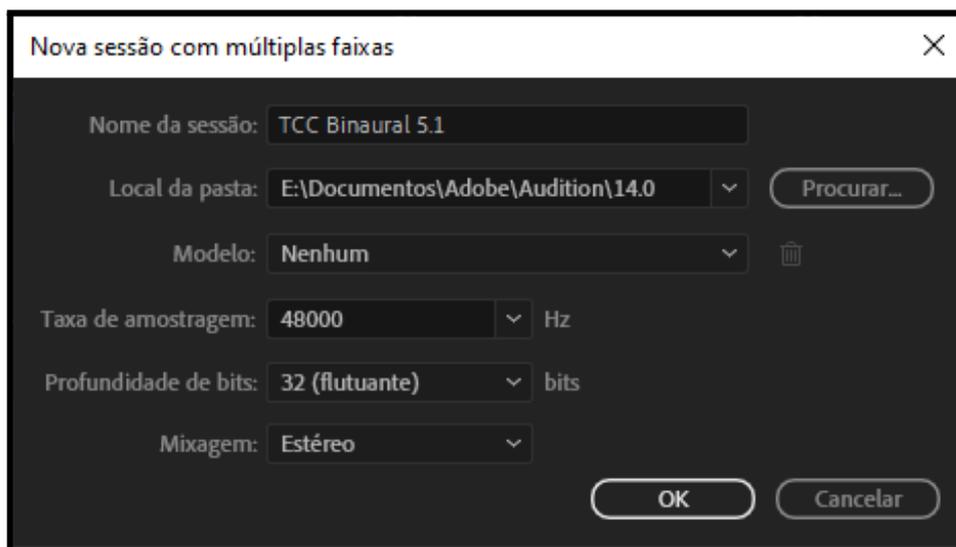
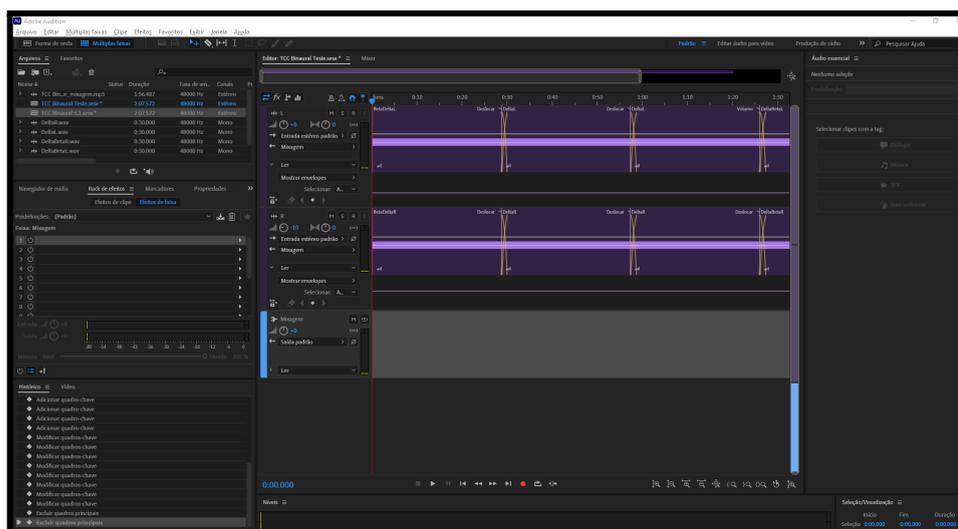
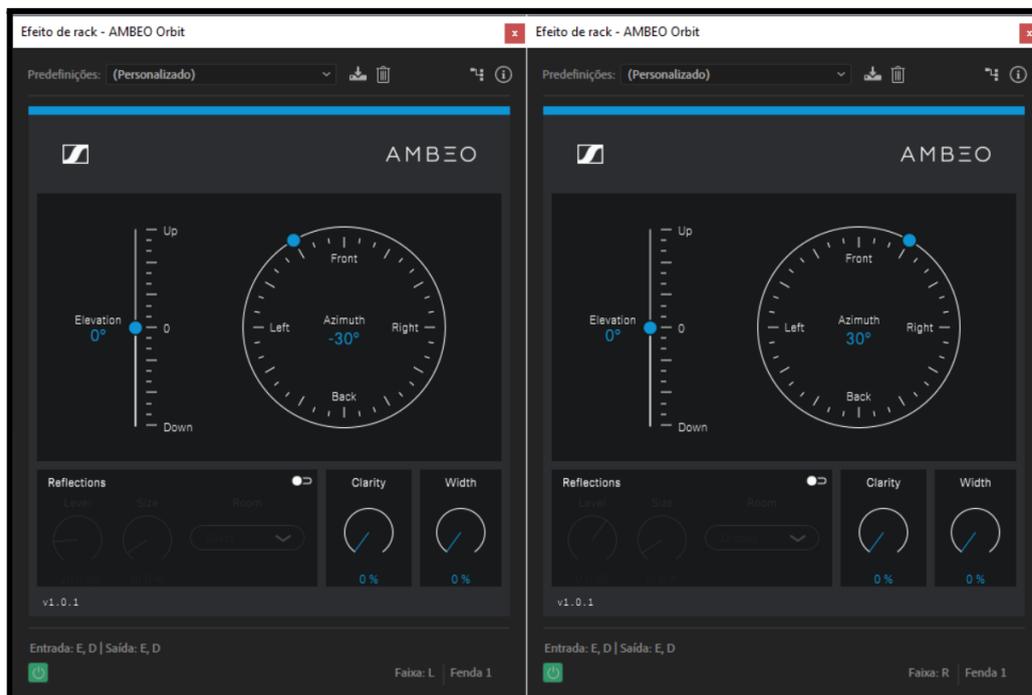


Figura 15 - Nova sessão com duas faixas do primeiro protótipo



⁴ É um painel binaural gratuito da Sennheiser plugin, projetado para facilitar a mistura de conteúdo binaural imersivo. Pode posicionar efetivamente fontes mono ou estéreo adicionais no campo de som 3D.

Figura 16 - Plugin configurado para saídas esquerda e direita



Ao realizar o segundo protótipo do primeiro projeto, percebeu-se que ambos os lados estavam girando de forma irregular, sem manter uma diferença constante entre os dois pontos de início.

Após perceber esta falha, no terceiro protótipo foi realizada a correção utilizando as curvas de controle Azimuth que possibilitaram o distanciamento constante dos pontos iniciais (Figura 17). Para a conclusão do áudio foi adicionado uma música sem *royalties* (Figura 18) disponibilizada na biblioteca de áudio do *youtube* para criar uma melhor ambientação e induzir de forma mais agradável ao objetivo final.

