

## ANÁLISE DO ESPECTRO DE BATIDAS BINAURAIS AUDÍVEIS / INAUDÍVEIS ASSOCIADAS À MÚSICA PARA TRATAMENTO DE ANSIEDADE

PATRÍCIA FRIEDRICH LIMA<sup>1</sup>, ELAINE DA SILVA PEREIRA REIS ROQUE<sup>2</sup>, ANÁLIA RIBEIRO BATISTA<sup>3</sup> e EDERSON CICHACZEWSKI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Engenharia Biomédica, UNINTER, Polo de Porto Alegre – RS, patiflima73@gmail.com;

<sup>2</sup>Estudante de Engenharia Biomédica, UNINTER, Polo de Juiz de Fora – MG, nane.reis@outlook.com;

<sup>3</sup>Estudante de Engenharia Biomédica, UNINTER, Polo de Recife – PE, analiaribeirob@gmail.com;

<sup>4</sup>MSc., Engenheiro de Computação, Prof. Orientador, UNINTER, Polo de Curitiba – PR, ederson.c@uninter.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
7 a 10 de outubro de 2024

**RESUMO:** O interesse no estudo das batidas binaurais como tratamento para ansiedade (entre outros benefícios, aumentar a concentração, reduzir a dor e estados depressivos) tem crescido nos últimos anos em virtude de seu baixo custo e facilidade de aplicação. Entendendo como as ondas sonoras das batidas binaurais audíveis e inaudíveis se apresentam e como se mesclam com música viabiliza compreender sua interação com as ondas cerebrais, facilitando sua manipulação. O objetivo deste trabalho é fazer uma análise do espectro de frequências de batidas binaurais audíveis e inaudíveis e entender como elas podem ser mescladas a músicas para que tenham efeito terapêutico em pacientes com transtorno de ansiedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Batidas binaurais; ansiedade; drogas digitais.

### SPECTRUM ANALYSIS OF AUDIBLE AND INAUDIBLE BINAURAL BEATS ASSOCIATED WITH MUSIC AND THEIR EFFECTS IN THE TREATMENT OF ANXIETY

**ABSTRACT:** Interest in studying binaural beats as a treatment for anxiety (among other benefits, such as increasing concentration, reducing pain, and alleviating depressive states) has grown in recent years due to their low cost and ease of application. Understanding how the sound waves of audible and inaudible binaural beats are presented and how they blend with music enables a deeper comprehension of their interaction with brainwaves, facilitating their manipulation. The objective of this work is to analyze the frequency spectrum of audible and inaudible binaural beats and understand how they can be blended with music to have a therapeutic effect on patients with anxiety disorders.

**KEYWORDS:** Binaural beats; anxiety; digital drugs.

### INTRODUÇÃO

O estudo das batidas binaurais como forma de tratamento para diversas doenças e condições psicológicas tem aumentado nos últimos anos, no âmbito da pesquisa por um tratamento não invasivo, de baixo custo, de fácil aplicabilidade, sem efeitos colaterais e eficiente. A ansiedade é um transtorno de grande ocorrência e que pode diminuir muito a qualidade de vida de uma pessoa, e estudos indicam que ouvir batidas binaurais pode reduzir a ansiedade (Renteria et al., 2014), principalmente se forem unidas a uma música relaxante.

Uma batida binaural é um som baseado em diferenças de frequências do estímulo auditivo capaz de conduzir as ondas cerebrais num determinado ritmo. Quando duas frequências levemente diferentes, espaçadas de 1 Hz a 32 Hz, dependendo do estado mental desejado (delta, theta, alpha, beta, gama), se fazem presentes em cada ouvido, o cérebro reconhece essa diferença, gerando um terceiro tom. Este induzirá a uma sincronia neuronal, onde um determinado tipo de onda prevalecerá, levando a um estado psicológico específico (Huang & Charyton, 2008).

A batida binaural é composta por ondas sonoras senoidais, em que um som constante é apresentado numa única frequência em cada uma delas. A ansiedade pode ser medida por

eletroencefalograma (EEG) pela medição da atividade elétrica da amígdala cerebral (responsável por controlar medo, ansiedade e pânico) nas regiões cerebrais T3 e T4 (Ribas, Ribas & Nóbrega, 2018). Na presença de ansiedade, haverá predominância de ondas beta-altas (23-38 Hz). A ideia da batida binaural é interferir nas ondas rápidas oferecendo um ritmo mais lento (ondas alfa, theta ou delta) e provocando sincronização com o mesmo. Essa alteração será disseminada por toda a rede neural, pela FFR (*Frequency-Following Response*). Mesclando as batidas binaurais com música relaxante, como música clássica, por exemplo, obtém-se um efeito ainda melhor, já que a música por si só já tem efeito relaxante (Ramdinwaii & Mittal, 2017).

