

## **IMPACTO DA FOTOBIMODULAÇÃO CEREBRAL VIA TÚNEL SUPRAORBITAL: UMA NOVA PERSPECTIVA TERAPÊUTICA**

MSc Elaine Cristina Guimarães<sup>1</sup>; Drº Leandro Procópio Alves<sup>2</sup>; Drº Renato Amaro Zangaro<sup>3</sup>  
(orientador)

### **RESUMO:**

A fotobiomodulação cerebral (FBMC) apresenta alta eficiência em diversas aplicações neurológicas aumentando o fluxo sanguíneo e a oxigenação tecidual levando a neuroproteção, regulação antiapoptose. As ondas cerebrais ocorrem naturalmente durante uma atividade e estado de repouso, as quais podem ser estimuladas por instrumentos externos. A FBMC via tunel supraorbital (TSO) é uma proposta totalmente inovadora não encontrando paralelo em trabalhos científicos realizados no mundo, e com base nesse princípio foi desenvolvido um dispositivo óptico voltado para esse fim, possibilitando estudar seu potencial efeito como uma técnica terapêutica não invasiva. Este trabalho visa analisar os efeitos da fotobiomodulação cerebral via tunel supraorbital operando no infravermelho próximo, monitorada pelo sistema Muse 2, de 25 voluntárias na faixa etária entre 20 e 45 anos. Pode-se observar que a FBMC intra TSO foi capaz de induzir alterações nas ondas cerebrais das voluntárias avaliadas.

### **INTRODUÇÃO:**

As ondas cerebrais são padrões de atividade elétrica presentes no cérebro que refletem diferentes estados mentais, desempenhando importante papel em várias áreas, como sono, atenção, memória, aprendizado e processamento emocional. Cada tipo de onda está relacionada com uma função específica, por exemplo, enquanto as ondas delta estão associadas ao sono profundo, as ondas beta estão relacionadas à atividade mental concentrada, as ondas theta estão associadas a estados de relaxamento profundo e criatividade, as ondas alpha apresentam grandes amplitudes e ocorrem durante níveis moderados de atividade cerebral, a onda beta está associada a estados de alerta, concentração e atividade mental intensa e por fim, as ondas Gamma que estão relacionadas a processos como aprendizado rápido, memória de trabalho, concentração intensa e criatividade (Desai; Tailor; Bhatt, 2015).

A FBMC utilizando diodo emissor de luz (LED) nos comprimentos de onda do vermelho e infravermelho próximo é considerada uma terapia inovadora para tratamento de distúrbios

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembi.br](mailto:lpalves@anhembi.br)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)

psicológicos e neurológicos. Sua abordagem é segura, melhora a bioenergética e função cerebral, bem como o aprimoramento da memória no declínio cognitivo relacionado à idade e às doenças neurodegenerativas. Para que a radiação óptica atinja o cérebro, o estímulo é realizado de maneira que a luz atravesse a caixa craniana. No presente trabalho foi desenvolvido um dispositivo absolutamente inovador que utiliza o túnel supraorbital (LITSCHER, 2019; JIN LEE, 2019) para conduzir a radiação óptica para o interior do cérebro, uma vez que o TSO representa anatomicamente uma conexão direta entre o hipotálamo e uma área terminal na pele (SALEHPOUR, 2018). A FBMC eleva a capacidade metabólica dos neurônios estimulando respostas antiinflamatórias, antiapoptóticas e antioxidantes, inclusive neurogênese e sinaptogênese. O TSO tem a capacidade de guiar sinais de infravermelho próximo (IVP) permitindo a propagação da luz através do espalhamento nos tecidos que o constitui (ABREU, 2007). O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da fotobiomodulação cerebral via túnel supraorbital sobre as ondas cerebrais.

#### **PALAVRAS-CHAVE:**

Fotobiomodulação, ondas cerebrais, infravermelho próximo.

#### **MÉTODO:**

O trabalho se configura como estudo descritivo transversal, de campo, com abordagem quantitativa. A população do estudo contemplou 25 indivíduos saudáveis, com faixa etária entre 20 e 40 anos, pertencentes ao gênero feminino, sendo que a amostragem foi não-probabilística, por conveniência. Foi desenvolvido para este estudo um dispositivo óptico para aplicação da técnica da FBMC utilizando um LED operando na região do infravermelho próximo para a estimulação intracraniana via TSO. O LED utilizado tem potência óptica de 10 mW, comprimento de onda de 940 nm, diâmetro de 5,0 mm, irradiando uma área de 0,19 cm<sup>2</sup>, resultando em uma densidade de potência de 52,6 mW/cm<sup>2</sup>. Considerando que a região do TSO foi irradiada durante 300 s, a densidade de energia aplicada foi de 31,5 J/cm<sup>2</sup>. As ondas cerebrais foram monitoradas durante todo o procedimento experimental utilizando o Muse 2. O experimento foi conduzido em cinco etapas consecutivas, cada uma com duração de cinco minutos: pré-controle, pré-irradiação, irradiação, pós-irradiação e pós-controle. Na etapa de pré-controle, o dispositivo Muse foi instalado nas voluntárias e permaneceu durante todo o experimento. Durante a etapa de pré-irradiação, o óculos de irradiação via túnel TSO foi posicionado, porém desligado. Na etapa de irradiação, o óculos foi ativado, sendo desligado na