Figura 17 - Curvas de controle Azimuth

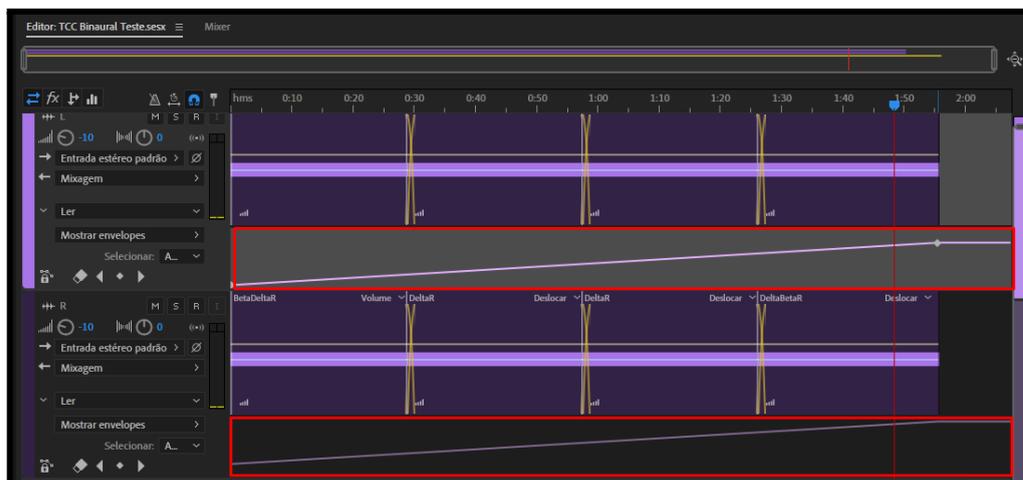
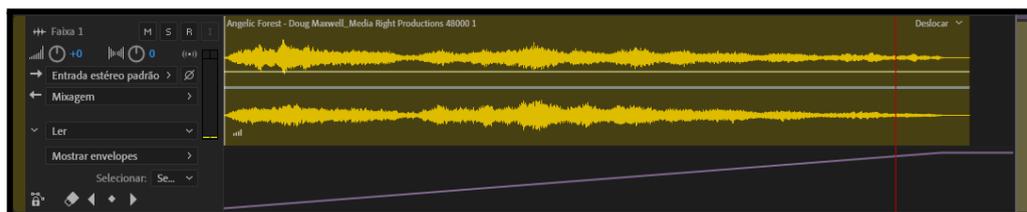


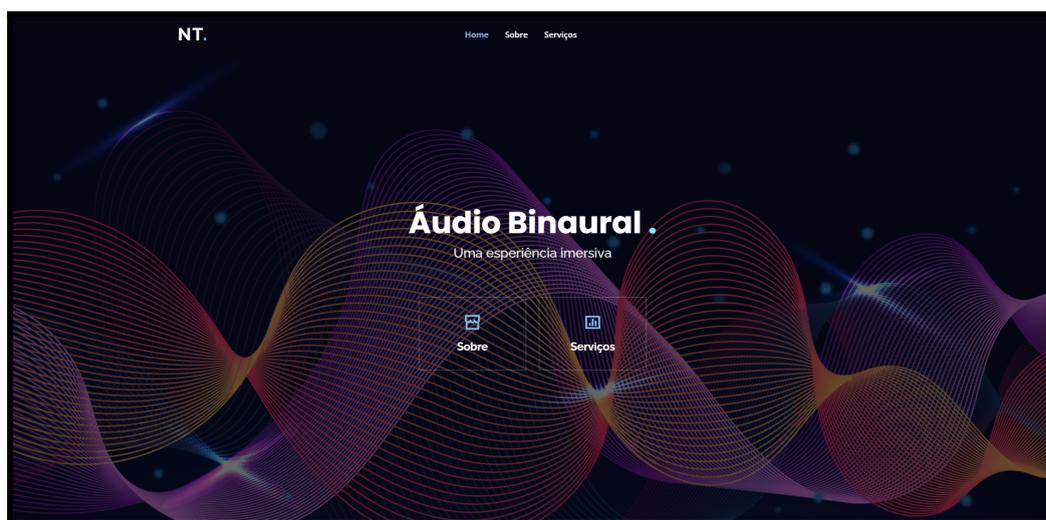
Figura 18 - Adição da música ambiente



Para o desenvolvimento do site, primeiramente, foi realizado um esboço de como ele seria, quais conteúdos iria suportar, que tipos de menus e qual tipo de interface iria atrair o público-alvo.

A programação foi iniciada em HTML, CSS e JavaScript utilizando um template base para servir de estrutura.

Figura 19 - Tela do site



Para o funcionamento da primeira tela foi alterado o título e as cores mantendo o código como era, apenas retirando os excessos para deixar o site mais simples.

Para a segunda tela, foram colocados os textos informativos e curiosidades sobre as ondas binaurais, substituído os ícones, as imagens e mantendo as cores escolhidas na tela principal.

Na terceira tela foi realizada a alteração dos cartões conforme o necessário, com um código em javascript foi feito com que exibia uma nova 'section' onde é feito as configurações das músicas.

Na quarta e última página, foram criadas 'sections' que são exibidas conforme o usuário seleciona os cartões presentes na terceira página, fazendo com que surja

um formulário pré-definido para que o usuário consiga selecionar as amostras disponíveis e executar sua própria música, podendo controlar o volume total da faixa e pausa-la, após podendo retornar da onde parou.

No rodapé, foram alterados os dados de endereço, telefone e e-mail informando também o que são as ondas binaurais.

Com o decorrer do desenvolvimento do site, é proposta a aplicação de ondas binaurais e monoaurais além de dois questionários contendo 9 perguntas, no total, a alunos de tecnologias digitais, criação digital, jogos digitais e demais áreas, por ser um projeto de amostra por conveniência/proximidade, para qualificar se as ondas binaurais trouxeram alguma sensação diferente a eles, comparando as respostas com o grupo experimental e o grupo de controle. Após os questionários baseados na escala Likert, foi apresentado a possibilidade de conhecer o site criado, tendo a experiência de realizar sua própria onda binaural, dito isso o usuário pode escolher as faixas de onda binaural que é acompanhada pelos áudios ambientais e pela música de fundo definidas pelo mesmo.

O projeto foi realizado por base da amostra por conveniência, um método de amostra não probabilística, ou seja, a probabilidade não é conhecida (HENRIQUES, 2012) . Esta amostragem ocorre com o pesquisador de campo selecionando os participantes que se mostrem mais acessíveis, colaborativos e disponíveis para participar do processo completo, sendo assim, os participantes não são escolhidos por gênero, idade, motivação e entre outros e sim por proximidade ou afinidade (FREITAG, 2018).

O primeiro teste realizado, após o site concluído, ocorreu no Diretório Acadêmico do Bloco 71, onde um estudante, com 24 anos, de Engenharia da Computação, disponibilizou-se a participar do experimento. O estudante foi convidado a sentar-se no sofá, responder algumas perguntas do questionário, vender-se e colocar os fones de ouvido. O convidado escutou um áudio Delta – Alfa, de dois minutos e vinte cinco segundos cronometrados, escolhendo como acompanhamento sons de chuva, tempestade, pássaros e sussurros. O som base escolhido foi “calma 1”.

Após, o aluno teve um momento para conhecer o site e foi aplicado o restante do questionário, onde o usuário relatou sentir-se mais relaxado e com os ombros “leves”. O estudante demonstrou interesse pelo site e pelas ondas binaurais em si,

relatando querer manter uso frequente das ondas binaurais para auxiliá-lo no cotidiano.