O objetivo deste trabalho é analisar tanto o espectro das ondas sonoras geradas para a formação da batida binaural audível quanto a inaudível, isoladas e mixadas com música relaxante.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia consistiu em usar o editor de áudio free Audacity (Audacity, 2024) para gerar os tons binaurais e para mesclá-los com música clássica instrumental relaxante. Também se aplicou ao mesmo o plug-in free SPAN (Voxengo, 2024) para analisar o espectro das ondas sonoras das batidas binaurais e da música, isoladas e mescladas. Esse analisador de espectro utiliza a Transformada Rápida de Fourier (FFT) para decompor as frequências do som, fazendo o processamento digital dos sinais, transformando do domínio do tempo (contínuo) para o domínio de frequências (discreto), gerando um gráfico.

Foi analisado primeiramente o espectro sonoro das batidas binaurais audíveis, criadas com frequências de 436 Hz (lado esquerdo) e 444 Hz (lado direito), gerando uma diferença de 8 Hz. O mesmo foi feito com a batida binaural inaudível, com frequência de 8 Hz (lado esquerdo) e 16 Hz (lado direito), gerando uma diferença também de 8 Hz. Após, essas batidas binaurais foram combinadas com música e se registrou o espectro sonoro desta união.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 temos a aparência no domínio do tempo das ondas sonoras geradas para a formação das batidas binaurais nas frequências de 436Hz e 444 Hz. Na Figura 2, as ondas sonoras geradas para a formação das batidas binaurais nas frequências de 8Hz e 16 Hz, ou seja, inaudíveis, já que o som se torna audível a partir de 20 Hz.

Figura 1. Ondas sonoras geradas para a formação de batidas binaurais audíveis (436Hz e 444 Hz).

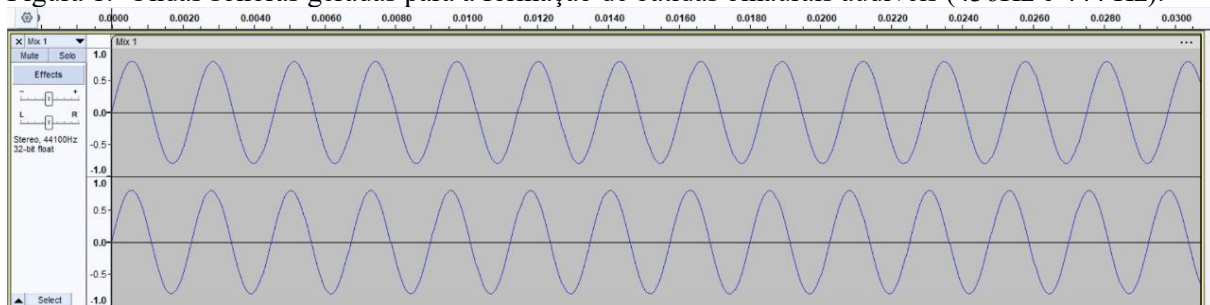
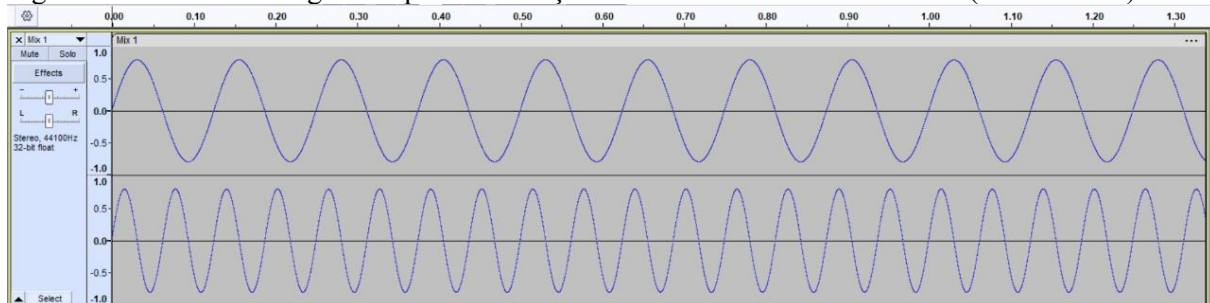
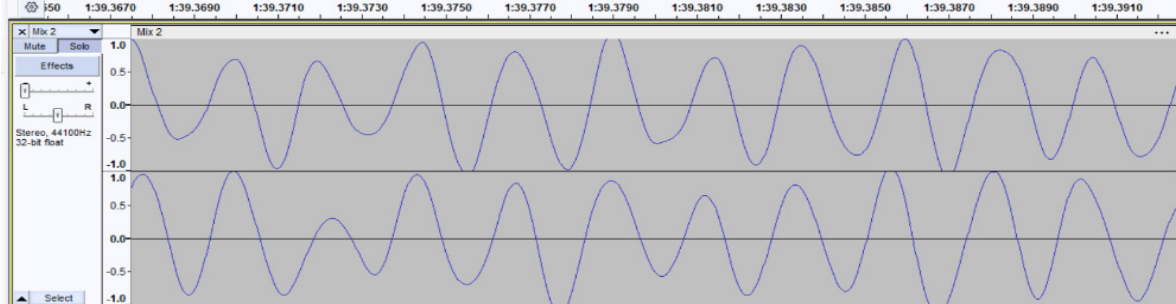


Figura 2. Ondas sonoras geradas para a formação de batidas binaurais inaudíveis (8Hz e 16 Hz).



