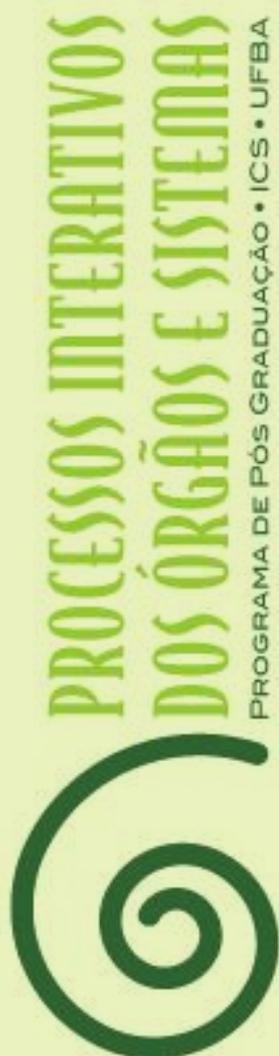


UFBA

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Ciências da Saúde

Naíma Loureiro de Souza Costa

Meditação e Música: EEGq e Redes Funcionais Cerebrais



Salvador
2022





**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROCESSOS INTERATIVOS
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**

NAÍMA LOUREIRO DE SOUZA COSTA

**MEDITAÇÃO E MÚSICA: EEGQ E
REDES FUNCIONAIS CEREBRAIS**

Salvador
2022

NAÍMA LOUREIRO DE SOUZA COSTA

Meditação e Música: EEGq e Redes Funcionais Cerebrais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Pondé de Sena

Coorientador: Prof. Dr. José Garcia Vivas Miranda

Salvador
2022

C837 Costa, Naíma Loureiro de Souza.
Meditação e música: EEGq e redes funcionais cerebrais/Naíma Loureiro de Souza Costa. – Salvador, 2022.
97 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Pondé de Sena; Coorientador: Prof. Dr. José Garcia Vivas Miranda.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde/Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, 2022.

Inclui referências e apêndices.

1. EEG quantitativo. 2. Redes funcionais cerebrais. 3. Ritmos cerebrais. 4. Estado alterado de consciência. I. Sena, Eduardo Pondé de. II. Miranda, José Garcia Vivas. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

CDU 615.85:612.82



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
Instituto de Ciências da Saúde



TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO
NAÍMA LOUREIRO DE SOUZA COSTA

MEDITAÇÃO E MÚSICA: EEGQ E REDES FUNCIONAIS CEREBRAIS
Salvador, Bahia, 04 de fevereiro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA:

DocuSigned by:


D20CC15E88EA427

PROF DR JOSÉ GARCIA VIVAS MIRANDA (Examinador Interno)

DocuSigned by:


DD65D64855CA470

PROF DR RAPHAEL SILVA DO ROSÁRIO (Examinador Interno)

DocuSigned by:


7408245FD03E480

PROFA DRA ISIS DA SILVA COSTA (Examinadora Externa)

AGRADECIMENTOS

Ao **Universo**, aos **meus mentores** e a **toda espiritualidade**, que com certeza, estão nos bastidores sempre cuidando para que tudo saia da melhor forma, mesmo quando as coisas parecem complicadas;

Aos meus pais, **Ivan Bastos** e **Sandra Loureiro**, que me deram a vida, o suporte e o amor para que eu chegasse até aqui;

Aos meus irmãos, **Tomaz** e **Camila Loureiro**, os quais eu posso contar em todos os momentos;

À **Yara Rosa Loureiro-Espinosa**, minha sobrinha que eu tanto amo e que ilumina meus dias mais difíceis;

Ao meu esposo, **Igor Nakamura**, que sempre me motiva, me consola e acredita mais na minha capacidade do que eu mesma;

À **Thaise Toutain**, que foi um anjo enviado pelo Universo e, literalmente, foi a principal responsável por eu estar fazendo o mestrado. Ela que, com enorme generosidade, cedeu os dados utilizados nesta dissertação e que está sempre me ensinando coisas valiosas. Palavras não são suficientes para expressar o tamanho da minha gratidão por ela;

Ao meu orientador, Prof. **Eduardo Pondé**, por sua paciência, humildade, dedicação e confiança;

Ao meu coorientador, Prof. **José Garcia Miranda**, pela generosidade na forma de ensinar, pela humildade, pela paciência e pelo incentivo;

À **Nina**, uma doguinha que sempre me ensina sobre amor e resiliência;

Ao Programa de Pós-Graduação **PIOS**;

À **CAPES**, pela concessão da bolsa de mestrado.

*“O objeto mais macio do mundo vence sempre o mais duro.
Aquilo que não tem existência penetra onde não há frestas...
Poucos são os que no mundo alcançam o ensinamento sem
palavras e conhecem a vantagem da inação.”*

Lao Tsé

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	15
3 OBJETIVOS	16
3.1 GERAL	16
3.2 ESPECÍFICOS	16
4 HIPÓTESES	17
5 REFERENCIAL TEÓRICO	18
5.1 MEDITAÇÃO	18
5.1.1 Meditação Raja Yoga (Brahma Kumaris)	21
5.1.2 Análise Espectral do EEG na Meditação	22
5.1.2.1 Alfa	23
5.1.2.2 Teta	25
5.1.2.3 Delta	26
5.1.2.4 Beta	26
5.1.2.5 Gama	27
5.1.3 Meditação e Redes Funcionais Cerebrais	28
5.2 MÚSICA	31
5.2.1 Efeito da Música no Cérebro	32
5.3 MEDITAÇÃO E MÚSICA	36
6 MATERIAL E MÉTODOS	38
6.1 AMOSTRA	38
6.2 MÚSICAS	39
6.3 PREPARAÇÃO DO EEG	40
6.4 PROTOCOLO DE COLETA	41
6.5 TRATAMENTO DOS DADOS	43
6.6 EXTRAÇÃO DO POTENCIAL DAS FREQUÊNCIAS (EEGq)	44
6.7 CONSTRUÇÃO DAS REDES FUNCIONAIS CEREBRAIS DAS FREQUÊNCIAS BETA E GAMA E OBTENÇÃO DO GRAU PONDERADO	44
6.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	47
6.8.1 Organização dos dados	47
6.8.2 ANOVA de Medidas Repetidas de Duas Vias	50
6.8.3 Tamanho de Efeito (g_{av} de Hedges)	51

7 RESULTADOS	53
7.1 AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA DAS FREQUÊNCIAS DELTA, TETA, ALFA, BETA E GAMA.....	53
7.2 AVALIAÇÃO BILATERAL DO TAMANHO DE EFEITO DAS POTÊNCIAS BETA E GAMA NA REGIÃO FRONTAL.....	57
7.3 AVALIAÇÃO DA CONECTIVIDADE CORTICAL ATRAVÉS DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES DAS FREQUÊNCIAS BETA E GAMA.....	58
7.4 AVALIAÇÃO BILATERAL DO TAMANHO DE EFEITO DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES DE FREQUÊNCIA BETA E GAMA NA REGIÃO FRONTAL.....	66
8 DISCUSSÃO	69
8.1 AVALIAÇÃO DAS POTÊNCIAS DAS FREQUÊNCIAS DELTA, TETA, ALFA, BETA E GAMA.....	69
8.2 AVALIAÇÃO DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES BETA E GAMA.....	72
9 CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	93
APÊNDICE I	94
APÊNDICE II	96

COSTA, Naíma Loureiro de Souza. **Meditação e Música: EEGq e Redes Funcionais Cerebrais**. 2022. 97f. il. Dissertação (Mestrado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas) - Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.

RESUMO

Introdução: Sabe-se que diferentes tipos de meditação induzem diferentes respostas na atividade cerebral. Dentre esses diferentes tipos, existem aquelas acompanhadas de música, entretanto, pouco se sabe a respeito do papel dessa ferramenta na atividade elétrica cerebral durante a meditação. **Objetivo:** Comparar as potências das frequências delta, teta, alfa, beta e gama e o padrão de conectividade funcional cortical durante a meditação Raja Yoga, com e sem indução musical, em meditadores experientes. **Métodos:** Participaram 9 mulheres e 3 homens, com idade média (DP) de 48,71 (16,27) anos, praticantes da meditação Raja Yoga, na instituição Brahma Kumaris, Salvador-BA-Brasil. A coleta foi realizada através de um EEG com 22 canais e dividida em 4 etapas: relaxamento (RL), meditação sem música (MD), meditação com música específica (ME) e meditação com música inespecífica (MI). Os dados foram filtrados e as potências das frequências, extraídas. As frequências que apresentaram diferenças significativas na avaliação das potências foram selecionadas para a construção de redes de frequência e extração do grau ponderado (Kp), através do método *motifs*. **Resultados:** O resultado da ANOVA demonstrou um aumento da potência gama na região frontal durante as meditações com música (ME e MI) em relação à sem música, bem como um aumento da potência beta na região frontal durante a MI em relação à MD. Para a rede de frequência beta, foi observado um aumento da conectividade cortical no hemisfério direito, na MI em relação à ME e à MD, e na região frontal durante a MI em comparação à MD e à ME. Para a rede gama, houve um aumento da conectividade na região frontal durante a MI comparado à MD. As análises de tamanho de efeito demonstraram maior magnitude na região frontal esquerda (FE) do que na região frontal direita (FD) na avaliação MI x MD e na região FD comparado à FE, na avaliação MD x ME. **Conclusão:** A atividade das potências e conectividade cortical das frequências beta e gama na região frontal parecem estar envolvidas no processamento musical durante a meditação, havendo diferenças no padrão de ativação de acordo com o tipo de música utilizada.

Palavras-chave: EEG quantitativo. Redes Funcionais Cerebrais. Ritmos Cerebrais. Estado Alterado de Consciência.

COSTA, Naíma Loureiro de Souza. *Meditation and Music: EEGq and Brain Functional Networks*. 2022. 97s. ill. Dissertation (Master's in Interactive Processes of Organs and Systems) - Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2022.

ABSTRACT

Introduction: It is known that different types of meditation induce different responses in brain activity. Among these different types, there are those accompanied by music, however, little is known about the role of this tool in the brain electrical activity during meditation. **Objective:** To evaluate delta, theta, alpha, beta and gamma power and the functional connectivity pattern of brain networks during Raja Yoga meditation, with and without musical induction, in experienced meditators. **Methods:** 9 women and 3 men participated, with a mean age (SD) of 48.71 (16.27) years. They were all Raja Yoga meditators, at Brahma Kumaris institution, Salvador-BA-Brazil. The data collection was performed using EEG with 22 channels and divided into 4 stages: relaxation (RL), meditation without music (MD), meditation with specific music (SM) and meditation with unspecific music (UM). The data were filtered, and the power frequencies were extracted. The frequencies that presented significant differences on the power evaluation were selected for the frequency brain network construction and extraction of the weighted degree (Kp), using the *motifs* method. **Results:** ANOVA results showed an increase in frontal gamma power during meditations with music (SM and UM) compared to meditation without music (MD), as well as an increase in frontal beta power during UM compared to MD. For beta network, an increase in cortical connectivity was observed in the right hemisphere, during UM compared to SM and MD, and in the frontal area during UM in comparison to MD and SM. For gamma network, there was an increase in connectivity in the frontal area during UM compared to MD. Effect size analyzes demonstrated greater magnitude in the left frontal (LF) than in the right frontal (RF) area for UM x MD comparison, and greater magnitude in RF than in LF for MD x SM comparison. **Conclusion:** Frontal power and cortical connectivity of beta and gamma frequencies seem to be involved in musical processing during meditation, with differences of activation pattern according to the type of music.

Keywords: Quantitative EEG. Functional Brain Networks. Brain Rhythms. Altered State of Consciousness.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Gaiola de Faraday. Em A, a gaiola vista lateralmente com a cadeira utilizada pelos voluntários durante a coleta e o aparelho de EEG. Em B, a gaiola vista de cima e o computador para registro do EEG. 41
- Figura 2** - Montagem de eletrodos e acomodação de uma das voluntárias na Gaiola de Faraday. 42
- Figura 3** - Passo a passo do protocolo de coleta de dados. Iniciou-se com o baseline (BL) com duração de 6 minutos; uma pausa com duração de 2 minutos; o relaxamento (RL) com duração de 6 minutos; outra pausa com duração de 2 minutos; a meditação (MD) com duração de 12 minutos; a meditação com música específica (ME) com duração de 6 minutos; e a meditação com música inespecífica (MI) com duração de 6 minutos. A ordem das meditações com música específica e inespecífica foram randomizadas entre os voluntários. A região tracejada compreende as etapas que foram incluídas na análise do presente estudo. 44
- Figura 4** - Representação da construção das RFC. Em (I), representação da janela delimitada no traçado do EEG, a qual desliza ao longo do tempo. Em (II), a matriz de sincronização e em (III), a matriz de adjacência, exibindo as sincronias entre os canais construídas através dos *motifs*). Em (IV) a representação do grafo, o qual representa todas as conexões/sincronias ocorridas para aquela janela. Em (V), a Rede Estática Agregada (REA) ponderada, que é sobreposição de todos os grafos gerados em todas as janelas de tempo daquele dado (traçado do EEG). 47
- Figura 5** - Todos os eletrodos utilizados considerados para a média geral. 48
- Figura 6** - No quadro vermelho, os eletrodos considerados para o hemisfério esquerdo e, no quadro verde, os eletrodos considerados para o hemisfério direito. 49
- Figura 7** – Na área em azul, os eletrodos considerados para a região frontal (FT); na área em vermelho, os eletrodos considerados para a região central (CT); na área em amarelo, os eletrodos considerados para a região temporal direito (TD); na área em verde, os eletrodos considerados para a região temporal esquerda (TE); e, na área em roxo, os eletrodos considerados para a região occipital (OC). 50
- Figura 8** – Na área em rosa, os eletrodos considerados para a região frontal direita (FD); na área em azul, os eletrodos considerados para a região frontal (FE); na área em vermelho, os eletrodos considerados para a região central (CT); na área em amarelo, os eletrodos considerados para a região temporal direito (TD); na área em verde, os eletrodos considerados para a região temporal esquerda (TE); e, na área em roxo, os eletrodos considerados para a região occipital (OC). 51
- Figura 9** - Diferenças entre as médias da potência de gama durante todas as tarefas na região frontal (FT). A potência de gama aumenta na região frontal durante a MI em relação à MD e

durante ME em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.	55
Figura 10 - Representação da média de todos os indivíduos para a frequência gama (31 – 48 Hz) ao longo das tarefas (RL, MD, ME e MI).	56
Figura 11 - Diferenças entre as médias da potência de beta durante todas as tarefas na região frontal (FT). A potência de beta aumenta na região frontal durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.	57
Figura 12 - Representação da média de todos os indivíduos para a frequência beta (13 – 30 Hz) ao longo das tarefas (RL, MD, ME e MI).	57
Figura 13 - Diferenças entre as médias gerais do grau ponderado (K_p) das redes da frequência gama durante todas as tarefas. Não há diferenças significativas e observamos uma alta variabilidade, especialmente nas comparações feitas com o RL.	60
Figura 14 - Diferença entre as médias do grau ponderado (K_p) durante as tarefas para as redes da frequência beta de todos os hemisférios (HD e HE) de todos os voluntários. A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.	62
Figura 15 - Diferença entre as médias do grau ponderado (K_p) durante as tarefas para as redes da frequência beta no hemisfério direito (HD). A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à ME e à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.	63
Figura 16 - Diferença entre as médias do grau ponderado (K_p) durante as tarefas para as redes da frequência beta na região frontal (FT). A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à ME e à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.	64
Figura 17 - Diferença entre as médias do grau ponderado (K_p) durante as tarefas para as redes da frequência gama na região frontal (FT). A conectividade cortical da rede gama aumenta durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas diferenças significativas.	65
Figura 18 - Representação ilustrativa das redes da frequência beta ao longo do tempo nas quatro tarefas (RL, MD, ME, MI), utilizando dados do voluntário 6, como exemplo. Para cada tarefa, estão sendo exemplificadas as redes, em 3 janelas, das inúmeras geradas ao longo do tempo. A sobreposição de todas as redes, geradas ao longo do tempo, formam a rede estática agregada (REA).	66
Figura 19 - Representação ilustrativa das redes da frequência gama ao longo do tempo nas quatro tarefas (RL, MD, ME, MI), utilizando dados do voluntário 6, como exemplo. Para cada tarefa, estão sendo exemplificadas as redes, em 3 janelas, das inúmeras geradas ao longo do tempo. A sobreposição de todas as redes geradas forma rede estática agregada (REA).	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações e Parâmetros das Músicas Utilizadas.....	40
Tabela 2 – <i>p</i> Valores da ANOVA das Potências Beta e Gama	55
Tabela 3 - <i>p</i> Valores Significativos para o <i>post-hoc</i> da ANOVA das Potências Beta e Gama.....	56
Tabela 4 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para a Potência Beta	58
Tabela 5 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para a Potência Gama.....	59
Tabela 6 – <i>p</i> Valores da ANOVA para a Média Geral do Grau Ponderado (K_p) das Redes de Beta e Gama.....	60
Tabela 7 - <i>p</i> Valores da ANOVA para o Grau Ponderado (K_p) das Redes de Beta e Gama na Avaliação por Hemisférios	61
Tabela 8 - <i>p</i> Valores Significativos para o <i>post-hoc</i> da ANOVA para o Grau Ponderado (K_p) das Redes de Beta Gama na Avaliação por Hemisférios.....	61
Tabela 9 - <i>p</i> Valores da ANOVA para o Grau Ponderado (K_p) das Redes de Beta e Gama na Avaliação por Regiões.....	64
Tabela 10 - <i>p</i> Valores Significativos para o <i>post-hoc</i> da ANOVA para o Grau Ponderado (K_p) das Redes de Beta Gama na Avaliação por Regiões.....	64
Tabela 11 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para o Grau Ponderado (K_p) da Rede de Frequência Beta.....	68
Tabela 12 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para o Grau Ponderado (K_p) da Rede de Frequência Gama	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BK – Brahma Kumaris;

BDNF – Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (do inglês Brain-derived neurotrophic factor);

CT – Central;

DMN - Rede de Modo Padrão (do inglês, *Default Mode Network*);

EEG – Eletroencefalograma / Eletroencefalógrafo;

eLORETA – Tomografia Eletromagnética de Cérebro de Baixa Resolução exata (do inglês, *Exact Low Resolution Brain Electromagnetic Tomography*)

fMRI – Ressonância Magnética Funcional;

FD – Frontal Direito;

FE – Frontal Esquerdo;

FT – Frontal;

RFC – Redes Funcionais Cerebrais (do inglês, *Functional Brain Network*, FBN);

Kp – Grau Ponderado;

LaBIOS – Laboratório de BioSistemas;

LEF – Laboratório de Eletroestimulação Funcional;

MD – Meditação;

ME – Meditação com Música Específica;

MI – Meditação com Música Inespecífica;

NESF – Núcleo de Estudos da Saúde e Funcionalidade;

NITRE – Núcleo de Inovação Tecnológica e Reabilitação;

OC – Occipital;

PET – Tomografia por Emissão de Pósitrons (do inglês, *Positron Emission Tomography*)

REA – Redes Estáticas Agregadas (do inglês, *Aggregate Static Networks*, ASN);

RL – Relaxamento;

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;

TD – Temporal Direito;

TE – Temporal Esquerdo;

TVG – Grafos Variantes no Tempo (do inglês, *Time-Varying Graphs*).

1 INTRODUÇÃO

A meditação é uma ação mental que promove alterações na percepção sensorial, na cognição, e até mesmo nas atividades hormonal e autonômica¹. É uma técnica que vem sendo utilizada há séculos, especialmente por culturas orientais, com o intuito de alcançar e manter o bem-estar. E, por conta dos seus inúmeros benefícios no alívio do estresse, e inclusive para o tratamento de distúrbios psiquiátricos, essa prática vem sendo cada vez mais utilizada no ocidente e em todo o mundo².

Atualmente, existem diversas modalidades de meditação: Zen ou Zazen, *Mindfulness* (atenção plena), Budista ou Transcendental, ACEM (meditação não direcionada), Kundalini Yoga, Raja Yoga etc., as quais variam em abordagens e técnicas, podendo envolver diferentes ferramentas, como mantras, movimentos corporais e músicas, por exemplo.

Há evidências crescentes de que as terapias mente-corpo, como meditação e intervenções baseadas na música, incluindo ouvir música simples e passiva (receptiva), podem ter um caráter terapêutico promissor. Pesquisas sugerem que tanto a prática de meditação quanto a escuta de música clássica familiar e/ou relaxante podem melhorar os perfis neuroestruturais e neurofisiológicos, além de melhorarem a memória e o desempenho cognitivo em populações saudáveis^{3,4}, bem como em pacientes portadores de doenças, como a doença de Alzheimer, por exemplo⁵.

No que diz respeito à atividade cerebral, diversos autores relataram aumento das frequências alfa e teta durante a meditação, quando comparada a um estado controle, ou de relaxamento^{2,6-8}. Em relação às redes funcionais cerebrais (RFC), ainda pouco se sabe a respeito durante a meditação, havendo algumas divergências nos dados encontrados na literatura. Há evidências de que apenas uma semana de prática, em indivíduos que nunca treinaram meditação, induz um aumento da conectividade da rede⁹. Em contrapartida, também foi demonstrada a diminuição da conectividade da banda de frequência gama em meditadores experientes durante a prática meditativa.

Segundo Jo¹⁰, a meditação associada à música elevou a potência da frequência alfa em meditadores inexperientes quando comparada à meditação sem música, indicando que a meditação associada à música pode promover contribuições nos níveis de relaxamento durante prática meditativa. No entanto, não foram especificados detalhes sobre a música, nem foram utilizados diferentes tipos de música em tal avaliação, o que é relevante, considerando que a resposta positiva a uma música está

ligada à familiaridade e à preferência do indivíduo em relação a tal música ^{11,12} e que as respostas cerebrais a uma música prazerosa ou desprazerosa são distintas ¹³.

Assim, considerando os efeitos que a meditação induz na atividade cerebral, a importância da música como ferramenta para a prática meditativa, bem como nos efeitos que cada música pode causar nas emoções e na atividade cerebral, este trabalho teve como objetivo buscar avaliar o comportamento das diferentes faixas de frequências cerebrais, assim como o padrão de conectividade cortical em meditadores experientes, durante a meditação com e sem música.

2 JUSTIFICATIVA

Considerando a ampla utilização da música como ferramenta em diferentes modalidades de meditação e o efeito que diferentes tipos de músicas podem causar na atividade cerebral, foram poucos os estudos que buscaram compreender essa interação.

Embora haja um número crescente de publicações no campo da neurociência visando entender os efeitos da meditação no cérebro, pouco ainda se sabe sobre as implicações dessa prática em combinação com a música, ou mesmo, da implicação que diferentes tipos de música podem induzir na atividade cerebral durante a meditação, tanto para as faixas de frequência cerebral, quanto para os padrões das RFC.

Assim, optamos por avaliar a meditação em associação com a música a partir de dois métodos distintos: EEG quantitativo e RFC, para que pudéssemos ter uma compreensão abrangente dos dados. E acreditamos se tratar de um dos primeiros relatos que propõem a avaliação da meditação associada à música utilizando tais métodos.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Comparar a atividade cerebral durante a meditação Raja Yoga com e sem indução musical (meditação sem música - **MD**, meditação com música específica - **ME**, meditação com música inespecífica - **MI**) e relaxamento - **RL**.

3.2. ESPECÍFICOS

- Comparar as potências de cada uma das frequências extraídas (delta, teta, alfa, beta e gama), durante a meditação Raja Yoga - Brahma Kumaris com e sem indução musical (MD, ME, MI) e relaxamento (RL) em indivíduos saudáveis e experientes na prática da meditação Raja Yoga - BK.
- Avaliar o padrão de conectividade funcional cortical a partir de redes de frequências, para as faixas que forem significativas na avaliação das potências, e comparar essas redes durante a meditação Raja Yoga - Brahma Kumaris com e sem indução musical (MD, ME, MI) e relaxamento (RL) em indivíduos saudáveis e experientes na prática da meditação Raja Yoga - BK.