O teste foi realizado em um notebook Dell G3, acompanhado de um fone de ouvido Logitech G933, com áudio 7.1, sem fio, em modo DTS ativado, com as configurações de modo *surround* multicanal DTS padrão e modo super estéreo DTS como largo.

Com esse teste inicial, percebeu-se que o ambiente, desde que seja silencioso, pode ser iluminado e aberto, pois a venda realiza o objetivo de criar um ambiente escuro apenas para o usuário, possibilitando o acompanhamento do experimento sem interromper a imersão do convidado. Notou-se a importância de o usuário estar em um sofá, pois, além de manter a postura, o usuário sente-se mais confortável e, subconscientemente, concentrado nas ondas de forma mais efetiva. Outro dado importante observado foi que o tempo do áudio não precisa necessariamente ser longo, obtendo-se resultados com poucos minutos de concentração.

4.1 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

Durante o período de pandemia e isolamento social, no qual nos encontramos atualmente, o consumo de conteúdo digital vem aumentando significativamente, um exemplo é o aumento de 56,8% no *e-commerce* relatado em estudos pela ABCcom em 2020. Conseqüentemente, esse isolamento social também trouxe problemas, como o aumento relevante em complicações na saúde e bem estar mental. Estudos realizados em 17.491 indivíduos pelo Ministério da Saúde em 2020 constataram um aumento de 86,5% nos casos de ansiedade, apontando, também, um aumento de 45,5% em transtornos de estresse pós-traumático fazendo com que as tensões físicas e emocionais se acumulem prejudicando significativamente a saúde das pessoas.

Este estudo busca, por meio de análises e testes, trazer as ondas binaurais ao cotidiano das pessoas, demonstrando as sutis diferenças entre os áudios monoaural, binaural e estéreo, além de proporcionar um maior conhecimento sobre os benefícios que essas ondas trazem ao dia a dia.

Este projeto visa a criação de um website para que usuários possam gerar, por meio de um banco de amostras sonoras predefinidas, áudios binaurais

personalizados que possam auxiliar nas suas necessidades cotidianas como por exemplo estudos, sono e estresse.

Esse website contará com uma ampla variedade de frequências binaurais separadas por categoria, como por exemplo a onda sonora delta que se manifesta com maior frequência ao alcançarmos o relaxamento e sono profundo, além de englobar diversas músicas e sons ambientes para projetar os efeitos de forma mais agradável e fluída ao usuário consumidor. A audiência poderá selecionar ondas, sons musicais e sons ambiente para gerar o áudio que irá suprir suas necessidades momentâneas. No site, há instruções para o melhor aproveitamento das ondas. Assim, pode-se regular o som de cada faixa como desejar.

5 EXPERIMENTO PRÁTICO

Conforme planejado, foi realizado um experimento com um grupo de teste e um grupo de controle. Esse capítulo descreve os experimentos e escolhas individualmente

Foram realizados vinte experimentos, com vinte usuários diferentes. Cada indivíduo foi levado ao Diretório Acadêmico do bloco 71 (Figura 20), onde foi apresentado o site, possibilitando que selecionassem os sons conforme desejassem, criando sua própria imersão.

Antes do experimento, foi respondido um questionário (Apêndice A) e, após, também, foi apresentado outro curto questionário (Apêndice B), buscando-se documentar algumas informações importantes. A intenção foi registrar o estado emocional antes e após a submissão às ondas binaurais .

Cada indivíduo foi convidado a sentar-se em um sofá, vendar-se e colocar o fone de ouvido. O experimento teve como base dois minutos e vinte e cinco segundos de música.

Os dez primeiros usuários foram do grupo experimental, sendo assim, foi aplicada a onda binaural com os sons de acompanhamento selecionados pelo próprio indivíduo. Os outros dez usuários foram do grupo de controle. Após os usuários selecionarem a onda e os acompanhamentos, o volume da onda foi zerado, sem que os usuários percebessem. Após o experimento, foi relatado a estes usuários que não havia onda binaural, porém, foi disponibilizado que escutassem com as ondas, caso desejassem, para conhecimento do projeto em si.

Figura 20 - Diretório acadêmico do bloco 71



PRIMEIRO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O primeiro usuário foi um homem, de 18 a 24 anos, o mesmo escolheu a combinação Beta-Beta, os acompanhamentos foram sons de chuva, vento, tempestade e oceano, e a música base foi a “calma 1”. Seu conhecimento sobre ondas binaurais foi classificado como muito ruim e que nunca havia escutado as ondas anteriormente, seu estado emocional antes do experimento era relaxado. Após a realização do experimento, o mesmo relatou se sentir focado e relaxado ao mesmo tempo e não sentiu nenhum desconforto durante o áudio. O aluno informou ter interesse em escutar mais vezes as ondas binaurais, classificando assim a experiência como boa.

SEGUNDO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O segundo experimento foi um homem, de 18 a 24 anos, tendo escolhido a combinação Alfa-Delta, os acompanhamentos foram sons de chuva, vento e oceano, a música base foi “inspiradora 1”, tendo classificado seu conhecimento sobre ondas como muito ruim e nunca tendo escutado antes. Seu estado emocional foi relatado como normal antes do experimento e, após o teste, foi relatado como relaxado. O usuário não sentiu desconforto durante o experimento e informou que gostaria de usar novamente as ondas binaurais, classificando assim a experiência como boa.

TERCEIRO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O terceiro indivíduo foi um rapaz, de 25 a 34 anos, a combinação escolhida foi Delta-Alfa, seus acompanhamentos foram os sons do oceano e chuva e sua classificação de conhecimento sobre as ondas foi relatado como muito ruim, sendo assim, nunca tendo escutado as ondas binaurais antes. O mesmo relatou sentir-se normal antes do experimento e, após o teste, relatou estar relaxado e que não sentiu desconforto algum, porém informou que, por falta de tempo, não iria buscar escutar novamente as ondas, mas relatando a experiência como boa.

QUARTO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O quarto usuário foi um rapaz, de 25 a 34 anos, sua combinação foi Alfa-Delta e seus acompanhamentos foram chuva, oceano, tempestade e sussurros, a música escolhida foi a “dramática 1”. Seu conhecimento foi classificado como muito ruim e que nunca havia escutado as ondas binaurais antes. Seu estado emocional foi informado como calmo e, após o experimento, relatou estar mais calmo. O indivíduo não sentiu desconforto durante o experimento e gostaria de ouvir novamente esse tipo de som. Ele classificou a experiência como muito boa.

QUINTO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O quinto experimento foi um rapaz, de 18 a 24 anos, sua combinação foi Alfa-Delta e seus acompanhamentos foram chuva, oceano, sussurro e sinos, a música base escolhida foi “calma 2”. Seu conhecimento foi classificado como muito ruim e que nunca havia escutado as ondas binaurais. O mesmo relatou sentir-se estressado antes do experimento e, após o teste, relatou estar relaxado. O estudante não sentiu desconforto durante o áudio e classificou a experiência como muito boa.