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembi.br](mailto:lpalves@anhembi.br)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)

etapa de pós-irradiação. Por fim, na etapa de pós-controle, o óculos foi removido das voluntárias. A análise dos dados foi realizada utilizando o *software Microsoft Office Excel® para Windows®*.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os dados foram analisados em planilhas (.xlsx) e organizados de modo a comparar as médias de variação das ondas. Os dados coletados pelo MUSE foram organizados em pré, durante e pós irradiação e suas médias comparadas. A análise desses dados demonstrou haver alterações das ondas cerebrais em todos os participantes durante a aplicação da FBMC, como exemplificado nos gráficos a seguir:

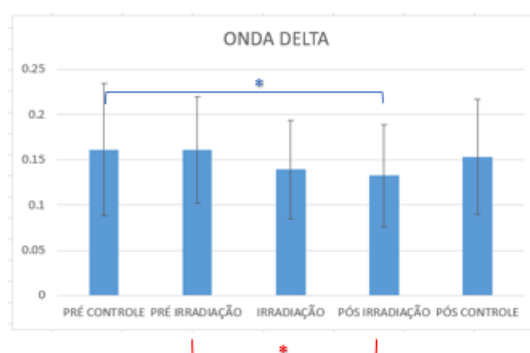


Figura 1: Média do sinal elétrico da Onda Delta das voluntárias nas etapas pré controle, pré irradiação, irradiação, pós irradiação e pós controle via TSO.

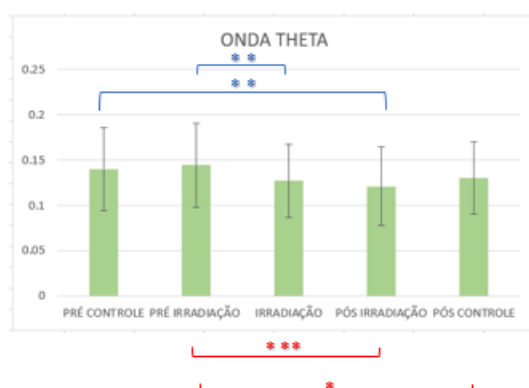


Figura 2: Média do sinal elétrico da Onda Theta das voluntárias nas etapas pré controle, pré irradiação, irradiação, pós irradiação e pós controle via TSO.

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembi.br](mailto:lpalves@anhembi.br)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)

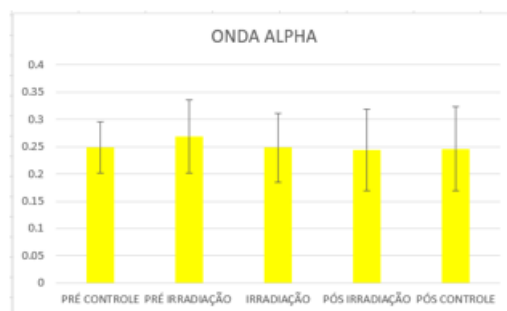


Figura 3: Média do sinal elétrico da Onda Alpha das voluntárias nas etapas pré controle, pré irradiação, irradiação, pós irradiação e pós controle via TSO.

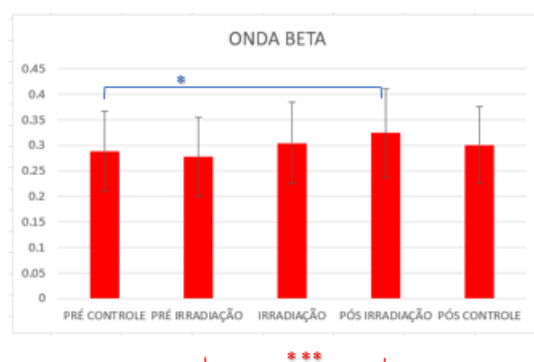


Figura 4: Média do sinal elétrico da Onda Beta das voluntárias nas etapas pré controle, pré irradiação, irradiação, pós irradiação e pós controle via TSO.

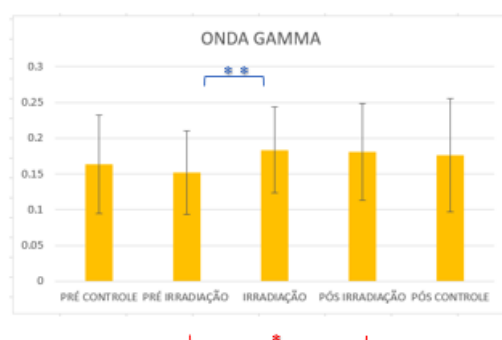


Figura 5: Média do sinal elétrico da Onda Gamma das voluntárias nas etapas pré controle, pré irradiação, irradiação, pós irradiação e pós controle via TSO.