4 HIPÓTESES

- I. Haverá aumento de densidade de potência para as frequências alfa e teta na MD em comparação ao RL;
- II. A MD, ME e MI produzirão padrões de potência diferentes;
- III. As RFC deverão apresentar padrões de conectividade diferentes entre a MD e o RL;
- IV. As RFC deverão apresentar padrões de conectividade diferentes entre a MD, ME e MI.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. MEDITAÇÃO

O conceito de meditação é extremamente complexo de ser definido. Tendo em vista que existem diversas definições de meditação, trata-se ainda de um conceito amplo e aberto, uma vez que se refere a um grande número de diferentes técnicas, as quais têm como intenção alcançar diferentes objetivos.

Dentre as inúmeras variações de meditação, existem aquelas que são realizadas paradas, outras em movimento, utilizando posturas¹⁴ e danças¹⁵, por exemplo. Algumas são feitas de olhos abertos¹⁶, entreabertos¹⁷, outras de olhos fechados¹⁴. Há ainda meditações que são realizadas acompanhadas de músicas¹⁸, enquanto outras são realizadas em silêncio e, ainda, outras que envolvem a repetição de mantras¹⁴.

Considerando essas e muitas outras variações, atualmente existem mais de 200 tipos de práticas meditativas conhecidas¹⁹, que, além de seguirem diferentes métodos, podem ou não estar associadas a práticas espirituais, religiosas e/ou culturais.

A origem da meditação é milenar e oriunda de tradições orientais e, atualmente, vem ganhando popularidade no ocidente, especialmente no campo de promoção da saúde e do bem-estar, uma vez que desempenha um papel importante a nível físico, mental e espiritual²⁰.

Por abarcar tantas variações, e devido à falta de precisão em definir a meditação, ela é, muitas vezes, descrita equivocadamente como uma simples técnica de promoção do relaxamento. Na verdade, trata-se de uma prática muito mais abrangente, que, apesar de se apresentar com uma ampla gama de variações, possui uma função em comum: a busca pela autorregulação do corpo e da mente, regulando o fluxo mental a partir do engajamento específico do foco e da atenção²¹.

As meditações são comumente classificadas em duas categorias: atenção focada e monitoramento aberto. A meditação de atenção focada envolve a concentração voluntária da atenção em um objeto escolhido, enquanto que a meditação de monitoramento aberto envolve o monitoramento não reativo das informações percebidas, momento a momento, durante a experiência meditativa²².

Outra classificação, feita por Newberg, Iversen¹, dividiu a meditação em duas categorias: volitiva e guiada. A primeira é aquela em que o sujeito simplesmente tenta limpar todos os pensamentos de sua esfera de atenção. Dessa forma, o praticante busca

alcançar um estado subjetivo caracterizado por uma sensação de nenhum espaço, nenhum tempo e nenhum pensamento. Estado o qual é cognitivamente descrito como uma experiência de integração e unicidade total, de modo que não há separação entre o “eu” do sujeito e o outro. Dentro dessa primeira categoria, estão as práticas como aquelas associadas a tradições como o Budismo Theravada, por exemplo. A segunda categoria é aquela em que os sujeitos concentram sua atenção em um determinado objeto, uma imagem, frase ou palavra, e inclui práticas como meditação transcendental e várias formas de budismo tibetano. Essas formas de meditação são projetadas para levar a uma experiência subjetiva de absorção com o objeto em foco. Há ainda outra distinção dessa segunda categoria, em que a meditação pode ser guiada pelo acompanhamento de um líder, que conduz verbalmente o praticante.

De forma ampla, a meditação é um processo mental complexo que envolve mudanças na cognição, percepção sensorial, no afeto, nos hormônios e na atividade autonômica, oferecendo uma janela fascinante para a consciência, psicologia e experiência humanas; a relação entre estados mentais e fisiologia corporal; o processamento emocional e cognitivo; e os correlatos biológicos¹.

Nos últimos anos, um número crescente de investigações tentou explorar os processos neurofisiológicos que ocorrem durante estados alterados de consciência resultantes da prática meditativa, focando especialmente nos mecanismos comuns decorrentes dessa alteração voluntária dos estados de consciência, caracterizada tanto pelo relaxamento profundo quanto pelo aumento da atenção internalizada, o que parece sugerir que, se a meditação for usada como uma influência repetitiva na consciência, certos efeitos qualitativos e quantitativos mensuráveis devem se desenvolver no aspecto neurofisiológico, efeitos os quais podem ser transitórios ou permanentes²³.

Uma variedade de pesquisas que buscou avaliar as influências fisiológicas e psicológicas da meditação demonstrou os benefícios dessa prática para promoção da saúde física e mental, bem como sua aplicabilidade terapêutica para diversas patologias.

A meditação parece melhorar a saúde mental como um todo²⁴. Diversos artigos publicados apontaram que a prática meditativa trouxe inúmeros benefícios psicológicos para seus praticantes, como: melhoria dos comportamentos de dependência²⁵, redução dos sintomas de ansiedade²⁶ e depressão²⁷, benefícios no tratamento dos transtornos da somatização²⁸, diminuição do neuroticismo²⁹, contribuição para o gerenciamento de angústias e dificuldades na vida cotidiana, bem como de condições mais severas em que há a presença de transtornos graves de estresse³⁰, além de proteção contra deficiências

funcionais associadas a contextos de alto estresse³¹. Esses benefícios parecem estar relacionados a maior capacidade que meditadores têm para ajustar a intensidade da excitação emocional³², além de transformar os praticantes em indivíduos mais compassivos³³.

Dentre os benefícios cognitivos da meditação, estão a melhoria na função geral cognitiva em pessoas com perda de memória¹, melhora na aprendizagem²⁴, na atenção executiva³⁴ e na atenção visual (que se estende a contextos separados da prática de meditação)³⁵, além de aumento no volume da massa cinzenta em regiões relacionadas ao processamento atencional³⁶.

Na esfera física, a meditação promove inúmeros benefícios sobre o funcionamento cardiovascular³⁷, no equilíbrio da pressão arterial sistólica e diastólica^{24,38}, na prevenção e no tratamento da doença arterial coronariana³⁹ e síndrome cardíaca X⁴⁰, reduz significativamente os níveis de cortisol⁴¹ e de peróxido de lipídio no soro, os quais estão diretamente relacionados à redução do estresse⁴², promovendo, ainda, a melhora da função imunológica^{41,43} e o aumento da atividade da telomerase²⁹.

5.1.1 Meditação Raja Yoga (Brahma Kumaris)

Segundo Sahu, Dubey⁴⁴, no nome “Raj-Yoga”, a palavra “Raja” significa “o rei”, o soberano ou o supremo. Essa yoga é chamada de Raja Yoga por ser considerada a yoga suprema ou mais elevada. Outra razão para sua denominação é devido ao fato de ser uma prática relacionada principalmente à mente, a qual é considerada o “Rei que governa os órgãos dos sentidos e o corpo”. Além disso, o termo Raja Yoga também está relacionado à forma de praticar a meditação, já que tal técnica não exige controle da respiração, posturas físicas ou uso de mantras, ou imagens, nem exige a interrupção do fluxo de pensamentos, mas sim a filtragem dos pensamentos mundanos ou negativos, com o intuito de concentrar a mente em Deus. A meditação Raja Yoga é uma técnica que envolve concentração, mas nenhum objeto físico está envolvido. O objeto de concentração é o eu interior. Ao invés de repetir uma palavra ou frase como em um mantra, um fluxo de pensamentos é encorajado, usando assim a mente de forma natural. O fluxo positivo de pensamentos é baseado em uma compreensão precisa de si mesmo e, portanto, atua como uma chave para desbloquear as experiências pacíficas que estão dentro do sujeito⁴⁵.

A meditação Raja Yoga praticada na Brahma Kumaris é um método simples e acessível a diversos perfis de pessoa, por ser uma forma de meditação simples sem rituais ou mantras, podendo ser praticada em qualquer lugar a qualquer hora. É uma prática que busca estar em um lugar logo além da consciência diária, onde começa a capacitação espiritual buscada por seus praticantes. E então, a partir dessa consciência espiritual, adquire-se o poder de escolher pensamentos positivos ao invés de negativos e de responder às situações, no lugar de reagir a elas, levando o indivíduo a viver em maior positividade e harmonia consigo mesmo e com as pessoas ao redor ⁴⁶.

Usualmente, essa meditação é praticada com olhos abertos, ou entreabertos⁴⁷, segundo Ramsay, Manderson, Smith⁴⁸, por duas razões: permite ao iogue aprender a estabilizar a mente em um estado meditativo, independente do que está ocorrendo ao seu redor, e permite que sentimentos positivos e bons desejos sejam trocados por meio da prática de *drishti* (“visão”). No entanto, no presente estudo, foi solicitado que os meditadores permanecessem de olhos fechados durante todas as etapas experimentais, para evitar artefatos de movimentos oculares⁴⁹.

Para se alcançar o estado meditativo, é recomendada a utilização de quatro passos. Entretanto, com a aquisição de experiência, o indivíduo poderá chegar a um estado de serenidade e silêncio em apenas um passo, sem ao menos precisar seguir as seguintes etapas ⁴⁷:

a) Relaxamento: consiste em deixar ir a tensão e o estresse e buscar trazer a mente e o corpo para um estado de paz e tranquilidade, desapegando-se do corpo físico e dos sentidos.

b) Concentração: nesta etapa, o indivíduo desconecta sua atenção do entorno, passando a focar em si, ou seja, passa a canalizar o foco para a atenção interna (ou, mundo interior). O foco pode ser dado na própria respiração, em um ponto, nos pensamentos que o indivíduo escolhe criar, ou em alguma qualidade do ser

c) Contemplação: o indivíduo passa a refletir profundamente em si mesmo, em sua essência e seus valores, o que o leva a experienciar os pensamentos e sentimentos criados internamente.

d) Autorrealização e Silêncio Interior: na etapa final, o entendimento e os sentimentos se combinam e experimenta-se uma realidade mais profunda e significativa internamente. É o estado em que o meditador está totalmente integrado e em equilíbrio. É então alcançado um silêncio, no qual a mente e o pensamento se aquietam e a natureza original da alma se manifesta.

Para os praticantes da meditação Raja Yoga (Brahma Kumaris), a prática é realizada diariamente, entre 4:00 e 5:00 horas da manhã, ou em horário oportuno para o indivíduo. Na ocasião, os meditadores buscam se sentar de forma confortável em uma cadeira e direcionam a mente para a Fonte Primordial, de forma guiada por uma pessoa ou áudio, com auxílio de música ou mesmo em silêncio⁵⁰.

Trabalhos a respeito da atividade cerebral durante a meditação Raja Yoga (BK) ainda são escassos, embora alguns autores já tenham relatado diminuição de atividade delta e aumento de atividade alfa de baixa frequência durante a meditação em comparação a um relaxamento de olhos abertos¹⁶, assim como outros autores relataram não haver qualquer diferença na atividade elétrica cerebral entre a meditação Raja Yoga (BK) e o relaxamento⁵¹.

5.1.2 Análise Espectral do EEG na Meditação

Atualmente, há um amplo número de publicações sobre meditação avaliando a atividade cerebral com a eletroencefalografia (EEG), sendo esse um método excelente para tais estudos. O EEG é uma técnica não invasiva de aferição da atividade elétrica cerebral por meio da superfície do escalpo, com resolução temporal em milissegundos^{14,52}. A sua alta resolução torna possível distinguir, com precisão, a dinâmica de inibição e ativação da atividade elétrica cerebral ao longo do tempo⁵³.

A decomposição da potência geral do sinal EEG em bandas individuais é comumente obtida por meio de transformadas de Fourier e métodos relacionados para análise espectral. Antes do advento dos algoritmos computacionais da transformada de Fourier, na década de 1970, os diferentes componentes de frequência de EEG eram identificados usando métodos mais qualitativos. De fato, o trabalho inicial de desenvolvimento do EEG humano envolveu a análise visual das formas de onda para identificar as frequências dominantes e descrever as flutuações na amplitude dessas frequências, as quais poderiam ser induzidas por vários tipos de estimulação sensorial⁵⁴.

Existem ainda diversos dados de neuroimagem sobre meditação que utilizam outros métodos, como tomografia por emissão de pósitrons (PET *scan*) e ressonância magnética funcional (fMRI), por exemplo. Esses conseguem identificar alterações das regiões cerebrais ativadas no estado meditativo, as quais podem ter um impacto importante sobre o funcionamento do cérebro. No entanto, esses estudos não conseguem

avaliar a dinâmica em tempo real da atividade cerebral, como pode ser feito utilizando o EEG¹⁴.

Apesar de o grande e crescente número de investigações sobre meditação no campo da neurociência, ainda não há um padrão definido acerca dos parâmetros de atividade cerebral envolvidos nesse estado de consciência. Isso se dá em decorrência da grande variedade de práticas meditativas avaliadas, das divergências nas classificações dessas práticas, dos métodos empregados nos estudos, além da variação no tempo de experiência dos sujeitos avaliados nas pesquisas. Esses fatores tornam difícil a definição de um padrão, bem como a comparação entre estudos, o que demonstra a alta complexidade do tema e a necessidade de continuar a explorá-lo.

5.1.2.1 Alfa

A frequência alfa (8-12 Hz) registrada pelo EEG foi descrita pela primeira vez por Hans Berger em 1929. Em seu trabalho, foi demonstrado que o fechar dos olhos promove a diminuição de entrada sensorial, gerando um aumento da potência de alfa sobre a região occipital⁵⁵.

A elevação da potência da frequência alfa está associada a diferentes atividades que envolvem atenção, especialmente a atenção internalizada⁵⁶, incluindo não apenas a meditação, mas diversas tarefas cognitivas conduzidas internamente, incluindo tarefas de consumo e processamento sensorial auditivo^{23,57}, reconhecimento e retenção da memória de trabalho⁵⁸. Além disso, alfa também está associada à ideação criativa^{1 59} e a experiências emocionais positivas⁶.

A atividade da frequência alfa é amplamente descrita na literatura durante a meditação e há relatos de que alfa se mantém elevada mesmo após a meditação, na condição de olhos abertos⁵⁹, ou mesmo durante meditações realizadas com os olhos entreabertos¹⁷.

Publicações sobre meditação, utilizando EEG, demonstraram alterações na atividade alfa durante o estado meditativo quando comparada a uma condição controle. Os relatos mais antigos, baseados em análises visuais, apontavam o aumento da amplitude alfa acompanhada pela diminuição da sua frequência^{17,60-63}. As publicações mais recentes, utilizando análises computacionais, relatam aumento da potência de

¹ A ideação criativa denota o processo de criação de várias ideias originais diferentes para determinados problemas em aberto⁵⁹.

alfa^{2,6-8,32}. Há também achados que não observaram diferenças significativas na atividade de alfa durante a meditação quando comparada a um estado controle^{51,62,64}. Quanto às regiões cerebrais com aumento da atividade alfa, existem divergências entre as investigações. Alguns estudos encontraram ativação na região anterior^{65,66}, outros na região posterior^{7,67}, em ambas as regiões (pré-frontal e occipital)⁶⁸ ou mesmo na região centro-posterior⁶⁹.

Cahn, Polich²¹, em sua revisão, diferenciaram as características neurofisiológicas da meditação como estado (*state*) ou traço (*trait*), ou seja, como características que surgem na prática da meditação, ou como mudanças duradouras que são observadas no meditador mesmo fora dos momentos de prática meditativa, respectivamente. Dados comparando meditadores a não meditadores verificaram que meditadores apresentam atividade elétrica cerebral distinta dos não meditadores, em diferentes tarefas e *baseline*, especialmente para atividade da frequência alfa, que é maior em meditadores^{32,70,71}. Além disso, um experimento realizado em estudantes que iniciaram a prática da meditação Qigong e foram avaliados com EEG após seis meses e um ano, não demonstrando aumento da atividade alfa após seis meses de prática, mas sim, após um ano⁷². Por outro lado, Thomas, Jamieson, Cohen⁷³, em seu trabalho comparando meditadores intermediários (média de 4 anos de experiência) com meditadores avançados (média de 30 anos de experiência) utilizando tomografia eletromagnética exata de baixa resolução (eLORETA), observaram que os meditadores intermediários apresentaram maior atividade em frequências baixas (alfa e teta), em relação aos meditadores avançados.

Outro aspecto importante a ser considerado nas características neuroelétricas da meditação é o tipo de meditação praticada. Foram comparadas a meditação Vipassana (que foca nas sensações corporais), a Yoga Tradicional do Himalaia (baseada em respiração consciente e foco na repetição de mantras) e a Isha Yoga (que utiliza *Asanas* ou posturas e *Kriyas* ou técnicas de respiração) com um grupo controle, tendo sido demonstrado aumento da atividade alfa no grupo Vipassana comparado aos outros grupos, mas sem diferença entre as tarefas avaliadas (meditação e divagação mental)¹⁴.

Esses resultados sugerem que a prática meditativa pode promover alterações transitórias e/ou duradouras que parecem estar ligadas ao nível de experiência, ao tipo de meditação, bem como às metodologias aplicadas, trazendo possíveis explicações para as divergências entre os resultados de estudos sobre atividade alfa durante a meditação.

5.1.2.2 Teta

No EEG, a onda teta é composta de ritmos de 5 a 7 Hz, em rajadas ou *trains*, que geralmente duram mais de 10 segundos, podendo chegar até mais de um minuto. Essa frequência é comumente registrada na sonolência e/ou ao acordar e diminui à medida que o sono se aprofunda⁷⁴.

Na meditação, a presença do ritmo teta em rajadas já foi relatada por alguns autores, especialmente em alternância com a atividade alfa^{61,75}. Kasamatsu, Hirai¹⁷ conduziram um estudo, avaliando com EEG a atividade cerebral de monges budistas, praticantes da meditação Zazen, observando o aparecimento de rajadas de teta acompanhado da diminuição da frequência e do aumento de amplitude alfa, no estágio final da sessão de meditação (30 minutos).

Por teta ser uma frequência relacionada à sonolência, alguns estudos buscaram avaliar se a presença de teta durante a meditação se dava por conta de episódios de sonolência durante a prática. Alguns autores descreveram o surgimento de teta no traçado do EEG como momentos de sonolência durante a meditação, sugerindo não haver diferença entre níveis mais profundos da meditação, descrito pelos meditadores, e a sonolência⁷⁶. Por outro lado, Banquet⁶⁰ diferenciam o surgimento de teta na meditação da sonolência, argumentando que, na meditação, as rajadas rítmicas de teta foram bloqueadas por estímulos de clique, mas reapareceram espontaneamente em alguns segundos, enquanto que, na sonolência, o padrão do EEG foi alterado para o ritmo alfa, como uma reação excitatória. Além disso, esses autores relataram também diferenças morfológicas nos padrões de onda entre os dois estados, descrevendo os ritmos teta da meditação como sequências contínuas de atividade dominante e de frequência constante que se mantêm mesmo após a meditação, e os ritmos teta da sonolência, como uma alternância de frequências alfa, delta baixo e teta descontínuo. Fenwick et al.⁷⁷, por sua vez, descreveram a meditação como indistinguível do sono inicial, de acordo com o padrão do EEG; assim consideraram a meditação como um estado de sonolência que não evoluiu para o sono, como ocorreu no estado de relaxamento, também avaliado por eles.

Os trabalhos anteriormente citados são de grande importância para a literatura no campo da meditação e são considerados estudos clássicos, no entanto, trata-se de estudos a partir de análises qualitativas do traçado do EEG, que por serem avaliações visuais, eram mais subjetivas, tornando mais difícil a construção de conclusões

consensuais a respeito de um determinado parâmetro cerebral. Os estudos mais recentes, com EEG quantitativo, utilizam potência como parâmetro principal. Nesses estudos, teta é caracterizada por sua potência aumentada juntamente com alfa durante a meditação⁷³, especialmente nas regiões anteriores do córtex^{2,8,65}. Ainda, é também relatado o aumento da potência de teta após a meditação com olhos fechados⁷⁸ e abertos⁶⁷.

5.1.2.3 Delta

A atividade normal na faixa delta (2-4 Hz) inclui frequências como ondas lentas posteriores da juventude (típico em crianças de 6 a 14 anos), complexo delta temporal raros em idosos, acúmulo difuso durante a hiperventilação e atividade delta durante o sono N3 (sono lento)⁷⁹.

Ainda existe uma carência de relatos a respeito do papel da frequência delta na meditação. Nos estudos com EEG em que são feitas comparações com um estado controle, alguns autores relataram a diminuição da potência de delta durante a meditação^{16,69,80}. Há autores que não encontraram diferenças significativas para delta na comparação entre as duas condições², bem como na comparação antes e depois da meditação⁷⁸. Em contrapartida, Banquet⁶⁰ relatou rajadas curtas de ondas delta de grande amplitude idênticas às do estágio 4 do sono (ou sono profundo) em alguns dos meditadores; no entanto, esse achado não foi discutido pelo autor.

5.1.2.4 Beta

Ritmos beta (13-30 Hz) podem ser observados bifrontalmente e atenuados com a abertura dos olhos, estado de alerta ou movimento. Além disso, a atividade beta é comumente aumentada pelo uso de benzodiazepínicos, barbitúricos e hidrato de cloral⁷⁹. Segundo Ray, Cole⁵⁶, o aumento da potência de beta está relacionado a tarefas de demanda cognitivas e emocionais.

Muitos pesquisadores relataram aumento da potência da frequência beta durante a meditação^{60,61,81,82}. Dunn, Hartigan, Mikulas⁶⁹, inclusive, observaram aumento da potência beta tanto na meditação concentrativa, quanto na meditação *mindfulness* em comparação ao relaxamento. Badawi, Wallace, Orme-Johnson, Rouzere⁸³ demonstraram que a potência beta aumenta durante a meditação transcendental, durante a suspensão respiratória. Thomas, Jamieson, Cohen⁷³, em seu estudo comparando meditadores

intermediários e experientes, relataram aumento da potência beta na atividade cerebral dos meditadores avançados, tanto na meditação como na condição controle.

Algumas investigações não verificaram diferenças significativas na potência da frequência beta durante^{2,16} ou depois da meditação⁷⁸, ou mesmo a redução da sua potência durante a meditação⁵³. Sagar et al.⁸⁴ estimaram dados eletroencefalográficos de sujeitos ao longo de um retiro intensivo de três meses de meditação *mindfulness*, observando redução da potência beta bilateralmente nas regiões antero-central e posterior ao longo de três avaliações com EEG no período do retiro.

Henz, Schöllhorn⁶⁷ realizaram investigação examinando meditação Qiqong, a qual é realizada com uma sequência de movimento corporais. Os autores compararam os estados: controle, assistindo o vídeo com a sequência de movimentos do Qiqong, realização da prática mentalmente, realizar a prática como de costume (acompanhada dos movimentos corporais). Os resultados apontaram aumento da potência beta no estado controle, em que os sujeitos apenas assistiram vídeo, em relação às outras práticas.

5.1.2.5 Gama

A frequência gama (30-130 Hz) no EEG tem sido associada a diversas funções cognitivas, tais como: participação na atividade neural de fluxo contínuo e conteúdo de consciência^{85,86}, representação visual^{87,88} e atenção^{89,90}. Além disso, alguns relatos encontraram correlações entre aumentos na potência gama com o correlato eletrofisiológico para aumento no suprimento de sangue, a partir de aferições realizadas com fMRI^{91,92}.

Frequentemente, na literatura sobre meditação, a avaliação da frequência gama é negligenciada, talvez pelo seu amplo alcance espectral que alcança frequências mais altas, as quais, muitas vezes, são retiradas no processo de filtragem, por abrangerem artefatos, como de atividade elétrica, por exemplo.

