



ANÁLISE ESPECTRAL DE ELETROENCEFALOGRAFIA ANTES, DURANTE E APÓS ESTÍMULO MUSICAL

Amanda Luiza Rodrigues*¹, Camila Davi Ramos¹, Gaspar Eugênio Oliveira Ramos¹, Adriana de Jesus Sampaio¹, Lucas de Brito Silva¹, João Batista Destro¹.

¹FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

Resumo – A estimulação musical provoca várias alterações em termos do comportamento cerebral e essas alterações podem ser vistas por meio de registros de eletroencefalografia. O objetivo desse trabalho foi avaliar se, por meio do quantificador porcentagem de contribuição de potência, é possível identificar variações da ativação dos ritmos cerebrais ao longo do córtex cerebral, antes, durante e após o estímulo musical. Notou-se como principais resultados que os ritmos lentos, Delta e Alfa, foram os que mais se destacaram em termos dos índices de potência medidos antes e após a estimulação musical. Já a comparação realizada antes e durante o estímulo não apresentou diferenças significativas consideráveis.

Palavras-Chave – Eletroencefalografia, Estimulação musical, Potência espectral.

COMPARISON OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY POWER BEFORE, DURING AND AFTER MUSICAL STIMULATION

Abstract - Musical stimulation leads to several changes in brain behavior and these changes can be seen by electroencephalography records. The aim of this work is to evaluate if, through the quantifier percentage of power contribution, it is possible to identify variations along the cerebral cortex, before, during and after the musical stimulus. Results that the slow rhythms, Delta to Alpha, point out in terms of the power indexes measured before and after the musical stimulation. The comparison performed before and during the stimulus did not present significant differences.

Keywords – Electroencephalography, Musical stimulation, Spectral power.

I. INTRODUÇÃO

A música desempenha um papel importante na vida dos

*amandahrodrigues@outlook.com

seres humanos, está relacionada à capacidade de criar e ativar memórias, despertar emoções e intensificar as experiências sociais. Estudos recentes se empenham em demonstrar a relação entre o estado mental provocado pela música com a influência no sistema neurofisiológico do ouvinte [1]. Enquanto se ouve música, diferentes partes do córtex cerebral são ativadas e estão envolvidas no processamento do estímulo musical, como o córtex auditivo, o frontal e o motor [2].

A Eletroencefalografia (EEG) é a representação gráfica da diferença de potencial entre dois lugares distintos do córtex cerebral pelo tempo [3]. Tal exame é feito por meio da leitura de eletrodos, os quais estão em contato direto com o escalpo.

A análise do sinal EEG é realizada por meio da observação da morfologia do sinal e dos ritmos cerebrais. Esses integram-se no ramo de atividade cerebral espontânea, ou seja, que ocorrem independentemente de estimulação exterior [5]. As ondas resultantes na detecção do sinal EEG são geralmente a combinação de sinusoidais e com uma amplitude pico-a-pico entre os 0,5 a 100 μV , e podem ser classificadas de acordo com a frequência que apresentam, sendo as mais detectáveis no cérebro humano: Delta (variando entre 0,5 e 3,5 Hz), Teta (entre 3,5 e 7,5 Hz), Alfa (que varia entre 7,5 e 12,5 Hz), Beta (entre 12,5 e 30 Hz), Gama (variando entre 30 e 80 Hz) e Supergama (acima de 80 Hz) [6 – 4]. Com a densidade espectral de potência que indica, perante um conjunto finito de dados, como a potência de um sinal está distribuída no domínio da frequência [7], pode-se fazer análises, de potência e frequência, da atividade cerebral. Para calcular a densidade espectral é utilizado a Transformada de Fourier, a qual gera o espectro de potências do sinal. Através da potência desse espectro é possível determinar se os ritmos cerebrais citados estão presentes no sinal coletado.

Diversos estudos que relatam alterações no ritmo alfa durante a estimulação musical podem ser encontrados como em [8], que realizou um estudo com um grupo de jovens destros e sem formação musical, para verificar os efeitos da estimulação por meio da música simples nos múltiplos níveis de ativação neural nos ritmos alfa e teta. O estudo de [2], teve como objetivo analisar o efeito da música hindustani (música clássica do norte da Índia) na atividade cerebral enquanto seus voluntários se encontravam em estado de relaxamento, para esse estudo usou voluntários homens, sem conhecimento especializado em música. [9] fez uma avaliação dos impactos da musicoterapia nas oscilações alfa e teta. Os voluntários

selecionados para o estudo possuíam diagnóstico clínico de depressão e eram destros.

