

Variações do sinal de eletroencefalograma (EEG) durante processos cognitivos: estudo de caso em voluntários saudáveis

Eduarda de Paula Nogueira Soares
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0003-0728-1629

Camila Davi Ramos
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-7864-5568

Camila Fernanda Machado Alves
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-6326-7007

Márcia Artiaga Colantoni
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-9183-4339

Marina Abadia Ramos
Instituto de Ciências Biomédicas
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0002-7889-4038

João Batista Destro Filho
Faculdade de Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brazil
ORCID: 0000-0001-5306-8058

Abstract— In the present study, six normal volunteers were submitted to different cognitive stimulants during EEG recordings, such as musical stimulation and meditation, aiming to assess the EEG signal variations in each of these stages. We compared two EEG signal quantifiers by means of the Mann Whitney statistical test, in order to establish which quantifier is more sensitive to EEG variations. Results point out that strong EEG changes take place during meditation, with respect to the initial silent period, especially in terms of brain waves tied to the 40 – 100 Hz range.

Keywords—*Electroencephalography, Spiritual Meditation, Musical Stimulus, Entropy.*

I. INTRODUÇÃO

No contexto da área de pesquisa de Medicina e Espiritualidade, a meditação é uma prática secular associada a inúmeros efeitos cognitivos e fisiológicos [1]. A meditação pode ser desenvolvida a partir de inúmeras abordagens [2], objetivando colaborar para uma melhor qualidade de vida do indivíduo. Contudo, cada prática se difere no que se refere a funções cerebrais [3]. De fato, estudos como [4] apontam que a religiosidade pode estar associada a níveis mais baixos de pressão arterial, enquanto que em [5] a associação de meditação de atenção plena e redução do estresse influenciou na diminuição da psoríase de pacientes dermatológicos.

O sinal de eletroencefalograma (EEG) mede o potencial elétrico presente no córtex cerebral [6], assim, em estudos a respeito de meditação e espiritualidade em indivíduos normais, o EEG se destaca em relação às técnicas clínicas usuais, como mostrado na revisão [7]. Neste artigo, buscou-se identificar possíveis padrões das alterações ondas cerebrais EEG como efeito da meditação. Constatou-se um aumento da potência das bandas teta e alfa, a diminuição da frequência central de cada ritmo cerebral. Além disso, cogitou-se que o predomínio do ritmo alfa pelo córtex, bem como características particulares da coerência alfa, podem ser uma assinatura típica do EEG durante a meditação. Todavia, tais conclusões são bastante limitadas, pois o estudo da atividade meditativa é bastante complexo, visto que é necessário um razoável de tempo entre o início do registro EEG do voluntário normal em silêncio, a indução de seu relaxamento físico e mental, até o início da prática meditativa propriamente dita [3]. Esses fatores necessitam ser melhor estudados, e particularmente, deve-se ressaltar que músicas são geralmente

usadas para a fase inicial do relaxamento do voluntário antes da etapa meditativa, e como a própria atividade meditativa pode ser induzida por estímulos vocais externos, ocorre uma dinâmica complexa de modificações bioelétricas no córtex durante estes experimentos. Ou seja, é absolutamente necessário diferenciar alterações bioelétricas ligadas à percepção cognitiva musical e/ou vocal, que acontecem nas etapas iniciais de relaxamento e pré-meditação do voluntário; das alterações bioelétricas intrinsecamente ligadas à atividade meditativa propriamente dita.

Na revisão bibliográfica [8], desenvolvida pelos mesmos autores do atual artigo, focada em trabalhos que abordam alterações neurocognitivas ocasionadas por estímulos meditativos avaliadas pelo EEG, constatou-se que há uma escassez de estudos analisando o sinal EEG na banda de frequência de 40 – 100 Hz. Tais pesquisas poderiam ser relevantes, tendo em vista que as ondas gama e supergama são relacionadas a atividades cognitivas complexas, as quais, por sua vez, podem ser influenciadas através da meditação [9]. Além disso, conforme discutido em [8], a literatura aprofunda muito pouco os aspectos quantitativos das variações do EEG em consequência destas estimulações, levando por exemplo a uma ignorância sobre a real magnitude de tais mudanças.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo descrever quantitativamente as variações EEG na faixa de 0 a 100 Hz de indivíduos normais realizando processos cognitivos complexos, comparando situações com estímulos musicais e estímulo de meditação espiritual.