SEXTO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O sexto indivíduo foi uma moça, de 18 a 24 anos, classificando seu conhecimento como muito ruim e que nunca havia escutado as ondas binaurais. Sua combinação foi Beta-Beta e seus acompanhamentos foram sons de oceano, chuva e tempestade, sua música base foi “inspiradora 1”. Antes do experimento, seu estado emocional e físico foi classificado como cansado e, após, relaxado. O usuário relatou não sentir desconforto algum, relatando querer escutar mais vezes as ondas binaurais e classificando assim a experiência como muito boa.

SÉTIMO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O sétimo experimento foi realizado com uma moça, de 18 a 24 anos, que classificou seu conhecimento como muito ruim e informou nunca ter escutado as

ondas binaurais antes. Sua escolha de sons foi Beta-Beta, oceano, pássaros, chuva e vento, sua música base foi “inspiradora 2”. O usuário relatou estar cansado antes do experimento e, após o teste, relatou sentir-se relaxado. Informou não sentir desconforto durante o experimento, relatando desejar escutar mais ondas binaurais. Classificou a experiência como muito boa.

OITAVO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O oitavo indivíduo foi uma moça, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas binaurais foi classificado como muito ruim e que nunca escutou sons binaurais antes. Sua escolha foi sons Alfa-Delta, seus acompanhamentos foram sons de oceano, chuva e pássaros, o som base foi “calma 2”. Seu estado emocional foi relatado como feliz e, após os testes, informou estar melancólica, porém relaxada. O usuário não se sentiu desconfortável durante o experimento, relatou querer conhecer e escutar mais ondas binaurais, assim classificando a experiência como muito boa.

NONO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O nono experimento ocorreu com um rapaz, de 25 a 34 anos, seu conhecimento sobre ondas binaurais foi classificado como ruim, mas que nunca havia parado para escutar as ondas em si. O usuário escolheu as ondas Alfa-Delta e os acompanhamentos como sons de oceano, chuva, tempestade e vento, o som base escolhido foi “calma 1”. O indivíduo relatou sentir-se cansado antes do experimento e, após, relaxado. O usuário informou sentir um desconforto durante o experimento, pois a sensação de não possuir controle sobre o que iria acontecer deixava-o ansioso. O indivíduo relatou querer conhecer mais as ondas binaurais e relatou a experiência como excelente.

DÉCIMO PARTICIPANTE DO GRUPO EXPERIMENTAL

O décimo e último indivíduo do grupo experimental foi um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas foi classificado como ruim e que já havia escutado as ondas binaurais para relaxamento. Sua escolha foram sons Beta-Beta e

seus acompanhamentos foram sons de chuva, oceano, vento e tempestade, o som base foi “calma 1”. Seu estado emocional e físico foi relatado como agitado e, após o experimento, relatou estar relaxado. O usuário não sentiu nenhum desconforto durante o experimento, informando que iria escutar mais ondas binaurais e classificando o experimento como excelente.

PRIMEIRO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O primeiro experimento com o grupo de controle foi realizado com uma moça, de 18 a 24 anos. Ela classificou seu conhecimento sobre ondas binaurais como muito ruim e que nunca havia escutado as ondas antes. O usuário relatou estar estressado antes do experimento e, após, relatou estar inquieto. Sua escolha foi Alfa-Delta e seus acompanhamentos foram oceano, chuva e pássaros, o som base foi “inspiradora 1”. O indivíduo relatou sentir um desconforto durante o experimento, classificando-o como ansiedade. Após o experimento, foi informado que as ondas binaurais haviam sido zeradas antes. O usuário informou que gostaria de experimentar as ondas binaurais e classificou a experiência como boa.

SEGUNDO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O segundo experimento foi realizado com um rapaz, de 18 a 24 anos, onde seu conhecimento foi classificado como muito ruim, sendo assim, nunca tendo escutado as ondas antes. O usuário relatou estar agitado antes do experimento e, após, um pouco relaxado. Sua escolha foi Beta-Beta e seus acompanhamentos foram oceano e chuva, sua música base foi “inspiradora 1”. O usuário relatou não sentir desconforto durante o áudio. Após o experimento, foi informado que não havia ondas binaurais, sendo apenas uma música normal. Ele informou que gostaria de experimentar as ondas binaurais e classificou a experiência como muito boa.

TERCEIRO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O terceiro indivíduo foi um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento foi classificado como bom e já tendo escutado as ondas binaurais, usando-as para entretenimento. Suas ondas foram Alfa-Alfa e seus acompanhamentos foram

pássaros, chuva, oceano e sinos. Sua música base foi “calma 2”. Seu estado emocional/físico foi definido como normal e, após o teste, permaneceu normal. O usuário não sentiu nenhum desconforto durante o experimento e relatou que gostaria de conhecer mais sobre as ondas binaurais. Ao final do experimento, foi informado que o áudio era mono e não binaural. O usuário relatou a experiência como muito boa.

QUARTO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O quarto usuário foi um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas foi classificado como muito ruim, sendo assim, nunca tendo escutado antes. Sua combinação foi Beta-Beta, seus acompanhamentos foram chuva, sinos, sussurros e pássaros. Sua música base foi “inspiradora 2”. Seu estado emocional/físico foi definido como focado e, após o teste, levemente relaxado. O usuário não sentiu desconforto durante o experimento e informou que gostaria de escutar mais ondas binaurais. Foi informado, após o experimento, que não havia ondas. O aluno classificou a experiência como muito boa.

QUINTO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O quinto usuário foi um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre as ondas binaurais foi relatado como muito ruim e, portanto, nunca tendo escutado antes. Sua combinação foi Alfa-Alfa, sussurros, pássaros, chuva e sinos, sua música base foi “calma 2”. O usuário encontrava-se normal e, após o experimento, relaxado, informando não sentir desconforto durante e que gostaria de escutar as ondas binaurais. Após informar que não havia onda, o aluno solicitou escutar com a onda para perceber a diferença. O mesmo classificou a experiência como excelente.

SEXTO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O sexto participante foi uma moça, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas binaurais foi classificado como muito ruim, sendo assim, nunca tendo escutado elas antes. Sua combinação foi Alfa-Delta, tempestade, oceano, chuva e sinos, a música de fundo foi “inspiradora 1”. Antes do experimento, relatou sentir-se

normal e, após, um pouco relaxado. O aluno não sentiu desconforto, informou que escutaria as ondas e relatou a experiência como muito boa. O aluno, após saber que não havia ondas, solicitou escutar as ondas binaurais após o experimento.

SÉTIMO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O sétimo participante foi um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas foi classificado como muito ruim e nunca tendo escutado as ondas binaurais. Sua combinação foi Beta-Beta, chuva, oceano, vento e tempestade, sua música de fundo foi “dramática 1”. Antes do experimento, relatou sentir-se normal e, após o teste, permaneceu no mesmo estado físico/emocional. O usuário não relatou desconforto e informou achar interessante a ideia de escutar as ondas binaurais. Após o teste, foi informado que não havia onda binaural, porém o usuário demonstrou interesse em ouvi-las. O experimento foi classificado como bom.

OITAVO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O oitavo aluno foi uma moça, de 18 a 24 anos, seu conhecimento sobre ondas foi classificado como ruim, sendo que a mesma já escutou as ondas binaurais, com fins de relaxamento. Sua combinação foi Beta-Beta, chuva, oceano, tempestade e a música de fundo foi “calma 1”. O aluno relatou sentir-se normal, antes e após o experimento, porém não sentiu desconforto e disponibilizou-se a escutar as ondas binaurais novamente. Após o experimento, foi informado que não havia onda binaural. A experiência foi classificada como boa.