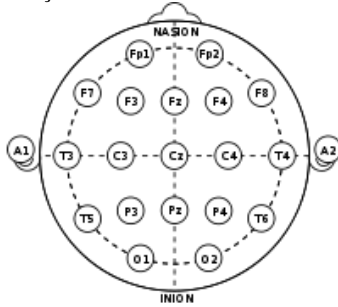
Contudo, estudos ainda são necessários para averiguar como a potência medida no escalpo varia antes, durante e depois da estimulação por meio de uma música desconhecida ao ouvinte. Sendo assim, esse trabalho tem o objetivo de, por meio de um quantificador relacionado à potência cerebral, verificar se existe diferença entre o momento em que o voluntário não é estimulado musicalmente e o momento de estímulo musical, principalmente no que tange às altas frequências, por meio das análises de registros EEG de voluntários normais e saudáveis neurologicamente.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Coleta de Dados

Para realização do registro EEG, colocou-se os eletrodos no escalpo dos voluntários de acordo com o sistema 10/20 (Figura 1). Esse sistema foi adotado pela Federação Internacional de Eletroencefalografia e Neurofisiologia Clínica em 1985, e ele designa a distância percentual entre o nariz e as orelhas, e os pontos escolhidos para colocação dos eletrodos [4].

Figura 1: Localização dos eletrodos conforme sistema 10-20.



Inicialmente foi definida uma base de dados a ser utilizada que apresentasse registros de EEG com estímulos musicais. A base escolhida foi desenvolvida em [10] e dessa foram selecionados 40 registros de EEG, correspondente à 40 voluntários distintos (cuja idade é $24,52 \pm 6,79$ anos, sendo 20 mulheres) que se apresentaram aptos para a análise realizada no presente trabalho. A escolha de cada um dos 40 registros de EEG foi feita levando em consideração que cada um apresentasse os três eventos distintos: “Olhos fechados” (OF), em que o voluntário permaneceu acordado, em repouso e com olhos fechados, e duração de gravação de três minutos; Estímulo musical (EM) em que o voluntário foi submetido a um minuto de estímulo musical desconhecido a ele (hino do Japão), permanecendo de olhos fechados e em repouso; e Pós-estímulo (PM), referente à gravação de um minuto após a estimulação musical, em que o voluntário permaneceu nas condições de repouso, olhos fechados em silêncio.

Posterior à escolha dos registros, cada sinal EEG foi submetido à validação de separação de épocas de interesse. As épocas (trechos, segmentos), com duração de dois segundos de sinal, foram definidas por um médico neurologista, que adotou como padrão para escolha a morfologia do traçado neurologicamente normal, evidenciando momentos livres de artefatos visuais e artefatos relacionados a sonolência (caso o voluntário tenha dormido), cujas morfologias das ondas

cerebrais estivessem dentro dos padrões esperados para um voluntário saudável, como mostrado em [5]. Para cada evento de um EEG escolhido (OF, EM ou PM) foram definidas, portanto 10 épocas, de maneira cronológica, sendo que a primeira época é anterior à segunda e assim sucessivamente. Assim, cada registro de EEG apresentou 30 épocas escolhidas pelo neurologista, sendo 10 para cada evento, e ao final da análise dos 40 EEGs, foram avaliadas de maneira isolada 1200 épocas.

B. Processamento dos Dados

Cada época disponível foi submetida ao cálculo do quantificador Porcentagem de Contribuição de Potência (PCP), conforme disposto em [10]. Esse quantificador leva em consideração o comportamento do sinal em relação ao espectro de amplitude, utilizando como base o cálculo da densidade espectral de potência (S_x) (1).

$$S_x i_a(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_x i(\tau) e^{-i2\pi f \tau} d\tau \quad (1)$$

Onde: ‘i’ Corresponde à época analisada que pode ser de 1 a 10; ‘a’ corresponde ao evento analisado podendo ser OF, EM ou PM; ‘f’ corresponde ao vetor de frequências que varia entre 1 e 100 Hz; ‘ R_x ’ corresponde à autocorrelação do sinal, calculada para cada eletrodo; e ‘ τ ’ corresponde ao deslocamento do sinal no tempo.