II. METODOLOGIA

A. Coleta de dados

Os seis registros analisados foram coletados entre Novembro de 2019 e Fevereiro 2020. Critérios de inclusão: indivíduo adulto; sem registro de patologia neurológica prévia ao experimento; sem uso de medicação neurológica e/ou endocrinológica durante pelo menos um ano antes da realização do registro. Critérios de exclusão: meditadores experientes, ou seja, com pelo menos 10 anos consecutivos de prática meditativa por pelo menos 4 vezes na semana [3].

Os procedimentos e cuidados tomados antes de cada registro seguiram um protocolo de pré coleta envolvendo: não lavar o cabelo no dia da coleta; não fazer uso de bebidas estimulantes no dia da coleta; ter tido um boa noite de sono

anterior de no mínimo 8 horas; não ingerir bebida alcoólica por, no mínimo, 48 horas antes à coleta. Foi realizada uma entrevista com cada voluntário, objetivando conhecer melhor o histórico religioso e musical do mesmo, objetivando construir um experimento de estimulação espiritual personalizado e bem adaptado à prática meditativa do voluntário, incluindo músicas do gosto do indivíduo, bem como preces vocais ou cânticos religiosos de sua preferência, que segundo os próprios voluntários, poderiam colaborar a induzir um estado de relaxamento mental e, portanto, viabilizar ou induzir a atividade meditativa.

Para o registro do sinal EEG, foram colocados eletrodos conforme o sistema 10-20. O experimento inicia-se com 3 minutos para registro EEG em silêncio absoluto e olhos fechados, seguidos de 2 minutos de música agradável, escolhida de acordo com o gosto do voluntário, e executada através da apresentação de um áudio em formato digital. Foi realizada em seguida uma pausa, em que a equipe de registro procedeu a uma conversa de 30 segundos com o voluntário sobre as emoções e imagens mentais induzidas pelo estímulo musical. Em seguida, realizou-se 2 minutos de estímulo de pre-meditação, escolhida pelo voluntário de acordo com sua prática religiosa. Após isso, foi realizado finalmente a etapa final de meditação, durante 3 minutos e 30 segundos, que consistiu na recitação contínua e em alta voz da oração “Pai nosso”, por parte dos membros da equipe de pesquisa. Foi solicitado que durante todo o estímulo meditativo, o voluntário permanecesse deitado, de olhos fechados e em silêncio, exceto no momento da pausa onde ocorreu uma conversa com a equipe executora.

As justificativas para esta metodologia se basearam em anos de estudo da equipe na literatura disponível [3,7,8], bem como em nossa própria prática experimental deste tipo de estimulação cognitiva [10]. A meditação do tipo “Pai nosso” foi escolhido pela equipe por se tratar de uma oração comum a todas as denominações cristãs ou de inspiração cristã no Brasil. A estimulação musical anteriormente à meditação foi realizada a fim de preparar e relaxar o voluntário, além de servir para diferenciar estímulos auditivos de estimulação cognitiva daqueles do tipo meditação. O voluntário preencheu o termo de consentimento, manifestando-se favorável ao conteúdo das estimulações realizadas, que foram detalhadamente explicadas ao se efetuar o convite para o experimento. Este processo de coleta de dados foi autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (CEP/UFU), protocolo é 82824017.5.0000.5152.

A configuração do equipamento para a captação do sinal engloba os dados de EEG: amostragem 400 Hz, constante de tempo: 1,6 s, filtro passa-alta (FPA): 0,1 Hz, filtro passa-baixa (FPB): 100 Hz, filtro notch ligado.

B. Pré-processamento dos dados

Cada registro EEG foi avaliado por um médico neurologista, a fim de se confirmar a boa qualidade do sinal gravado. Posteriormente, este mesmo neurologista realizou a definição de épocas de interesse em cada etapa do exame EEG. Foram selecionadas 20 épocas para cada etapa (silêncio inicial - aqui denominado Olhos Fechados, música, premeditação e meditação), cada qual com duração de 2 segundos. Esse procedimento foi repetido para os seis voluntários.

