



AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL SOB ESTÍMULOS DE MÚSICAS AUTOSSELECIONADAS

A.R.F. Jorge*¹, G. M. Pereira¹, G. E. O. Ramos¹, J. B. Destro-Filho¹, E. de Lima².

¹FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

²UFU – Universidade Federal de Uberlândia/Prefeitura Municipal de Uberlândia

Resumo – No presente estudo teve-se como objetivo avaliar os efeitos de música favorita e desgostada autosseleccionadas pelos voluntários em sua atividade encefálica. Para isso, utilizou-se o EEG, onde através da análise dos eletrodos da região frontal F3 e F4 foi possível por meio da autocorrelação e da análise bidimensional verificar, através do agrupamento entre gênero feminino e masculino, se há diferenças significativas conforme a interpretação subjetiva. Verificou-se, por fim, que os indivíduos homens são mais sensíveis à transição silêncio – música e que a estimulação musical da região frontal é independente se a estimulação é a música favorita ou desgostada.

Palavras-Chave – Autosseleccionada, Cerebral, Eletrodo, Electroencefalograma, Música.

EVALUATION OF BRAIN ELECTRIC ACTIVITY UNDER SELF-SELECTED MUSIC STIMULATIONS

Abstract – In this present study, the objective was to evaluate the effects at the encephalic region of pleasant and unpleasant music self-selected by the volunteers. Through the analysis of the electrodes of the frontal region F3 and F4, it was possible with autocorrelation and two-dimensional analysis to verify, grouping between female and male gender, if there are significant differences according to the subjective interpretation. Finally, it has been found that males are more sensitive to the silence-music transition and that the frontal stimulation of music is independent if stimulation is the pleasant or unpleasant music.

Keywords – Autoselect, Cerebral, Electrode, Electroencephalogram, Music.

NOMENCLATURA

NS Não Significativo

*amandrosafj@live.com

I. INTRODUÇÃO

O exame eletroencefalográfico (EEG) de superfície é a gravação dos potenciais de ação cerebrais através da captação da atividade elétrica cortical por meio de eletrodos distribuídos no escalpo, permitindo, assim diversos estudos das bandas de ritmos cerebrais e o comportamento do mesmo. A região do escalpo é subdividida em áreas de estudos sendo estas regiões: frontal, central, temporal, parietal e occipital.

O estímulo sonoro, por sua vez, está inserido na rotina do homem contemporâneo em diversos ambientes. Uma das categorias é a música cuja característica principal é a combinação harmoniosa e rítmica de sons.

Estudos mostram que o ritmo é um aspecto da música que demora cerca de centenas de milissegundos a dois segundos para ser processado pelo cérebro. Uma vez interpretado, instantaneamente o indivíduo ativa o sistema límbico, remetendo-o às memórias, há a alteração do período de inspiração e expiração do ar e, pode ocorrer processos motores, como o balanço dos braços e das pernas ao andar e, por fim, o ritmo ser interpretado como dança [1].

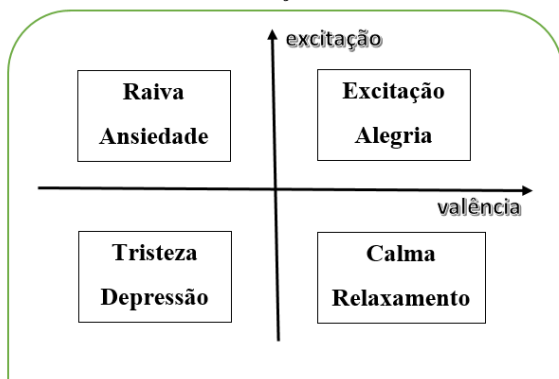
Posteriormente, outro estudo mostra que a Terapia Neurológica com Música (NMT) é atualmente bastante utilizada e definida como tratamento para disfunções no sistema cognitivo, sensitivo, na linguagem e no sistema motor [2]. O NMT é baseado em modelos neurocientíficos de percepção da música e da influência deste em mudanças no cérebro e seu funcionamento fazendo, assim, com que o tratamento possa abranger diversas áreas e que tenha uma maior probabilidade de sucesso.