Posterior à obtenção de S_x , a resultante é particionada em faixas de interesses, que são relacionadas aos ritmos neurológicos descritos na seção 1. Portanto, o sinal, avaliado no espectro de frequências, que vai de 1 a 100 Hz, foi separado em seis ritmos distintos: Delta (1 a 3,5 Hz), Teta (3,5 a 7,5 Hz), Alfa (7,5 a 12 Hz), Beta (12 a 30 Hz), Gama (30 a 80 Hz) e Supergama (80 a 100 Hz). Logo, para cada ritmo foi obtido o valor da potência relativa. A normalização da potência relativa deu-se o nome de PCP (2).

$$PCP_{ritmo} i_a = \frac{\int_{f=f_{in}^{ritmo}}^{f_{out}^{ritmo}} |S_x i_a(f)|^2 df}{P_{i_a}} \quad (2)$$

$$P_{i_a} = \int_{f=1}^{100} |S_x i_a(f)|^2 df \quad (3)$$

Onde: ‘i’ Corresponde à época analisada que pode ser de 1 a 10; ‘a’ corresponde ao evento analisado podendo ser OF, EM ou PM; ‘ f_{in}^{ritmo} ’ corresponde ao primeiro valor de frequência do ritmo; ‘ f_{out}^{ritmo} ’ corresponde ao último valor de frequência do ritmo; ‘ S_x ’ corresponde à densidade espectral de potência do sinal; e ‘ P_{i_a} ’ corresponde ao valor de potência calculado referente ao sinal em todo seu espectro (1 a 100 Hz).

É importante destacar que o cálculo de PCP é realizado levando em consideração apenas um ritmo e um eletrodo, para cada época. A quantidade de eletrodos utilizada nos registros do sinal foi igual a 20. Sendo assim, foram obtidos 20 valores de PCP para o ritmo Delta, de uma única época analisada. Seguindo essa lógica, foram obtidos 20 valores de PCP de cada um dos demais ritmos, totalizando 120 valores de PCP para cada época. Ao final, os dados foram organizados em matrizes, para que a análise estatística pudesse ser realizada a fim de resumir e comparar esses dados.

III. RESULTADOS

Os valores PCP foram obtidos para cada época, do total de 40 voluntários e a partir da estatística descritiva, a Tabela I apresentou valores de média \pm desvio-padrão das resultantes de PCP levando em consideração as cinco regiões cerebrais. Sendo assim, os eletrodos foram agrupados da seguinte forma: Frontal (F), Fp1, Fp2, F3, F4, F7 e F8; Central (C), C3, Cz e C4; Temporal (T), T3, Tz, T4, T5 e T6; Parietal (P), P3, Pz e P4; e Occipital (O), O1, Oz e O2. Na Tabela I estão contidos os resumos estatísticos por região dos três eventos analisados nesse estudo, OF, EM e PE, de acordo com todos os ritmos cerebrais existentes entre 1 e 100 Hz.

Os diagramas tempo-frequência estão mostrados na Figura 2, composta por um par de eletrodos de cada região cerebral, escolhidos para representar a região do córtex de modo geral: F3-F4 (região frontal), C3-C4 (região central), P3-P4 (região parietal), T5-T6 (região temporal) e O1-O2 (região occipital). Nesses diagramas os valores de frequências foram representados pelos ritmos cerebrais (Delta a Supergama) e os valores de PCP de cada época foram organizados de forma cronológica, unindo os três eventos na ordem correta de acontecimentos, primeiramente OF, em seguida EM e ao final PM.

Para representar o resultado dos testes de comparação, a Figura 3 foi elaborada. Nela existem 18 imagens, que fazem alusão ao sistema 10-20, em que mostram os eletrodos estatisticamente diferentes (em verde) e os que não apresentaram diferença na comparação (não foram pintados) para cada ritmo, ressaltando-se que as comparações realizadas foram: OF com EM, OF com PM e EM com PM.

IV. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o intuito de analisar os resultados de forma detalhada e ainda seguindo critérios neurológicos de análises clínicas do traçado EEG, a discussão foi baseada na análise de baixas frequências e análise de altas frequências. Considera-se que as baixas frequências são compreendidas pelos ritmos Delta, Teta e Alfa, cuja faixa de interesse varia de 1 a 12,5 Hz. Os demais ritmos, Beta, Gama e Supergama são considerados altas frequências em termos de EEG.