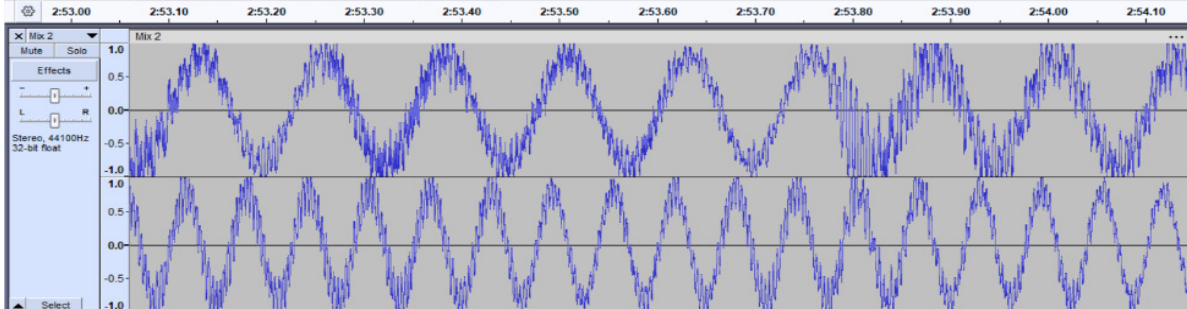
Pode-se verificar que, se fizer a diferença entre as ondas sonoras da Figura 1 elas se mostrariam fora de fase em alguns pontos, onde se forma a batida binaural, percebida pelo cérebro. Foi realizada a mixagem de cada uma das ondas com uma música, o resultado no domínio do tempo pode ser observado na Figura 3 para as frequências de 436Hz e 444Hz e na Figura 4 para as frequências de 8Hz e 16Hz.

Figura 3. Ondas sonoras geradas por batidas binaurais (436Hz e 444 Hz) mixadas com música.



Fonte: Os autores.

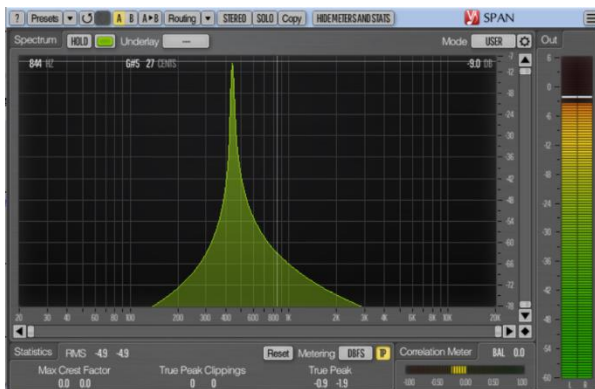
Figura 4. Ondas sonoras geradas por batidas binaurais (8Hz e 16 Hz) mixadas com música.



Fonte: Os autores.

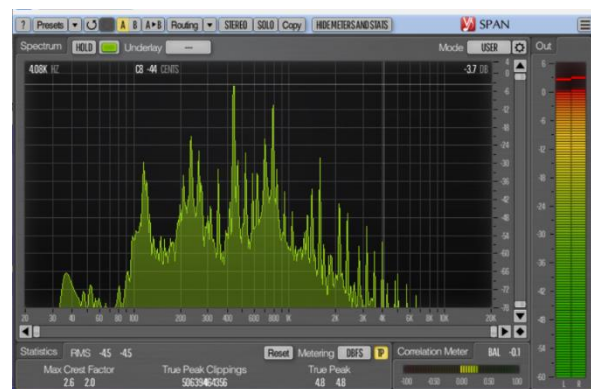
Na Figura 5 tem-se o espectro da frequência do sinal de 436Hz audível e na Figura 6 o espectro da frequência do sinal de 436Hz audível mesclado com música clássica instrumental relaxante.

Figura 5. Espectro da frequência do sinal de 436Hz audível.



Fonte: Os autores.

Figura 6. Espectro da frequência do sinal de 436Hz audível mesclado com música.



Fonte: Os autores.