NONO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O nono experimento ocorreu com uma moça, de 18 a 24 anos, seu conhecimento foi classificado como muito ruim, portanto, nunca tendo escutado as ondas binaurais. Sua combinação foi Theta-Gamma, chuva, oceano, sinos e lareira, sua música foi “inspiradora 2”. Antes de ocorrer o experimento, o aluno relatou estar

agitado e, após o teste, informou estar menos agitado. Relatou não sentir desconforto e relatou a experiência como muito boa.

DÉCIMO PARTICIPANTE DO GRUPO DE CONTROLE

O décimo e último experimento foi realizado com um rapaz, de 18 a 24 anos, seu conhecimento foi classificado como ruim, porém nunca tendo escutado as ondas binaurais. Sua combinação foi chuva, oceano, sussurros e lareira, sua música base foi “calma 2”. O usuário relatou sentir-se normal, antes e após o experimento, não tendo sentido nenhum desconforto. Relatou que escutaria as ondas binaurais após informá-lo que não havia ondas na música escutada. Classificou a experiência como muito boa.

5.1 ANÁLISE

O experimento foi realizado com vinte indivíduos diferentes, dez usuários para o grupo experimental e os outros dez para o grupo de controle. Os participantes possuíam controle de escolha sobre as ondas e sons de acompanhamento. Há vinte e cinco combinações de ondas binaurais, e quatro faixas com dez opções de sons ambientes cada, podendo repetir. Há mais uma faixa de som base com dez opções diferentes resultando em diversas combinações distintas. Um exemplo de *preset* pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 - Preset do site

The screenshot shows a website preset interface for 'ALFA'. It features several audio settings, each with a text input field and a corresponding slider control:

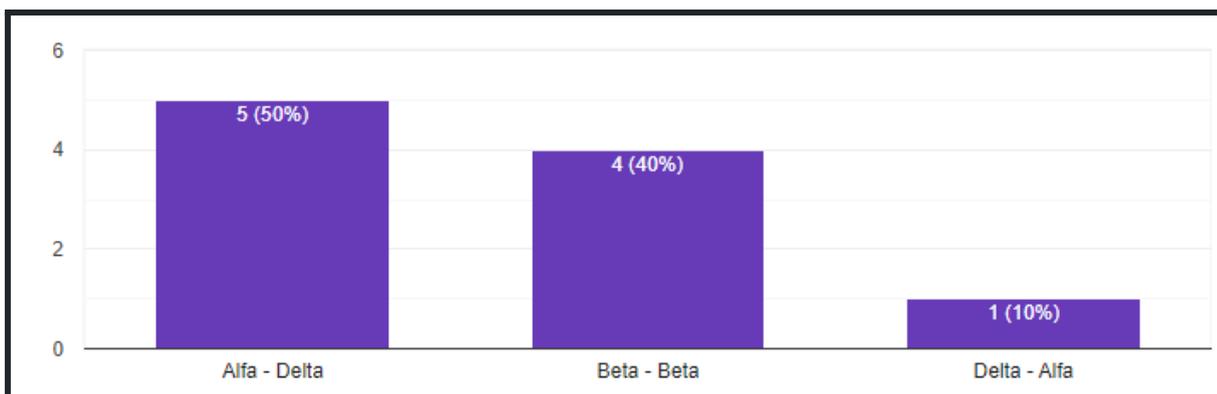
- Binaural Beats:** Input field contains 'Alfa Alfa'.
- Som ambiente 1:** Input field contains 'Passaros'.
- Som ambiente 2:** Input field contains 'Chuva'.
- Som ambiente 3:** Input field contains 'Oceano'.
- Som ambiente 4:** Input field contains 'Lareira'.
- Musica:** Input field contains 'Dramatica 1'.

Fonte: Site desenvolvido.

Ao aplicar os experimentos, notou-se que a grande maioria disposta a participar do projeto foram homens, no total treze homens, sete rapazes no grupo experimental e seis no grupo de controle, e apenas sete mulheres, três moças no grupo experimental e quatro no grupo de controle.

Dentre as vinte e cinco combinações possíveis entre os tipos de onda binaural, os usuários do grupo experimental concentraram suas escolhas em apenas três. Foram elas: Alfa - Delta, Delta - Alfa e Beta - Beta. Na Figura 22 pode-se observar que a Alfa - Delta, responsável pelo relaxamento profundo, foi a opção predominante.

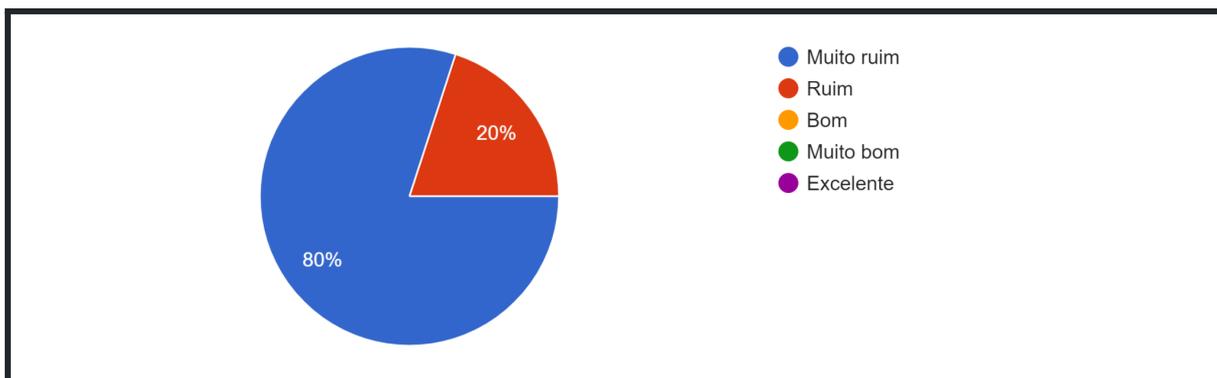
Figura 22 - Gráfico de uso das ondas



Fonte: Experimento de campo realizado.

Na Figura 23, percebe-se que a maioria dos alunos relatou que nunca utilizaram as ondas binaurais. Dentre os que alegaram terem usufruído, classificaram seu entendimento como ruim.

