

# INFLUÊNCIA DE AGENTES ESTRESSORES NA TEMPERATURA CEREBRAL MONITORADA POR TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA



Guilherme Navarro Kistemarcher do Nascimento; Mel Rodrigues Ribeiro; Leandro Procópio Alves

Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Anhembi Morumbi - UAM 12247-016, São José dos Campos, Brasil; Centro de inovação, Tecnologia e Educação (CITE)  
Leandro.procopio@animaeducacao.com.br



## INTRODUÇÃO

O cérebro humano reage diferentemente dependendo da situação na qual a pessoa se encontra, seja ela em repouso ou alguma situação de estresse. Com esses estímulos, serão geradas oscilações elétricas formadas por atividade neuronal no cérebro, que por sua vez são medidas usando eletroencefalografia (EEG), uma técnica não invasiva que registra atividade elétrica do cérebro (CESAR, 1971). Os sinais elétricos registrados pelo EEG são periódicos e dependendo da frequência, identificados como Alfa, Beta, Delta, Theta e Gamma. A técnica de termografia permite a captura de termogramas através de uma câmera infravermelha que detecta a radiação emitida pelo corpo, com o aumento ou diminuição da temperatura. O túnel de temperatura cerebral (BTT), que representa o ponto de interesse, é uma pequena área localizada no canto interior dos olhos, entre o olho e o nariz, capaz de transduzir a energia originada no cérebro para o meio externo, sendo este um canal não invasivo viável para análise da temperatura cerebral. A pele que recobre o BTT é livre de gorduras, inferindo que não há isolamento térmico na área, conseqüentemente gerando mínima interferência na radiação infravermelha captada pela câmera (DE MENECK, 2023; ABREU, 2020). Segundo diversos estudos, a variação da temperatura cerebral ocorre por meio da ativação neuronal e pelo aumento da circulação sanguínea local (BAKER, 1973). O objetivo do presente projeto foi analisar a variação de temperatura na região do BTT durante as condições de repouso e estímulo sonoro irritativo.

## OBJETIVOS

O objetivo do presente projeto foi analisar a variação de temperatura na região do BTT durante as condições de repouso e estímulo sonoro irritativo.

## METODOLOGIA

A mensuração da temperatura no BTT fez-se possível por meio de uma câmera termográfica (T650sc, FLIR, Oregon, US). Utilizou-se um protocolo com duração de 15 minutos, 12 minutos com ruído branco de escolha do voluntário, sendo essa escolha feita por meio de uma anamnese e os 3 minutos finais com um estímulo sonoro. Durante o protocolo a sala permaneceu com luz apagada, e com temperatura e umidade controladas,  $23 \pm 0$  °C e  $63 \pm 2\%$  respectivamente. A câmera foi fixada em uma estrutura aérea de forma a enquadrar o rosto do voluntário em posição de decúbito dorsal. As configurações da câmera foram ajustadas para , , d=1m. O modo de aquisição dos termogramas foi automático ajustado para 15 minutos com registros a cada 30 segundos. Os termogramas foram processados utilizando o programa FLIRtools, versão 6.4, onde se demarcaram dois Regions Of Interest (ROIs, 19x19 px), um em cada BTT. As temperaturas do BTT, para cada registro foram organizadas em uma planilha no Excel para análise posterior. Após a coleta dos dados foi utilizado o programa Origin (v. 8.5, OriginLab Corp., MA, USA) para análise da variação da temperatura. A análise estatística foi realizada com o programa InStat (v. 3.00, GraphPad, Harvey Motulsky). Os dados foram avaliados quanto a normalidade utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, para dados não paramétricos foi utilizado o teste post-roc de múltiplas comparações de Dunn.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 30 voluntários, sendo 19 mulheres e 11 homens, na faixa etária compreendida entre 20 e 70 anos. Na primeira etapa da pesquisa foi avaliada a atividade cerebral em estado de repouso, onde o cérebro não está sob demandas cognitivas ou sensoriais específicas. Já na segunda etapa foi realizada a correlação da atividade das ondas captadas por meio da eletroencefalografia (EEG) com a temperatura cerebral. A terceira e última etapa desta pesquisa visou estimular o voluntário através de um estímulo sonoro e averiguar a possível mudança de temperatura na face.

A Figura 1 ilustra um registro termográfico onde se observa a localização dos ROIs em formato circular próximo aos olhos.

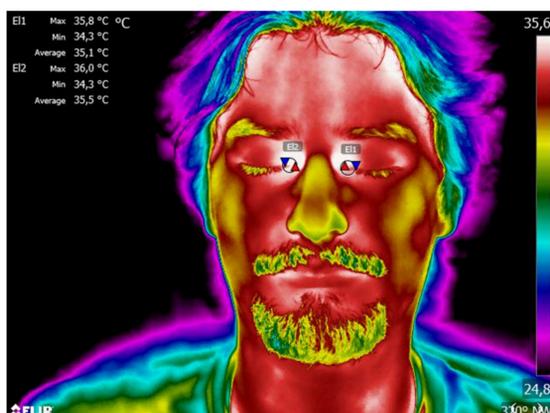


Figura 1: Termografia ilustrativa de voluntário com ROIs aplicado no BTT.  
Fonte: Próprio Autor.