Analisando a Tabela I, é possível verificar que para todos os eventos (OF, EM e PM), os ritmos Delta e Alfa atingiram uma maior ativação. Verificando ritmo por região, pode observar-se que na banda de frequência Alfa o PCP se destacou na região occipital, já na banda de frequência Delta foi a região frontal, e isso ocorreu para os três eventos. Nos diagramas tempo-frequência (Figura 2), pode verificar-se que para os pares O1 – O2 e C3 – C4 o valor da potência diminui conforme ocorrências dos eventos, ou seja, ela foi maior no evento OF, um pouco menor no evento EM e menor ainda no evento PM. Isso pode ser comprovado analisando a Tabela I, já que os valores da média decrescem como mencionado. Verificando a Figura 3, na comparação olhos fechados versus estimulação musical, os ritmos Delta, Teta e Alfa apresentaram maior diferença, quando comparados com os outros ritmos. Já nas comparações olhos fechados versus pós música e estimulação musical versus pós música foram as bandas Teta e Alfa que mostraram maior diferença.

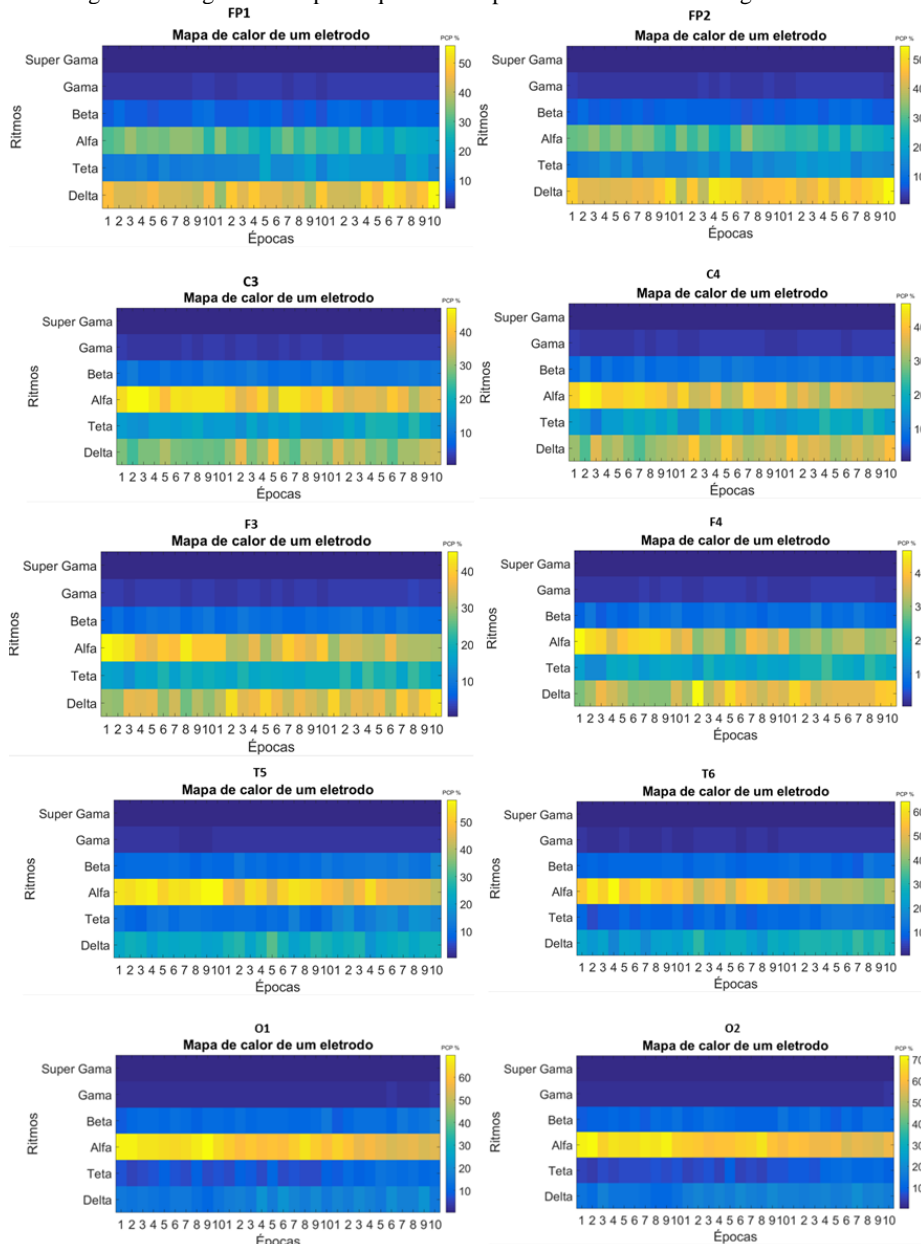
Em [11] foram utilizados 14 voluntários relaxados e com os olhos fechados durante o estímulo musical. Por meio de um teste ANOVA unidirecional e validação cruzada de dez vezes foi calculada a significância estatística, tendo como resultado