Avaliando as alterações dos sinais elétricos das ondas cerebrais das voluntárias (N=25) obtida a partir do Muse, observou-se uma redução da média da onda delta nas etapas durante e pós irradiação se comparado com o pré controle e pré irradiação irradiação. No estudo de Jahan et al (2019), os

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembi.br](mailto:lpalves@anhembi.br)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)

autores investigaram os efeitos eletrofisiológicos da fotobiomodulação pela eletroencefalografia como método diagnóstico e também relataram uma diminuição da potência delta. Estes autores afirmam que a diminuição das ondas lentas em estado de repouso é um objetivo do tratamento em algumas intervenções de neuro-habilitação, visto que, o aumento da bioenergética cerebral é responsável pelo aumento da resistência à fadiga.

Em relação a onda theta, segundo Desai; Tailor; Bhatt (2015), quando estimuladas podem reduzir a ansiedade. No nosso estudo as voluntárias apresentaram uma redução desta onda no pós irradiação quando comparada com o pré controle e pré irradiação com significância estatística ( $p < 0,01$ ), o que pode sugerir uma relação da FBMC e a redução da ansiedade.

A onda alfa ocorre enquanto o indivíduo está temporariamente ocioso, mas ainda alerta, porém, as voluntárias arroladas no estudo não apresentaram alteração desta onda no pós irradiação.

A estimulação da onda beta pode indicar uma diminuição no nível emocional, exaustão e estado de ansiedade (DESAI; TAILOR; BHATT, 2015). No presente estudo, observou-se um aumento da média da onda beta após a irradiação das voluntárias com significância estatística ( $p < 0,01$ ). No estudo de Spera et al (2021), obtiveram um resultado semelhante ao avaliar a fotobiomodulação transcraniana nas oscilações elétricas do cérebro em indivíduos saudáveis, demonstrando os benefícios da terapia de luz para o tratamento de déficits cognitivos.

A onda gama pode estar envolvida na atenção consciente e conectividade neural, no presente estudo as voluntárias apresentaram um aumento desta onda no pós irradiação se comparada com o pré irradiação, o que pode sugerir uma melhoria na conectividade funcional.

## **CONCLUSÕES:**

O efeito da FBMC via TSO permitiu induzir alterações na resposta das diferentes ondas cerebrais, porém como os dados coletados são os primeiros a serem obtidos por esta técnica, estudos futuros que incluam análises comparativas com o grupo SHAM serão importantes para aprofundar a compreensão e validar ainda mais os achados apresentados, contribuindo para a robustez metodológica e científica da abordagem. O caráter não invasivo da técnica faz com que a mesma seja de extremo interesse para o diagnóstico.

## **REFERÊNCIAS:**

ABREU, Marcio Marc. Apparatus and method for measuring biologic parameters. United States

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembi.br](mailto:lpalves@anhembi.br)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)

Patent, 2007.

DESAI, Radhika; TAILOR, Anisha; BHATT, Tanvi. Effects of yoga on brain waves and structural activation: A review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, v. 21, n. 2, p. 112–118, 2015.

JAHAN, Ali et al. Transcranial near-infrared photobiomodulation could modulate brain electrophysiological features and attentional performance in healthy young adults. *Lasers Med Sci* 34, 1193–1200, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-02710-3>

JIN LEE, Dong et al. Terapia de fotobiomodulação em camundongos com hipoperfusão cerebral crônica usando sistema de diodo emissor de luz infravermelho próximo específico para aplicativos. *Transações em materiais elétricos e eletrônicos*, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42341-019-00132-8>. Acesso em: 18 jan. 2022.

LITSCHER, Gerhard. Fotobiomodulação do cérebro – resultados preliminares da oximetria cerebral regional e Imagem Térmica, *Remédios*, v.6, 39 n.11, p.1-5, 2019.

SALEHPOUR, Farzad et al. Brain Photobiomodulation Therapy: a Narrative Review, *Molecular Neurobiology*, v. 55, n. 8, p. 6601– 6636, 2018.

SPERA, Vicenza et al. Pilot Study on Dose-Dependent Effects of Transcranial Photobiomodulation on Brain Electrical Oscillations: A Potential Therapeutic Target in Alzheimer’s Disease . *Journal of Alzheimer's Disease*, 2021. doi:10.3233/jad-210058

## **FOMENTO**

O presente trabalho conta com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ao Instituto Ânima e ao CITÉ pelo apoio concedido ao projeto de pesquisa.

1-Acadêmica de Engenharia Biomédica.

2- Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [lpalves@anhembibr](mailto:lpalves@anhembibr)

3- Pós Doutor em Engenharia Biomédica; Universidade Anhembi Morumbi; [razangaro@gmail.com](mailto:razangaro@gmail.com)