Cada época foi quantificada utilizando-se de ferramentas conhecidas do processamento digital de sinais EEG para avaliação das ondas delta (0.1 – 3 Hz), teta (3 – 7 Hz), alfa (7 – 10 Hz), beta (10 – 30 Hz), gama (30 – 80 Hz) e super gama (80 – 100 Hz). O primeiro quantificador utilizado denomina-se Porcentagem de Contribuição de Potência (PCP), o qual fornece o percentual de potência de cada ritmo cerebral, estimado a partir da densidade espectral de potência, como explicado em [11]. Já o segundo quantificador considerado no presente estudo trata-se da entropia espectral, como explanado em [12].

C. Processamento e análise dos dados

Cada voluntário foi analisado de maneira individual, sendo suas etapas confrontadas uma a uma da seguinte forma:

- I. Olhos Fechados (OF) e Música Agradável (MU) – OFxMU;
- II. Olhos Fechados (OF) e Pré Meditação (PM) - ;
- III. Olhos Fechados (OF) e Meditação (ME);
- IV. Música Agradável e Pré Meditação;
- V. Música Agradável e Meditação; e por fim
- VI. Pré Meditação e Meditação.

Em cada análise (itens I a VI acima), para cada quantificador utilizado (PCP ou entropia), os ritmos cerebrais foram avaliados um a um, conforme sua variação entre uma etapa e outra do paciente. Sendo assim, o teste de comparação de Mann Whitney foi implementado com nível de confiança de 95% e hipótese nula de igualdade dos sinais comparados. O valor de p obtido foi considerado nas análises, sendo que valores menores que 5% indicam diferença significativa entre os sinais comparados. Ressalta-se que, para cada comparação realizada, foram obtidos 120 valores de p, uma vez que são analisados 20 eletrodos e seis ritmos cerebrais.

Dessa forma, para cada análise, a quantidade total de valores de p significativos (menores que 5%) foi contabilizado e, a partir dessa quantidade, foi calculada a porcentagem de variações significativas ocorridas.

Além do cálculo do valor de p, foi realizado ainda o cálculo da Variação Percentual (VAP). Para esse cálculo, inicialmente, a mediana das 20 épocas, tanto de PCP quanto de entropia, foi obtida para cada etapa de cada análise. Em seguida, o VAP foi calculado conforme (1):

$$VAP_{i,ritmo} = \frac{|MdQ_{A,ritmo} - MdQ_{B,ritmo}|}{Máx(MdQ_{A,ritmo}, MdQ_{B,ritmo})} \quad (1)$$

Onde: i= Eletrodo, variando de 1 a 20; ritmo= Ritmos cerebrais, variando de delta a supergama; MdQ_A= Mediana das épocas do quantificador Q (podendo ser PCP ou Entropia) obtida na situação de comparação A (por exemplo Olhos Fechados); MdQ_B= Mediana das épocas do quantificador Q (podendo ser PCP ou Entropia) obtida na situação de comparação B (por exemplo Música Agradável).

Os valores de VAP, quando se aproximam de zero, indicam similaridade entre os sinais comparados, e quando são próximos de um, indicam máximas diferenças entre tais sinais. O cálculo de VAP pode resultar em diversos valores, uma vez que é feito para cada eletrodo e cada ritmo. Contudo, a representação estatística por meio da média desses valores

aconteceu, considerando apenas aquelas situações em que o valor-p calculado anteriormente pelo teste de comparação fora significativo. Essa escolha foi fomentada pelo critério da análise estatística significativa, ou seja, a representação média dos valores de VAP será baseada apenas em valores estatisticamente diferentes, tanto de PCP quanto de entropia.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais características dos voluntários registrados são: idade média igual a 21,83 anos; e 5 voluntários do sexo masculino. Cada situação de análise considerou o total de 20 eletrodos e seis ritmos cerebrais, portanto, o total de 120 valores de p foram obtidos. Na Tabela 1 estão as porcentagens de valor de p significativos (valor-p >0.05), considerando cada comparação realizada, para todos os voluntários. Já na Tabela 2 estão os valores médios de VAP, levando em consideração apenas os resultados em que PCP ou entropia apresentaram diferenças significativamente estatísticas nas situações de comparação. A Tabela 3 é uma síntese de valores de VAP para as comparações, considerando uma média tomada sobre os seis voluntários avaliados, a fim de nortear quais comparações apresentaram os maiores índices de VAP.