Muitos modelos de análise, que relacionam música e emoção, foram desenvolvidos no decorrer dos anos, principalmente em decorrência dos avanços com relação à aquisição da informação da atividade cerebral. Como exemplo, temos o modelo bipolar de emoção, também chamado de Plano Excitação-Valência das emoções de Thayer, o qual cria um modelo bidimensional que relaciona excitação e valência, para descrever as emoções causadas pelos estímulos musicais [3]. A dimensão da excitação se refere à propriedade emocional, que varia de não excitada a excitada, enquanto a dimensão da valência denota a

propriedade emocional que varia de não agradável a agradável [4].

A Figura 1 demonstra como este modelo é comumente adotado, para evitar a ambiguidade das emoções. Este plano define as classes de emoção dimensionalmente em dois eixos. Em termos de valência (eixo x), categorias de positivo e negativo e em termos de excitação (eixo y), categorias de excitante e calmante. Assim, as classes de emoções podem ser divididas nos quatro quadrantes do plano de emoção [5].

Figura 1: Representação esquemática do modelo bidimensional da emoção.



Na literatura, pesquisas anteriores abordaram as relações entre os ritmos cerebrais, analisando o poder médio nas bandas teta, alfa e beta, e a resposta emocional em diferentes emoções evocadas pela música. Através da análise da valência e da excitação induzida pela audição de trechos musicais, muitos constataram que a valência emocional está relacionada a uma assimetria frontal entre os hemisférios do cérebro [3].

Maior atividade frontal esquerda se traduz em uma resposta de valência positiva (calma e alegria), e uma maior atividade frontal direita se expressa em uma resposta de valência negativa (tristeza e raiva) [6]. Na excitação musical, diferentes partes do cérebro estão envolvidas no processamento da música; estes incluem o córtex auditivo e o córtex frontal.

Com base nas informações apresentadas, o objetivo deste trabalho é avaliar a reação de dois grupos, um formado por pessoas do gênero masculino e o outro do feminino, às suas respectivas músicas autoselecionadas, através do uso da autocorrelação dos sinais, do teste estatístico de Friedman e do plano bidimensional Excitação - Valência.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização do estudo foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CEP – UFU), sendo autorizada pelo protocolo de pesquisa número 369/11. A coleta de dados ocorreu no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HCU – UFU). Foram selecionados dez voluntários, os quais a maioria tratava-se de estudantes da UFU, com faixa etária entre 18 e 29 anos, sem nenhum histórico ou presença de patologias neurológicas, psíquicas ou endócrinas.

A. Protocolo de Coleta

O protocolo de coleta elaborado consistiu em expor o voluntário a dois diferentes tipos de estimulação musical: música favorita e música desgostada, conforme a

sensibilidade particular de cada voluntário. Para a aplicação dos estímulos, o voluntário estava devidamente deitado na maca em posição confortável, de olhos fechados e sem ausência de estímulo visual (luzes apagadas). A ordem selecionada foi inicialmente a ausência de estímulos durante três minutos, denominado silêncio no protocolo, seguida da aplicação de cada estimulação com a duração de um minuto. Começando pela música favorita, seguida de música não apreciada. Após cada estimulação, foi feita uma pequena pausa para responder um simples questionário que foi seguido de trinta segundos de silêncio para recomposição e concentração do voluntário para seguir uma nova estimulação.

B. Procedimentos predecessores à coleta

Nos dias anteriores à realização da coleta, os voluntários foram instruídos a tomar os devidos cuidados para melhor captação do sinal, como dormir pelo menos 6 horas na noite antecedente à coleta, lavar o cabelo um dia antes com sabão de coco, não ingerir álcool nas 24 horas anteriores ao exame, não ter feito uso de nenhum medicamento, não ter tomado café ou qualquer outra bebida estimulante e, por fim, ter se alimentado antes do exame. Além das instruções supramencionadas, coube ao voluntário selecionar uma música favorita, aquela que trouxesse boas recordações e sentimentos, e uma música desgostada, que trouxesse sentimentos desagradáveis e/ou más recordações.