Tabela I – Resultados descritivos (média \pm desvio padrão) dos eventos em termos das regiões cerebrais.

Olhos Fechados						
Local	Delta	Teta	Alfa	Beta	Gama	Super Gama
F	35,76 \pm 5,74	11,87 \pm 2,32	24,92 \pm 6,08	6,58 \pm 0,97	2,27 \pm 0,22	0,3 \pm 0,03
C	22,83 \pm 5,38	12,33 \pm 2,13	39,19 \pm 6,95	7,03 \pm 1,01	2,3 \pm 0,24	0,31 \pm 0,03
T	20,87 \pm 3,78	8,9 \pm 1,56	45,79 \pm 5	7,46 \pm 0,75	2,28 \pm 0,22	0,31 \pm 0,03
P	16,31 \pm 4,14	6,53 \pm 1,29	54 \pm 7,24	6,61 \pm 1,12	1,99 \pm 0,18	0,27 \pm 0,02
O	3,1 \pm 1,3	2,27 \pm 0,43	82,45 \pm 3,97	6,51 \pm 0,82	1,48 \pm 0,18	0,2 \pm 0,03
Estímulo Musical						
Local	Delta	Teta	Alfa	Beta	Gama	Super Gama
F	39,97 \pm 7,75	12,99 \pm 2,16	21,29 \pm 5,22	6,25 \pm 0,81	2,38 \pm 0,29	0,31 \pm 0,04
C	26,41 \pm 7,43	11,31 \pm 2,76	35,26 \pm 8,36	6,89 \pm 0,83	2,32 \pm 0,24	0,31 \pm 0,03
T	22,34 \pm 6,7	8,68 \pm 1,55	39,86 \pm 8,66	8,25 \pm 1,04	2,51 \pm 0,23	0,33 \pm 0,03
P	20,18 \pm 7,58	6,68 \pm 1,57	49 \pm 9,76	7,18 \pm 0,88	1,99 \pm 0,22	0,26 \pm 0,03
O	7,73 \pm 3,25	3,01 \pm 0,72	73,05 \pm 5,2	7,23 \pm 1,43	1,6 \pm 0,24	0,2 \pm 0,03
Pós – Estímulo						
Local	Delta	Teta	Alfa	Beta	Gama	Super Gama
F	42,3 \pm 6,14	15,01 \pm 2,66	16,72 \pm 3,74	6,59 \pm 0,94	2,46 \pm 0,3	0,34 \pm 0,04
C	27,8 \pm 4,74	14,72 \pm 2,85	28,3 \pm 4,89	7,57 \pm 0,93	2,38 \pm 0,23	0,31 \pm 0,03
T	27,42 \pm 4,45	11,2 \pm 2,37	31,32 \pm 6,48	8,6 \pm 1,36	2,54 \pm 0,29	0,35 \pm 0,04
P	19,89 \pm 4,91	9,34 \pm 2,55	38,48 \pm 7,59	7,39 \pm 1,23	2,1 \pm 0,21	0,28 \pm 0,03
O	8,41 \pm 2,4	4,53 \pm 1,66	62,18 \pm 6,65	7,72 \pm 0,85	1,87 \pm 0,22	0,25 \pm 0,03

* F = Frontal; C = Central; T = Temporal; P = Parietal; O = Occipital.

Figura 2: Diagramas tempo-frequência dos pares eletrodos de cada região cerebral.

