

# RAZÃO DA ATIVIDADE NEURAL NAS BANDAS GAMA/ALFA EEG ASSOCIADA A DESEMPENHO ARITMÉTICO

Maria Fernanda Oliveira de Figueiredo<sup>1\*</sup>; Yossi Zana<sup>2</sup>

1. Maria Fernanda Oliveira de Figueiredo. Centro de Matemática, Computação e Cognição. Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil. [figueiredo.maria@ufabc.edu.br](mailto:figueiredo.maria@ufabc.edu.br) (ORCID 0009-0003-5598-1635)

2. Yossi Zana. Centro de Matemática, Computação e Cognição. Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil. [yossi.zana@ufabc.edu.br](mailto:yossi.zana@ufabc.edu.br) (ORCID: 0000-0003-0539-7492)

\* Autor apresentador

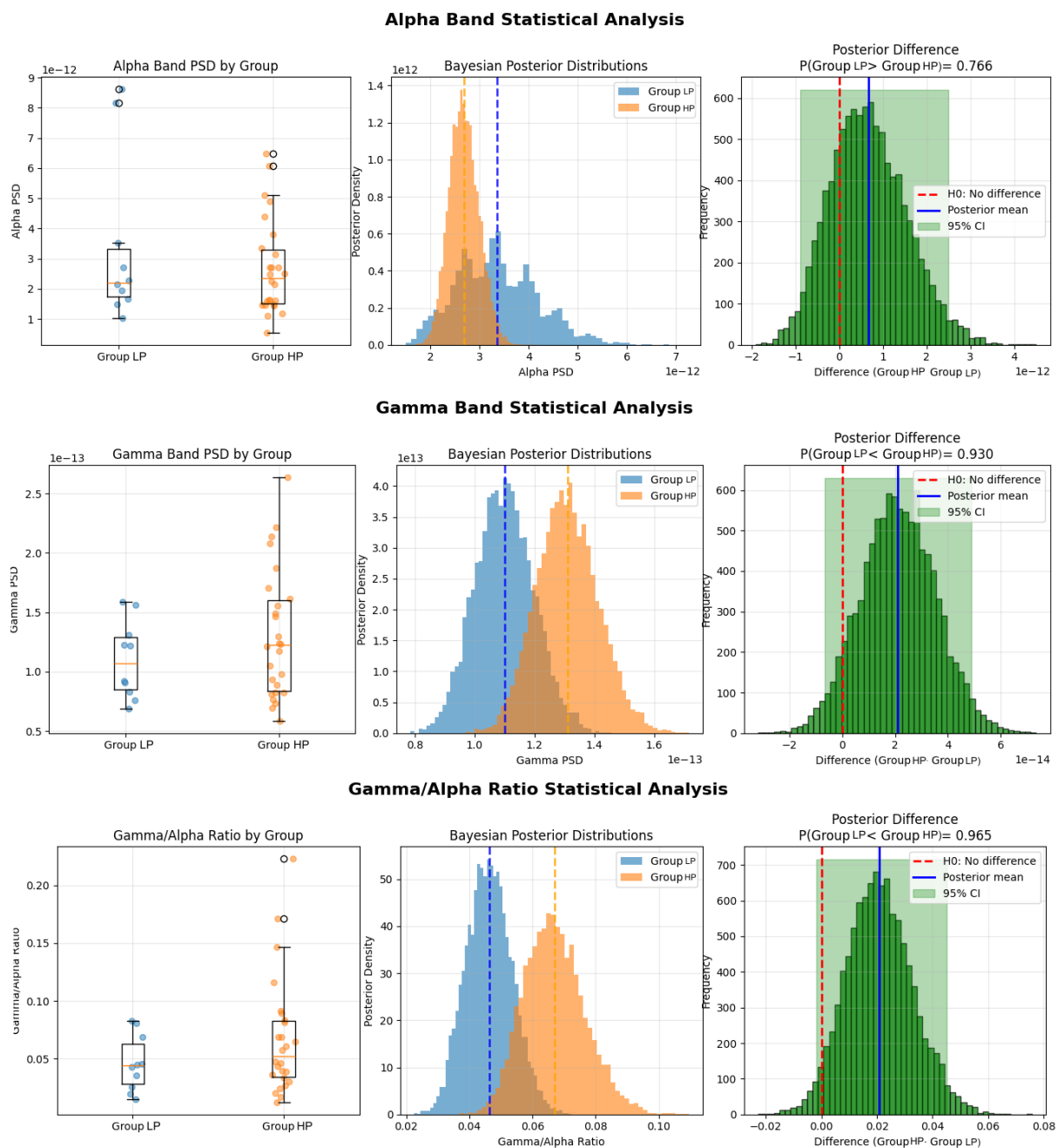
**Palavras-chave:** biomarker, cognition, electroencephalography