C. Procedimentos durante a realização da coleta

Para a realização do estudo o aparelho utilizado foi disponibilizado pelo setor de neurologia clínica do HCU-UFU, sendo o mesmo aparelho utilizado durante todas as coletas realizadas no hospital, o amplificador de sinais biológicos BrainNet BNT-EEG. Neste estudo o equipamento foi regulado para possuir frequências de corte do filtro passa-alta e passa-baixa 1 e 100 Hz respectivamente, com o filtro NOTCH ativo para remoção da frequência de rede, 60 Hz. O posicionamento dos 20 eletrodos não invasivos seguiu o SI – 10-20 durante seu posicionamento.

Antes do início do procedimento de coleta, os voluntários informaram dados pessoais (idade, altura, peso e sexo) e assinaram a um termo de consentimento e livre esclarecimento. Além dessas informações, após cada estimulação, os voluntários mencionaram suas emoções e recordações relacionadas a cada música aplicada.

D. Pré-processamento

Precedendo a etapa de processamento, foram selecionados 3 segmentos de sessenta segundos de cada estimulação diferente a partir dos sinais coletados e validados por um médico neurologista do HCU – UFU, a fim de verificar se cada um dos sinais apresentavam os padrões de qualidade desejados, descartando aqueles que apresentassem mais de três eletrodos problemáticos. Logo após os sinais foram convertidos de maneira a serem compatíveis com os softwares utilizados nas etapas posteriores.

E. Análise do Resultado

Foi utilizado o método de autocorrelação, equação (1), para cada voluntário, individualmente, apenas para os eletrodos F3 e F4, para se obter suas respectivas curvas, ao todo três, curva silêncio, curva música favorita (MF) e curva

música desgostada (MD). Como a autocorrelação é uma ferramenta matemática que relaciona o próprio sinal com ele mesmo, obtivemos os padrões específicos de interpretação de cada paciente para cada período de estimulação: silêncio, música favorita e música desgostada.

$$R_x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} g(t)g(t + \tau)dt \quad (1)$$

Onde:

- T - Corrente de pico no indutor ressonante.
- τ - Valor de deslocamento do sinal no tempo.
- $g(t)$ - Sinal analisado
- $g(t + \tau)$ - Sinal deslocado.

Para tal processamento, também foi aplicado o Teste de Friedman, sendo teste não-paramétrico onde a função é comparar dados veiculados. Com esse teste é possível quantificar a diferença entre as curvas da autocorrelação ao compararmos as 3 situações distintas. Portanto como possuímos 3 situações onde todos os voluntários possuem participação, esse teste é o mais indicado. Assim, sendo viável a comparação dos resultados de cada voluntário através de todas as situações.

Para correlacionar os dados obtidos na captação do EEG, com os estados emocionais dos voluntários em diferentes momentos, foram selecionados de forma aleatória, seis voluntários dentre os 10 disponíveis, três do sexo masculino e três do sexo feminino. Na sequência, a construção do plano bidimensional se inicia pelo cálculo da excitação e da valência. Os valores de excitação e valência foram calculados para cada uma das situações previamente mencionada, para cada um dos voluntários, onde se utilizou o quantificador referente à Porcentagem de Contribuição de Potência (PCP), disponibilizado por [7], que informa a quantidade de energia contida em uma determinada faixa de frequência. Inicialmente, cada exame foi submetido ao cálculo da Densidade Espectral de Potência Normalizada (DEPN), como mostra a equação (2) e então, para cada ritmo foi quantificado o valor da potência total do sinal normalizado, utilizando a equação (3).

$$|X_K| = \int_{n=1}^N R_x e^{-j\omega t} \quad (2)$$

$$PCP_{ritmo} = \int_{n=1}^m |X_k|^2 \quad (3)$$

O cálculo da excitação é realizado com base na aplicação da equação (4), disponibilizada por [6], que trata da divisão dos valores da porcentagem de contribuição de potência (PCP) encontradas para beta, pelo valor de PCP de alfa, relativos aos eletrodos situados na porção pré-frontal do córtex, F3 e F4.

$$Excitação = \frac{PCP\beta(F3)+PCP\beta(F4)}{PCP\alpha(F3)+PCP\alpha(F4)} \quad (4)$$

Para o cálculo dos valores de valência emocionais, foi usada a diferença de PCP da frequência alfa, evidenciado pela equação (5), disponibilizada por [6].

$$Valência = PCP\alpha(F4) - PCP\alpha(F3) \quad (5)$$

III. RESULTADOS

Os resultados obtidos forneceram informações importantes com relação aos indivíduos em sua interpretação musical, com relação a cada gênero e com relação à comparação entre silêncio e ambas músicas. Desta forma, pode-se observar que a extração de análise sobre tais resultados é bastante vasta.