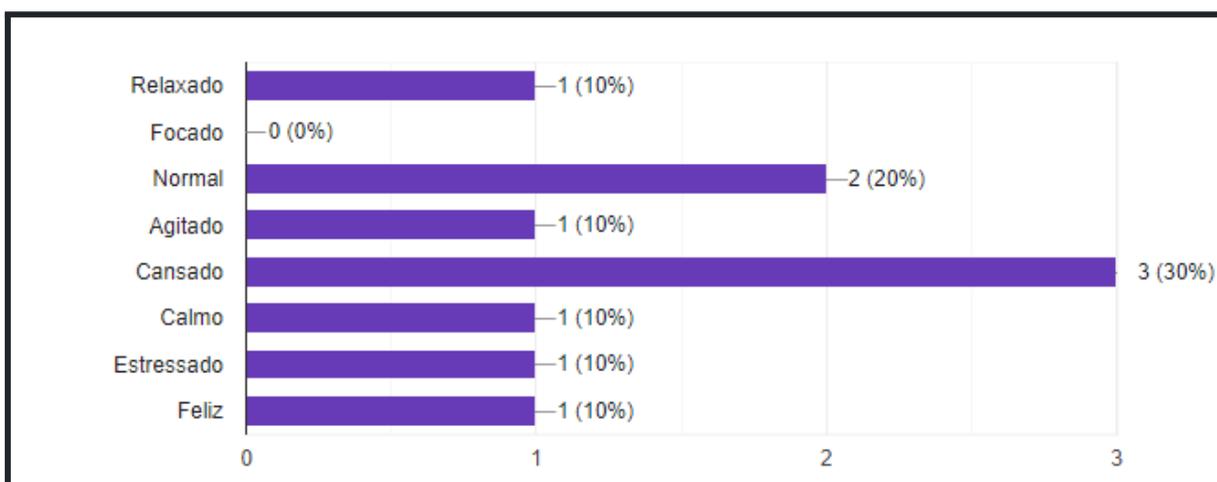
Figura 23 - Gráfico de classificação de conhecimento



Fonte: Experimento de campo realizado.

Ao analisar os experimentos como um todo, percebeu-se que, antes da aplicação das ondas, 30% dos estudantes sentiram-se cansados, 20% relataram humor neutro e os demais responderam estarem calmos, felizes, agitados ou estressados.

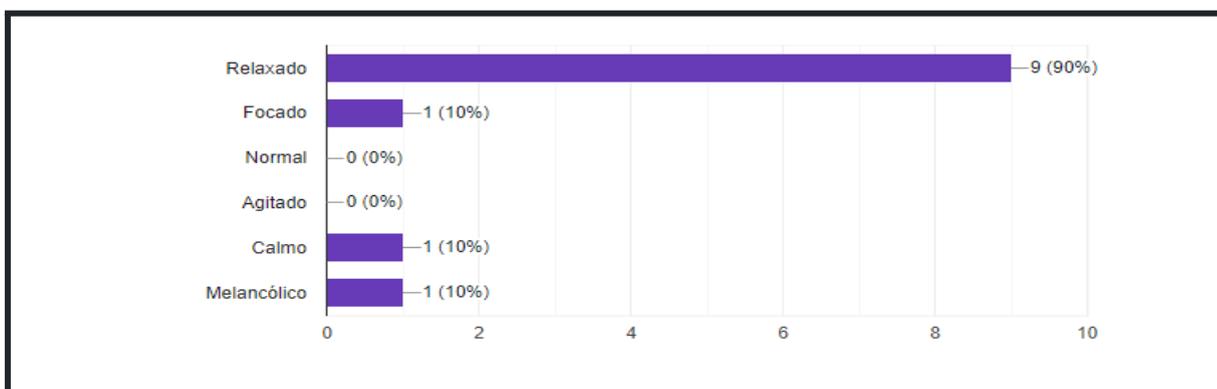
Figura 24 - Estados físicos/emocionais do grupo experimental antes do experimento



Fonte: Experimento de campo realizado.

Após a aplicação, conforme Figura 25, notou-se que 90% dos entrevistados sentiam-se relaxados e 10% calmos. Em alguns casos, demonstrou-se que o usuários sentia-se relaxado e melancólico ou relaxado e focado.

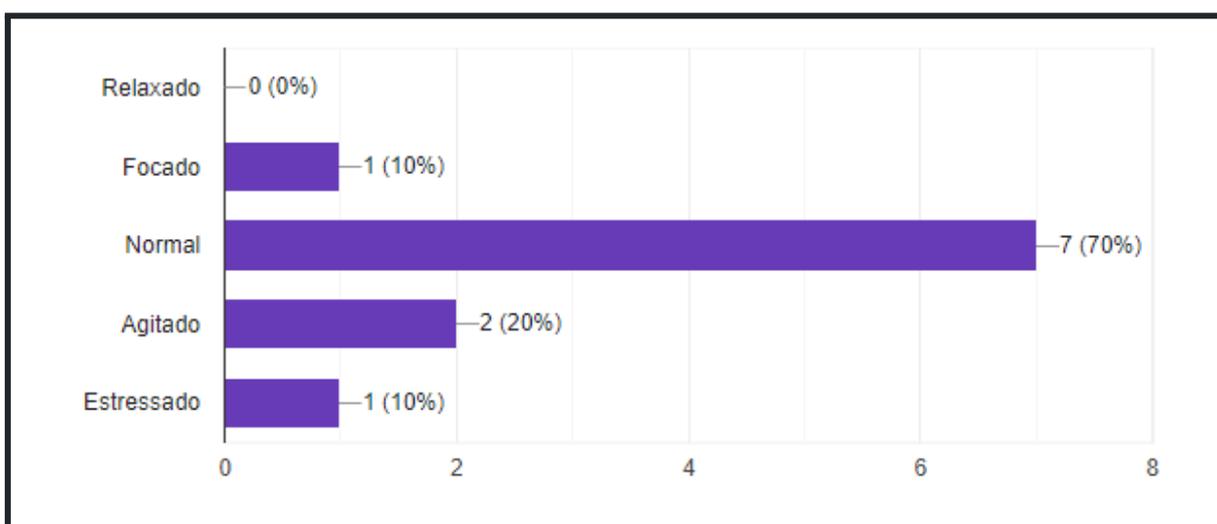
Figura 25 - Estados físicos/emocionais do grupo experimental após experimento



Fonte: Experimento de campo realizado.

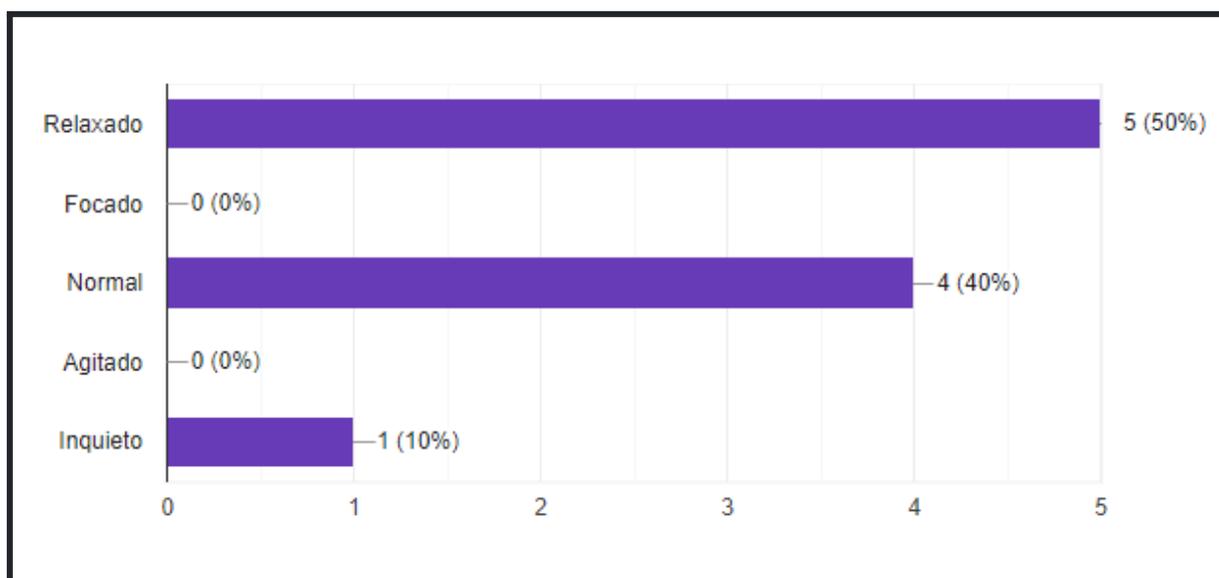
Já no grupo de controle, 70% encontrava-se normal, 20% agitados, 10% estressado e 10% focado. Após a experiência, 50% encontrava-se relaxado, 40% permaneceram normais e 10% inquietos.