Por meio da Tabela 1, os resultados obtidos para o quantificador PCP indicam que para o voluntário 1, a comparação OFxME resultou em maiores divergências. O ritmo delta foi o que apresentou maiores diferenças principalmente nas regiões frontais lado direito. Destaca-se ainda os ritmos Teta, Alfa e Super Gama que também apresentaram diferenças significativas. O estudo de [13] evidenciam resultados similares aos encontrados para esse voluntário, uma vez que, os ritmos teta e alfa aumentaram porem com meditação baseada no Alcorão. Para o voluntário 2, a comparação com maiores diferenças estatísticas é a da situação OFxMU, o que também é percebido para o voluntário 4, principalmente nos ritmos Alfa e Delta, assim como no estudo [14]. Este último constatou que a estimulação musical traz maior diferença na ativação cerebral, principalmente nos ritmos Delta e Alfa. Considerando o voluntário 3, super gama é o ritmo que mais evidenciou diferença significativa na comparação OFxPM. O voluntário 5, apresentou as principais distinções no ritmo Super gama, principalmente na região posterior e nos eletrodos do lado esquerdo, quando na comparação OFxME. No estudo de [9], foi observado aumento da potência dos ritmos delta e gama, quando na presença da meditação, o que está parcialmente em conformidade com o resultado anteriormente relatado. Por último, o voluntário 6, cujos principais diferenças se deram na comparação OFxPM, com alterações importantes em Super gama, em todo o escalpo, e em Beta nas regiões central, temporal e occipital. Em síntese, grandes variações são detectadas em termos de PCP nas comparações OFxPM e OFxME, correspondentes às etapas de meditação, destacando-se o ritmo super gama, que aparece como destaque para quase todos os voluntários considerados.

TABLE I. VALOR DE P SIGNIFICATIVO EM CADA SITUAÇÃO DE ANÁLISE, CONSIDERANDO 20 ELETRODOS E 6 RITMOS.

Situação	vol 6101 Vol 1		vol 10901 Vol 2		vol 11101 Vol 3	
	PCP	Entropia	PCP	Entropia	PCP	Entropia
OFxMU	7	8	30	15	20	13
OFxPM	18	14	26	35	16	24
OFxME	23	20	4	29	8	13

MUXPM	9	9	10	26	3	8
MUXME	7	10	10	24	3	10
PMXME	7	3	3	6	4	13
Situação	vol 15301 Vol 4		vol 7001 Vol 5		vol 10801 Vol 6	
	PCP	Entropia	PCP	Entropia	PCP	Entropia
OFxMU	20	15	6	7	41	15
OFxPM	3	7	6	16	33	17
OFxME	2	16	10	21	14	9
MUXPM	15	17	6	12	31	6
MUXME	1	17	6	9	29	6
PMXME	8	4	3	3	30	12

Ainda na Tabela 1, considerem-se os resultados ligados ao quantificador entropia. No voluntário 1, a comparação OFxME mostrou a prevalência do ritmo gama, principalmente no lado esquerdo do cérebro. Já para o voluntário 2 a comparação mais significativa foi OFxPM, destacando o ritmo Gama com maiores alterações em todos os eletrodos exceto os occipitais. O voluntário 3, no OFxME, apresentou Gama com maior diferença em todas as regiões cerebrais exceto nos eletrodos FP1, F8 e T3. Para o voluntário 4, observam-se alterações significativas em duas comparações: MUXPM e MUXME. Para a primeira, deve-se salientar o ritmo super gama da região frontal até o temporal em ambos os lados cerebrais; enquanto que, para a segunda, observa-se a predominância do ritmo super gama. Quanto ao voluntário 5, OFxME apresentou as principais alterações em Beta nos eletrodos centrais e posteriores. Por fim, tem-se que, no voluntário 6, a variação mais intensa ocorreu entre OFxPM, tendo o ritmo Gama levado a maiores diferenças bioelétricas. Em resumo, diante de todos esses resultados, fica clara uma grande intensidade de alterações para OFxME ou OFxPM, nos ritmos Gama e Super Gama, os quais se relacionam a atividades cognitivas complexas [15].