**Introdução:** A razão de potência gama/alfa foi proposta por Alyagon et al. (1) como um biomarcador relacionado à eficácia da rTMS em adultos com TDAH. Os autores relataram que a razão correlacionou-se com a gravidade dos sintomas e a resposta ao tratamento, com atividade de frequência mais alta (gama) interpretada como engajamento cognitivo e atividade de frequência mais baixa (alfa) associada à ociosidade. No presente estudo avaliamos se essa razão espectral é associada com o desempenho durante uma tarefa cognitiva em adultos saudáveis usando um conjunto aberto de dados de EEG com autorização para publicação (2). O objetivo foi determinar se as diferenças no desempenho da tarefa estão associadas à dinâmica de potência gama/alfa. A hipótese é que os participantes com melhor desempenho apresentarão potência gama relativamente mais forte e potência alfa mais fraca, levando a uma razão mais alta.

**Materiais e métodos:** Trinta e seis participantes realizaram uma tarefa de subtração mental durante 4 min. O desempenho foi quantificado pelo número de operações corretas concluídas no intervalo. Os participantes foram estratificados em grupos de acordo com o desempenho. O grupo de menor desempenho (G-LP) incluiu participantes com menos operações concluídas ( $n = 10$ , média de operações = 7, DP = 3,6), enquanto o grupo de maior desempenho (G-HP) incluiu participantes com maior eficácia na tarefa ( $n = 26$ , média de operações = 21, DP = 7,4). Os sinais de EEG foram pré-processados por procedimentos padrão. A densidade espectral de

potência (PSD) foi estimada utilizando o método de Welch. A potência espectral foi extraída do canal F4 para duas bandas de frequência: Gama (30–40 Hz) e Alfa (8,0–14,5 Hz), e a principal métrica foi a razão entre elas. Uma abordagem Bayesiana foi utilizada para estimar as diferenças entre os grupos. As distribuições posteriores das médias dos grupos foram obtidas por meio de reamostragem bootstrap, e os intervalos de credibilidade foram calculados a partir das distribuições posteriores resultantes. A distribuição posterior do tamanho do efeito foi estimada a partir das diferenças entre as amostras dos grupos. Os fatores de Bayes foram estimados utilizando a razão de densidade de Savage-Dickey. A robustez do efeito foi avaliada examinando separadamente as bandas alfa e gama individuais.

**Resultados/discussão:** A razão média foi menor no grupo G-LP ( $\bar{X} = 0,0463$ , DP = 0,0242) do que no grupo G-HP ( $\bar{X} = 0,0670$ , DP = 0,0502)(Fig. 1), o que está de acordo com a hipótese de trabalho. As estimativas posteriores Bayesianas produziram as seguintes médias de grupo: G-LP: 0,0463 (IC 95% [0,0328–0,0609]) e G-HP: 0,0671 (IC 95% [0,0501–0,0875]). A diferença média estimada entre os grupos foi de 0,0208 (intervalo de 95% [-0,0019–0,0452]). A probabilidade posterior de que a razão média no grupo G-HP seja maior que a do grupo G-LP foi  $p = 0,965$ . O fator de Bayes para a diferença entre os grupos foi de 2,25, correspondente a uma evidência fraca ("anecdótica") de uma diferença entre os grupos. As análises das bandas individuais mostraram que a potência alfa tendia a ser maior no grupo com pior desempenho, enquanto a potência gama tendia a ser menor, o que está de acordo com a direção da diferença de proporção observada.



**Figura 1.** Distribuição das medidas espectrais para o grupo de desempenho inferior (G-LP, azul) e o grupo de desempenho superior (G-HP, laranja). Os painéis superior, central e inferior mostram a potência alfa, a potência gama e a razão gama/alfa, respectivamente. A coluna da esquerda apresenta os resultados descritivos, a coluna central mostra as distribuições posteriores Bayesianas das médias dos grupos, e a coluna da direita exibe a distribuição posterior da diferença entre os grupos.

**Conclusão:** Embora a evidência estatística seja modesta, os achados apontam para uma tendência de associação entre melhor desempenho e uma maior razão

gama/alfa. Isso sugere que esta razão pode refletir diferenças neurais relacionadas ao engajamento cognitivo durante o processamento aritmético.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram que não houve conflito de interesses.

### **Referências:**

1. Alyagon U, Shahar H, Hadar A, Barnea-Ygaël N, Lazarovits A, Shalev H, et al. Alleviation of ADHD symptoms by non-invasive right prefrontal stimulation is correlated with EEG activity. *Neuroimage Clin.* 2020;26:102206. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7021642/>
2. Zyma I, Tukaev S, Seleznev I, Kiyono K, Popov A, Chernykh M, et al. Electroencephalograms during mental arithmetic task performance. *Data.* 2019;4(1):14. Available from: <https://www.mdpi.com/2306-5729/4/1/14>
3. Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PC, Mark RG, et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation.* 2000;101(23):e215–e220. doi:10.1161/01.CIR.101.23.e215. Available from: <https://physionet.org/content/eegmat/1.0.0/>