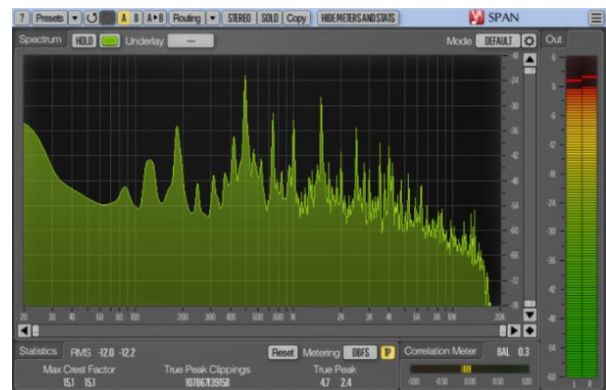
Na Figura 7, tem-se o espectro da frequência do sinal de 16Hz inaudível e na Figura 8, tem-se o espectro da frequência do sinal de 16Hz inaudível mesclado com a mesma música clássica.

Figura 7. Espectro da frequência do sinal inaudível de 16 Hz.



Fonte: Os autores.

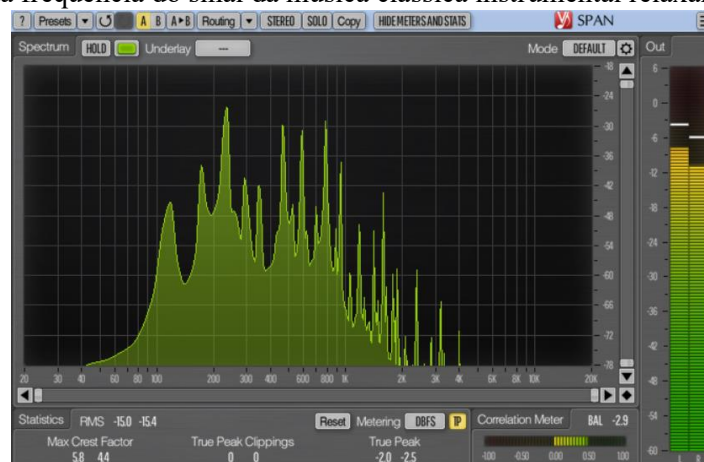
Figura 8. Espectro da frequência do sinal inaudível mesclado com música.



Fonte: Os autores.

A Figura 7 mostra o espectro sonoro somente da música instrumental clássica relaxante.

Figura 7. Espectro da frequência do sinal da música clássica instrumental relaxante.



Fonte: Os autores.

Ao se mesclar cada uma das ondas sonoras geradas para a formação das batidas binaurais com a música, podemos identificá-las no espectro sonoro, como mostram as Figuras 6 e 8.

## CONCLUSÃO

A partir das imagens geradas pelo analisador de espectro SPAN, conclui-se que tanto a batida binaural audível quanto a inaudível pode ser mesclada a músicas de forma efetiva. O cérebro captará essas ondas pelo sistema auditivo. As ondas sonoras, por serem mecânicas, não alteram diretamente a modulação das ondas cerebrais, mas podem afetar o cérebro de outras maneiras, como através de estímulos auditivos que podem ser usados em contextos terapêuticos. Mesmo a onda sonora sendo inaudível ela terá sua ação e será captada pelo sistema auditivo, chegando ao cérebro.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação Científica do Centro Universitário Internacional UNINTER, pelos recursos disponibilizados, por meio do projeto intitulado “Engenharia Biomédica Aplicada às Tecnologias em Saúde” do grupo de pesquisa “Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade da UNINTER”.

## REFERÊNCIAS

Audacity. Multi-track audio editor and recorder. Disponível em: <https://www.audacityteam.org/>. Acesso em: 25 de maio de 2024.

- Huang, Tina; Charyton, Christine. A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment. *Alternative therapies in health and medicine*. 14. 38-50. 2008.
- Ramdinmawii, Esther; Mittal, Vinay. The effect of music on the human mind: A study using brainwaves and binaural beats. *2nd International Conference on Telecommunication and Networks*. 1-7. doi: 10.1109/TEL-NET.2017.8343514. Noida, India, 2017.
- Renteria, Santiago; Molina, Geraldine; Sainz, Emilia; Serrano, Levi; Urquiza, Diana. Binaural Audio Relaxation Techniques for people with anxiety and stress. *Proceedings of the 9th Conference on Interdisciplinary Musicology – CIM14*. Berlin, Germany 2014.
- Ribas, Valdenilson; Ribas, Renata; Nóbrega, Jean. Pattern of anxiety, insecurity, fear, panic and/or phobia observed by quantitative electroencephalography (QEEG) – Recife, Brasil 2018.
- Voxengo. SPAN: Free real-time “fast Fourier transform” (FFT) audio frequency spectrum analyzer. Disponível em: <https://www.voxengo.com/product/span/>. Acesso em: 25 de maio de 2024.