Analisando a Tabela 2, o VAP do PCP leva a amplitudes maiores, quando se compara o silêncio inicial (OF) aos demais estímulos, o que condiz com os resultados descritos em [10]. De uma maneira geral, constatam-se valores médios de VAP mais elevados para a comparação PMxME. Por outro lado, observam-se ainda baixos valores de VAP da entropia em todas as comparações, todavia há um destaque para OFxMU e OFxME.

TABLE II. VAP MÉDIO DE CADA VOLUNTÁRIO E QUANTIFICADOR, CONSIDERANDO APENAS OS VALORES SIGNIFICATIVOS (VALOR-P <0,05)

Situação	vol 6101 Vol 1		vol 10901 Vol 2		vol 11101 Vol 3	
	PCP	Entropia	PCP	Entropia	PCP	Entropia
OFxMU	0.50	0.03	0.45	0.04	0.45	0.04
OFxPM	0.50	0.02	0.38	0.05	0.44	0.02
OFxME	0.42	0.03	0.38	0.05	0.44	0.02
MUXPM	0.36	0.02	0.37	0.04	0.41	0.03
MUXME	0.36	0.02	0.39	0.04	0.41	0.02
PMXME	0.38	0.02	0.38	0.04	0.42	0.02
Média	0.42	0.03	0.39	0.04	0.43	0.03

Situação	vol 15301 Vol 4		vol 7001 Vol 5		vol 10801 Vol 6	
	PCP	Entropia	PCP	Entropia	PCP	Entropia
OFXMU	0.59	0.04	0.33	0.02	0.45	0.02
OFXPM	0.61	0.04	0.36	0.03	0.45	0.02
OFXME	0.61	0.04	0.35	0.04	0.42	0.02
MUXPM	0.61	0.03	0.36	0.04	0.41	0.02
MUXME	0.64	0.03	0.35	0.04	0.39	0.02
PMXME	0.59	0.04	0.36	0.03	0.46	0.02
Média	0.61	0.03	0.35	0.03	0.43	0.02

TABLE III. VAP MÉDIO DE CADA SITUAÇÃO DE COMPARAÇÃO, CONSIDERANDO TODOS VOLUNTARIOS E APENAS OS VALORES SIGNIFICATIVOS (VALOR-P <0,05)

Situação	PCP	Entropia
OFXMU	0.4617	0.0317
OFXPM	0.4567	0.0300
OFXME	0.4367	0.0333
MUXPM	0.4200	0.0300
MUXME	0.4233	0.0283
PMXME	0.4317	0.0283

A Tabela 3 permite inferir que, em média, a situação de comparação OFxMU apresentou maior valor de VAP médio para o quantificador PCP. Considerando o quantificador entropia, notou-se que o maior valor de VAP foi observado na comparação entre OF e ME. De uma forma geral, esses resultados corroboram a ideia de que o estímulo, podendo esse ser musical ou meditativo, leva a alterações bioelétricas da ordem de, em média, 40% da potência espectral dos sinais envolvidos.

IV. CONCLUSÃO

No presente estudo, seis voluntários saudáveis foram submetidos ao registro EEG em diferentes situações de estimulação cognitiva, sendo tais situações comparadas tanto em termos da quantidade de mudanças bioelétricas estatisticamente significativas considerando-se simultaneamente eletrodos / ritmos neurológicos (Tabela I), quanto em termos da magnitude de tais mudanças (Tabelas II e III). Fica claro que tais modificações são pessoais, dependendo portanto do voluntário. Porém, de uma maneira geral, o conjunto de resultados aponta que, independentemente do quantificador considerado, a magnitude das variações da potência espectral do EEG é em média de 40%, entre uma etapa da estimulação do voluntário e aquela subsequente. Além disso, a maior diferença significativa ocorreu entre a situação de olhos fechados versus estímulos, particularmente, de forma mais acentuada, entre olhos fechados e os estímulos meditativos. Neste contexto, deve-se destacar que, para praticamente todos o voluntários, sempre os ritmos supergama e gama apresentaram variações de magnitude notavelmente mais acentuadas que aquelas dos demais. Este fato é de certa forma esperado, visto que tais ritmos estão ligados a funções cognitivas refinadas e

complexas. Do ponto de vista metodológico, para a maioria dos voluntários, o quantificador entropia foi mais sensível na distinção entre os estados de estimulação, em termos da quantidade de mudanças, porém, em contrapartida, a magnitude destas variações é muito pequena, se comparada com aquelas do PCP.