Dentre os autores que buscaram compreender o papel da frequência gama na meditação, poucos discutiram essa frequência a fundo, visto que não encontraram diferenças significativas em sua atividade durante a meditação, em relação a outras condições^{16,53,78}. Em contrapartida, há autores que relatam correlação da atividade gama com o tempo de experiência, bem como com o tipo de meditação. Lutz et al.⁷⁰ observaram que meditadores budistas com anos de experiência autoinduzem oscilações

eletroencefalográficas sustentadas da banda gama de alta amplitude e sincronia de fase durante a meditação e a pré-meditação (*baseline*), especialmente nos eletrodos frontoparietais; diferente dos meditadores controle, sem experiência prévia com a prática. Da mesma forma, Thomas, Jamieson, Cohen⁷³ relataram aumento da potência de gama em meditadores avançados em relação a meditadores intermediários, tanto na meditação com mantra, quanto no estado controle, o que está de acordo com os resultados encontrados por Hauswald, Übelacker, Leske, Weisz⁹³, que identificaram uma correlação positiva entre o aumento da potência de gama (30–250 Hz) e altos níveis de atenção plena durante a meditação Zen (medidos por uma escala de atenção e consciência de atenção plena - MAAS) em meditadores com vários níveis de experiência.

Braboszcz et al.¹⁴, comparando diferentes tipos de meditação, identificaram aumento da atividade gama em todos os grupos de meditadores em relação ao controle, sendo a meditação Vipassana (meditação de monitoramento aberto com foco nas sensações corpóreas) a que apresentou maior potência. Além desses dados, os pesquisadores também encontraram correlação positiva entre aumento da potência de gama e o tempo de experiência dos meditadores.

Hinterberger, Schmidt, Kamei, Walach⁹⁴ objetivaram comparar a meditação focada com uma “meditação vazia de pensamentos”, observando aumento da potência de gama na atenção focada em relação à “meditação vazia de pensamentos”. Assim como Henz, Schöllhorn⁶⁷ encontraram aumento da potência de gama apenas na condição vídeo (assistir um vídeo com prática do Qiqong sendo realizada), em comparação à prática mental, à prática física da meditação Qiqong e também ao repouso basal. Esses estudos podem indicar que a potência de gama está ligada ao tipo de engajamento mental realizado durante a meditação, bem como ao tempo de experiência dos meditadores.

5.1.3 Meditação e Redes Funcionais Cerebrais

Há evidências de que a meditação exerce influência no padrão de conectividade das RFC, com indícios de que tal prática amplia a capacidade de especialização local e global na integração de informações no cérebro em relação ao relaxamento, mesmo em indivíduos com apenas uma semana de treinamento em meditação. Essas inferências foram sugeridas pelos autores, a partir da análise das redes, utilizando o método de

verossimilhança de sincronização, as quais exibiram caminho de comprimento mínimo médio (*minimum average path length*) significativamente menor e maior coeficiente de aglomeração de toda a rede, assim como de dois nós de eletrodo da linha média (Fz e Pz), na comparação pré e pós-treinamento⁹.

Uma avaliação da topologia da rede funcional da banda alfa esteve melhor integrada em meditadores experientes do que em meditadores novatos durante a meditação, visto que os primeiros exibiram máxima centralidade de intermediação maior para a banda alfa, com diâmetro e a excentricidade média significativamente menores em meditadores experientes em comparação a novatos⁹⁵.

Hauswald, Übelacker, Leske, Weisz⁹³ apresentaram evidências de que o cérebro de meditadores experientes (em média, 12 anos de experiência) exibe menor conectividade das RFC (com base na teoria dos grafos) durante a meditação Zen (uma forma de meditação de monitoramento aberto), para faixa de frequência gama (100-245 Hz), em relação ao relaxamento. Nesse experimento, uma escala de atenção e consciência de atenção plena (MAAS) foi aplicada nos sujeitos e correlacionada com os dados das redes para a frequência gama, demonstrando que níveis mais elevados de atenção plena durante a meditação estão relacionados a um menor mundanismo das redes (*small worldliness of networks*), sem alteração do caminho mínimo médio, acompanhadas de aglomeração global e local nas regiões paracentral, insular e talâmica. Isso sugere que a meditação induz fortes mudanças na atividade oscilatória contínua, ou seja, o cérebro muda, do relaxamento para a meditação, indo de um estado de maior conexão para um de “desconexão” e alta especialização local.

Utilizando redes de modo padrão, Jao et al.⁹⁶, a partir de dados de ressonância magnética funcional em estado de repouso (rs-fMRI), meditadores taoístas foram avaliados durante a meditação e o relaxamento, demonstrando resultados semelhantes aos de Hauswald Übelacker, Leske, Weisz⁹³, em que maior conectividade durante o relaxamento, com diminuição dessa conectividade durante a meditação, foi observada, principalmente nos córtices visuais e auditivos primários bilaterais, e nas áreas temporoparietais bilaterais. Por outro lado, o tálamo bilateral e os componentes da rede de modo padrão (*Default Mode Network* - DMN, na sigla em inglês), sobretudo o precuneus bilateral e o córtex cingulado posterior, apresentaram baixo grau no estado de repouso, mas aumentaram durante a meditação. Embora as medidas de topologia de rede global, como mundanismo, não tenham mudado, a meditação foi caracterizada por uma reorganização extensa dos hubs (nós altamente conectados) e bordas (conexões

funcionais) relacionados com o nível de experiência. A partir de tais resultados, os autores sugerem que mudanças transitórias na consciência associadas à meditação induzem mudanças convergentes nas propriedades topológicas e espaciais das redes funcionais do cérebro e, ainda, salientam que o padrão anatômico de integração pode ser tão importante quanto o nível global de integração quando se considera a base da rede para a consciência humana ⁹⁶.

No intuito de avaliar o efeito da meditação Raja Yoga (BK), bem como os diferentes níveis de experiência na prática, Panda et al.⁹⁷ utilizaram, de forma simultânea, eletroencefalografia (EEG) e ressonância magnética funcional (fMRI) para comparar as extensões espaciais e a dinâmica temporal de redes de modo padrão (DMN) durante o repouso e a meditação, em meditadores e controles. A partir dos dados de fMRI, foram identificadas reduções importantes no centro cingulado posterior da rede de modo padrão, juntamente com aumentos nas áreas frontal direita e temporal esquerda, em meditadores experientes durante o repouso e durante a meditação, em comparação com controles saudáveis. De acordo com os dados de EEG, registrados simultaneamente, para identificar um microestado topográfico já identificado na literatura (conhecido como “microestado DMN”) correspondente à ativação das redes, foi observado que a duração média e a frequência de ocorrência do microestado das redes foram maiores em meditadores em comparação ao grupo controle, durante a meditação. Foi identificado, então, pelos pesquisadores, que a alteração na duração do microestado das redes quando os meditadores entravam no estado meditativo se correlacionava negativamente com seus anos de experiência em meditação, destacando seu papel na produção de mudanças duradouras na dinâmica temporal das redes cerebrais.

Até o presente momento deste estudo, as evidências sobre as mudanças induzidas pela meditação nas redes complexas do cérebro e sua ampla variedade de índices ainda são inconclusivas. O baixo número de estudos, somado à ampla variedade de métodos utilizados para a avaliação das redes, com alguns autores utilizando redes dinâmicas⁹⁷ e a maioria utilizando redes estáticas^{93,96}, dificultam a aferição de constatações mais assertivas a respeito dos padrões gerados pela prática da meditação. Por outro lado, as descobertas dessa série de estudos começam a lançar uma nova luz sobre os efeitos de curto e longo prazo da prática da meditação nas RFC.

5.2 MÚSICA

Assim como a meditação, intervenções com música vêm sendo estudadas na busca de compreender as suas propriedades terapêuticas. Atualmente, inúmeros estudos vêm demonstrando evidências do efeito positivo da música nos níveis de estresse ⁹⁸, raiva ⁹⁹ e na assimilação da tristeza ¹⁰⁰. Kamioka et al.¹⁰¹ demonstraram os benefícios da música no manejo de sintomas depressivos, na qualidade do sono, assim como no funcionamento global e social em pacientes com esquizofrenia e outros transtornos mentais graves, bem como na otimização da marcha e de atividades motoras em pacientes com Parkinson. Há também evidências de que a musicoterapia simples e passiva pode melhorar o humor, a orientação e a memória episódica remota e, em menor grau, a atenção, a função executiva e a cognição geral em pacientes com demência nos primeiros estágios ¹⁰².

Segundo a pesquisa nacional anual de estresse e bem-estar da Austrália, a utilização de música personalizada é frequentemente listada por jovens de 18 a 25 anos como a principal estratégia de gerenciamento de emoções¹⁰³. Um estudo realizado por Hunter, Glenn Schellenberg, Stalinski¹⁰⁴ demonstrou que diferentes tipos de música geram diferentes estados emocionais, o que pode justificar a inclinação desses jovens a tal tipo de abordagem.

Segundo Randal, Rickard, Vella-Brodrick¹⁰⁵, a regulação da emoção baseada na música difere da regulação da emoção não musical, o que está de acordo com um estudo que buscou investigar as respostas emocionais a músicas tristes e felizes autosseleccionadas em comparação a músicas desconhecidas (seleccionada pelos pesquisadores). Esse estudo revelou que as músicas autosseleccionadas são mais eficazes na evocação de respostas emocionais, devido às variações individuais na preferência musical¹⁰⁶. Ademais, evidências apontam que diferentes tipos de música podem gerar diferentes respostas emocionais, uma vez que músicas consideradas alegres parecem gerar mais atividade muscular facial zigomática, maior condutância da pele, menor temperatura dos dedos, mais alegria e menos tristeza do que a músicas consideradas tristes, e, portanto, o ouvinte é induzido a sentir a emoção expressa pela música¹⁰⁷.

Vários fatores relacionados à música, à pessoa e ao contexto contribuem para a experiência de respostas emocionais ligadas à determinada música, assim como mudanças associadas ao estado afetivo¹⁰⁸. Já é sabido que a resposta positiva a uma música depende fortemente de sua familiaridade e preferência por essa música ^{11,12}, que

pode estar ligada ao repertório de sequências de sons adquiridos ao longo da vida de um indivíduo, levando-o a moldar suas expectativas com base na probabilidade de que um som suceda outro¹⁰⁹. E esse repertório pode estar ligado a inúmeros fatores individuais, como cultura, interação social e idade, por exemplo.

Pesquisas que investigaram as respostas diferenciais à música em uma população mais jovem e mais velha mostraram diferenças na avaliação emocional da música, em que adultos mais velhos parecem menos sensíveis às expressões emocionais da música do que os adultos mais jovens, para músicas que expressam tristeza e medo¹¹⁰, havendo também uma tendência mais forte em adultos mais velhos de vivenciar a felicidade na música¹¹¹.

Tais informações acerca do processamento musical podem indicar que a assimilação dos diferentes tipos de música, bem como dos seus respectivos gatilhos mentais e emocionais, é um processo complexo e individual, que pode levar a respostas bastante diversas na atividade cerebral.

5.2.1 Efeito da Música no Cérebro

Como demonstrado na seção anterior, inúmeras investigações vêm sendo realizadas acerca dos efeitos emocionais e cognitivos da música, o que é de extrema relevância para a compreensão dos diferentes efeitos que a música pode causar no cérebro, uma vez que a forma com a qual os estímulos internos e externos são assimilados por um indivíduo têm influência direta na atividade cerebral. Assim, diversos autores vêm buscando compreender os efeitos da música, bem como a influência causada por diferentes estímulos musicais no cérebro.

Investigações em modelos experimentais demonstraram que a exposição à música promoveu efeitos positivos no cérebro, incluindo aumento da neurogênese¹¹², aumento dos níveis de fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e potencial aumento na plasticidade sináptica¹¹³, bem como melhoria do processamento cognitivo, memória episódica⁵ e efeitos na regulação emocional⁴ em humanos.

Trainor, McDonald, Alain¹¹⁴ sugerem que nossas vias auditivas estão programadas para lidar com estímulos relacionados à música, justificando evidências que demonstraram que bebês de 5 a 24 meses respondem à música, movimentando-se de acordo com os ritmos musicais¹¹⁵. Ainda, um outro estudo, realizado por Perani et

al.¹¹⁶ com bebês recém-nascidos (1 a 3 dias de idade), encontrou ativações predominantemente do hemisfério direito no córtex auditivo primário superior em resposta a estímulos musicais com alternâncias de ativações do córtex frontal inferior esquerdo e estruturas límbicas, indicando que o cérebro exibe uma especialização hemisférica no processamento de música inata. Esse estudo também sugeriu que a arquitetura neural subjacente ao processamento musical em recém-nascidos é sensível às mudanças na tonalidade da música, bem como às diferenças na consonância e dissonância.²

Estudos de neuroimagem indicaram que as diferentes regiões do cérebro são ativadas ao ouvir música familiar e não familiar¹¹⁸ e que músicas prazerosas induzem ativação do núcleo accumbens e liberação de dopamina no corpo estriado, os quais estão envolvidos no sistema de recompensa¹¹⁹.

Evidências apontam que pessoas sem treinamento musical não apenas respondem à audição passiva de música, como têm seus cérebros configurados para codificar automaticamente informações melódicas específicas da música, mesmo quando as informações de tom absoluto não estão disponíveis¹¹⁴. Por outro lado, sabe-se que há diferenças na atividade cerebral de músicos e não músicos ao ouvir atentamente uma música, demonstrado por um alto grau de sincronia de fase na faixa de frequência gama distribuída globalmente pelo cérebro em indivíduos com treinamento musical (músicos), em relação a indivíduos sem tal treinamento (não músicos), acompanhado de uma dominância da atividade do hemisfério esquerdo, em oposição a não músicos, que apresentam dominância do hemisfério direito¹²⁰. Em contrapartida, sabe-se também, através de estudos com PET *scan* em não músicos destros, que a ativação do hemisfério esquerdo está associada à familiaridade com música e identificação de tons e ritmos, enquanto que a ativação do hemisfério direito está associada a tarefas de timbre¹²¹.

Uma investigação com EEG, avaliando a resposta cerebral à música, indicou aumento da potência beta em dois terços da região posterior do escalpo¹²². No entanto, outro estudo comparando um grupo controle ouvindo ruídos a um grupo ouvindo música autosselecionada apontou diminuição de beta e aumento de alfa, na avaliação das potências, no grupo ouvindo música em relação ao controle¹²³. Ainda, no mesmo estudo realizado por Kay et al.¹²³, a avaliação do comportamento das redes de modo

² Músicas dissonantes são consideradas desprazerosas¹¹⁷.

padrão, utilizando EEG juntamente com fMRI, não apresentou alterações no padrão da rede em resposta à música, sugerindo que a conectividade dessa rede é semelhante à conectividade do estado controle/repouso.

Davidson¹²⁴ sugeriu que a área frontal esquerda está envolvida na experiência de emoções positivas, como alegria e felicidade. Em contraste, a região frontal direita está envolvida na experiência de emoções negativas, como medo, raiva e tristeza, o que foi descrito mais tarde por ele como “*ativação cerebral frontal assimétrica*”¹²⁵. Desde então, vários estudos de EEG, usando vários conjuntos de estímulos musicais forneceram suporte para a hipótese de especialização hemisférica para a valência emocional. Ou seja, estímulos musicais, considerados positivos ou negativos em valência, descrevem a atividade EEG frontal assimétrica¹²⁶, por exemplo, investigando padrões de atividade de EEG, na banda alfa, induzidos por trechos musicais em um grupo de universitários, os pesquisadores descobriram uma maior atividade frontal esquerda e direita ao ouvir música agradável e desagradável, respectivamente, o que mais tarde foi confirmado por outros autores também para a banda alfa, assim como também para a banda teta¹²⁷. Ainda, investigando-se correlatos eletrofisiológicos durante o processamento de música agradável (consoante) e desagradável (dissonante), foi demonstrado aumento na potência teta da linha média frontal para a música agradável em contraste com uma música desagradável¹¹⁷. A caracterização de uma música como consonante ou dissonante é feita de forma técnica baseada na estrutura harmônica da música (acordes e intervalos), e a correlação entre consonância- agradável e dissonância-desagradável já foi amplamente documentada na literatura¹²⁸⁻¹³⁰.

Em um experimento que buscou avaliar diferentes padrões de conectividade com EEG induzidos por música agradável (consoante) ou desagradável (dissonante), em uma população de indivíduos saudáveis e em pacientes em estado vegetativo, apontou-se a indução de um aumento no número de conexões da rede no grupo de indivíduos hígidos em resposta à música agradável, em comparação com a condição de repouso, enquanto nenhuma alteração foi causada pelos estímulos desagradáveis. No entanto, o coeficiente de agrupamento (*clustering coefficient*) e o caminho mínimo médio, dois índices derivados da teoria dos grafos, capazes de caracterizar as propriedades de segregação e integração de uma rede, não foram afetados pelos estímulos, nem agradáveis nem desagradáveis. No grupo de pacientes em estado vegetativo, as alterações foram encontradas apenas naqueles com comprometimento menos grave da consciência. Nesses indivíduos, foi observada uma sincronização mais forte durante a condição

desagradável, com diminuição dos valores do coeficiente de agrupamento e caminho mínimo médio durante ambos os estímulos musicais ¹³.

Koelsch⁴, em sua metanálise, descreveu ainda outros sistemas neurológicos envolvidos no processamento musical, sendo esses o sistema da via de recompensa dopaminérgica mesolímbica (incluindo o núcleo accumbens) e a amígdala superficial, a qual está ligada ao processamento de estímulos com significado socioafetivo universal (como a música), o que, segundo ele, pode ter implicações para o desenvolvimento de terapias baseadas na música para o tratamento de distúrbios neurológicos e psiquiátricos associados a disfunções e anormalidades morfológicas nessas estruturas.

Redes de modo padrão (DMN) podem evidenciar maior conectividade quando os sujeitos escutam uma música “favorita” autosseleccionada, mostrando também que, ao ouvi-la, há uma alteração da conectividade entre as áreas auditivas do cérebro e o hipocampo, as quais são responsáveis pela consolidação da memória e da emoção social, independente de qual seja o estilo (clássico, rap, etc.) da música selecionada como “favorita” pelo indivíduo ¹³¹.

Ainda, uma outra pesquisa com redes utilizando EEG buscou compreender os padrões de sincronização das redes, a partir do grau ponderado em não músicos expostos a três trechos de uma música chinesa (Guqin), sendo demonstrado que a percepção musical induz uma diminuição do coeficiente de agrupamento normalizado e do caminho mínimo médio na banda alfa 2 (10-13 Hz). Além disso, não foram observadas diferenças nas medidas da rede em resposta aos diferentes trechos musicais, indicando que há um aumento da conectividade funcional, bem como uma estrutura de rede mais aleatória na banda alfa 2 durante a percepção musical que, segundo os autores, parece exibir uma tendência de arquitetura mais eficiente e menos econômica ¹³².

A partir das inúmeras descobertas e do crescente interesse pelos efeitos da música na regulação da cognição e da emoção, expandem-se os questionamentos a respeito dos aspectos neurofisiológicos envolvendo as diferentes formas de percepção da música e as diferentes respostas causadas. Logo, a partir dos estudos no campo da neurociência, pode-se começar a compreender os impactos da música nas emoções e, conseqüentemente, na atividade cerebral.

5.3 MEDITAÇÃO E MÚSICA

Pesquisas que correlacionem meditação e música ainda são escassas. Geralmente, os estudos buscam comparar a musicoterapia ou escuta de música passiva com práticas meditativas, não havendo ainda muitos dados disponíveis na literatura a respeito da interação entre essas duas práticas, especialmente em relação à atividade cerebral.

Estudos comparativos entre meditação (Kirtan Kriya) e escuta de música demonstraram que ambas oferecem benefícios similares à memória e ao desempenho cognitivo em pacientes com Alzheimer³, na melhora da dor e nos sintomas da osteoartrite, na melhora do humor, no estresse percebido e na qualidade de vida em relação à saúde física¹³³. No entanto, em estudo anterior, Innes, Selfe, Khalsa, Kandat¹³⁴ também demonstraram que, apesar de ambas as práticas apresentarem melhoras significativas no bem-estar psicológico e em vários domínios de humor e na qualidade do sono em idosos com declínio cognitivo, a meditação resultou em ganhos superiores em estresse percebido, humor, bem-estar psicológico e qualidade de vida associada à saúde mental.

Já Sorensen, Steindl, Dingle, Garcia¹³⁵, além de avaliarem a influência da escuta da música clássica passiva em comparação à meditação *Love and kindness* (ou meditação da bondade amorosa), objetivaram ainda examinar os impactos da combinação de ambas as técnicas, encontrando resultados semelhantes aos dos já descritos acima de que tanto a música passiva, como a meditação levaram a uma melhora do bem-estar psicológico dos sujeitos estudados. No entanto, no que diz respeito à combinação das técnicas, não foi encontrado benefício adicional.

Ainda, uma investigação comparando meditação com e sem música, em meditadores experientes com diferentes níveis de experiência, apontou um aumento de ondas alfa e beta na meditação sem música no início, com redução gradual da atividade alfa e aumento da atividade teta ao final da prática. Na meditação com música, as ondas teta diminuíram e as ondas alfa aumentaram em atividade nos primeiros minutos, com ambas as frequências se ampliando ao final da prática, sendo alfa a frequência predominante, indicando que a música tem influência sobre a meditação, gerando alterações específicas na atividade cerebral¹⁸. Na pesquisa realizada por Henz, Taenny Schöllhorn¹³⁶, foi relatada uma diminuição significativa das frequências alfa e teta na condição de olhos abertos após a meditação Qigong com música em comparação à meditação sem música, nas mesmas condições, o que levou os autores a sugerirem que

tais alterações nos padrões de ativação EEG parecem resultar da mudança de atenção para ambiente externo, induzidas pela música, causando uma redução na intensidade do estado meditativo.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 AMOSTRA

Trata-se de um estudo observacional transversal. Participaram do estudo quatorze voluntários, mas apenas doze indivíduos foram considerados, uma vez que os dados de dois voluntários tiveram um tempo de registro menor do que o necessário para uma análise acurada. Dos 12 voluntários incluídos, nove eram do sexo feminino e três, do sexo masculino. A média de idade (DP) foi de 48,71^{16,27} anos. Todos os voluntários eram praticantes da meditação Raja Yoga da casa Brahma Kumaris, com sede na cidade de Salvador-BA-Brasil. Os voluntários têm o hábito de meditar todos os dias da semana, por pelo menos 30 minutos diários, com tempo de meditação que variou de 6 a 35 anos.

A amostra foi obtida por conveniência, levando em consideração os seguintes critérios de inclusão e de exclusão: ser integrante da casa Brahma Kumaris, com experiência em prática meditativa de, no mínimo, 6 anos, realizando-a pelo menos duas vezes por semana, durante 30 minutos. No caso dos voluntários do presente estudo, todos relataram ter o hábito de meditar todos os dias, com tempo mínimo de 30 minutos diários. Além disso, foram seguidos os critérios recomendados por Lagopoulos et al.², excluindo os indivíduos que fizessem uso de psicofármacos e medicamentos que alterassem o funcionamento cerebral, que fizessem uso abusivo de bebidas alcóolicas, ou que não tivessem seguido as recomendações pré-coleta de dormir bem, de acordo com a rotina de cada um, e de não ingerir comidas ou bebida estimulantes.

As coletas foram realizadas no Instituto de Ciências da Saúde (ICS), da Universidade Federal da Bahia (UFBA), no Laboratório de Eletroestimulação Funcional (LEF), do Núcleo de Estudos da Saúde e Funcionalidade (NESF), no período entre setembro de 2015 a março de 2016. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde (ICS) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n°44457015.1.0000.5662. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I) e preencheram um questionário de inclusão com informações sociodemográficas, previamente à coleta, bem como responderam a um questionário pós-coleta (Apêndice II)⁵¹.

6.2 MÚSICAS

Foram selecionadas duas músicas para a realização do experimento, sendo a Música Específica uma música já conhecida por todos os voluntários e, frequentemente, utilizada pelos meditadores Raja Yoga da casa Brahma Kumaris, e a Música Inespecífica uma música, também utilizada para meditação, por uma outra linha de meditadores, no entanto, desconhecida pelos meditadores Raja Yoga (BK) que compõem nossa amostra.