Foi gerada a Tabela 1 de probabilidade de significância, ou seja, p-valores que aferiram o comportamento da curva obtida da interpretação subjetiva dos dois grupos entre silêncio x MF, silêncio x MD e MF x MD. Esta tabela mostra as comparações estatísticas de cada voluntário com relação aos diferentes ambientes comparados em pares promovidos durante a coleta.

Tabela 1: Comparação estatística entre estímulo de p-valores da curva de autocorrelação entre as condições de ambiente de cada voluntário agrupado por gênero. Para * p-valor<0.05, ** p-valor < 0.005 e *** p-valor < 0.0005. Abreviação F para feminino e M para masculino.

Gênero	Silêncio x MF		Silêncio x MD		MF x MD	
	F3	F4	F3	F4	F3	F4
F1	NS	NS	***	***	***	***
F2	***	NS	***	NS	***	NS
F3	NS	NS	***	**	***	***
F4	NS	**	NS	NS	NS	NS
F5	*	***	NS	*	*	NS
M1	**	**	NS	NS	NS	NS
M2	***	NS	*	***	NS	NS
M3	***	**	***	***	***	***
M4	***	***	NS	*	NS	***
M5	NS	*	***	***	***	***

É de se notar que na transição silêncio x MF, o gênero feminino não obteve notável diferença de comportamento nos eletrodos F3 e F4. Não obstante, na transição silêncio x MD, este mesmo gênero também não obtiveram diferenças entre ambos estímulos. Entretanto, para ambas transições citadas, o gênero masculino obteve diferenças significativas entre tais comparações.

Já na comparação MF x MD o resultado foi o oposto. O gênero masculino não apresentou notáveis diferenças entre ambas músicas, enquanto o gênero feminino apresentou.

Foi gerado um gráfico para cada voluntário na comparação das autocorrelações dos diferentes estímulos (silêncio, MF e MD) para os eletrodos frontais F3 e F4. Aleatoriamente, exemplifica-se através das Figuras 2 e 3 os gráficos gerados. A Figura 2 pertence à um dos voluntários do sexo feminino e, a Figura 3 pertence à um dos voluntários do sexo masculino. Sabendo que a curva azul é o período de ausência de estímulo

(silêncio), a curva vermelha é o período de estímulo da música favorita e a curva preta é o período de estímulo da música desgostada.

Figura 2: Curvas de autocorrelação para uma voluntária dos eletrodos F3 e F4, respectivamente esquerda e direita. Curva azul – silêncio, curva vermelha – MF e curva preta – MD.