Figura 26 - Estados físicos/emocionais do grupo de controle antes do experimento



Fonte: Experimento de campo realizado.

Figura 27 - Estado físicos/emocionais do grupo de controle após experimento



Fonte: Experimento de campo realizado.

No grupo experimental, apenas 10% dos indivíduos sentiram um certo desconforto movido pela ansiedade. Já no grupo de controle, também houve um resultado de 10% por motivos de inquietação. Os demais participantes não sentiram desconforto durante o experimento.

No grupo experimental 90% relatou que sentiram-se relaxados enquanto 50% do grupo de controle informou estarem relaxados. Ao analisar as figuras 25 e 27 percebe-se que as ondas binaurais provocam maior relaxamento do que os sons monoaurais como Barratt (2022) comprovou ao realizar os experimentos nos pacientes antes da anestesia.

Ao analisar cada experiência, tornou-se perceptível a importância dos sons ambientais e de fundo estarem relacionados ao efeito desejado pela onda binaural. Por exemplo, se o usuário escolheu uma música base calma, com sons ambientes relacionados ao relaxamento e a onda binaural sendo Alfa - Delta, nota-se que a onda potencializa a sensação de relaxamento que a música e os sons ambientes trouxeram. No grupo experimental, ficou perceptível que os usuários que escolhiam ondas de frequência mais baixa acompanhados dos sons relacionados ao relaxamento sentiam-se mais relaxados que o grupo de controle onde apenas escolheram os sons ambientes junto da música base.

Como mencionado anteriormente na seção 3.2 um dos problemas encontrados no cotidiano é a insônia e como já foi relatado, um dos efeitos colaterais

da insônia é a fadiga. Com os experimentos realizados no grupo de teste notou-se que a maioria dos indivíduos sentiu-se mais relaxado, portanto as ondas podem ser utilizadas como um auxílio à falta de sono.

Relacionando a seção 2.2 e 2.4, cujas ondas são Delta e Alfa, percebeu-se os efeitos de relaxamento profundo aos indivíduos que selecionaram tais ondas no grupo experimental, portanto as ondas binaurais obtiveram reações visíveis aos indivíduos.

Conclui-se que o protótipo do site demonstrou potencial para popularizar as ondas binaurais e torná-las acessíveis ao público que busca formas de tratamento não invasivas. A eficácia não pode ser cientificamente comprovada devido à falta de um profissional de neurociência e de um EEG para monitoramento do aluno. Entretanto, pode-se notar que as ondas binaurais colaboram para a potencialização dos efeitos de relaxamento e foco já causados pela música.

Portanto, para trabalhos futuros deve-se replicar o experimento e analisar os alunos com o equipamento adequado. Também pode-se ampliar o número de indivíduos testados para melhorar a precisão dos resultados. Além disso, o site também poderá incluir novas funções baseadas em artigos científicos e novas descobertas para auxiliar mais ainda o usuário, facilitando o acesso de estudiosos e pesquisadores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, há uma grande busca por formas para melhorar a qualidade de vida e otimizar tempo e resultados. São vários os objetivos, desde a melhor performance nos esportes até melhores resultados no trabalho e estudos. As ondas binaurais são um dos meios para se resolver essas questões (FRANÇA, 2008). O tema sobre ondas binaurais foi escolhido devido ao interesse de como os sons podem trazer benefícios às pessoas e de que forma pode-se alcançar esses benefícios.

As ondas binaurais atualmente são utilizadas em grande maioria para recreação. Por outro lado, testes mostram resultados significativos quando as ondas são usadas na saúde. Os batimentos binaurais trazem reações positivas ao serem utilizadas tanto para estudos quanto para o foco, concentração, relaxamento, entre outras.

Tendo em mente a questão norteadora deste trabalho, a análise mostrou que mesmo que sutil, houve percepção de relaxamento profundo nos usuários do grupo experimental. O teste mostrou que as ondas binaurais podem ser muito benéficas quando usadas em conjunto com músicas e sons compatíveis com o objetivo.

Por outro lado, podemos observar que as ondas binaurais não influenciam negativamente a experiência, ou possuem efeitos colaterais como França (2008) citou, mesmo que não induzam o estado objetivado. Por ser pouco perceptível, mesmo os usuários que não mudaram de estado emocional, classificaram positivamente a experiência.

A questão norteadora deste projeto, 'Quais são as reações que as ondas binaurais podem causar na vida das pessoas?', pode ser compreendida com um questionamento respondido, já que observou-se reações positivas nos indivíduos testados na pesquisa de campo.

Nessa visão, para alcançar a resposta adequada traçaram-se os seguintes objetivos: buscar compreender o surgimento das ondas binaurais, objetivo que foi cumprido via referencial teórico; classificar ondas que são capazes de auxiliar as pessoas, resultado obtido ao pesquisar sobre as ondas binaurais; tentar inseri-las no cotidiano do público estudantil, que foi alcançado ao realizar os experimentos de campo com os estudantes; proporcionar um maior conhecimento sobre os benefícios

no dia a dia que foi alcançado via website criado, e ao realizar os experimentos; analisar as possíveis contra indicações, objetivo que foi cumprido ao questionar os indivíduos se houve algum desconforto durante o experimento tendo como maior resultado não haver desconforto.

Tudo isso exigiu um método de trabalho, este que se baseou em uma coleta de dados para criação de um website capaz de combinar ondas binaurais com sons ambientais e músicas base pré definidas, tal qual foi utilizado para realizar os experimentos nos grupos de controle e experimental.

Este projeto contribui, entende-se, para popularização e pesquisa de técnicas não medicamentosas para tratamentos de distúrbios psicológicos, incentivando o uso de técnicas menos invasivas.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Qual sua idade?

- 18 anos a 24 anos
- 25 a 34 anos
- 35 a 44 anos
- 45 ou mais

Como você classifica seu conhecimento sobre ondas binaurais?

- Muito ruim () ruim () bom () muito bom () excelente ()

Você já ouviu ondas binaurais?

- Sim
- Não

Se respondeu sim na questão anterior, para que finalidade utilizou?

- Relaxamento
- Foco
- Sono
- Entretenimento
- Outra: _____

Qual seu estado emocional/físico no momento?