No intuito de buscar compreender semelhanças e diferenças na estrutura das duas peças musicais utilizadas, solicitamos uma análise de dois principais aspectos técnicos das mesmas. Sendo esses, o tempo e a estrutura harmônica, os quais consideramos relevantes, com base em estudos na literatura, em que foram observadas a relação entre certas alterações fisiológicas e esses componentes da estrutura musical^{116,117,137}. A tabela 1 apresenta um resumo da avaliação das músicas utilizadas.

Tabela 1 - Especificações e Parâmetros das Músicas Utilizadas

	Música Específica	Música Inespecífica
Estrutura Harmônica	Consonante	Dissonante
Andamento	Lento (60 bpm)	Lento (42 bpm)
Fonte	Bliss: “Orange World”, from <i>The Journey</i> Blissful Records, 1997	Thomas de Hartmann: “The Great Prayer”, [s.d.]

Nota: Análise técnica realizada por um músico (Professor da escola de música da Universidade Federal da Bahia).

Fonte: autoria própria

Para a análise do andamento, foi utilizada a contagem de batidas por minuto (bpm), a fim de avaliar a velocidade da música¹³⁷. E, para a identificação da estrutura harmônica, foi feita a avaliação dos acordes e intervalos predominantes nas músicas, tais acordes e intervalos são classificados como consonantes ou dissonantes, de acordo com a teoria de formação de acordes¹³⁸.

6.3 PREPARAÇÃO DO EEG

A coleta da atividade elétrica cerebral foi realizada através do eletroencefalógrafo BrainNet 36, EMSA Brasil, de acordo com o sistema internacional 10/20, utilizando 22 eletrodos, 20 principais F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3, P4, O1, O2, Fz, Cz, Pz, Oz, Fp1 e Fp2 mais 2 intermediários FT7, FT8 posicionados no escalpo, além de 4 eletrodos adicionais para captar atividade de potenciais movimentos musculares e oculares que pudessem causar interferência no sinal do EEG. Dentre esses eletrodos adicionais, 2 foram dispostos na região supra e infraorbital direita e 2 dispostos no trapézio superior do lado direito. Esse equipamento estava ligado a um computador, o qual registrava o sinal captado.

Foi utilizada taxa amostral de 600Hz, tendo o eletrodo Cz como referencial, com o terra posicionado na testa. A aquisição foi monopolar, e a impedância foi mantida abaixo de 50 K Ω . Com o intuito de bloquear a interferência do campo eletromagnético do ambiente, todas as coletas foram realizadas dentro de uma gaiola de Faraday (Figura 1), revestida por metal galvanizado e aterrada ¹³⁹. Não foi usado Filtro Notch durante a coleta de dados.

Figura 1 - Gaiola de Faraday. Em A, a gaiola vista lateralmente com a cadeira utilizada pelos voluntários durante a coleta e o aparelho de EEG. Em B, a gaiola vista de cima e o computador para registro do EEG.



6.4 PROTOCOLO DE COLETA

Após a montagem dos eletrodos e a acomodação dos voluntários na gaiola de Faraday (Figura 2), em uma cadeira acolchoada, as coletas eram iniciadas. Todas as coletas foram realizadas no período matutino, entre as 08:00 e 12:00 horas, com as luzes apagadas. No entanto, a sala não ficava completamente escura, pois havia incidência de luz natural do ambiente. Foi mantida a temperatura entre 22 e 25°C no local. Após os voluntários estarem acomodados por 30 segundos com as luzes apagadas, a gravação do sinal do EEG era iniciada.

Figura 2 - Montagem de eletrodos e acomodação de uma das voluntárias na Gaiola de Faraday.



Fonte: Toutain ⁵⁰.

A coleta foi dividida em cinco etapas (Figura 3):

- **Baseline (BL) de 5 minutos:** os voluntários foram instruídos a olhar para uma cruz por volta de 1 minuto e, ao receber o comando, fechar os olhos e visualizar a mesma cruz até serem instruídos a abrirem os olhos novamente;
- **Pausa de 2 minutos:** após os 5 minutos de *baseline*, os voluntários receberam um comando para que interrompessem a tarefa e abrissem os olhos até que um novo comando fosse dado.
- **Relaxamento (RL), durante 6 minutos:** foi solicitado que os voluntários fechassem os olhos e, em seguida, foi dado um comando para que eles relaxassem, sem entrar em estado meditativo. Nesse período, foi realizada a coleta da atividade

cerebral.

- **Pausa de 2 minutos:** após os 6 minutos de relaxamento, os voluntários receberam um comando para que interrompessem o relaxamento e abrissem os olhos até que um novo comando fosse dado.
- **Meditação Sem Música (MD), durante 12 minutos:** após a pausa, foi solicitado aos voluntários que eles fechassem os olhos novamente e iniciassem a meditação como de costume.
- **Meditação com Música Específica (ME), durante 6 minutos:** foi iniciada uma música conhecida pelos voluntários (música específica), durante o processo meditativo.
- **Meditação com Música Inespecífica (MI), durante 6 minutos:** foi iniciada uma música desconhecida pelos voluntários (música inespecífica).

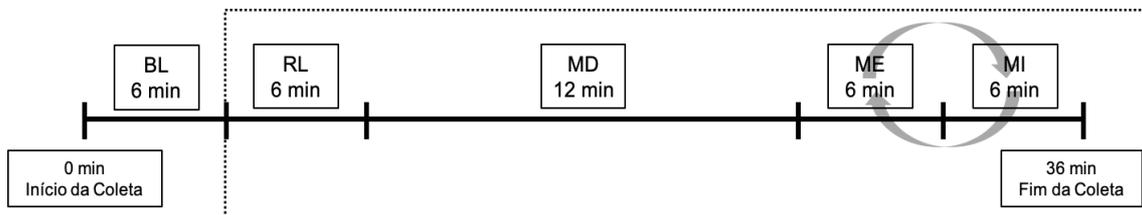
As meditações com as músicas foram realizadas após a meditação sem música (MD), no entanto, a ordem das meditações com música específica (ME) e inespecífica (MI) foi randomizada para cada participante, utilizando o website <http://www.jerrydallal.com/random/randomize.htm>. Foi informado aos voluntários que seriam tocadas duas músicas durante a meditação, porém eles não sabiam quais seriam as músicas. Ambas as músicas foram tocadas sem interrupções entre elas, sendo solicitado a todos que seguissem meditando à medida que as músicas tocassem.

Todas as fases de coleta foram realizadas com os voluntários parados e de olhos fechados para a prevenção de artefatos nos dados registrados pelo EEG, como movimento muscular, movimento ocular e piscada de olhos. Além disso, a atividade alfa pode desaparecer ou ter sua atividade diminuída quando os olhos estão abertos¹⁴⁰. A meditação Raja Yoga é, geralmente, feita com os olhos abertos ou entreabertos, mas foi solicitado que os voluntários fechassem os olhos.

Ao final da coleta, os voluntários preencheram o questionário pós-coleta com a pergunta: “Você conseguiu realizar a meditação durante a coleta?”, em que todos os quatorze voluntários responderam: “Sim”, não sendo necessário retirar nenhum voluntário.

Foi realizada a coleta da linha de base (*baseline*), no entanto, tais dados não foram utilizados na avaliação do presente estudo.

Figura 3 - Passo a passo do protocolo de coleta de dados. Iniciou-se com o *baseline* (BL) com duração de 6 minutos; uma pausa com duração de 2 minutos; o relaxamento (RL) com duração de 6 minutos; outra pausa com duração de 2 minutos; a meditação (MD) com duração de 12 minutos; a meditação com música específica (ME) com duração de 6 minutos; e a meditação com música inespecífica (MI) com duração de 6 minutos. A ordem das meditações com música específica e inespecífica foram randomizadas entre os voluntários. A região tracejada compreende as etapas que foram incluídas na análise do presente estudo.



Fonte: Autoria própria

6.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram extraídos em formato ASC e ocultados quanto aos nomes dos voluntários. Em seguida, foram removidos o eletrodo central de referência (Cz), os eletrodos posicionados na região do trapézio, bem como os da região ocular², para serem então submetidos a uma filtragem utilizando um *script*, desenvolvida pelo NITRE e pelo Labios, que utiliza a extensão EEGLab® (versão 2020) do programa MATLAB® (versão 2018). Foram adotados como parâmetro: taxa amostral de 600Hz, filtro Butterworth passa-banda 0,5 a 50 Hz, sendo divididos em épocas de 1,71 segundos.

Artefatos foram rejeitados usando critério de limiar (*threshold*), ou seja, todas as épocas que contenham um valor maior que $-750\mu\text{V}$ ou menor $750\mu\text{V}$ foram retiradas automaticamente. Em seguida, foi realizada uma inspeção visual de cada dado, rejeitando épocas com artefatos que não foram removidas através da filtragem automática, como piscada de olhos, movimento ocular e de cabeça e movimento muscular^{7,51}.

Após o tratamento dos dados, dados de dois voluntários foram removidos, devido a problemas no registro eletroencefalográfico. Assim, foram considerados 12 voluntários na avaliação final.

6.6 EXTRAÇÃO DO POTENCIAL DAS FREQUÊNCIAS (EEGq)

Para extração das frequências, foi utilizado um *script* no programa MATLAB® (versão 2018), feito pelo grupo NITRE juntamente com o Labios, empregando as funções do EEGLAB® (versão 2020), o qual aplica a transformada de Fourier, através do espectro de potência Welch sobre o traçado do EEG. Tal método estima a densidade espectral da potência (*power*) ($\mu\text{V}^2/\text{Hz}$), com o objetivo de extrair as frequências de interesse que são: delta (0,5-3,99Hz), teta (4-7Hz), alfa (8-12Hz), beta (13-30Hz) e gama (31-48Hz). Assim, foram extraídas as potências das frequências para todos os voluntários durante as quatro tarefas RL, MD, ME e MI, com tamanho 53 épocas, o que equivale a 1 minuto e 30 segundos.

6.7 CONSTRUÇÃO DAS REDES FUNCIONAIS CEREBRAIS DAS FREQUÊNCIAS BETA E GAMA E OBTENÇÃO DO GRAU PONDERADO

Optamos por extrair apenas as faixas de frequência Beta (13-30Hz) e Gama (31-48Hz) para construção das redes, uma vez que essas foram as frequências que se mostraram significativas na análise da potência, realizada anteriormente (consultar sessão 7.1.).

Para a extração das frequências, aplicamos um *script* que utiliza as funções da ferramenta EEGLab® (versão 2020) do programa MATLAB® (versão 2018). Tal *script* tem função apenas de isolar as faixas de frequências de interesse, visto que os dados já haviam sido previamente filtrados (consultar sessão 6.5.). Foi, então, aplicado um passa-banda entre as faixas 13 a 30 Hz, para extração da faixa beta e um passa-banda entre as faixas de 31 - 48 Hz para extração da faixa gama.

A partir das faixas das frequências beta e gama, foram obtidas as RFC. As RFC foram construídas com base na sincronização das séries temporais da atividade elétrica cerebral¹⁴¹, através do método de sincronização por *motifs* para a construção de redes complexas utilizando grafos variantes no tempo (TVG), proposto por Rosário et al.¹⁴². No presente estudo, esse método foi utilizado para análise da dinâmica cerebral, ao longo de um determinado espaço de tempo. No entanto, é um método versátil que vem sendo aplicado em diversas modelagens de sistemas físicos e biológicos¹⁴³, através da

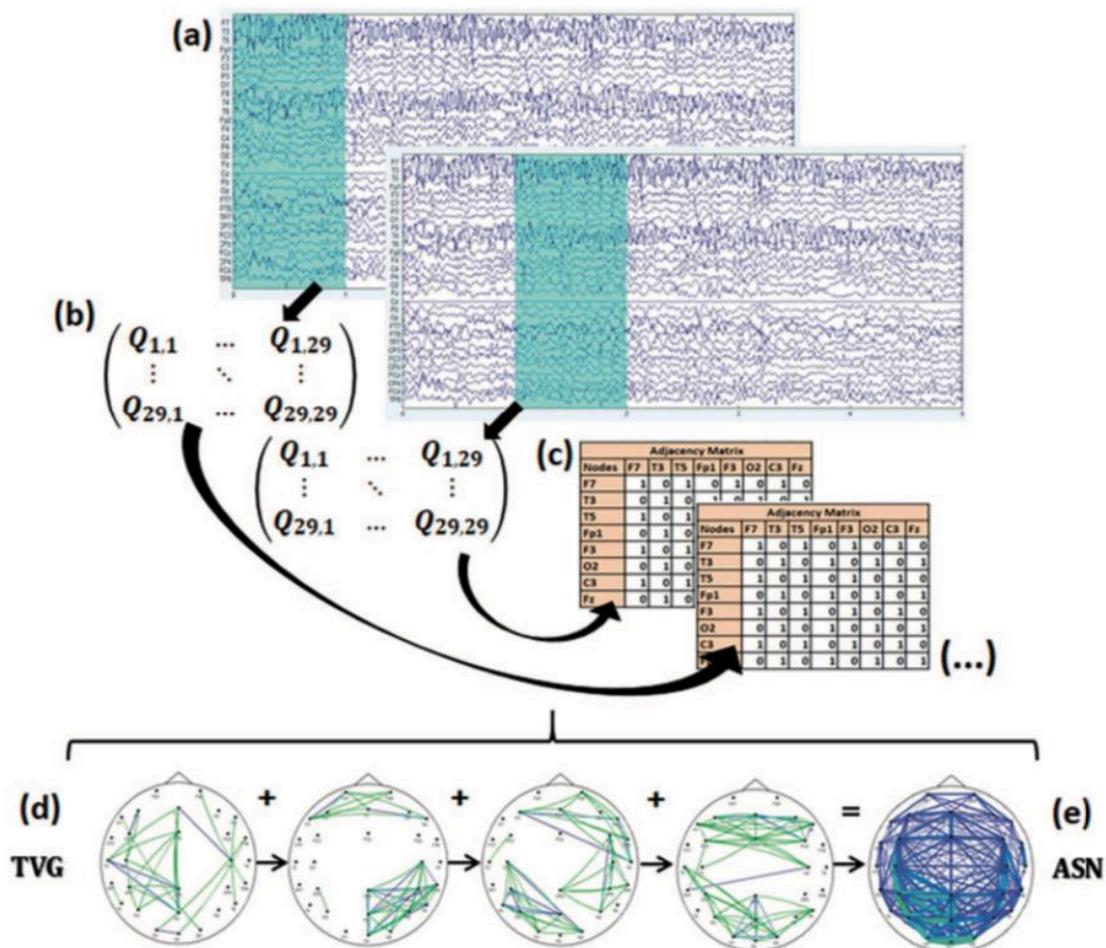
correlação dos elementos de um sistema, permitindo estudar a complexidade do mesmo¹⁴⁴.

Nós construímos as RFC para avaliar os micropadrões de oscilações do traçado do EEG, permitindo avaliar a sincronicidade entre canais de eletrodos que são comparados de forma pareada, durante um espaço de tempo definido, ou janela. Em cada janela de tempo, ao longo do traçado do EEG, um grafo é construído, considerando todas as conexões significativamente similares nos padrões de subida e descida entre os pares de eletrodos, no caso, os *motifs*¹⁴². Assim, ao final do dado do EEG, é obtida uma série de grafos (TVG) com nós e arestas, formando uma rede para cada janela de tempo analisada.

Através dos nós da rede, que são os pontos onde os eletrodos estão posicionados, e das arestas, que determinam a existência de sincronia de atividade entre esses pontos, ou regiões cerebrais, é possível o estudo das interações entre as diferentes regiões do córtex e a extração de uma série de índices que nos permitem fazer a análise da rede, a partir dos grafos variantes no tempo. Esses grafos, obtidos da série temporal, representam todas as sincronizações que ocorreram no traçado do EEG e, ao serem sobrepostos, geram a rede estática agregada (REA) ponderada.

Utilizando a REA, obtemos o Grau Ponderado (Kp) que representa a conectividade entre regiões cerebrais ao longo do tempo, ou seja, o tempo que duas ou mais regiões, ou nós, estiveram sincronizadas (o processo de obtenção da REA está ilustrado na figura 4).

Figura 4 - Representação da construção das RFC. Em (I), representação da janela delimitada no traçado do EEG, a qual desliza ao longo do tempo. Em (II), a matriz de sincronização e em (III), a matriz de adjacência, exibindo as sincronias entre os canais construídas através dos *motifs*. Em (IV) a representação do grafo, o qual representa todas as conexões/sincronias ocorridas para aquela janela. Em (V), a Rede Estática Agregada (REA) ponderada, que é sobreposição de todos os grafos gerados em todas as janelas de tempo daquele dado (traçado do EEG).



Fonte: Toutain ⁴⁹.

Para construção das redes e subsequente extração do grau ponderado (K_p), foi utilizado um *script* desenvolvido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica em Reabilitação (NITRE), *MoSyn* (Motif Synchronization) através da extensão EEGLab® (versão 2020) do programa MATLAB®.

Os parâmetros utilizados foram: taxa amostral de 600Hz, Janela de 20 pontos, *Threshold* 0.9, *Lag Window* 1, *Tau min* 3, *Tau max* 15, *Motif Lag* 1, *Tempo inicial* 0 e *tempo final* 54.000 pontos (correspondendo a 1:30s).

O limiar de 60% de sincronização dos *motifs* foi estabelecido a partir da distribuição dos valores de sincronização de um TVG aleatório, obtido a partir do

embaralhamento dos dados originais, havendo uma chance menor do que 5% de as sincronias terem sido devido a fatores aleatórios. *Lag* é o intervalo entre os pontos dos *motifs*¹⁴². Tau é o tempo de atraso em que as sincronizações entre os eletrodos podem ocorrer, o que permite avaliar a direção preferencial de sincronização. A janela é a extensão de tempo em que as sincronidades são avaliadas e um grafo é construído e definido considerando o menor valor possível, pois quanto menor a janela, maior a resolução, entretanto, quanto menor a janela, maior a chance de aleatoriedade. Para que fosse possível avaliar de forma acurada as redes filtradas para as frequências beta (13-30Hz) e gama (31-48Hz), nós consideramos que a janela fosse do tamanho da maior oscilação dentro das faixas de frequência avaliadas, ou seja, 13 Hz, que equivale a 76 milissegundos. Contudo, para manter a compatibilidade com trabalhos anteriores⁴⁹, consideramos a janela de 100ms.

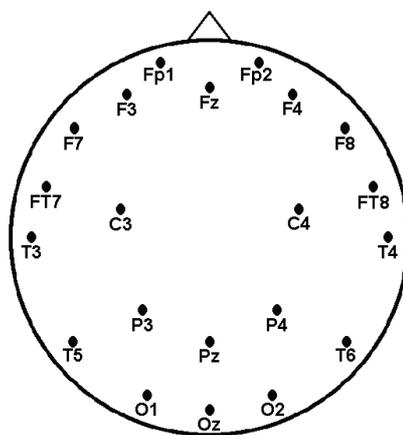
6.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

6.8.1 Organização dos dados

Para cada uma das frequências (delta, teta, alfa, beta e gama), foram calculadas as médias dos voluntários, durante cada uma das quatro tarefas (RL, MD, ME, MI), da seguinte forma:

- **Média geral (de todos os eletrodos):** F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3, P4, O1, O2, Fz, Pz, Oz, Fp1, Fp2, FT7 e FT8 (Figura 5).

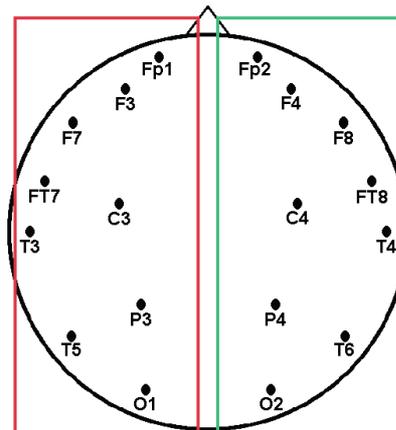
Figura 5 - Todos os eletrodos utilizados considerados para a média geral.



Fonte: Autoria própria

- **Média dos hemisférios (Figura 6):**
 - **Hemisfério Direito (HD):** F8, T4, T6, Fp2, F4, C4, P4, O2 e FT8.
 - **Hemisfério Esquerdo (HE):** F7, T3, T5, Fp1, F3, C3, P3, O1 e FT7.

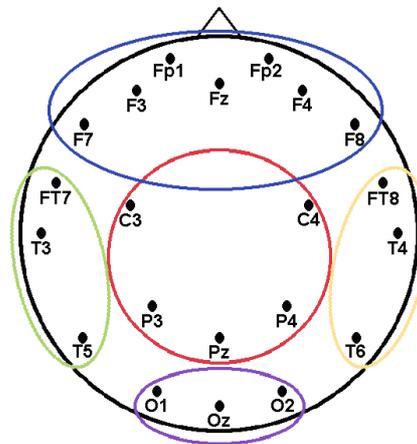
Figura 6 - No quadro vermelho, os eletrodos considerados para o hemisfério esquerdo e, no quadro verde, os eletrodos considerados para o hemisfério direito.



Fonte: Autoria própria

- **Média das Regiões (Figura 7):**
 - **Frontal (FT):** Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4 e F8.
 - **Central (CT):** C3, P3, C4, P4 e Pz.
 - **Temporal direito (TD):** T4, T6 e FT8.
 - **Temporal esquerdo (TE):** T3, T5 e FT7.
 - **Occipital (OC):** O1, O2 e Oz.

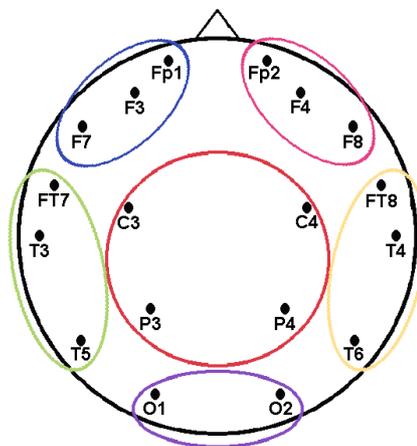
Figura 7 – Na área em azul, os eletrodos considerados para a região frontal (FT); na área em vermelho, os eletrodos considerados para a região central (CT); na área em amarelo, os eletrodos considerados para a região temporal direita (TD); na área em verde, os eletrodos considerados para a região temporal esquerda (TE); e, na área em roxo, os eletrodos considerados para a região occipital (OC).



Fonte: Autoria própria

- **Média das Regiões para Avaliação Bilateral da Região Frontal (Figura 8):**
 - **Frontal direito (FD):** Fp2, F4 e F8.
 - **Frontal esquerdo (FE):** Fp1, F3, F7.
 - **Central (CT):** C3, P3, C4, P4 e Pz.
 - **Temporal direito (TD):** T4, T6 e FT8.
 - **Temporal esquerdo (TE):** T3, T5 e FT7.
 - **Occipital (OC):** O1, O2 e Oz.

Figura 8 – Na área em rosa, os eletrodos considerados para a região frontal direita (FD); na área em azul, os eletrodos considerados para a região frontal (FE); na área em vermelho, os eletrodos considerados para a região central (CT); na área em amarelo, os eletrodos considerados para a região temporal direita (TD); na área em verde, os eletrodos considerados para a região temporal esquerda (TE); e, na área em roxo, os eletrodos considerados para a região occipital (OC).



Fonte: Autoria própria

6.8.2 ANOVA de Medidas Repetidas de Duas Vias

A partir das médias dos doze voluntários, foi avaliado comparativamente o efeito das quatro tarefas na atividade cerebral, através da aplicação da ANOVA de medidas repetidas (modelo linear geral), utilizando o programa IBM SPSS® (versão 20), tanto para avaliação das potências das frequências, como para a avaliação do grau ponderado. Foram considerados os *p*-valores corrigidos para o *epsilon* de Greenhouse-Geisser, para os dados que não assumiram esfericidade de Mauchly e utilizando o ajuste de Bonferroni com 5% de significância.

Para a avaliação das médias gerais das potências, foi utilizada uma ANOVA de medidas repetidas de uma via para cada uma das frequências (delta, teta, alfa, beta e gama), comparando as quatro tarefas entre si, assim como foi feito para a média geral do grau ponderado (Kp).