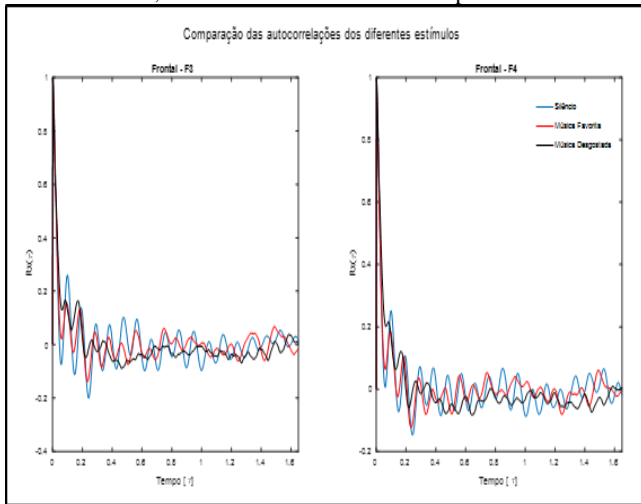
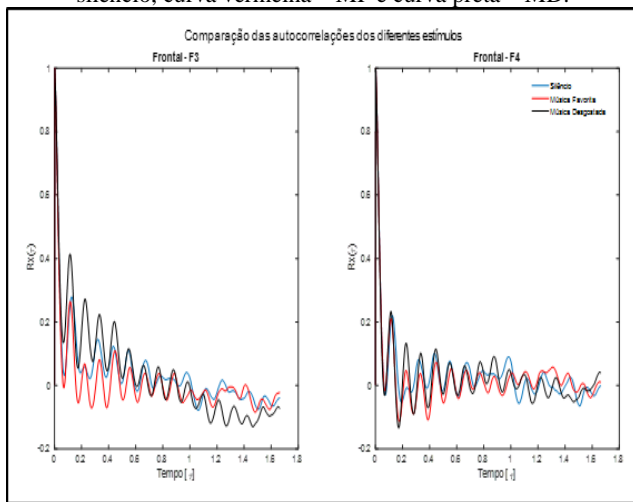


Figura 3: Curvas de autocorrelação para um voluntário dos eletrodos F3 e F4, respectivamente esquerda e direita. Curva azul – silêncio, curva vermelha – MF e curva preta – MD.

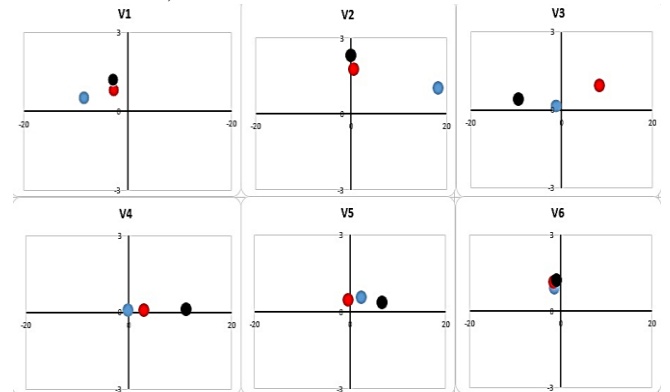


Analisando as Figuras 2 e 3, é possível notar que as curvas possuem formas, períodos e amplitudes diferentes. Entretanto, na Figura 2 pode-se ver que as curvas de ambas as músicas não se destoam extremamente da curva silêncio, apesar de apresentarem amplitudes diferentes, seguem uma mesma linha de decaimento. Enquanto na Figura 3, o decaimento das curvas mostra-se destoante para pelo menos um dos eletrodos.

Ao final da análise de excitação e valência, um plano bidimensional foi plotado para a observação dos resultados para cada voluntário, evidenciando cada um dos três estímulos. O eixo das abcissas contém os valores de valência, enquanto que o plano das ordenadas contém os valores de excitação, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Representação do plano excitação-valência das emoções de Thayer para cada um dos seis voluntários. Marcador azul –

silêncio, marcador vermelho – MF e marcador preto – MD. Os voluntários V1, V2 e V3 são voluntários do sexo feminino e, V4, V5 e V6, se referem a voluntários do sexo masculino.



A Figura 4 evidencia os resultados para cada um dos voluntários, onde os marcadores em cor azul identificam as coordenadas de excitação e valência encontradas para a situação silêncio, assim como os marcadores vermelhos são para a identificação das coordenadas para os mesmos parâmetros em MF, e preto para MD.

IV. DISCUSSÃO

Como há pouquíssimas pesquisas cujo cunho é a preferência musical pessoal, decidiu-se discutir esta ênfase tão importante na parte frontal cerebral.

Não foi encontrado artigos cuja autocorrelação estive sob o ângulo do comportamento eletroencefalográfico segundo estímulos de músicas especificamente autoselecionadas. Entretanto, confrontou-se os resultados do presente estudo com a literatura pertinente até a atualidade.