Como trabalhos futuros espera-se aumentar a quantidade de voluntários para que essa análise tenha valor estatístico significativo, aprofundando-se a investigação do papel fundamental dos ritmos gama e supergama.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos órgãos de fomento pelo auxílio concedido através de bolsas de estudo CAPES, FAPEMIG e CNPQ. Agradecem também ao Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Elétrica da UFU pelo suporte técnico quanto aos registros e processamento de sinais.

REFERÊNCIAS

- [1] Toutain, T. G. L. O., Rosario, R. S., Mendes, C. M. C., Sena, E. P. Alfa no estado alterado de consciência: meditação Raja Yoga. *Rev. Ciênc. Méd. Biol.*, vol. 18, no. 1, pp. 38-43, Jan./Abr 2019
- [2] Ahani, A., Wahbeh, H., Nezamfar, H., Miller, M., Erdogmus, D., Oken, B. Quantitative change of EEG and respiration signals during mindfulness meditation. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* 11:87, May 2014. doi:10.1186/1743-0003-11-87.
- [3] Newberg, A. B. *Principles of Neurotheology*. Ashgate, USA, 271 p., 2010.
- [4] Hixson, K. A., Grouchow, H. W., Morgan, D. W. The relation between religiosity, selected health behaviors, and blood pressure among adult femal. *Preventive Medicine*, vol. 27, pp. 545-552, July 1998.
- [5] Kabat-Zinn, J., et al. Influence of a mindfulness meditation-based stress reduction intervention on rates of skin clearing in patients with moderate to severe psoriasis undergoing phototherapy (UVB) and photochemotherapy (PUVA). *Psychosomatic Medicine*, vol. 60, pp. 625-632, September/October, 1998.
- [6] Freeman, W. J.; Quiroga, R. Q. *Imaging Brain Function With EEG*. 3. ed. New York 2013: Springer Science, 2013.
- [7] Kaur, C.; Singh, P. Review Article. EEG Derived Neuronal Dynamics During Meditation: Progress And Challenges, *Hindawi Publishing Medicine*, vol 2015, p. 1-10, Nov. 2015.
- [8] Colantoni, M. A. Soares, E. P. N., Alves, C. F. M., Caldeira, N. R. S., Ramos, M. A., Filho, J. B. D. Revisão bibliográfica sobre estudos de estimulação meditativa baseados em eletroencefalografia (EEG). *Proceedings of the XVIII CEEL – Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica*, 6 p., Uberlândia, dez. 2020. doi: 10.14295/2596-2221.xviiiiceel.2020.597
- [9] Kakumanu, R. J., et. al. Dissociating meditation proficiency and experience dependent EEG changes during traditional Vipassana meditation practice. *Biological Psychology*, vol. 135, pp. 65-75, March 2018
- [10] Alves, C. F. M., Colantoni, M. A., Soares, E. P. N., Rodrigues, A. A. A., Ramos, M. A., Filho, J. B. D. Estudo de estímulos meditativos com base na eletroencefalografia (EEG) e no quantificador coeficiente de variação. *Proceedings of the XVIII CEEL – Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica*, 6p., Uberlândia, dez. 2020. doi: 10.14295/2596-2221.xviiiiceel.2020.601
- [11] Ramos, C. D. Caracterização do eletroencefalograma normal em situação de vigília: elaboração da base de dados e análise quantitativa. 2017. 157 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Julho 2017.
- [12] Nunes, R. R.; De Almeida, M. P.; Sleigh, J. W. Entropia espectral: um novo método para adequação anestésica. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, v. 54, n. 3, p. 404-422, 2004.
- [13] Vaghefi, M., Nasrabadi, A. M., Golpavegani, S. M. R. H., Mohammadi, M. R., Gharibzadeh, S. Spirituality and brain waves. *Journal of Medical Engineering and Technology*, vol. 39, no. 2, pp. 153-158, 2015.

- [14] Ramos, G. E. O. Estudo sobre estimulação musical com o EEG e atenuação do ruído na UTI. 2018. 132 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Dezembro 2018.
- [15] Teplan, M. Fundamentals of EEG measurement. Meas Sci Rev. 2002; 2(2):1-11