Para a análise comparativa das médias dos hemisférios, tanto para as potências das frequências, como para o grau ponderado (Kp) nas tarefas avaliadas, foram feitas análises com ANOVA de medidas repetidas de duas vias “tarefa (RL, MD, ME, MI) x hemisfério (HD, HE)”, com o intuito de compreender a atividade dos hemisférios ao longo das tarefas. A aplicação de uma ANOVA resulta em múltiplas análises, contudo, as análises desse teste que demos enfoque neste trabalho foram:

1. A avaliação comparativa e pareada das tarefas a partir das médias de todos os hemisférios/região de todos os voluntários (para a avaliação das potências e do grau ponderado (K_p)).

2. A interação entre tarefa e hemisférios que avalia o quão semelhantes ou distintas as atividades dos hemisférios se comportaram ao longo das tarefas para a avaliação das potências e do grau ponderado (K_p)).

Para comparação das médias das regiões, tanto para as potências das frequências, quanto para o grau ponderado (K_p), nas quatro tarefas, foram utilizados cálculos com ANOVA de medidas repetidas de duas vias, “tarefa (RL, MD, ME, MI) x região (FT, CT, TD, TE, OC)” e “tarefa (RL, MD, ME, MI) x região (FD, FE, CT, TD, TE, OC)”, assim como na avaliação dos hemisférios, seguindo os mesmos dois critérios de análise citados acima.

6.8.3 Tamanho de Efeito (g_{av} de Hedges)

Para compreender melhor aspectos relacionados à ativação bilateral da região frontal, buscamos também avaliar o efeito da meditação com os diferentes tipos de música na região frontal esquerda (FE) e frontal direita (FD) para as potências e para as redes de frequências que foram significativas nos testes ANOVA realizados anteriormente, através da aferição do tamanho de efeito para as regiões FD e FE, para cada par de tarefas que foi significativo na avaliação da ANOVA de duas vias Tarefa (RL, MD, ME e MI) x Região (FR, CT, PD, PE e OC). Para isso, utilizamos o g_{av} de Hedges, por ser um teste baseado no d_{av} de Cohen, porém corrigido para amostras menores ($n < 20$) e grupos pareados, a partir das médias e do desvio padrão. Assim, o d_{av} de Cohen e seu intervalo de confiança (IC 95%) são dados por ¹⁴⁵:

$$d_{av} \text{ de Cohen} = \frac{M_{Pós} - M_{Pré}}{\frac{DP_{Pré} + DP_{Pós}}{2}}$$

$$IC \ 95\% \text{ para } d \text{ de Cohen} = d \pm 1,96 \times \sqrt{\left(\frac{1}{n} + \frac{d^2}{2n}\right)}$$

Sendo o g_{av} de Hedges e seu intervalo de confiança (IC 95%):

$$g \text{ de Hedges} = d \text{ de Cohen} \times \left(1 - \frac{3}{4(n_1 + n_2) - 9}\right)$$

$$IC \ 95\% \text{ para } g \text{ de Hedges} = IC \ 95\% \ d \text{ de Cohen} \times \left(1 - \frac{3}{4(n_1 + n_2 - 2) - 1}\right)$$

A interpretação comumente usada para a avaliação do tamanho de efeito refere-se aos tamanhos de efeito como pequeno ($g \leq 0,2$), médio ($g \geq 0,5$) e grande ($g \geq 0,8$), com base no que foi sugerido por Cohen ¹⁴⁶.

7 RESULTADOS

7.1. AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA DAS FREQUÊNCIAS DELTA, TETA, ALFA, BETA E GAMA

Foram calculadas a média geral (de todo o escalpo), a média dos hemisférios (direito e esquerdo) e a média das regiões (FT, CT, TD, TE, OC) da potência das frequências delta, teta, alfa, beta e gama durante as tarefas (RL, MD, ME e MI). Essas médias foram submetidas, separadamente, à ANOVA de medidas repetidas de uma via, para a avaliação da média geral, e de duas vias para as médias dos hemisférios e das regiões.

Para o resultado da média geral, levando em conta todos os eletrodos do escalpo, não foram encontradas diferenças significativas da potência entre as quatro tarefas em nenhuma das faixas de frequência avaliadas.

Na avaliação da potência das frequências ao longo das tarefas, levando em conta os hemisférios, os resultados da ANOVA de duas vias (Tarefas x Hemisférios), para cada uma das frequências, não apontaram diferenças significativas da potência de nenhuma das frequências avaliadas; tanto na comparação entre as tarefas, levando em conta a média de todos os hemisférios pareados; quanto na interação entre tarefa e hemisfério, em que os hemisférios são avaliados isoladamente ao longo das tarefas.

Os resultados da avaliação da potência das frequências, levando em consideração as regiões, não demonstraram diferença significativa entre as tarefas, na comparação pareada das médias de todas as regiões por tarefa. No entanto, no teste de interação tarefa e região, a frequência gama apresentou diferença significativa ($F(4,297) = 3,265$, $p = 0,017$; $\text{Eta}^2 = 0,229$), indicando que a potência de gama, nas diversas regiões, se comporta de forma diferente ao longo das tarefas (todos os resultados estão resumidos na tabela 2).

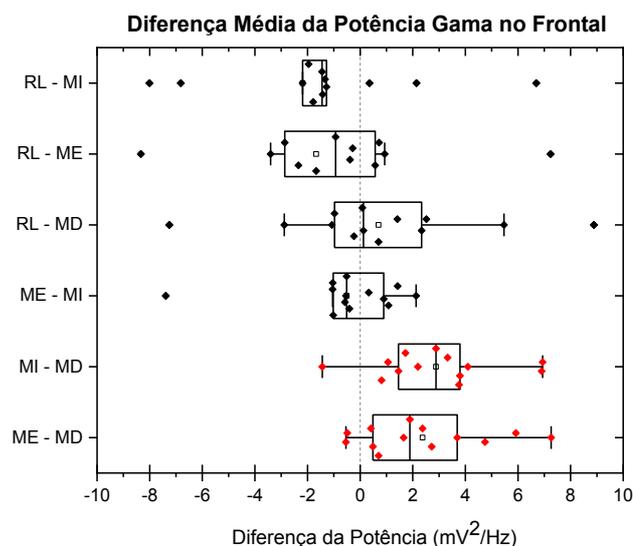
Tabela 2 – p Valores da ANOVA das Potências Beta e Gama

	p -Valor	
	Beta	Gama
Média Geral	0,212	0,227
Hemisfério	0,207	0,236
Hemisfério x Tarefa	0,673	0,489
Região	0,333	0,383
Região x Tarefa	0,63	0,017

Fonte: Autoria própria

No *post-hoc*, essa diferença ocorre na região frontal, entre as tarefas MD e MI ($p = 0,049$) e as tarefas MD e ME ($p = 0,011$), com aumento da potência de gama na região frontal durante ME e MI em relação à MD, representado pela diferença das médias (FT:ME-MD) = 2,371 (0,737) $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$, (FT:MI-MD) = 2,885 (0,707) $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$, respectivamente (Tabela 3, Figuras 9 e 10).

Figura 9 - Diferenças entre as médias da potência de gama durante todas as tarefas na região frontal (FT). A potência de gama aumenta na região frontal durante a MI em relação à MD e durante ME em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.

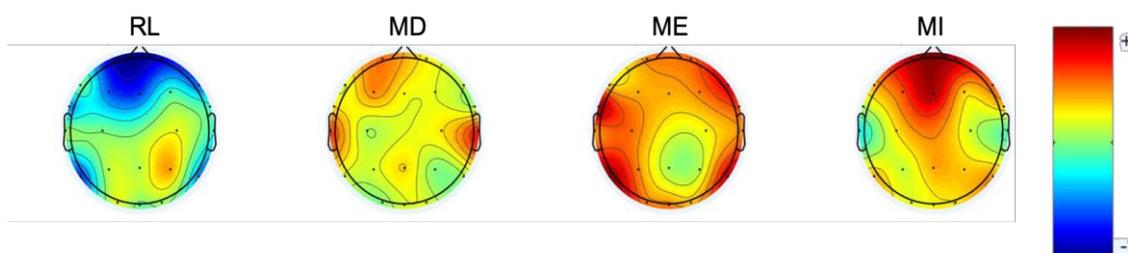


Fonte: Autoria própria

A partir da representação visual topográfica da média da potência da frequência gama para todos os voluntários (na figura 10), nota-se uma diferença grande entre o estado RL e os demais estados, contudo a alta variabilidade entre os sujeitos nesse estado (Figura 9), provavelmente, faz com que tal diferença não seja significativa. Além disso, podemos observar uma ativação maior na região frontal durante as meditações com música (ME e MI), especialmente em MI, em comparação à MD.

Representação da Média do Power da Frequência Gama (31 – 48 Hz)

Figura 10 - Representação da média de todos os indivíduos para a frequência gama (31 – 48 Hz) ao longo das tarefas (RL, MD, ME e MI).



Fonte: Autoria própria

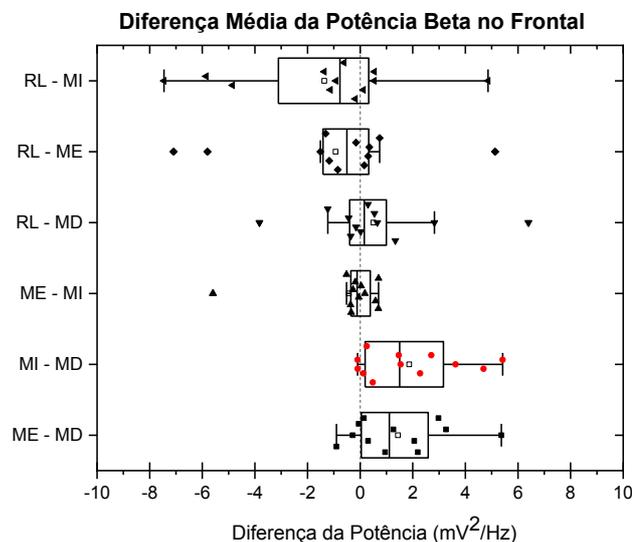
A potência da frequência beta ($F(3,938) = 4,424$, $p = 0,63$; $\text{Eta}^2 = 0,181$), apesar de não apresentar diferença significativa na correlação entre tarefa e região, demonstrou diferença significativa no *post-hoc*, quando considerada a região frontal na comparação entre as tarefas MD e MI ($p = 0,036$), com diferença entre as médias (FT:MI-MD) = $3,636 (0,551) \mu\text{V}^2/\text{Hz}$, o que indica aumento da potência de beta na região frontal durante a MI em relação à MD (Tabela 3, Figuras 11 e 12).

Tabela 3 - p Valores Significativos para o *post-hoc* da ANOVA das Potências Beta e Gama

	Interação Região-Tarefa	p Valor	Diferença das Médias	Erro Padrão
Beta	FT:MI-MD	0,036	2,885	0,707
Gama	FT:ME-MD	0,049	2,371	0,737
	FT:MI-MD	0,011	2,885	0,707

Fonte: Autoria própria

Figura 11 - Diferenças entre as médias da potência de beta durante todas as tarefas na região frontal (FT). A potência de beta aumenta na região frontal durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.

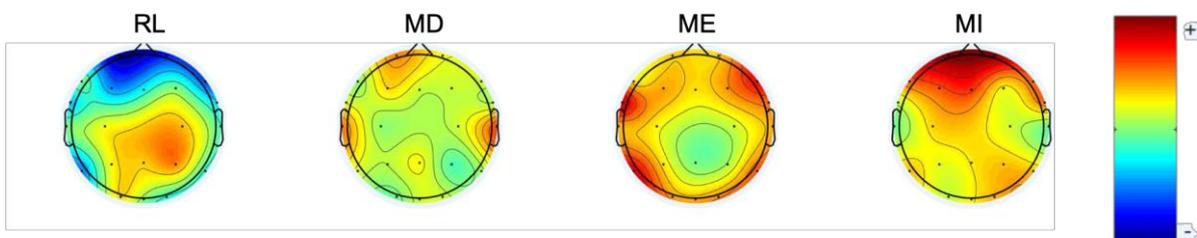


Fonte: Autoria própria

Na representação visual topográfica da média da potência da frequência beta para todos os voluntários (na figura 12), assim como para gama, também é possível observar uma grande diferença entre as médias no estado RL e os demais estados, o que também parece estar relacionado à alta variabilidade entre os sujeitos nesse estado (Figura 11), induzindo essa diferença a não ser significativa. Ademais, conseguimos observar a ativação mais acentuada na região frontal durante a MI, em relação à MD.

Representação Média do Power da Frequência Beta (13 – 30 Hz)

Figura 12 - Representação da média de todos os indivíduos para a frequência beta (13 – 30 Hz) ao longo das tarefas (RL, MD, ME e MI).



Fonte: Autoria própria

7.2 AVALIAÇÃO BILATERAL DO TAMANHO DE EFEITO DAS POTÊNCIAS BETA E GAMA NA REGIÃO FRONTAL

Para avaliar o efeito da meditação com os diferentes tipos de música na região frontal esquerda (FE) e frontal direita (FD), foi calculada uma ANOVA de medidas repetidas Tarefa (RL, MD, ME e MI) x Região (FE, FD, CT, PD, PE e OC) para a potência das frequências beta e gama, ou seja, para investigarmos se há diferença entre as regiões FE e FD. Na ANOVA anterior, com cinco regiões, apenas observando a região frontal como um todo (FT), nós observamos diferenças significativa nessa região para algumas tarefas, no entanto não encontramos diferença significativa nessa avaliação com seis regiões, provavelmente por conta do grande número de comparações. Assim, optamos por utilizar o g_{av} de Hedges, para avaliar o tamanho do efeito das tarefas nas regiões frontal direita e esquerda. Analisamos apenas as tarefas que foram significativas na ANOVA de duas vias Tarefa (RL, MD, ME e MI) x Região (FR, CT, PD, PE e OC) para as potências beta e gama.

O resultado do g_{av} de Hedges para a potência beta apontou um tamanho de efeito médio para MI (pós) em relação à MD (pré), tanto em FE [$g = 0,77$ (0,17; 1,30)], como em FD [$g = 0,62$ (0,04; 1,14)], indicando que a potência beta para ambos os hemisférios da região frontal é alterada de forma semelhante ao incluirmos música inespecífica na meditação (Tabela 4).

Tabela 4 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para a Potência Beta

Tarefas (pré x pós)	Região	Tamanho do Efeito	IC 95%	Magnitude do Efeito
MD x MI	FE	<i>0,77</i>	0,17; 1,30	Médio
	FD	<i>0,62</i>	0,04; 1,14	Médio

Fonte: Autoria própria

Para potência gama, a avaliação de g_{av} de Hedges na comparação entre MI e MD apontou um tamanho de efeito grande em MI (pós), na região FE [$g = 0,96$ (0,31; 1,50)] e de tamanho médio na região FD [$g = 0,75$ (0,14; 1,27)], indicando que a potência gama se altera de forma diferente nas regiões FE e FD quando há a inclusão do efeito da música inespecífica na meditação, sendo esse efeito maior na região FE (tabela 5).

Quanto à comparação entre ME e MD, para a potência gama, o tamanho de efeito foi grande em ME (pós), na região FD [$g = 1,09$ (0,41; 1,64)] e médio na região FE [$g = 0,59$ (0,01; 1,11)], indicando que a potência gama se altera de forma diferente nas regiões FE e FD quando há a inclusão do efeito da música específica na meditação, sendo esse efeito maior na região FD (Tabela 5).

Tabela 5 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para a Potência Gama

Tarefas (pré x pós)	Região	Tamanho do Efeito	IC 95%	Magnitude do Efeito
MD x MI	FE	0,96	0,31; 1,50	Grande
	FD	0,75	0,14; 1,27	Médio
MD x ME	FE	0,59	0,01; 1,11	Médio
	FD	1,09	0,41; 1,64	Grande

Fonte: Autoria própria

7.3 AVALIAÇÃO DA CONECTIVIDADE CORTICAL ATRAVÉS DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES DAS FREQUÊNCIAS BETA E GAMA

Foram calculadas a média geral (de todo o escalpo), a média dos hemisférios (direito e esquerdo) e a média das regiões (FT, CT, TD, TE, OC) do grau ponderado (K_p) das redes das frequências beta e gama, com o intuito de analisar a conectividade cortical das mesmas durante as quatro tarefas (RL, MD, ME, MI) estudadas. Para isto, a média geral foi submetida a uma ANOVA de medidas repetidas de uma via, enquanto

as médias dos hemisférios e das regiões foram analisadas com ANOVA de medidas repetidas de duas vias.

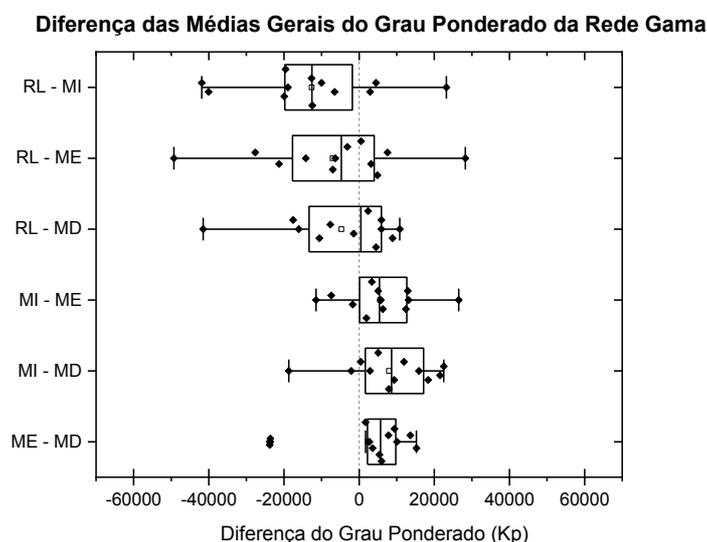
Na avaliação da média geral, foi observada diferença significativa na rede gama ($F(1,81) = 7,477, p = 0,001; \text{Eta}^2 = 0,236$), na comparação entre as tarefas (Tabela 6), no entanto o *post-hoc* não indicou diferenças significativas. Quanto ao resultado da ANOVA para o grau ponderado da rede beta, não foi encontrada diferença significativa (Figura 13).

Tabela 6 – *p* Valores da ANOVA para a Média Geral do Grau Ponderado (Kp) das Redes de Beta e Gama

	<i>p</i> Valor
Beta	0,54
Gama	0,47

Fonte: Autoria própria

Figura 13 - Diferenças entre as médias gerais do grau ponderado (Kp) das redes da frequência gama durante todas as tarefas. Não há diferenças significativas e observamos uma alta variabilidade, especialmente nas comparações feitas com o RL.



Fonte: Autoria própria

Para a avaliação das médias do grau ponderado de beta e gama, nos hemisférios durante as tarefas, foram comparadas as médias do grau ponderado de todos os hemisférios, a partir de uma ANOVA de medidas repetidas de duas vias, a qual

demonstrou diferença significativa entre as tarefas, apenas para beta ($F(1,604) = 3,872$, $p = 0,048$; $\text{Eta}^2 = 0,260$), na comparação pareada de todos os hemisférios de todos os voluntários. Já para gama, não foram encontradas diferenças significativas da atividade cortical nas diferentes tarefas, de acordo com a análise pareada por hemisférios (Tabela 7).

Tabela 7 - p Valores da ANOVA para o Grau Ponderado (Kp) das Redes de Beta e Gama na Avaliação por Hemisférios

		Interação	p Valor
Beta		Tarefa	0,048
		Hemisfério x Tarefa	0,652
Gama		Tarefa	0,055
		Hemisfério x Tarefa	0,428

Fonte: Autoria própria

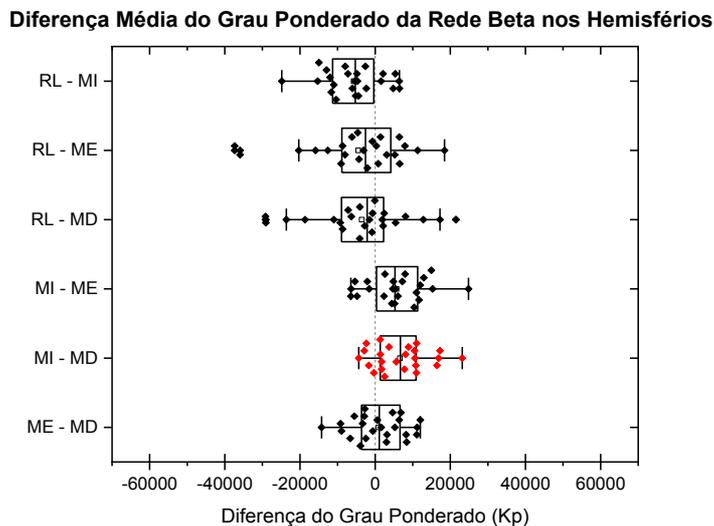
O teste *post-hoc* indicou que houve diferença da conectividade cortical de beta, nos hemisférios, durante a MI em relação à MD ($p = 0,015$), com aumento da conectividade durante a MI, representado pela diferença das médias de todos os hemisférios na comparação entre as tarefas (MI-MD) = 6622,33 (1702,56) Kp (Tabela 8, Figura 14).

Tabela 8 - p Valores Significativos para o *post-hoc* da ANOVA para o Grau Ponderado (Kp) das Redes de Beta Gama na Avaliação por Hemisférios

		Interação	p Valor	Diferença das Médias	Erro Padrão
Beta	Tarefa	MI-MD	0,015	6622,33	1702,58
	Hemisfério x Tarefa	HD:MI-ME	0,022	6328,46	1727,03
		HD:MI-MD	0,036	6298,38	1854,84

Fonte: Autoria própria

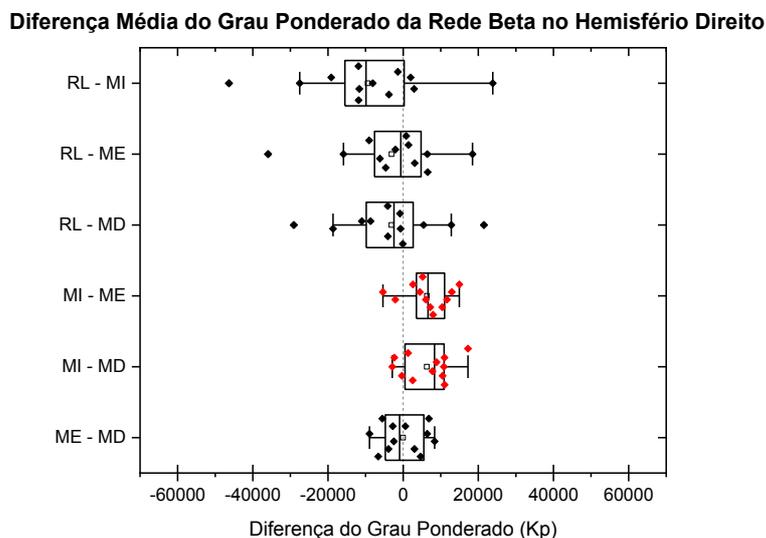
Figura 14 - Diferença entre as médias do grau ponderado (Kp) durante as tarefas para as redes da frequência beta de todos os hemisférios (HD e HE) de todos os voluntários. A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.



Fonte: Autoria própria

Embora não tenhamos encontrado diferenças significativas na avaliação da correlação entre tarefa e hemisfério ($p = 0,652$) para beta, o *post-hoc* apontou diferenças significativas no hemisfério direito na comparação entre a MI e a MD ($p = 0,036$), com aumento da conectividade do hemisfério direito na MI, na comparação MI-MD = 6298,38 (1854,84) Kp e entre a MI e a ME ($p = 0,022$), com aumento da conectividade do hemisfério direito na MI, na comparação MI-ME = 6328,46 (1727,03) Kp (Tabela 8, Figura 15).

Figura 15 - Diferença entre as médias do grau ponderado (Kp) durante as tarefas para as redes da frequência beta no hemisfério direito (HD). A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à ME e à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.