O estudo [8] reflete que para extração de ruídos defasados em potenciais auditivos evocados deve-se autocorrelacionar o ruído de forma que seja mais fácil sua extração do sinal que deseja ser estudado. Ou seja, a variável autocorrelacionada torna-se uma variável mais simples e compacta de ser manipulada. Tão logo, a autocorrelação das comparações dos estímulos permitiu a geração das curvas na composição dos gráficos para cada um dos dez voluntários. Conforme apresentado nas Figuras 1 e 2, as características expressas em cada gráfico preserva a individualidade e a subjetividade de cada voluntário pelo efeito da música provocado no cérebro.

Em [9], o autor analisou, através exames EEG, as respostas emocionais dos participantes à música autoselecionada. Participaram 10 adultos saudáveis com 3 minutos de coleta cada condição, apreciada e não apreciada e a coleta referência sem estímulo (silêncio). As épocas de 30 segundos foram analisadas estatisticamente pelo Teste de Friedman em razão dos parâmetros estudados não serem igualmente distribuídos durante as três condições de estímulo (silêncio, música gostada e música desgostada). Neste estudo, mostra-se que a assimetria frontal foi alta em F3 e F4 enquanto ouviam as músicas apreciadas.

Ainda no estudo [9], a valência (agradável / desagradável) foi medida estimando-se a energia do componente teta e as emoções provocadas (positivas / negativas), calculando-se os índices de assimetria frontal. O aumento da energia da componente beta nos lobos frontais (F3, F7 e F8) indica que a

música desgostada induz excitação e tensão cortical entre os participantes. Esses resultados reafirmam que o estímulo da música não apreciada induz a alta excitação. O alto índice de assimetria frontal indica que o comportamento motivação se relaciona com a emoção positiva notada em F3 e F4, enquanto se ouvia a música favorita. Há a possibilidade de que os estímulos da música desgostada geram sentimentos de perigo, medo e tristeza e isso provoque emoções negativas, ou seja, também alta excitação destas áreas.

Apesar da pesquisa acima citada não diferenciar os gêneros como o presente estudo, pode-se notar que as músicas favorita e desgostada levam à elevada estimulação da região frontal. Como complemento então, a partir da Tabela 1, os voluntários tiveram praticamente a mesma estimulação nas condições de apreciação ou não do estímulo. Entretanto as voluntárias, por sua vez, mostraram não evidenciar tanto a transição de silêncio para estímulo musical favorito na região frontal nos eletrodos F3 e F4.

O Plano Excitação-Valência das emoções de Thayer desenvolvido para cada voluntário, surge com o intuito de agregar mais uma opção de visão qualitativa acerca das estimulações musicais, relacionadas à excitação cerebral captada pelo EEG. Na literatura, [3,6] foram encontrados diversos métodos de análise da aquisição do EEG, para posterior aplicação do método do plano bidimensional. Sendo assim, não foi encontrado um consenso entre publicações sobre qual parâmetro EEG é usado para gerar as coordenadas referentes à valência e excitação.

No estudo realizado por [3], utilizou-se como informação da oscilação neural, a dimensão fractal calculada sobre a potência das oscilações cerebrais para determinar a valência e a excitação. Como resultado, seis emoções como o medo, frustradas, tristes, felizes, agradáveis e satisfeitas, poderiam ser reconhecidas pelo plano excitação-valência das emoções de Thayer.

Já em [6], analisou-se a valência e a excitação de forma a usar a potência total encontrada, para cada banda de oscilação, como parâmetro principal para determiná-las, concluindo-se que a valência emocional está relacionada com diferentes padrões de assimetria na atividade frontal do cérebro. Para a valência com valores positivos, houve uma maior atividade relativa no hemisfério esquerdo frontal, e para a valência negativa, uma maior atividade relativa no hemisfério direito frontal. As diferenças de excitação não foram muito bem evidenciadas neste estudo, obtendo-se valências com valores positivos ou negativos, porém com valores de excitação geralmente nas mesmas quantificações. Por outro lado, nos resultados encontrados no presente estudo, os valores de valência para as situações silêncio, MF e MD, não demonstraram um comportamento uniforme esperado para os diferentes momentos.

Nos resultados encontrados no presente estudo, os valores de valência para as situações silêncio, MF e MD, não demonstraram um comportamento uniforme esperado para os diferentes momentos. Cada voluntário demonstrou um padrão comportamental para as estimulações, pela análise do plano.