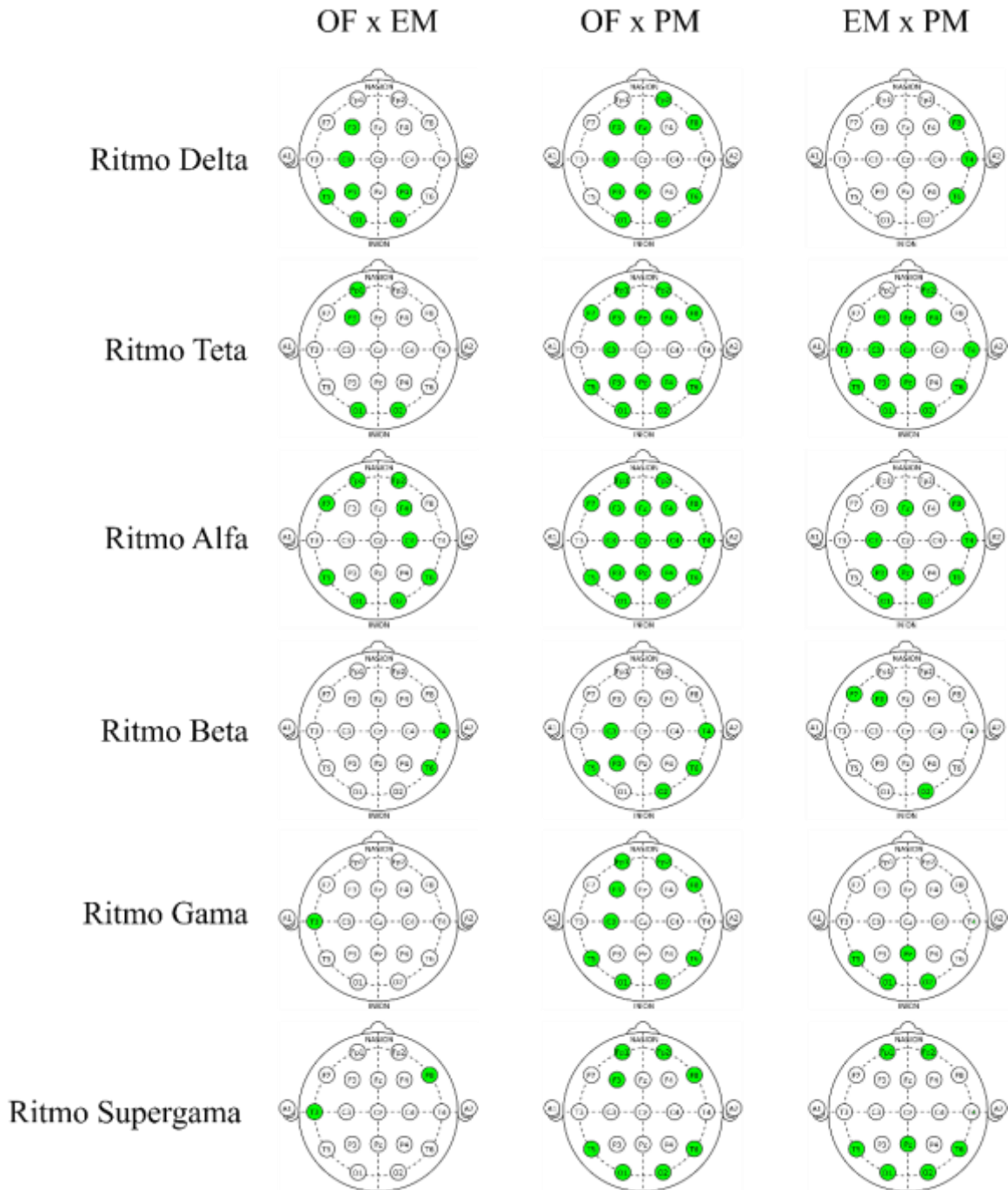


alterações nas bandas de frequências Alfa e Teta. Esse achado condiz com os achados do presente estudo, visto que a Tabela I e Figuras 2 e 3 mostraram alterações significativas posterior ao estímulo musical. Já em [12], 14 voluntários foram submetidos a três minutos de recitação do alcorão com trinta segundos de repouso antes e depois do estímulo, com olhos fechados a todo momento. Análise estatística foi feita utilizando o SPSS e a significância estatística foi calculada por meio de um teste ANOVA, os quais possibilitaram analisar as bandas de frequências. Concluiu-se que a magnitude da onda Alfa durante o estímulo é maior em comparação com a condição de repouso. E também em [13] onde foram utilizados 10 indivíduos saudáveis, notou-se, uma alta atividade da banda alfa durante o estímulo. E por último, em [1] foi utilizado 30 voluntários, os quais foram monitorados com gravação de EEG, enquanto sujeitos à estimulação de diferentes trechos de música. Foi utilizado análise descritiva