Fonte: Autoria própria

Na avaliação das médias do grau ponderado de beta e gama, nas regiões (FT, CT, TD, TE, OC) durante as tarefas, foi realizada uma ANOVA de medidas repetidas de duas vias, que indicou que tanto a frequência beta, como a frequência gama não diferem significativamente em conectividade cortical ao longo das tarefas, quando levadas em consideração as cinco regiões avaliadas (Tabela 9). Entretanto, no *post-hoc*, foram encontradas diferenças significativas na interação entre tarefa e região, para o grau ponderado de ambas as redes de frequência. Na rede beta, foram encontradas diferenças significativas entre MI e MD ($p = 0,001$) e MI e ME ($p = 0,011$), com aumento da conectividade, na região frontal, durante a MI em relação à MD, representado pela diferença das médias (FT:MI-MD) = 15951,653 (2730,812) Kp, bem como aumento da conectividade, também na região frontal, durante a MI em relação à ME (FT:MI-ME) = 9551,361 (2329,597) Kp (Tabela 10, Figura 16). Quanto à rede gama, foram encontradas diferenças significativas entre MI e MD ($p = 0,026$), com aumento da conectividade na região frontal durante a MI em relação à MD (FT:MI-MD) = 13603,056 (3790,123) Kp (Tabela 10, Figura 17).

Tabela 9 - p Valores da ANOVA para o Grau Ponderado (Kp) das Redes de Beta e Gama na Avaliação por Regiões

	Interação	p Valor
Beta	Tarefa	0,093
	Região x Tarefa	0,149
Gama	Tarefa	0,102
	Região x Tarefa	0,148

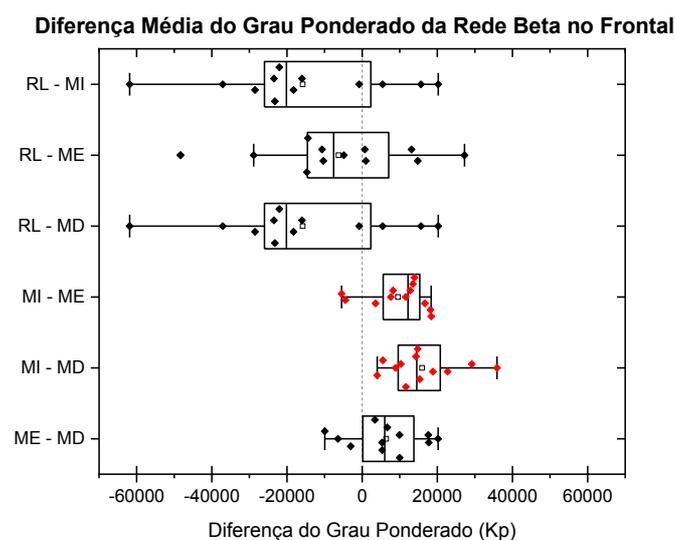
Fonte: Autoria própria

Tabela 10 - p Valores Significativos para o *post-hoc* da ANOVA para o Grau Ponderado (Kp) das Redes de Beta Gama na Avaliação por Regiões

	Interação Região-Tarefa	p Valor	Diferença das Médias	Erro Padrão
Beta	FT:MI-MD	0,001	15951,65	2730,81
	FT:MI-ME	0,011	9551,36	2329,60
Gama	FT:MI-MD	0,026	13603,06	3790,12

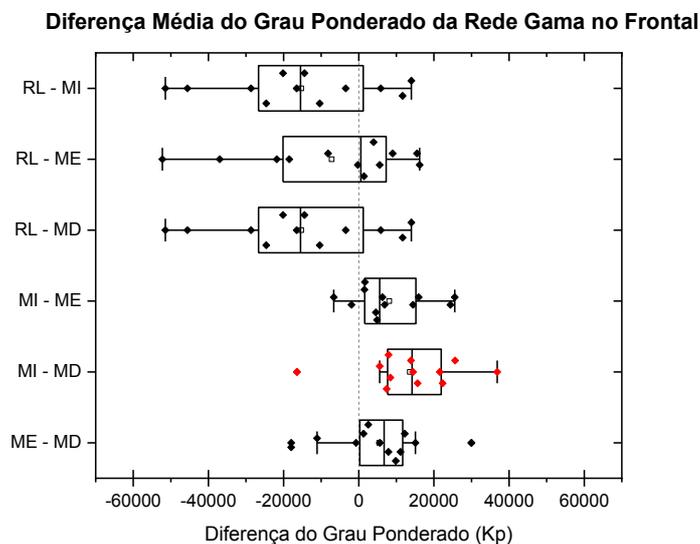
Fonte: Autoria própria

Figura 16 - Diferença entre as médias do grau ponderado (Kp) durante as tarefas para as redes da frequência beta na região frontal (FT). A conectividade cortical da rede beta aumenta durante a MI em relação à ME e à MD. Em vermelho, estão representadas as diferenças significativas.



Fonte: Autoria própria

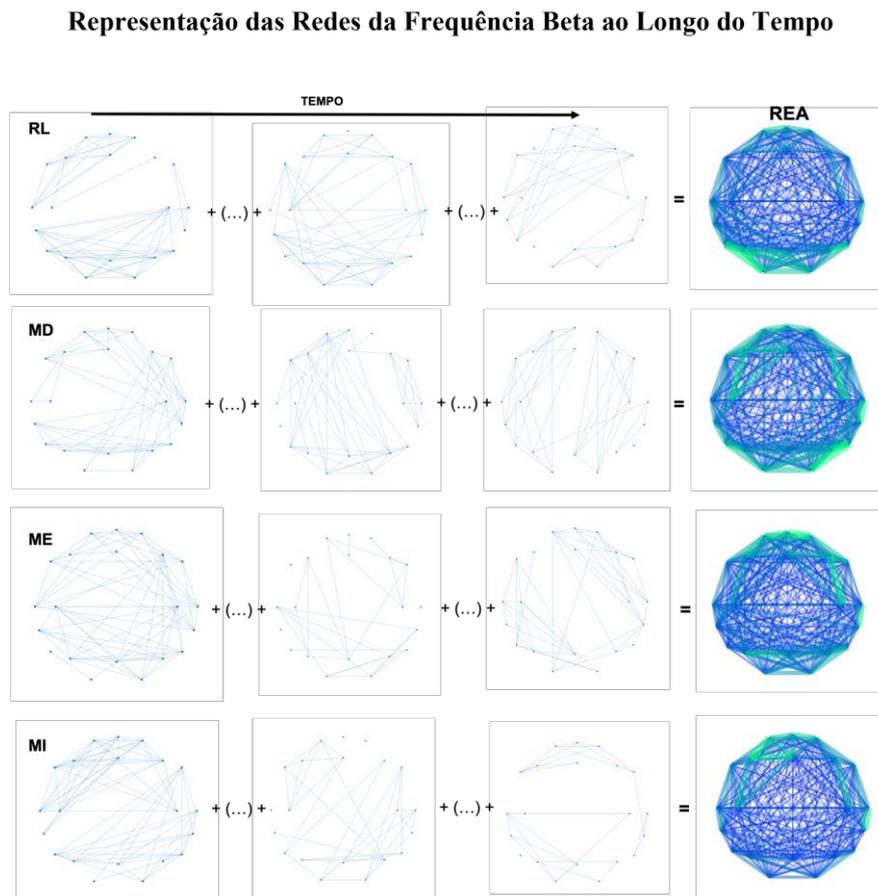
Figura 17 - Diferença entre as médias do grau ponderado (K_p) durante as tarefas para as redes da frequência gama na região frontal (FT). A conectividade cortical da rede gama aumenta durante a MI em relação à MD. Em vermelho, estão representadas diferenças significativas.



Fonte: Autoria própria

Nas figuras 18 e 19, é possível observar, de forma ilustrativa, o processo de construção das redes de frequência beta (Figura 18) e gama (Figura 19), a partir dos dados de um dos voluntários (voluntário 6) durante as 4 tarefas. Nas figuras, vemos que redes vão sendo formadas em diferentes janelas de tempo, ao longo do traçado do EEG, para a construção da REA, que é a sobreposição de todas as redes geradas a partir do traçado do EEG gerado durante aquela tarefa.

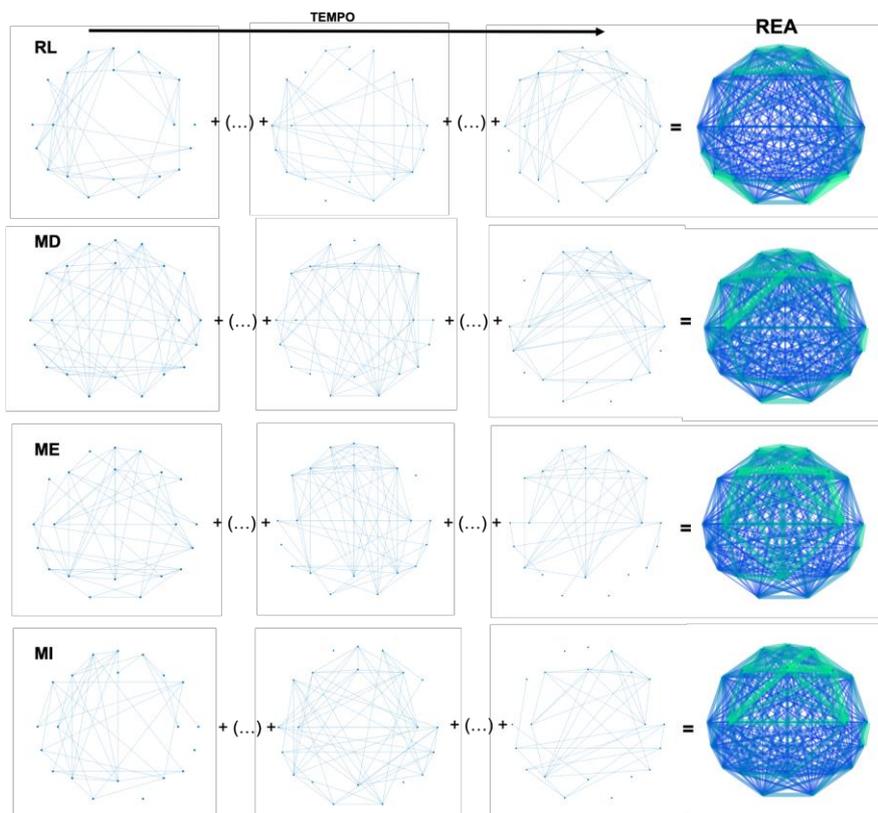
Figura 18 - Representação ilustrativa das redes da frequência beta ao longo do tempo nas quatro tarefas (RL, MD, ME, MI), utilizando dados do voluntário 6, como exemplo. Para cada tarefa, estão sendo exemplificadas as redes, em 3 janelas, das inúmeras geradas ao longo do tempo. A sobreposição de todas as redes, geradas ao longo do tempo, formam a rede estática agregada (REA).



Fonte: Autoria própria

Figura 19 - Representação ilustrativa das redes da frequência gama ao longo do tempo nas quatro tarefas (RL, MD, ME, MI), utilizando dados do voluntário 6, como exemplo. Para cada tarefa, estão sendo exemplificadas as redes, em 3 janelas, das inúmeras geradas ao longo do tempo. A sobreposição de todas as redes geradas forma rede estática agregada (REA).

Representação das Redes da Frequência Gama ao Longo do Tempo



Fonte: Autoria própria

7.4 AVALIAÇÃO BILATERAL DO TAMANHO DE EFEITO DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES DE FREQUÊNCIA BETA E GAMA NA REGIÃO FRONTAL

Assim como para as potências das frequências, buscamos também avaliar o efeito da meditação com os diferentes tipos de música na região frontal esquerda (FE) e frontal direita (FD) para as redes de frequências beta e gama. Assim, foi calculada uma ANOVA de medidas repetidas Tarefa (RL, MD, ME e MI) x Região (FE, FD, CT, PD, PE e OC) para o grau ponderado (K_p) das redes de frequência beta e gama, a qual não indicou resultados significativos, embora tenham sido na avaliação anterior, com cinco regiões. Dessa forma, optamos então por avaliar os tamanhos de efeito entre a região

FD e FE, para cada par de tarefas que foi significativo na avaliação da ANOVA de duas vias com cinco regiões, Tarefa (RL, MD, ME e MI) x Região (FR, CT, PD, PE e OC), para o grau ponderado (Kp). E, para isso, utilizamos o g_{av} de Hedges, assim como para a avaliação tamanho de efeito das potências.

Para a avaliação bilateral da região frontal, a partir do grau ponderado (Kp) da rede beta, foi observado tamanho de efeito semelhante para as regiões FE [$g = 0,31$ (-0,23; - 0,84)] e FD [$g = 0,32$ (-0,22; 0,85)], já que ambas as regiões apresentaram tamanho de efeito pequeno, na comparação MD (pré) e MI (pós). O mesmo também foi observado na comparação ME (pré) e MI (pós), em que FE [$g = 0,19$ (-0,34; 0,73)] e FD [$g = 0,21$ (-0,32; 0,75)], em que ambas as regiões apresentaram tamanho de efeito pequeno e, portanto, semelhantes estatisticamente (Tabela 11).

Tabela 11 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para o Grau Ponderado (Kp) da Rede de Frequência Beta

Região (pré x pós)	Região	Tamanho do Efeito	IC 95%	Magnitude do Efeito
MD x MI	FE	<i>0,31</i>	-0,23; 0,84	Pequeno
	FD	<i>0,32</i>	-0,22; 0,85	Pequeno
ME x MI	FE	<i>0,19</i>	-0,34; 0,73	Pequeno
	FD	<i>0,21</i>	-0,32; 0,75	Pequeno

Fonte: Autoria própria

Na avaliação bilateral da região frontal, a partir do grau ponderado (Kp) da rede gama, foi observado tamanho de efeito estatisticamente semelhante para as regiões FE [$g = 0,32$ (-0,21; - 0,85)] e FD [$g = 0,39$ (-0,15; 0,92)], já que ambas as regiões apresentaram tamanho de efeito pequeno, na comparação MD (pré) e MI (pós) (Tabela 12).

Tabela 12 - Magnitude do Efeito e Intervalos de Confiança nas Regiões Frontais para o Grau Ponderado (Kp) da Rede de Frequência Gama

Região (pré x pós)	Região	Tamanho do Efeito	IC 95%	Magnitude do Efeito
MD x MI	FE	<i>0,32</i>	-0,21; 0,85	Pequeno
	FD	<i>0,39</i>	-0,15; 0,92	Pequeno

Fonte: Autoria própria

8 DISCUSSÃO

8.1 AVALIAÇÃO DAS POTÊNCIAS DAS FREQUÊNCIAS DELTA, TETA, ALFA, BETA E GAMA

Não foram encontradas diferenças significativas entre as quatro tarefas para as potências das frequências avaliadas, para média geral, ou para a comparação entre hemisférios e regiões. No entanto, no teste de interação tarefa e região, a frequência gama apresentou diferença significativa entre as tarefas, com aumento da potência de gama na região frontal durante ME e MI em relação à MD. Já para a potência da frequência beta, foram encontradas diferenças significativas apenas no *post-hoc* para interação Tarefa x Região, com aumento da potência de beta na região frontal durante a MI em relação à MD.

Quanto aos resultados encontrados para as frequências teta e alfa na meditação, nosso estudo vai de encontro às referências encontradas sobre o tema, utilizando EEG quantitativo, as quais relatam alterações nessas frequências durante a meditação, em comparação a um estado controle^{17,61,75}.

Um estudo realizado por Jo¹⁸, comparando meditação com e sem música, apontou um aumento de ondas alfa e beta no início da meditação sem música, com redução gradual da atividade alfa e aumento da atividade teta ao final da prática, o que não foi observado nos nossos resultados, os quais não demonstraram qualquer diferença para teta, enquanto alterações em beta e gama foram observadas apenas nas tarefas com músicas (ME e MI). Ainda nesse mesmo estudo de Jo¹⁸, durante a meditação com música, foi observada diminuição das ondas teta e houve aumento das ondas alfa nos primeiros minutos, sendo que ambas as frequências se ampliaram ao final da prática, com predominância da banda alfa e sem alteração para beta, o que também discorda dos nossos resultados para as condições com música, em que não foram observadas alterações em teta e alfa, e sim, para beta. Tais divergências podem se dar pela diferença entre metodologias, já que tal estudo avaliou pontualmente as frequências em três momentos durante a meditação (início, meio e fim), enquanto, no presente estudo, nós avaliamos a potência média das frequências de todo o tempo da prática. Outro fator importante que pode ter influência nessas discordâncias de resultados é o tipo da técnica meditativa, já que, no estudo citado, foi avaliada a meditação transcendental, a qual tende a induzir a predominância de ondas alfa e teta, como documentado por alguns

autores^{61,75}.

O aumento da potência de beta durante a meditação, em comparação ao estado de relaxamento, já foi relatado por diversos autores^{60,61,81,82}. No entanto, alguns deles não encontraram diferenças entre meditação e relaxamento para a frequência beta^{2,16}, o que corrobora nossos resultados, em que as comparações feitas com a condição RL não apresentaram diferenças significativas. No entanto, no presente estudo, nós observamos uma alta variabilidade entre os dados dos sujeitos durante o RL, o que pode ter influenciado os resultados para a potência beta, nas comparações feitas com essa tarefa.

Encontramos também aumento da potência de gama em ambas as meditações envolvendo música quando comparadas à meditação sem música, resultado este que parece se dar pela correlação entre potência de gama aumentada e funções cognitivas^{85,86}, como percepção e atenção, que podem ter sido estimuladas pela exposição musical, mesmo que de forma inconsciente. Tal achado corrobora a forte correlação positiva, já verificada, entre o aumento da potência de gama (30–250 Hz) e altos níveis de atenção plena durante a meditação Zen, uma meditação de monitoramento aberto, ou seja, uma meditação que foca em observar/monitorar qualquer estímulo ou sensação, interna ou externa⁹³. Tais evidências, pouco depois, foram confirmadas por uma publicação demonstrando um aumento significativamente mais acentuado da potência gama durante meditação Vipassana (a qual também é baseada em monitoramento aberto), em comparação às demais meditações avaliadas¹⁴. Esses estudos nos dão margem para inferirmos que a música pode ter sido o estímulo que induziu tal ativação em gama em nossos dados. Embora a meditação Raja Yoga (BK) seja embasada, principalmente, no foco interno, a música (estímulo externo) pareceu influenciar nesse processo.

É importante também acrescentar que, dentre as pesquisas que buscaram avaliar gama durante a meditação, muitas não encontraram alterações para essa faixa de frequência^{16,53,78}. No entanto, sabe-se também que a frequência gama está positivamente correlacionada à experiência dos meditadores, tanto durante meditação como no *baseline*^{14,70,73}. Essa correlação entre gama e experiência não explica as diferenças encontradas por nós entre as tarefas para faixa gama, mas lança uma luz sobre os potenciais porquês de termos encontrado alterações relevantes nessa frequência, que não é usualmente observada em outros estudos.

Nossos resultados também apontaram ativação da região frontal, tanto para beta como para gama, com aumento da potência de gama nessa região durante ME e MI em

relação à MD, bem como da potência de beta durante a MI em relação à MD, corroborando estudos sobre atividade cerebral em resposta a estímulos musicais, os quais sugerem que atividade frontal esquerda está associada a músicas agradáveis e a direita, a músicas desagradáveis¹²⁶. Trochidis, Bigand¹²⁷ também observaram o mesmo padrão de resposta à música na região frontal, no entanto, eles categorizaram as músicas como agradáveis ou desagradáveis a partir da classificação de dissonância e consonância, em que músicas consonantes são consideradas agradáveis e dissonantes, desagradáveis em relação às bandas teta e, principalmente, alfa (consultar tópico 5.2.1). Desse modo, é razoável sugerir que a região frontal está fortemente envolvida no processamento musical, e que nossos resultados também apontam para isso, visto que foi a única região que apresentou potência aumentada, justamente nas tarefas envolvendo música, tanto para beta como para gama. Contudo, apesar de sabermos que a música específica é consonante e a inespecífica, dissonante, a partir da avaliação, através da ANOVA de duas vias Tarefa (RL, MD, ME, MI) x Região (FT, CT, TD, TE, OC), não pudemos aferir tal efeito, tendo em vista que essa análise da região frontal não foi realizada bilateralmente. Assim, optamos por repetir a ANOVA de duas vias, Tarefa x Região, subdividindo a região FT em frontal direita (FD) e frontal esquerda (FE), a fim avaliar se as diferenças encontradas na primeira ANOVA para a região FT têm relação com a teoria do processamento assimétrico bilateral da harmonia musical, como proposto por alguns autores^{127,147}. Entretanto, tal avaliação não apresentou diferenças significativas para as regiões FD e FE, o que já era esperado, considerando o grande número de comparações feitas e o reduzido tamanho da amostra que diminuíram o poder do teste.

Por conseguinte, realizamos uma avaliação utilizando o g_{av} de Hedges para aferir a magnitude do efeito das tarefas nas regiões FE e FD, utilizando apenas aquelas tarefas que foram significativas para a região FT, na primeira ANOVA (Tarefa x Região), para as potências beta e gama. Os resultados do tamanho de efeito demonstraram diferenças entre FE e FD apenas para a potência gama, apontando uma magnitude de efeito maior em FE do que em FD na avaliação MI (pré) x MD (pós) e maior em FD do que em FE, na avaliação MD (pré) x ME (pós), ou seja, a música inespecífica (dissonante) teve um efeito maior na região FE do que na região FD, na comparação MI x MD, e a música específica (consonante) teve um efeito maior na região FD do que na região FE, na comparação MD x ME. Já para a potência beta, não foram observadas diferenças nos tamanhos de efeito de FD e FE para as tarefas avaliadas. Este resultado discorda dos

estudos que propõem que atividade frontal esquerda está associada a músicas consonantes e a direita, a músicas dissonantes^{127,147}, o que, provavelmente, está relacionado ao fato de estarmos avaliando as potências das frequências beta e gama, sendo que tais estudos avaliaram apenas alfa e teta. Ainda, é possível que o fato de a música ser conhecida ou desconhecida também esteja desempenhando um papel nessa ativação.

Para todas as frequências avaliadas, nós não encontramos diferenças significativas entre RL e as demais tarefas, o que pode estar ligado ao método utilizado pelos meditadores Raja Yoga (BK), o qual inclui o relaxamento como uma das etapas do processo de indução do estado meditativo. No entanto, devemos considerar que o fato de as comparações realizadas entre o RL e as outras tarefas não serem significativamente diferentes (em todas as comparações feitas com RL) pode estar associado ao alto grau de variabilidade entre os indivíduos nos dados do RL (figuras 9 e 11), o que, por conseguinte, pode induzir a um resultado estatisticamente semelhante.

Além disso, é preciso levar em consideração a limitação do nosso estudo em relação ao tamanho da amostra e sua potencial influência sobre a variabilidade, embora a grande variabilidade observada no RL também possa ter sido induzida pela subjetividade na interpretação de tal tarefa pelos voluntários. Afinal, o comando dado aos voluntários foi “relaxe, mas não medite”, deixando-os livres para relaxarem da forma que desejassem, o que pode ter resultado em diferentes abordagens com diferentes respostas na atividade cerebral.

8.2 AVALIAÇÃO DO GRAU PONDERADO (K_p) DAS REDES BETA E GAMA

A partir das redes das frequências beta e gama e subsequente extração do grau ponderado (K_p), nosso estudo avaliou a conectividade cortical dessas redes nas quatro tarefas realizadas pelos voluntários. Assim, buscamos entender os efeitos combinados e comparativos da meditação Raja Yoga (BK) e de dois diferentes tipos de música utilizadas para fins meditativos, sendo uma familiar (música específica) e outra desconhecida (música inespecífica) pelos meditadores.

Diversos estudos buscaram avaliar os efeitos tanto da música, como da meditação, na atividade cerebral, entretanto, poucos foram os que correlacionaram tais temas em uma avaliação neurofisiológica. Assim, o presente estudo, dentro do nosso

conhecimento, é um dos pioneiros em utilizar RFC para avaliar os efeitos desses dois fatores (meditação e música) combinados.