A partir das medições da temperatura média nos ROIs, os dados foram tabulados e foi calculada a estatística descritiva. Na figura 2 é apresentado a comparação entre lados durante o repouso e estímulo.

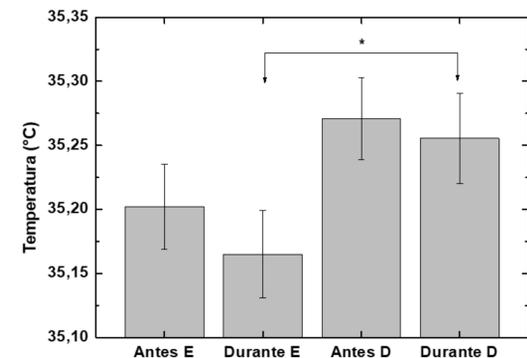


Figura 2: Comparação contralateral da temperatura no BTT durante o período de repouso e durante o estímulo.  
Fonte: Próprio Autor.

De acordo com o gráfico da figura 2, não foi encontrado diferença estatística relevante entre os lados na condição de repouso e para o mesmo lado na comparação antes e durante. No entanto, se observa uma redução de temperatura para ambos os lados, com maior intensidade no lado esquerdo, resultando em diferença significativa entre os lados durante o estímulo. Essa diferença indica a perda da simetria contralateral sugerindo que o estímulo sonoro irritativo ativa regiões específicas do cérebro e essa ativação resulta em alterações térmicas características no BTT. Estudos anteriores em modelo animal também encontraram resultados semelhantes. Segundo o estudo de MCELLIGOTT, 1967, estímulos auditivos em gatos, tendem a causar um leve efeito de resfriamento temporário em regiões específicas do cérebro, corroborando em parte, com os resultados encontrados nesse trabalho. Ao se utilizar estímulos diferentes, como no estudo realizado por KOVALZON, 1973, os resultados também diferem. Nesse estudo foi relatado o aumento da temperatura durante estímulos externos. Estudos em humanos envolvendo medidas de temperatura ainda são incipientes, porém, existem relatos sobre o comportamento cerebral mediante diferentes condições cognitivas. ROSEN, 2020, correlacionou a excelência na qualidade das improvisações musicais com a ativação do hemisfério esquerdo do cérebro. Entretanto, os autores identificaram após uma análise estatística que a qualidade do desempenho estava diretamente ligada com o hemisfério direito. Os resultados sustentam a hipótese do presente estudo, a qual postula que diferentes estímulos ativam diferentes áreas do cérebro alterando a temperatura de maneira localizada.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso da termografia no BTT proporciona informações valiosas para o entendimento da resposta fisiológica do cérebro perante diversos estímulos. Portanto, pela análise do comportamento da temperatura é possível observar que o estímulo que induziu uma resposta cerebral promoveu uma diminuição da temperatura em ambos os lados com maior ênfase no lado esquerdo.

## REFERÊNCIAS

- CESAR, Timo-Iarial, WALTER, Carlos Pereira; 1971, Mecanismos das ondas elétricas cerebrais.
- DE MENECK, Franciele et al. Infrared Imaging of the Brain-Eyelid Thermal Tunnel: A Promising Method for Measuring Body Temperature in Afebrile Children. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 19, p. 6867, 2023.
- ABREU, Marcio Marc et al. Brain/core Discordance due to Neuronal Activity Identified by Noninvasive Brain Temperature Measurement via Brain-eyelid Thermal Tunnels. Authorea Preprints, 2020.
- BAKER, M. A.; FRYE, F. Mc; MILLET, V. E. Origin of temperature changes evoked in the brain by sensory stimulation. Experimental Neurology, v. 38, n. 3, p. 502-519, 1973.
- MCELLIGOTT, J. G.; MELZACK, Ro. Localized thermal changes evoked in the brain by visual and auditory stimulation. Experimental neurology, v. 17, n. 3, p. 293-312, 1967.
- KOVALZON, V. M. Brain temperature variations during natural sleep and arousal in white rats. Physiology & Behavior, v. 10, n. 4, p. 667-670, 1973.
- ROSEN, David S. et al. Dual-process contributions to creativity in jazz improvisations: An SPM-EEG study. NeuroImage, v. 213, p. 116632, 2020.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve concessão de bolsa pelo 47/2024 - Edital Iniciação Científica Ânima UAM em Bolsa de Iniciação Científica – BIC.  
Leandro Procópio Alves agradece ao Instituto Ânima pelo apoio através do edital 60/2024.