Os valores de valência para a situação MD evidenciaram que, enquanto as mulheres apresentaram menores valores de valência e maiores para excitação, os homens apresentaram excitações menores e valências maiores para tal estimulação.

Para a situação silêncio, nota-se que todos os voluntários masculinos e a voluntária V3 estavam neutros, com valores de excitação e valência próximos à origem das duas coordenadas, ou seja, sem emoções aparentes. Neste último caso, ocorreu uma exceção para duas voluntárias (V1 e V2), as quais V1 apresentou baixos valores de valência e excitação, e V2 apresentou altos valores de valência e baixo valor para excitação.

Por fim, para a situação MF, cada voluntário demonstrou um padrão comportamental para esta estimulação, evidenciando que a definição de emoções por estes dois parâmetros, diante de estímulos que envolvem certa particularização na interpretação, são mais difíceis de serem generalizados.

V. CONCLUSÃO

Ao final deste estudo concluímos que a autocorrelação dos sinais coletados para cada indivíduo torna mais fácil a comparação das curvas dos estímulos feitos. Através dos p-valores calculados, notou-se que os homens são mais sensíveis à transição silêncio - música do que as mulheres, as quais apresentaram maior diferença na comparação entre MF e MD. Sendo assim, a análise bidimensional confere a assimetria da região frontal para determinar os valores de excitação encontrados para os voluntários, no Plano Excitação-Valência das emoções de Thayer. Estes valores evidenciam que a estimulação com música leva à uma excitação, positiva ou negativa, durante a execução musical, independente da classificação do voluntário como favorita ou de seu desgosto. Do conhecimento dos autores, o presente artigo corresponde a uma das primeiras utilizações do Plano Excitação-Valência das emoções de Thayer em indivíduos brasileiros, neurologicamente normais.

Para trabalhos futuros, pretende-se verificar mais a fundo outras modalidades de informações que a atividade elétrica cerebral dispõe, para serem calculados os parâmetros do Plano Excitação-Valência, mais especialmente para a valência. Além disso, avaliar mais a fundo as questões emocionais que podem ser identificadas pelo modelo proposto e cruzar estas informações com o relato subjetivo das emoções que os próprios indivíduos disponibilizaram ao final de cada coleta.

REFERÊNCIAS

- [1] V. G. Rajendran, S. Teki, and J. W. H. Schnupp, "Temporal Processing in Audition: Insights from Music," *Neuroscience*, no. October, 2017.
- [2] M. H. Thaut and H. Volker, *Handbook of neurologic music therapy*. 2014.
- [3] O. Sourina, Y. Liu, and M. K. Nguyen, "Real-time EEG-based emotion recognition for music therapy," *J. Multimodal User Interfaces*, vol. 5, no. 1–2, pp. 27–35, 2012.
- [4] S. Zhang, Q. Tian, S. Jiang, Q. Huang, and W. Gao, "Affective MTV analysis based on Arousal and Valence features," *2008 IEEE Int. Conf. Multimed. Expo, ICME 2008 - Proc.*, pp. 1369–1372, 2008.

- [5] Y.-H. Yang, Y.-C. Lin, Y.-F. Su, and H. H. Chen, "Music Emotion Classification: A Regression Approach," pp. 208–211, 2007.
- [6] F. Morais, "Estudo da Influência da Música na Atividade Elétrica Cerebral," Universidade Nova de Lisboa, 2016.
- [7] C. D. Ramos *et al.* Quantitative Analysis of EEG Records in Distinct States of Consciousness: A Case Study on Brazilian Patient. *IEEE Latin America Transactions*, vol. 16, no. 7, pp. 1878-1883, 2018.
- [8] M. H. Costa, "Estimation of the noise autocorrelation function in auditory evoked potential applications," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 7, no. 5, pp. 542–548, 2012.
- [9] G. Balasubramanian, A. Kanagasabai, M. Jagannath, and N. P. G. Seshadri, "Music induced emotion using wavelet packet decomposition—An EEG study," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 42, pp. 115–128, 2018.