Primeiramente, sabe-se que a meditação exerce influência no padrão de conectividade das RFC em comparação ao relaxamento, mesmo em indivíduos com apenas uma semana de treinamento em meditação⁹, o que não foi observado em nossos resultados, na comparação entre MD e RL, para nenhuma das duas faixas de frequência. Ainda, um outro estudo realizado por Hauswald, Übelacker, Leske, Weisz⁹³ trouxe evidências de que o cérebro de meditadores experientes exibe menor conectividade das RFC durante a meditação Zen, para faixa gama (100-245 Hz), em comparação ao relaxamento, sugerindo que o cérebro muda, do relaxamento para a meditação, indo de um estado de maior conexão para um de “desconexão” e alta especialização local, o que, posteriormente, foi confirmado por outros autores⁹⁶. Contudo, tais estudos também não corroboraram os nossos resultados para a comparação MD e RL na avaliação das redes de gama, o que pode se dar pela divergência de metodologias, já que os estudos citados acima analisaram as redes apenas de forma estática, diferente do presente estudo, em que avaliamos as redes de forma dinâmica.

Um estudo, com redes de modo padrão (DMN), demonstrou reduções importantes no centro cingulado posterior do DMN, juntamente com aumentos nas áreas frontal direita e temporal esquerda, em meditadores experientes durante o repouso e durante a meditação, em comparação a controles saudáveis, sugerindo que a meditação induz mudanças duradouras na dinâmica temporal das redes cerebrais⁹⁷, o que, traçando um paralelo com os nossos resultados, pode indicar a existência de um possível padrão, não necessariamente de maior conectividade cortical durante uma tarefa, mas de pouca alteração dessas redes ao longo das diferentes tarefas, justificando a semelhança estatística entre RL, MD e ME observada por nós, já que os voluntários do presente estudo estão habituados a meditar com a música específica (ME), bem como a meditar em silêncio (MD). Ademais, o RL, apesar de diferente da MD, é uma prática que compõe uma das etapas da meditação Raja Yoga (BK) e, por isso, pode potencialmente induzir uma resposta semelhante ao RL. No entanto, é de suma importância salientar que as comparações realizadas entre o RL e as demais tarefas, apesar de estatisticamente semelhantes (para todas as comparações feitas), exibiram um grau de variabilidade elevado, o que, conseqüentemente, dificultará a diferenciação entre as comparações feitas com essa tarefa, caso haja diferenças.

Adicionalmente, é importante esclarecer que compreendemos a limitação do nosso estudo no que diz respeito ao tamanho da amostra reduzida. Todavia, a grande variabilidade observada entre a média dos indivíduos, especialmente no RL, pode se dar pela subjetividade que tal tarefa representa, pois relaxar pode ser relativo para cada indivíduo. Para alguns, relaxar pode ser divagar sobre pensamentos relaxantes, por exemplo, enquanto, para outros, relaxar pode ser deixar-se envolver em um estado de sonolência.

Quanto à diferença de conectividade encontrada em MI em relação à ME e à MD, pode ter sido induzida pelo fator não habitual (música inespecífica/desconhecida) envolvido em MI, no entanto, não há evidências suficientes na literatura de que esse fator seja o responsável pelas diferenças encontradas em nosso estudo.

O aumento de conectividade cortical da rede beta durante MI em relação à MD, observado na comparação por hemisférios, acompanhado dos resultados significativos no *post-hoc* para interação tarefa e hemisfério, os quais apontam aumento da conectividade no HD entre a MI e as MD e ME, trazem alguns questionamentos. Primeiramente, sabe-se que, predominantemente, no HD, estão localizadas áreas de processamento musical inato, como mostrado por Perani et al.¹¹⁶, em seu estudo com recém-nascidos utilizando fMRI, em que verificou a ativação do hemisfério direito em resposta à música comparada ao silêncio, com a ativação mais fortemente induzida por músicas consonantes do que por músicas dissonantes. Já o hemisfério esquerdo, parece menos ativo durante o processamento musical, tendo sua ativação induzida por músicas consonantes e dissonantes de forma semelhante. Essas evidências, de certa forma, concordam com os nossos resultados no que diz respeito à ativação inata do hemisfério direito em resposta à música durante à MI em comparação à MD, no entanto, a música utilizada em MI trata-se de uma música dissonante, o que contradiz os resultados encontrados por Perani et al.¹¹⁶, já que encontramos maior ativação do HD na MI (música dissonante) em comparação à MD (música consonante) e em comparação à MD (silêncio), quando, na verdade, esperava-se que a ME (consonante) ativasse mais fortemente o HD tanto em relação à MI (dissonante), como em relação à MD (silêncio). Em nossa análise, sugerimos que essa discordância tenha se dado por conta da familiaridade com a música. Acreditamos na possibilidade de um processo de habituação dos meditadores em relação à música utilizada durante a ME, já que os mesmos relataram terem o hábito de meditar tanto com a música específica, como sem música alguma. Assim, a ativação do HD durante a MI pode ser decorrente do

simples fato de ser uma tarefa envolvendo música, em contrapartida, a familiaridade com a música pode ter feito com que a ativação do HD na MI (conhecida) fosse menos intensa do que a ativação do HD na MI (desconhecida), decorrente de uma habituação à música específica (conhecida). Isso também explicaria o fato de não termos encontrado diferenças significativas entre MD e ME, em nossos resultados. Além disso, não podemos deixar de ressaltar que, em nosso estudo, foi realizada uma análise com redes de frequência, em uma amostra de meditadores experientes, enquanto que, em tal estudo, a análise foi feita com fMRI, em uma amostra de recém-nascidos. Assim, embora esse trabalho citado¹¹⁶ seja bastante relevante e traga informações válidas para a discussão dos nossos resultados, as comparações feitas devem ser consideradas com ressalvas.

É importante considerar também que foi a primeira vez que os voluntários foram expostos à música utilizada na MI. Dessa forma, é provável que o resultado observado para conectividade tenha sido decorrente de um processo de assimilação da música, provavelmente de forma involuntária, considerando que os voluntários estão focados na prática meditativa. Um estudo, comparando diferentes tipos de música, observou que o estímulo causado por uma música relaxante induz o aumento de dessincronização global em beta, enquanto que uma música agressiva/excitante/de andamento rápido gera aumento da sincronização em beta¹⁴⁸. Nicolaou et al.¹³⁷ sugerem ainda que, quanto mais rápido o andamento da música, maior a ativação em beta. No entanto, isso não concorda com os nossos achados, em que observamos maior conectividade de beta em MI comparado à ME e MD, visto que ambas as músicas utilizadas são de andamento lento e, portanto, não se esperaria que apresentassem aumento de conectividade. Nesse caso, a dissonância e a não familiaridade com a música podem estar induzindo esse aumento de conectividade.

A música utilizada em MI, embora também seja utilizada para fins meditativos, foi descrita como “estranha” e “assustadora” por alguns dos meditadores que expressaram seus relatos após o experimento, indicando que tal música pode ter gerado um estímulo aversivo em alguns dos voluntários, muito provavelmente, pelo caráter dissonante que a música inespecífica possui. Isso, entretanto, não está de acordo com um estudo realizado por Varotto et al.¹³, que demonstrou que estímulos musicais prazerosos (consonantes) causam aumento das conexões cerebrais, enquanto que estímulos não prazerosos (dissonantes) não causam efeitos nessas conexões quando comparado a um estado controle de repouso, já que o aumento de conectividade, em nossos resultados foi observado justamente na MI, ou seja, durante a meditação com a

música dissonante.

Trabalhos utilizando uma avaliação da indução bilateral causada por diferentes músicas sugerem que há uma maior atividade frontal esquerda ao ouvir música agradável (consonante) e direita ao ouvir música desagradável (dissonante) para as bandas alfa e teta^{127,147}. De acordo com os nossos resultados, houve aumento de conectividade de beta no hemisfério direito em MI em relação à MD e ME, assim como um aumento da conectividade em MI comparado à ME na região frontal, tanto para beta como para gama. Assim, com base nos resultados para hemisfério e região em conjunto, a princípio poderíamos inferir, de forma superficial, a possibilidade de que a área com maior conectividade tenha sido a frontal direita, o que estaria de acordo com os estudos citados acima, a respeito da ativação frontal em resposta à assimilação musical.

Dessa forma, para compreendermos melhor o aumento da conectividade cortical frontal das redes beta e gama e sua potencial correlação com o processamento da estrutura harmônica musical, optamos por repetir a ANOVA de duas vias (Tarefa x Região), subdividindo a região FT em FD e FE. Entretanto, tal teste não apontou resultados significativos, provavelmente por conta do grande número de comparações e também pelo tamanho reduzido da amostra. Assim, optamos por realizar uma avaliação da magnitude de efeito (g_{av} de Hedges) do grau ponderado das redes beta e gama para FD e FE, comparando os pares de tarefas que foram significativos na primeira ANOVA para FT (toda região frontal), com o intuito de avaliar o tamanho do efeito de tais tarefas e compará-las entre as regiões FD e FE. Os resultados, tanto para a conectividade de beta, como para a conectividade de gama, foram semelhantes estatisticamente quando comparamos o tamanho de efeito das regiões FD e FE, em todas as comparações realizadas (beta: MD x MI e ME x MI e gama: MD x MI). Isso não corroborou os estudos sobre processamento musical assimétrico na região frontal^{127,147}. No entanto, tais trabalhos trazem uma abordagem metodológica distinta da nossa análise, em que eles avaliaram as frequências alfa e teta com EEGq, e nós avaliamos a conectividade cortical das redes de frequência beta e gama, o que faz, portanto, com que essas informações sejam complementares, e não divergentes das nossas. É importante também considerar que existe o fator meditação que pode ter contribuído para a semelhança estatística entre os tamanhos de efeitos das regiões FD e FE, ou seja, é possível que, por se tratarem de meditadores experientes, os quais têm padrões de atividade cerebral diferente de não meditadores, o processamento musical seja diferente.

Ademais, é preciso salientar que, apesar de todos os estudos citados acima

lançarem uma luz sobre os nossos resultados, uma análise como esta, envolvendo tantos fatores e tantas formas avaliativas que ainda carecem de exploração na literatura, torna difícil a elaboração de conclusões. Pudemos observar, contudo, que o fator música exerce uma influência na atividade cerebral durante a meditação, já que, na ANOVA realizada para a avaliação da conectividade das redes beta e gama, foram observadas diferenças significativas apenas nas comparações com tarefas envolvendo música, o que pode estar ligado tanto à estrutura harmônica das músicas, como à familiaridade. No caso da familiaridade, há a possibilidade de as diferenças observadas terem sido causadas por um efeito de habituação durante a música específica e não habituação durante a música inespecífica, todavia, não temos dados suficientes que deem suporte a essa hipótese. Ainda, o efeito da tarefa meditação em interação com as músicas, bem como do tempo de experiência dos meditadores, pode exercer influência nos mecanismos neurais envolvidos no processamento musical, o que possivelmente teve influência sobre os nossos resultados, embora não possamos afirmar, visto que não foi possível aferir a influência de tais fatores de forma específica.

9 CONCLUSÃO

A meditação é uma prática com diferentes nuances, que pode induzir diferentes respostas fisiológicas e neurofisiológicas, a depender do tipo de prática, do tempo de experiência, ou mesmo de ferramentas utilizadas por seus praticantes durante suas rotinas meditativas.

A escuta de música por si só já induz inúmeros efeitos nas emoções e no corpo, nos levando a questionar os potenciais efeitos na atividade cerebral dessa prática combinada à meditação, bem como o efeito de diferentes tipos de música nesse contexto.

Em nossa primeira hipótese, nós sugerimos que haveria um aumento das potências alfa e teta durante a MD em comparação ao RL, baseado em estudos relevantes na literatura que corroboram essa hipótese. No entanto, nós não encontramos tais diferenças para alfa e teta, ou para as demais frequências avaliadas.

Para a segunda hipótese, nós buscamos entender potenciais efeitos que uma música específica ou familiar, uma música inespecífica ou não familiar e o silêncio podem induzir na potência das diferentes frequências cerebrais durante a prática meditativa, em especial, nas frequências alfa e teta. E observamos um aumento da potência gama durante a MI em relação à ME e em relação à MD na região frontal, bem como um aumento da potência beta na MI em relação à MD, também na região frontal. Com tamanho de efeito maior para a região FE em MI comparado à ME, e também maior na região FD em ME comparado à MD para potência gama.

Na terceira hipótese, também propomos que as RFC deveriam apresentar padrões de conectividade diferentes entre a MD e o RL. Diferença que não encontramos em nossos resultados para o grau ponderado das redes de beta e gama.

E, para nossa quarta e última hipótese, sugerimos que as RFC apresentariam padrões de conectividade diferentes entre a MD, ME e a MI. Isso foi evidenciado a nível de hemisfério e de região em nossos resultados. Primeiramente, vimos que o grau ponderado das redes de gama apresentou diferença significativa entre as tarefas, contudo, sem diferenças significativas no *post-hoc*. No entanto, observamos um aumento da conectividade cortical da rede gama durante a MI em relação à MD, na região frontal. Para a rede beta, observamos aumento significativo da conectividade durante a MI em relação à MD, na comparação de todos os hemisférios de forma pareada, bem como aumento da conectividade durante a MI em relação à ME e à MD, apenas no hemisfério direito. Ademais, observamos aumento da conectividade da rede

beta durante a MI em relação à ME e à MD, também na região frontal, sem diferenças entre os tamanhos de efeito das regiões FD e FE nas comparações entre as tarefas avaliadas para ambas as redes de frequência (beta e gama).

Dados esses resultados, sugerimos que diferentes tipos de música influenciam na atividade cerebral de meditadores experientes durante a prática meditativa, especialmente nas potências beta e gama na região frontal, bem como na conectividade da mesma, e que a região frontal parece desempenhar um papel importante no processamento musical durante a meditação. Além disso, observamos a interação entre meditação e música induz efeitos distintos para potência e para grau ponderado das redes de frequência, indicando que tais análises são complementares, trazendo informações distintas.

Acreditamos também que a estrutura da música e a sua capacidade de induzir uma resposta prazerosa ou desprazerosa pode ser um fator para as alterações na atividade cerebral observadas neste estudo, as quais podem também estar relacionadas à familiaridade dos meditadores com a música e, evidentemente, à própria interação com a meditação, ou mesmo o longo tempo de experiência dos voluntários que compõem a amostra.

Os nossos resultados de tamanho de efeito, a fim de buscar compreender os potenciais efeitos das músicas consonante (ME) e dissonante (MI) nas regiões FE e FD, trazem mais informações a respeito do processamento assimétrico bilateral frontal de músicas com diferentes estruturas harmônicas, já que não encontramos estudos que tenham avaliado esses efeitos utilizando as potências beta e gama, ou mesmo redes de frequência beta e gama. Dessa forma, o nosso estudo agrega aos trabalhos já vistos na literatura que buscaram avaliar as frequências alfa e teta. No entanto, pesquisas adicionais seriam necessárias para compreendermos, com mais clareza, quais características da música podem realmente estar envolvidas nesses processos de ativação cerebral e como a prática meditativa interage com essa ativação.

Considerando as diferenças entre os nossos resultados e as premissas das nossas hipóteses, baseadas em estudos já publicados na literatura, reforçamos a importância da ampliação de estudos sobre meditação e meditação com música no campo da neurociência para que, assim, possamos compreender mais a fundo as diferentes formas de meditação, bem como as induções que diferentes tipos de música causam na atividade cerebral durante a prática meditativa. Acreditamos também que o crescente

número de publicações utilizando RFC, tanto nesta como em outras áreas, possa trazer luz às lacunas que ainda ficam.

REFERÊNCIAS

1. Newberg AB, Iversen J. The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations. *Med Hypotheses*. 2003 Aug;61(2):282-91.
2. Lagopoulos J, Xu J, Rasmussen I, Vik A, Malhi GS, Eliassen CF, et al. Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *J Altern Complement Med*. 2009 Nov;15(11):1187-92.
3. Innes KE, Selfe TK, Khalsa DS, Kandati S. Meditation and music improve memory and cognitive function in adults with subjective cognitive decline: a pilot randomized controlled trial. *J Alzheimers Dis*. 2017;56(3):899-916.
4. Koelsch S. Brain correlates of music-evoked emotions. *Nat Rev Neurosci*. 2014 Mar;15(3):170-80.
5. Peck KJ, Girard TA, Russo FA, Fiocco AJ. Music and memory in Alzheimer's disease and the potential underlying mechanisms. *J Alzheimers Dis*. 2016;51(4):949-59.
6. Aftanas LI, Golocheikine SA. Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: high-resolution EEG investigation of meditation. *Neurosci Lett*. 2001 Sept 7;310(1):57-60.
7. Costa NL de S, Toutain TGL de O, Miranda JGV, Baptista AF, Sena EP de. Frequência Alfa na meditação Gurdjieff. *Rev Ciênc Méd Biol*. 2020 Dec 30;19(4):531-6.
8. Takahashi T, Murata T, Hamada T, Omori M, Kosaka H, Kikuchi M, et al. Changes in EEG and autonomic nervous activity during meditation and their association with personality traits. *Int J Psychophysiol*. 2005 Feb;55(2):199-207.
9. Xue S-W, Tang Y-Y, Tang R, Posner MI. Short-term meditation induces changes in brain resting EEG theta networks. *Brain Cogn*. 2014 June;87:1-6.
10. Jo J-M. Analysis of EEG Characteristics for the effectiveness verification of meditation music. *J Korea institute electronic communication sciences*. 2014;9(10):1139-44.
11. Craig J. Music therapy to reduce agitation in dementia. *Nurs Times*. 2014 Aug 6;110(32-33):12-5.
12. Tan X, Yowler CJ, Super DM, Fratianne RB. The Interplay of Preference, Familiarity and Psychophysical Properties in Defining Relaxation Music. *J Music Ther*. 2012;49(2):150-79.

13. Varotto G, Fazio P, Rossi Sebastiano D, Avanzini G, Franceschetti S, Panzica F, et al. Music and emotion: an EEG connectivity study in patients with disorders of consciousness. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2012;2012:5206-9.
14. Braboszcz C, Cahn BR, Levy J, Fernandez M, Delorme A. Increased Gamma brainwave amplitude compared to control in three different meditation traditions. *PLoS One.* 2017 Jan 24;12(1):e0170647.
15. Judith A. Cohen, Cheryl Laskowski, Betty A. Rambur. The experience of movement meditation: a dance of rhythmic paradox and time. *Int J Hum Caring.* 2008 Apr 1;12(3):65-73.
16. Sharma K, Achermann P, Panwar B, Sahoo S, Angarai R, Pascual-Marqui RD, et al. Brain-electric activity during eyes open Brahma Kumaris Rajayoga meditation. *Religious Studies [Internet].* 2020 May 8 [cited 2021 Sept 24]. Available from: <https://mindrxiv.org/e48bv/>
17. Kasamatsu A, Hirai T. An electroencephalographic study on the zen meditation (Zazen). *Folia Psychiatr Neurol Jpn.* 1966;20(4):315-36.
18. Jo J-M. Analysis of EEG Characteristics for the effectiveness verification of meditation music. 2014.
19. Kaundinya SD, Kaundinya DV. Meditation [Dhyan] versus relaxation a review with comprehensive bibliography. *Int J Basic Appl Physiol.* 2013;2(1):18.
20. Jadhav N, Manthalkar R, Joshi Y. Effect of meditation on emotional response: an EEG-based study. *Biomed Signal Process Control.* 2017 Apr 1;34:101-13.
21. Cahn BR, Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychol Bull.* 2006 Mar;132(2):180-211.
22. Lutz A, Slagter HA, Dunne JD, Davidson RJ. Attention regulation and monitoring in meditation. *Trends Cogn Sci.* 2008 Apr;12(4):163-9.
23. Fell J, Axmacher N, Haupt S. From alpha to gamma: electrophysiological correlates of meditation-related states of consciousness. *Med Hypotheses.* 2010 Aug;75(2):218-24.
24. Alexander CN, Langer EJ, Newman RI, Chandler HM, Davies JL. Transcendental meditation, mindfulness, and longevity: an experimental study with the elderly. *J Pers Soc Psychol.* 1989 Dec;57(6):950-64.
25. Khanna S, Greeson JM. A Narrative review of yoga and mindfulness as complementary therapies for addiction. *Complement Ther Med.* 2013 June;21(3):244-52.
26. Vøllestad J, Nielsen MB, Nielsen GH. Mindfulness- and acceptance-based interventions for anxiety disorders: a systematic review and meta-analysis. *Br J Clin Psychol.* 2012 Sept;51(3):239-60.

27. Janakiramaiah N, Gangadhar BN, Naga Venkatesha Murthy PJ, Harish MG, Subbakrishna DK, Vedamurthachar A. Antidepressant efficacy of Sudarshan Kriya Yoga (SKY) in melancholia: a randomized comparison with electroconvulsive therapy (ECT) and imipramine. *J Affect Disord*. 2000 Mar;57(1-3):255-9.
28. Lakhan SE, Schofield KL. Mindfulness-based therapies in the treatment of somatization disorders: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2013;8(8):e71834.
29. Jacobs TL, Epel ES, Lin J, Blackburn EH, Wolkowitz OM, Bridwell DA, et al. Intensive meditation training, immune cell telomerase activity, and psychological mediators. *Psychoneuroendocrinology*. 2011 June;36(5):664-81.
30. Grossman P, Niemann L, Schmidt S, Walach H. Mindfulness-based stress reduction and health benefits. A meta-analysis. *J Psychosom Res*. 2004 July;57(1):35-43.
31. Jha AP, Stanley EA, Kiyonaga A, Wong L, Gelfand L. Examining the protective effects of mindfulness training on working memory capacity and affective experience. *Emotion*. 2010 Feb;10(1):54-64.
32. Aftanas L, Golosheykin S. Impact of regular meditation practice on EEG activity at rest and during evoked negative emotions. *Int J Neurosci*. 2005 June;115(6):893-909.
33. Farb NAS, Anderson AK, Mayberg H, Bean J, McKeon D, Segal ZV. Minding One's Emotions: mindfulness training alters the neural expression of sadness. *Emotion*. 2010 Feb;10(1):25-33.
34. Chan D, Woollacott M. Effects of level of meditation experience on attentional focus: is the efficiency of executive or orientation networks improved? *J Altern Complement Med*. 2007 Aug;13(6):651-7.
35. Hodgins HS, Adair KC. Attentional processes and meditation. *Consciousness and Cognition*. 2010 Dec 1;19(4):872-8.
36. Pagnoni G, Cekic M. Age effects on gray matter volume and attentional performance in Zen meditation. *Neurobiol Aging*. 2007 Oct;28(10):1623-7.
37. Barnes VA, Treiber FA, Davis H. Impact of transcendental meditation on cardiovascular function at rest and during acute stress in adolescents with high normal blood pressure. *J Psychosom Res*. 2001 Oct;51(4):597-605.
38. Anderson JW, Liu C, Kryscio RJ. Blood pressure response to transcendental meditation: a meta-analysis. *Am J Hypertens*. 2008 Mar;21(3):310-6.
39. Zamarra JW, Schneider RH, Besseghini I, Robinson DK, Salerno JW. Usefulness of the transcendental meditation program in the treatment of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 1996 Apr 15;77(10):867-70.