- Relaxado
- Focado
- Normal
- Agitado
- Outro: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO

Qual seu estado emocional/físico no momento?

Relaxado

Focado

Normal

Agitado

Outro: _____

Você sentiu algum desconforto durante o experimento?

Sim

Não

Você teria interesse em utilizar as ondas novamente?

Sim

Não

Como você classifica essa experiência?

Muito ruim ()

ruim ()

bom ()

muito bom ()

excelente ()

REFERÊNCIAS

ABCOMM. **Faturamento do e-commerce cresce 56,8% neste ano e chega a R\$ 41,92 bilhões.** Disponível em: <https://abcomm.org/noticias/faturamento-do-e-commerce-cresce-568-neste-ano-e-chega-a-r-4192-bilhoes/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ARPINO, Cristthian Marafigo. REGISTRO ELETROENCEFALOGRAFICO. 2017. Grupo de estudos EEG. Disponível em: <http://cta.if.ufrgs.br/boards/71/topics/939>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BARRATT, Monica J.; MADDOX, Alexia; SMITH, Naomi; DAVIS, Jenny L.; GOOLD, Lachlan; WINSTOCK, Adam R.; FERRIS, Jason A.. Who uses digital drugs? An international survey of 'binaural beat' consumers. *Drug And Alcohol Review*, [S.L.], 30 mar. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/dar.13464>.

Besedovsky, L., Ngo, HV.V., Dimitrov, S. et al. **Auditory closed-loop stimulation of EEG slow oscillations strengthens sleep and signs of its immune-supportive function.** *Nat Commun* 8, 1984 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02170-3>

BOS, Andreia Solange; DONATO, Lucília Gomes; VETTORI, Marcelo; ZARO, Milton Antônio. Effects of the binaural wave as a stimulus for student hyperattention: brain frequency records without interactive media context. **International Journal Of Advanced Engineering Research And Science**, [S.L.], v. 7, n. 9, p. 208-213, 2020. AI Publications. <http://dx.doi.org/10.22161/ijaers.79.24>.

CIONEK, Jackson. **Modern Neuroscientific And Behavioral Experiments.** 2022. Disponível em: <https://neuroinsight.net/post/modern-neuroscientific-and-behavioral-experiments/3324>. Acesso em: 21 mar. 2022.

CORRÉGIO, Margarete Aparecida. **SITE DE BATIMENTOS BINAURAIIS PARA TERAPIA ACÚSTICA.** 2020. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Neurociências do Comportamento, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://ondasbinaurais.margareteaquila.com.br/wp-content/uploads/2021/02/TCC-BINAURAL-BEAT-Margarete.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

CHAIEB, Leila; WILPERT, Elke Caroline; REBER, Thomas P.; FELL, Juergen. Auditory Beat Stimulation and its Effects on Cognition and Mood States. **Frontiers In Psychiatry**, [S.L.], v. 6, 12 maio 2015. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2015.00070>.

Filimon, R. C. (2010) **Beneficial subliminal music: binaural beats, hemi-sync and metamusic**. In Proceedings of the 11th WSEAS international conference on Acoustics & music: theory & applications, pp. 103-108.

FRANÇA, Rafael Ferreira. **INDUTOR DE ONDAS CEREBRAIS POR BATIMENTO BINAURAL**. 2008. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia da Computação, Universidade Positivo/Ncet, Curitiba, 2008. Disponível em: <https://ondasbinaurais.margareteaquila.com.br/wp-content/uploads/2021/02/binaural.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

FREITAG, R. M. K. **Amostras sociolinguísticas: probabilísticas ou por conveniência?**. Revista de Estudos da Linguagem, Sergipe, v. 26, n. 2, p. 667-686, out./2017. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/relin/article/view/12412>. Acesso em: 24 set. 2021.

HENRIQUES, Susana. Amostragem: seminário de investigação métodos e técnicas de recolha e tratamento de dados. Porto Alegre: -, 2012. 25 slides, color. Disponível em: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/4861/3/Amostragem_SH-2012.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

GÓES, Leonardo Garcia. **Binaural beats: Brain wave induction and the use of binaural beats to induce brain wave patterns**. 2018. 3 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina, Centro Universitário São Camilo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://ondasbinaurais.margareteaquila.com.br/wp-content/uploads/2021/02/binaural-beats-brain-wave-induction-and-the-use-of-binaural-beats-to-induce-brain-wave-patterns.pdf>. Acesso em: 02 set. 2021.

"Glossary. A resource from the Division of Sleep Medicine at Harvard Medical School, Produced in partnership with WGBH Educational Foundation". Harvard University. 2008. Retrieved 2009-03-11. "The 1968 categorization of the combined Sleep Stages 3 – 4 was reclassified in 2007 as Stage N3."

JAILANI HARYANTI NORHAZMAN, N. Z. R. **Binaural Beat Effect on Brain waves based on EEG**. Tese (Doutorado) — Faculty of Electrical Engineering of Universiti Teknologi MARA Shah Alam, 2013. Disponível em: <http://docplayer.net/38570343-Binaural-beat-effect-on-brainwaves-based-on-ee.html>.

Jirakittayakorn N, Wongsawat Y. (2017). **Brain responses to a 6- Hz binaural beat: Effects on general theta rhythm and frontal midline theta activity.** *Front Neuroscience*; 11:365.

MALMIVUO, Jaakko; PLONSEY, Robert. **Bioelectromagnetism: principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields.** New York: Oxford University Press, 1995. 642 p.

MARQUES, José Roberto. **FREQUÊNCIAS CEREBRAIS: CONHEÇA OS 5 TIPOS.** JRM, [s/d]. Disponível em: <https://jrmcoaching.com.br/blog/frequencias-cerebrais-5-tipos/>

MOLINA, Geraldine. BINAURAL AUDIO RELAXATION TECHNIQUES FOR PEOPLE WITH ANXIETY AND STRESS. **Proceedings Of The 9Th Conference On Interdisciplinary Musicology**, Berlin, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Ministério da Saúde divulga resultados preliminares de pesquisa sobre saúde mental na pandemia.** Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/47527-ministerio-da-saude-divulgaresulta-dos-preliminares-de-pesquisa-sobre-saude-mental-na-pandemia>. Acesso em: 11 nov. 2021.

Oster, G. **“Auditory beats in the brain.”** *Scientific American* vol. 229,4 (1973): 94-102. doi:10.1038/scientificamerican1073-94

PILON, Daniel Rodrigues. **Indução binaural no auxílio contra a ansiedade e insônia: protótipo de aplicativo.** 2020. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em SANTOS, Pedro Henrique Baeta N. D.. **ESTUDO DE TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DE SINAIS DE ELETROENCEFALOGRAMA (EEG) COM ENFOQUE EM SINAIS CONVULSIVOS.** 2014. 121 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Cap. 25. Disponível em: https://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/TCC_2014_1_PHBNDSantos.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

Sistemas de Informação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/26465?show=full>. Acesso em: 02 set. 2021.

TIMO-IARIA, W. C. P. C. **Mecanismos das ondas elétricas cerebrais.** São Paulo: Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 1971. v. 2. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/TwqFczqLThsDkVkXkZPTRyh/?lang=pt>>.