simples e teste ANOVA para análise das bandas de frequências, tendo também, como resultado ativação da banda Alfa. Observando a Tabela 1, nota-se que o ritmo Alfa em contrapartida com os achados na literatura foi atenuado com o estímulo musical, sendo que os maiores valores foram observados no evento OF, decaindo quando houve presença musical e por fim decaindo ainda mais posterior ao estímulo. Por outro lado, o ritmo Delta apresentou comportamento de aumento de potência com a estimulação musical.

Em [8] foram analisados 10 participantes, submetidos a um estímulo tonal simples, com duração de 4,5 segundos, sendo a coleta realizada em uma sala climatizada com os voluntários confortavelmente sentados em uma cadeira e bem alimentados. Por meio da aplicação da transformada *Wavelet* e de uma análise não linear utilizando *Multifractal Detrend Fluctuation Analysis (MFDFA)* o autor consegue extrair que Alfa e Teta foram os que tiveram informações mais relevantes

Figura 3: Representação dos eletrodos considerados significativamente diferentes (em verde) em relação aos ritmos e às comparações.



na região frontal, demonstrando variações significativas com e sem a aplicação do estímulo. No presente trabalho também foram encontradas variações mais significativas para os eletrodos frontais nos ritmos Teta e Alfa, como pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

Já [14] utilizou dois diferentes estímulos de música Hindustani durante dois minutos cada, estando os dois voluntários analisados em condições de relaxamento. Durante o estudo foram utilizadas técnicas de *Power Spectral Intensity* (PSI) e *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA) que demonstraram maior diferença em Delta e Alfa, ritmos os quais o estudo foi centrado, mostrando que os mesmos demonstraram variabilidade durante a exposição a música

comparado ao momento de silêncio. Tais resultados vão de encontro com os achados do presente estudo, visto que durante a comparação mostrada nas imagens da Figura 3, é possível notar que os ritmos que mais apresentaram diferença na comparação entre OF e EM foram Delta e Alfa.

Já no estudo de [15], o estímulo aplicado consistiu em uma música clássica de Mozart, ou Beethoven, sendo cinco participantes estimulados com cada um. Antes do estudo os voluntários foram submetidos a exames clínicos e psicológicos no mesmo dia em que a coleta foi realizada. A técnica utilizada para análise consistiu no cálculo da potência relativa para cada banda, similar ao realizado para o cálculo do PCP no presente artigo, e através dessa técnica o autor

conseguiu constatar que na comparação entre pré-estímulo e pós-estímulo a diferença foi significativa apenas para os voluntários estimulados com Mozart e no ritmo Alfa. Tal resultado se assemelha ao encontrado no estudo aqui apresentado, visto que, como observado na Figura 3, o ritmo que mais apresenta diferença estatística é o Alfa, principalmente nas comparações entre OF e EM, e OF e PM.

Em [2] 10 indivíduos do sexo masculino, sem educação musical especial, foram submetidos à EEG registrada sem estímulo (3 minutos) e com estímulos musicais (por volta de 3 minutos). Por meio da Transformada Wavelet detectou-se alteração no ritmo alfa, enquanto não foram observadas alterações significativas nas bandas de frequência Gama e Teta. Esse achado é coerente com os obtidos no presente estudo visto que, por meio da Tabela 1, e das Figuras 2 e 3, nota-se que os ritmos rápidos quase não apresentam mudanças significativas na presença do estímulo musical, quando se comparam os eventos OF, EM e PM. Já os ritmos lentos, Delta e Alfa, é evidente a mudança quando há estímulo da música.