40. Cunningham C, Brown S, Kaski JC. Effects of transcendental meditation on symptoms and electrocardiographic changes in patients with cardiac syndrome X. *Am J Cardiol.* 2000 Mar 1;85(5):653-5, A10.
41. Tang Y-Y, Ma Y, Wang J, Fan Y, Feng S, Lu Q, et al. Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *PNAS.* 2007 Oct 23;104(43):17152-6.
42. Schneider RH, Nidich SI, Salerno JW, Sharma HM, Robinson CE, Nidich RJ, et al. Lower lipid peroxide levels in practitioners of the Transcendental Meditation program. *Psychosom Med.* 1998 Feb;60(1):38-41.
43. Davidson RJ, Kabat-Zinn J, Schumacher J, Rosenkranz M, Muller D, Santorelli SF, et al. Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. *Psychosom Med.* 2003 Aug;65(4):564-70.
44. Sahu A, Dubey DSP. Rajyoga Meditation and effects: a comprehensive review [Internet]. 2016 [cited 2021 Nov 1]. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Rajyoga-Meditation-and-Effects%3A-A-Comprehensive-Sahu-Dubey/4fea3a227f5639fb461634ac4d64bafaf33f91ba>
45. Maini S, Kaur H, Maini N. Effect of rajyoga meditation on the heart rate, blood pressure and ECG. *J Clin Diagn Res.* 2011;5:4.
46. Brahma Kumaris. Brahma Kumaris Brasil - Home [Internet]. 2021 [cited 2021 Nov 21]. Available from: <https://www.brahmakumaris.org.br/>
47. Brahma Kumaris Brasil - Home [Internet]. [cited 2021 Nov 1]. Available from: <https://www.brahmakumaris.org.br/>
48. Ramsay T, Manderson L, Smith W. Changing a Mountain into a mustard seed: spiritual practices and responses to disaster among new york brahma kumaris. *J Contemp Relig.* 2010 Jan 1;25:89-105.
49. Toutain TG, Baptista AF, Japyassú HF, Rosário RS, Porto JA, Campbell FQ, et al. Does meditation lead to a stable mind? Synchronous stability and time-varying graphs in meditators. *J Complex Netw* [Internet]. 2021 Mar 7 [cited 2021 Nov 11];8(6). Available from: <https://doi.org/10.1093/comnet/cnaa049>
50. Toutain T. Estudo da conectividade cortical em estado alterado de consciência: meditação [Internet]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2016 [cited 2021 Nov 10]. Available from: <https://www.google.com/search?q=ESTUDO+DA+CONECTIVIDADE+CORTICAL+EM+ESTADO+ALTERADO+DE+CONSCIE%CC%82NCIA%3A+MEDITAC%CC%A7A%CC%83O&oq=ESTUDO+DA+CONECTIVIDADE+CORTICAL+EM+ESTADO+ALTERADO+DE+CONSCIE%CC%82NCIA%3A+MEDITAC%CC%A7A%CC%83O&aqs=chrome.0.69i5912.545j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
51. Toutain TGL de O, Rosário R, Mendes CMC, Sena EP de. Alfa no estado alterado de consciência: meditação raja yoga. *Rev Ciênc Méd Biol.* 2019 July 3;18(1):38-43.

52. Jadhav N, Manthalkar R, Joshi Y. Effect of meditation on emotional response: an EEG-based study. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2017 Apr 1;34:101-13.
53. Faber PL, Lehmann D, Gianotti LRR, Milz P, Pascual-Marqui RD, Held M, et al. Zazen meditation and no-task resting EEG compared with LORETA intracortical source localization. *Cogn Process*. 2015 Feb;16(1):87-96.
54. Saby JN, Marshall PJ. The utility of EEG band power analysis in the study of infancy and early childhood. *Dev Neuropsychol*. 2012;37(3):253-73.
55. Berger H. Über das Elektrenkephalogramm des menschen. *Dtsch Med Wochenschr*. 1934 Dec;60(51):1947-9.
56. Ray WJ, Cole HW. EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*. 1985 May 10;228(4700):750-2.
57. Cooper NR, Burgess AP, Croft RJ, Gruzelier JH. Investigating evoked and induced electroencephalogram activity in task-related alpha power increases during an internally directed attention task. *Neuroreport*. 2006 Feb 6;17(2):205-8.
58. Jensen O, Gelfand J, Kounios J, Lisman JE. Oscillations in the alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task. *Cereb Cortex*. 2002 Aug;12(8):877-82.
59. Fink A, Benedek M. EEG alpha power and creative ideation. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014 July 1;44:111-23.
60. Banquet JP. Spectral analysis of the EEG in meditation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1973 Aug;35(2):143-51.
61. Taneli B, Krahe W. EEG changes of transcendental meditation practitioners. *Adv Biol Psychiatry*. 1987;16:41-71.
62. Travis F. Autonomic and EEG patterns distinguish transcending from other experiences during Transcendental Meditation practice. *Int J Psychophysiol*. 2001 Aug;42(1):1-9.
63. Wallace RK. Physiological effects of transcendental meditation. *Science*. 1970 Mar 27;167(3926):1751-4.
64. Corby JC, Roth WT, Zarcone VP, Kopell BS. Psychophysiological correlates of the practice of Tantric Yoga meditation. *Arch Gen Psychiatry*. 1978 May;35(5):571-7.
65. Aftanas LI, Golosheikin SA. [Changes in cortical activity during altered state of consciousness: study of meditation by high resolution EEG]. *Fiziol Cheloveka*. 2003 Apr;29(2):18-27.
66. Zhang JZ, Li JZ, He QN. Statistical brain topographic mapping analysis for EEGs recorded during Qi Gong state. *Int J Neurosci*. 1988 Feb;38(3-4):415-25.

67. Henz D, Schöllhorn WI. EEG Brain activity in dynamic health qigong training: same effects for mental practice and physical training? *Front Psychol.* 2017;8:154.
68. Satyanarayana M, Rajeswari KR, Rani NJ, Krishna CS, Rao PV. Effect of Santhi Kriya on certain psychophysiological parameters: a preliminary study. *Indian J Physiol Pharmacol.* 1992 Apr;36(2):88-92.
69. Dunn BR, Hartigan JA, Mikulas WL. Concentration and mindfulness meditations: unique forms of consciousness? *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 1999 Sept;24(3):147-65.
70. Lutz A, Greischar LL, Rawlings NB, Ricard M, Davidson RJ. Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004 Nov 16;101(46):16369-73.
71. Tei S, Faber PL, Lehmann D, Tsujiuchi T, Kumano H, Pascual-Marqui RD, et al. Meditators and non-meditators: EEG source imaging during resting. *Brain Topogr.* 2009 Nov;22(3):158-65.
72. Yang SH, Yang QF, Shi JM. [Observation of electroencephalogram spectrum changes over one year of Qigong training]. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi.* 1994 Nov;14(11):643-6.
73. Thomas J, Jamieson G, Cohen M. Low and then high frequency oscillations of distinct right cortical networks are progressively enhanced by medium and long term Satyananda Yoga meditation practice. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:197.
74. Cervone RL, Blum AS. Normal variant EEG patterns. In: Blum AS, Rutkove SB, editors. *The clinical neurophysiology primer* [Internet]. Totowa: Humana Press; 2007 [cited 2021 Sept 18]. p. 83-100. Available from: https://doi.org/10.1007/978-1-59745-271-7_7
75. Hebert R, Lehmann D. Theta bursts: an EEG pattern in normal subjects practising the transcendental meditation technique. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1977 Mar;42(3):397-405.
76. Stigsby B, Rodenberg JC, Moth HB. Electroencephalographic findings during mantra meditation (transcendental meditation). A controlled, quantitative study of experienced meditators. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1981 Apr;51(4):434-42.
77. Fenwick PB, Donaldson S, Gillis L, Bushman J, Fenton GW, Perry I, et al. Metabolic and EEG changes during transcendental meditation: an explanation. *Biol Psychol.* 1977 June;5(2):101-18.
78. Harne BP, Hiwale AS. EEG spectral analysis on OM mantra meditation: a pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2018 June;43(2):123-9.
79. Mari-Acevedo J, Yelvington K, Tatum WO. Normal EEG variants. *Handb Clin Neurol.* 2019;160:143-60.

80. Cahn BR, Delorme A, Polich J. Event-related delta, theta, alpha and gamma correlates to auditory oddball processing during Vipassana meditation. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2013 Jan;8(1):100-11.
81. Lazar SW, Kerr CE, Wasserman RH, Gray JR, Greve DN, Treadway MT, et al. Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*. 2005 Nov 28;16(17):1893-7.
82. Lehmann D, Faber PL, Tei S, Pascual-Marqui RD, Milz P, Kochi K. Reduced functional connectivity between cortical sources in five meditation traditions detected with lagged coherence using EEG tomography. *Neuroimage*. 2012 Apr 2;60(2):1574-86.
83. Badawi K, Wallace RK, Orme-Johnson D, Rouzere AM. Electrophysiologic characteristics of respiratory suspension periods occurring during the practice of the transcendental meditation program. *Psychosom Med*. 1984 June;46(3):267-76.
84. Sagar M, King BG, Zanesco AP, MacLean KA, Aichele SR, Jacobs TL, et al. Intensive training induces longitudinal changes in meditation state-related EEG oscillatory activity. *Front Hum Neurosci*. 2012 Sept 10;6:256.
85. Gaillard R, Dehaene S, Adam C, Clémenceau S, Hasboun D, Baulac M, et al. Converging Intracranial Markers of Conscious Access. *PLOS Biology*. 2009 Mar 17;7(3):e1000061.
86. Varela F, Lachaux JP, Rodriguez E, Martinerie J. The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. *Nat Rev Neurosci*. 2001 Apr;2(4):229-39.
87. Jokisch D, Jensen O. Modulation of gamma and alpha activity during a working memory task engaging the dorsal or ventral stream. *J Neurosci*. 2007 Mar 21;27(12):3244-51.
88. Lachaux J-P, George N, Tallon-Baudry C, Martinerie J, Hugueville L, Minotti L, et al. The many faces of the gamma band response to complex visual stimuli. *Neuroimage*. 2005 Apr 1;25(2):491-501.
89. Landau AN, Esterman M, Robertson LC, Bentin S, Prinzmetal W. Different effects of voluntary and involuntary attention on eeg activity in the gamma band. *J Neurosci*. 2007 Oct 31;27(44):11986-90.
90. Tallon-Baudry C, Bertrand O, Hénaff M-A, Isnard J, Fischer C. Attention modulates gamma-band oscillations differently in the human lateral occipital cortex and fusiform gyrus. *Cereb Cortex*. 2005 May;15(5):654-62.
91. Conner CR, Ellmore TM, Pieters TA, DiSano MA, Tandon N. Variability of the relationship between electrophysiology and BOLD-fMRI across cortical regions in humans. *J Neurosci*. 2011 Sept 7;31(36):12855-65.
92. Logothetis NK, Pauls J, Augath M, Trinath T, Oeltermann A. Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*. 2001 July 12;412(6843):150-7.

93. Hauswald A, Übelacker T, Leske S, Weisz N. What it means to be Zen: marked modulations of local and interareal synchronization during open monitoring meditation. *Neuroimage*. 2015 Mar;108:265–73.
94. Hinterberger T, Schmidt S, Kamei T, Walach H. Decreased electrophysiological activity represents the conscious state of emptiness in meditation. *Front Psychol*. 2014 Feb 17;5:99.
95. van Lutterveld R, van Dellen E, Pal P, Yang H, Stam CJ, Brewer J. Meditation is associated with increased brain network integration. *Neuroimage*. 2017 Sept;158:18-25.
96. Jao T, Li C-W, Vértes PE, Wu CW, Achard S, Hsieh C-H, et al. Large-Scale Functional brain network reorganization during taoist meditation. *Brain Connect*. 2016 Feb;6(1):9-24.
97. Panda R, Bharath RD, Upadhyay N, Mangalore S, Chennu S, Rao SL. Temporal dynamics of the default mode network characterize meditation-induced alterations in consciousness. *Front Hum Neurosci*. 2016 July 22;10:372.
98. Knight WE, Rickard NS. Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J Music Ther*. 2001;38(4):254-72.
99. Sharman L, Dingle GA. Extreme metal music and anger processing. *Front Hum Neurosci*. 2015;9:272.
100. Van den Tol AJM, Edwards J. Exploring a rationale for choosing to listen to sad music when feeling sad. *Psychol Music*. 2013 July 1;41(4):440-65.
101. Kamioka H, Tsutani K, Yamada M, Park H, Okuizumi H, Tsuruoka K, et al. Effectiveness of music therapy: a summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of music interventions. *Patient Prefer Adherence*. 2014;8:727-54.
102. Särkämö T, Tervaniemi M, Laitinen S, Numminen A, Kurki M, Johnson JK, et al. Cognitive, emotional, and social benefits of regular musical activities in early dementia: randomized controlled study. *Gerontologist*. 2014 Aug;54(4):634-50.
103. Australian Psychological Society. Stress & wellbeing how australians are coping with life [Internet]. 2015 [cited 2021 Nov 21]. Available from: <https://www.google.com/search?q=Stress+%26+wellbeing+HOW+AUSTRALIANS+ARE+COPING+WITH+LIFE&oq=Stress+%26+wellbeing+HOW+AUSTRALIANS+ARE+COPING+WITH+LIFE&aqs=chrome..69i57j69i60.415j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
104. Hunter PG, Glenn Schellenberg E, Stalinski SM. Liking and identifying emotionally expressive music: age and gender differences. *J Exp Child Psychol*. 2011 Sept;110(1):80-93.

105. Randall WM, Rickard NS, Vella-Brodrick DA. Emotional outcomes of regulation strategies used during personal music listening: a mobile experience sampling study. *Musicae Scientiae*. 2014;18(3):275–91.
106. Weth K, Raab M, Carbon C-C. Investigating emotional responses to self-selected sad music via self-report and automated facial analysis. *Musicae Scientiae*. 2015 Sept 23;19:412-32.
107. Lundqvist L-O, Carlsson F, Hilmersson P, Juslin PN. Emotional responses to music: experience, expression, and physiology. *Psychol Music*. 2009 Jan 1;37(1):61-90.
108. Lee-Harris G, Timmers R, Humberstone N, Blackburn D. Music for relaxation: a comparison across two age groups. *J Music Ther*. 2018 Dec 11;55(4):439-62.
109. Huron D. Sweet anticipation: music and the psychology of expectation. V. 1. 2006.
110. Laukka P, Juslin PN. Similar patterns of age-related differences in emotion recognition from speech and music. *Motiv Emot*. 2007;31(3):182-91.
111. Vieillard S, Gilet A-L. Age-related differences in affective responses to and memory for emotions conveyed by music: a cross-sectional study. *Front Psychol*. 2013;4:711.
112. Kim H, Lee M-H, Chang H-K, Lee T-H, Lee H-H, Shin M-C, et al. Influence of prenatal noise and music on the spatial memory and neurogenesis in the hippocampus of developing rats. *Brain Dev*. 2006 Mar;28(2):109-14.
113. Angelucci F, Fiore M, Ricci E, Padua L, Sabino A, Tonali PA. Investigating the neurobiology of music: brain-derived neurotrophic factor modulation in the hippocampus of young adult mice. *Behav Pharmacol*. 2007 Sept;18(5-6):491-6.
114. Trainor LJ, McDonald KL, Alain C. Automatic and controlled processing of melodic contour and interval information measured by electrical brain activity. *J Cogn Neurosci*. 2002 Apr 1;14(3):430-42.
115. Zentner M, Eerola T. Rhythmic engagement with music in infancy. *PNAS*. 2010 Mar 30;107(13):5768-73.
116. Perani D, Saccuman MC, Scifo P, Spada D, Andreolli G, Rovelli R, et al. Functional specializations for music processing in the human newborn brain. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2010 Mar 9;107(10):4758-63.
117. Sammler D, Grigutsch M, Fritz T, Koelsch S. Music and emotion: electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music. *Psychophysiology*. 2007 Mar;44(2):293-304.
118. Demorest SM, Morrison SJ, Stambaugh LA, Beken M, Richards TL, Johnson C. An fMRI investigation of the cultural specificity of music memory. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2010;5(2-3):282-91.

119. Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosci*. 2011 Feb;14(2):257-62.
120. Bhattacharya J, Petsche H. Musicians and the gamma band: a secret affair? *Neuroreport*. 2001 Feb 12;12(2):371-4.
121. Platel H, Price C, Baron JC, Wise R, Lambert J, Frackowiak RS, et al. The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Brain*. 1997 Feb;120(2):229-43.
122. Nakamura S, Sadato N, Oohashi T, Nishina E, Fuwamoto Y, Yonekura Y. Analysis of music-brain interaction with simultaneous measurement of regional cerebral blood flow and electroencephalogram beta rhythm in human subjects. *Neurosci Lett*. 1999 Nov 19;275(3):222-6.
123. Kay BP, Meng X, Difrancesco MW, Holland SK, Szaflarski JP. Moderating effects of music on resting state networks. *Brain Res*. 2012 Apr 4;1447:53-64.
124. Davidson RJ. EEG measures of cerebral asymmetry: conceptual and methodological issues. *Int J Neurosci*. 1988 Mar;39(1-2):71-89.
125. Davidson RJ, Ekman P, Saron CD, Senulis JA, Friesen WV. Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: emotional expression and brain physiology. I. *J Pers Soc Psychol*. 1990 Feb;58(2):330-41.
126. Schmidt LA, Trainor LJ. Frontal brain electrical activity (EEG) distinguishes valence and intensity of musical emotions. *Cogn Emotion*. 2001;15(4):487-500.
127. Trochidis K, Bigand E. EEG-based emotion perception during music listening. 2012.
128. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermudez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci*. 1999 Apr;2(4):382-7.
129. Trainor L. Frontal brain electrical activity (EEG) distinguishes valence and intensity of musical emotions. *Cogn Emotion*. 2001 July 1;15:487-500.
130. Wedin L. A multidimensional study of perceptual-emotional qualities in music. *Scand J Psychol*. 1972;13(4):241-57.
131. Wilkins RW, Hodges DA, Laurienti PJ, Steen M, Burdette JH. Network science and the effects of music preference on functional brain connectivity: from Beethoven to Eminem. *Sci Rep*. 2014 Aug 28;4(1):6130.
132. Wu J, Zhang J, Ding X, Li R, Zhou C. The effects of music on brain functional networks: a network analysis. *Neuroscience*. 2013 Oct 10;250:49-59.
133. Innes KE, Selfe TK, Kandati S, Wen S, Huysmans Z. Effects of mantra meditation versus music listening on knee pain, function, and related outcomes in

- older adults with knee osteoarthritis: an exploratory Randomized Clinical Trial (RCT). *Evid Based Complement Alternat Med.* 2018;2018:7683897.
134. Innes KE, Selfe TK, Khalsa DS, Kandati S. Effects of Meditation versus music listening on perceived stress, mood, sleep, and quality of life in adults with early memory loss: a pilot randomized controlled trial. *J Alzheimers Dis.* 2016 Apr 8;52(4):1277-98.
 135. Sorensen S, Steindl SR, Dingle GA, Garcia A. Comparing the effects of Loving-Kindness Meditation (LKM), music and lkm plus music on psychological well-being. *J Psychol.* 2019;153(3):267-87.
 136. Henz D, Taenny P, Schöllhorn W. Attentional effects of practising qigong with and without music: an eeg study. 2014. S35 p.
 137. Nicolaou N, Malik A, Daly I, Weaver J, Hwang F, Kirke A, et al. Directed motor-auditory EEG Connectivity is modulated by music tempo. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:502.
 138. Lima MRR de, Figueiredo SLF de. *Exercícios de Teoria musical: uma abordagem prática.* 6th ed. São Paulo: Embraform; 2004.
 139. Messias I de A, Okuno E, Colacioppo S. Exposição ocupacional de fisioterapeutas aos campos elétrico e magnético e a eficácia das gaiolas de Faraday. *Rev Panam Salud Publica.* 2011 Oct;30:309-16.
 140. Tavares MC. EEG e Potenciais evocados – uma introdução. 2011. 13p.
 141. Stam CJ. Nonlinear dynamical analysis of EEG and MEG: review of an emerging field. *Clin Neurophysiol.* 2005 Oct;116(10):2266-301.
 142. Rosário R, Cardoso PT, Muñoz M, Montoya P, Miranda JG. Motif-Synchronization: a new method for analysis of dynamic brain networks with EEG. *Phys A: Stat Mech Appl.* 2015 Dec 1;439:7-19.
 143. Boccaletti S, Latora V, Moreno Y, Chavez M and, Hwang D-U. Complex networks: Structure and dynamics. *Physics Reports.* 2006 Feb 1;424:175-308.
 144. Reijneveld JC, Ponten SC, Berendse HW, Stam CJ. The application of graph theoretical analysis to complex networks in the brain. *Clin Neurophysiol.* 2007 Nov;118(11):2317-31.
 145. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol.* 2013 Nov 26;4:863.
 146. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Hillsdale: L. Erlbaum Associates; 1988. 567 p.
 147. Schmidt LA, Trainor LJ. Frontal brain electrical activity (EEG) distinguishes valence and intensity of musical emotions. *Cogn Emotion.* 2001 July 1;15(4):487-500.

148. Höller Y, Thomschewski A, Schmid EV, Höller P, Crone JS, Trinkka E. Individual brain-frequency responses to self-selected music. *Int J Psychophysiol.* 2012 Dec;86(3):206-13.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“ESTUDO DA CONECTIVIDADE CORTICAL EM ESTADO ALTERADO DE CONSCIÊNCIA: MEDITAÇÃO”**. Nesta pesquisa pretendemos **“avaliar as alterações nas ondas cerebrais, suas modificações durante o processo de meditação e as regiões onde elas são captadas através do eletroencefalograma, para comparar com o estado de relaxamento”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é **“tentar compreender o funcionamento cerebral durante os processos da meditação e sua dinâmica”**. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: **“os voluntários deverão comparecer ao Instituto de Ciência da Saúde, da Universidade Federal da Bahia para a coleta de dados que será realizada com o eletroencefalograma. Serão colocados eletrodos no couro cabeludo dos voluntários, que deverão imaginar uma cruz por 3 minutos, descansar por 5 minutos, em seguida meditar por 10 minutos e finalizar ouvindo música por 10 minutos.**

O eletroencefalógrafo (único instrumento utilizado para a coleta de dados) apresenta risco quase nulo aos indivíduos. Os riscos de perda de anonimato serão minimizados com a adoção de códigos para referir-se aos voluntários, que serão manipulados, apenas, pelos pesquisadores principais”.

Para participar deste estudo o/a Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso seja identificado e comprovado danos provenientes desta pesquisa, o/a Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados deste estudo não serão de benefício imediato para você, mas sim para as pessoas no futuro. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (A) Sr (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, Professor Abraão Fontes Baptista, no Laboratório de Eletroestimulação Funcional do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Bahia, situado à Av. Reitor Miguel Calmon, s/n Sala 306, Vale do Canela, Salvador, BA, CEP 40.110-902, Telefone 71 3283-8906. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação

brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____
 _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa **“ESTUDO DA CONECTIVIDADE CORTICAL EM ESTADO ALTERADO DE CONSCIÊNCIA: MEDITAÇÃO”**, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, _____ de _____ de 20 _____.

Nome	Assinatura participante	Data
------	-------------------------	------

Nome	Assinatura pesquisador	Data
------	------------------------	------

Nome	Assinatura testemunha	Data
------	-----------------------	------

Em caso de minha desistência em permanecer na pesquisa, autorizo que os meus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e outros documentos relacionados ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

Nome	Assinatura participante	Data
------	-------------------------	------

APÊNDICE II – Questionário de inclusão

QUESTIONÁRIO DE INCLUSÃO
Projeto – Estudo da conectividade cortical em estado alterado de
consciência - MEDITAÇÃO

Nome: _____

Data de nascimento: _____ / _____ / _____

Sexo: M () F ()

Escolaridade:

Fundamental:	Completo ()	Incompleto ()
Médio:	Completo ()	Incompleto ()
Superior:	Completo ()	Incompleto ()

Estado Civil: Solteiro (a) () Casado (a) () Divorciado (a) ()

1.) Você trabalha?

SIM () NÃO ()

2.) Você realiza meditação quantas vezes por semana?

01 () 02 () 03 () 04 () Todos os dias da semana ()

3.) Que tipo de meditação você pratica?

Meditação / Movimento Gurdjieff ()

Raja Yoga ()

4.) Faz uso de algum medicamento?

SIM () *NÃO* ()

Se SIM,

qual: _____

6.) Existem queixas de alterações neurológicas ou casos em sua família? SIM

() *NÃO* ()

Se sim, quais?

7.) Você conseguiu realizar a meditação durante a coleta?

SIM () *NÃO* ()

Se não, qual o motivo?



Instituto de Ciências da Saúde
Programa de Pós Graduação
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>