V. CONCLUSÕES

A estimulação musical é considerada importante no que tange à variação do comportamento cerebral visto que, conforme a literatura revisada e os resultados desse trabalho, quando há estímulo musical existem diversos comportamentos cerebrais, em termos de ritmos e regiões, que são alterados de maneira significativa. Esse estudo concluiu que, por meio de registro EEG e análise de potência relativa, aqui denominada PCP, de 40 voluntários saudáveis, os ritmos lentos apresentaram diferenças significativas quando há presença musical e em situações sem música, anterior ou posterior ao estímulo.

Estudos posteriores de EEG com estímulo musical são encorajados visto que, o comportamento cerebral varia conforme o tempo de estímulo, o tipo do estímulo e mais ainda, conforme a condição cerebral do sujeito avaliado, motivando, portanto, que estudos sejam realizados por exemplo com pacientes de Unidades de Terapia Intensiva, classificados em estado de coma, para possíveis melhoras no diagnóstico e tratamento de tais pacientes.

AGRADECIMENTOS

A equipe executora agradece aos órgãos de fomento pelo auxílio financeiro e estrutural da pesquisa: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ); e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Agradece também aos profissionais do Hospital de Clínicas da UFU e alunos de iniciação científica por permitirem e auxiliarem a realização do trabalho, além do apoio na escolha das épocas de interesse fornecido pelos médicos Marcos Campos e Paulo Bettero.

REFERÊNCIAS

[1] GOMES, P.; PEREIRA, T.; CONDE, J. “Musical emotions in the brain-a neurophysiological study”.

Neurophysiol Res, v. 1, n. 1, Fev. 2017.

[2] BANERJEE, A. et al. “Study on Brain Dynamics by Non Linear Analysis of Music Induced EEG Signals”. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 444, p. 110–120, Out. 2016.

[3] OLEJNICZAK, P. “Neurophysiologic basis of EEG”. *Journal of Clinical Neurophysiology*, v. 23, n. 3, p. 186–189, Jun. 2006.

[4] TEPLAN, M. “Fundamentals of EEG measurement”. *Measurement Science Review*, v. 2, n. 2, p. 1–11, 2002.

[5] SCHOMER, D. L.; SILVA, F. H. L. DA. *Niedermeyer’s Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Sixth ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

[6] FREEMAN, W. J.; QUIROGA, R. Q. *Imaging Brain Function With EEG*. 3. ed. New York 2013: Springer Science, 2013.

[7] OPPENHEIM, A. V.; WILLSKY, A. S.; NAWAB, S. H. *Sinais e sistemas*. São Paulo: Pearson, 2010.

[8] MAITY, A. K. et al. “Multifractal Detrended Fluctuation Analysis of alpha and theta EEG rhythms with musical stimuli”. *Chaos, Solitons and Fractals*, v. 81, p. 52–67, 2015.

[9] FACHNER, J.; GOLD, C.; ERKKILÄ, J. “Music therapy modulates fronto-temporal activity in rest-EEG in depressed clients”. *Brain Topography*, v. 26, n. 2, p. 338–354, Set. 2013.

[10] RAMOS, C. D. *Caracterização do eletroencefalograma normal em situação de vigília: elaboração da base de dados e análise quantitativa*. Dissertação de mestrado: Faculdade de Engenharia Elétrica FEELT - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

[11] CONG, F. et al. “Linking brain responses to naturalistic music through analysis of ongoing EEG and stimulus features”. *IEEE Transactions on Multimedia*, v. 15, n. 5, p. 1060–1069, Ago. 2013.

[12] ABDULLAH, A. A.; OMAR, Z. “The Effect of Temporal EEG Signals While Listening to Quran Recitation”. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, v. 1, n. 4, p. 372, Jan. 2011.

[13] SCHAEFER, R. S.; VLEK, R. J.; DESAIN, P. “Music perception and imagery in EEG: Alpha band effects of task and stimulus”. *International Journal of Psychophysiology*, v. 82, n. 3, p. 254–259, Set. 2011.

[14] SANYAL, S. et al. “Detrended Fluctuation and Power Spectral Analysis of alpha and delta EEG brain rhythms to study music elicited emotion”. *Proceedings of 2015 International Conference on Signal Processing, Computing and Control, ISPCC 2015*, p. 205–210, 2016.

[15] VERRUSIO, W. ET AL. “The mozart effect: a quantitative eeg study”. *Consciousness and cognition*, v. 35, p. 150–155, Fev. 2015.