**A CORRELAÇÃO DO ESCALPO E DOS MÚSCULOS DA FACE NA FALA INTERNA**

Kyvia Fernanda Tenório da Silva1

Susana de Carvalho2

Miguel José Alves de Oliveira Júnior3

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão de escopo sobre a correlação dos biossinais do escalpo e dos músculos da face na fala interna. Realizou-se uma busca nas bases de dados dos últimos 4 anos (2021 a 2025), usando-se descritores em inglês e português, organizamos a partir da seguinte sintaxe (“correlation and/or “scalp” and/or “face muscle” and/or “speech inner”), sem incluir citações e patentes.

**Palavras-chave:** correlação, escalpo, músculos da face, fala interna.

**ABSTRACT:** The purpose of this article is to present a scoping review on the clarity of scalp and facial muscle biosignals in internal speech. A search was carried out in the databases of the last 4 years (2021 to 2025), using descriptors in English and Portuguese, organized by the following syntax (“correlation and/or “scalp” and/or “face muscle” and/or “speech inner”), without including citation and patents.

**Keywords:** correlation, scape, facial muscles, internal speech.

**INTRODUÇÃO**

Segundo Langland-Hassan (2021), Alexander e Stark (2024), a definição de fala interna apresenta diferentes conceituações, a saber: voz interior, pensamento verbal, verbalização interna e fala que é produzida na cabeça. O que há de comum nesses conceitos está relacionada aos componentes cognitivos que envolvem o pensamento abstrato, memória e função executiva.

Atualmente, há muitas pesquisas experimentais relacionadas à inteligência artificial que analisam a fala interna através da correlação da atividade dos biossinais neurais e neuromusculares, visando desenvolver softwares que possibilitem que pessoas com distúrbios de comunicação consigam se comunicar (LANGLAND-HASSAN, 2021; ALEXANDER; STARK, 2024).

De acordo com Lee et al., (2021), entende-se por biossinais como sinal elétrico captado pelo eletrodo proviniente de uma resposta fisiológica do corpo humano decorrente de uma atividade cognitiva ou por uma resposta neuromuscular dos músculos da face na fala interna.

Há diversos equipamentos usados para mensurar os biossinais da fala, são eles: EEG (eletroencefalograma), EMG (Eletromiógrafo), EPG (eletropalatografia), EMA (articulografia magnética permanente), giros, imagem e três sensores magnéticos axiais usados especialmente com técnicas de aprendizagem de máquinas, ou seja, inteligência artificial (LEE et al., 2021).

Ainda há poucos estudos que investigam a correlação dos biossinais neurais e neuromusculares relacionados à produção da fala (SCHULTZ, 2016; GALEGO, 2017; LEE et al., 2021). Dessa forma, o objetivo desta revisão de escopo é apresentar a correlação dos biossinais do escalpo e dos músculos da face na fala interna.

**CRITÉRIO DE INCLUSÃO**

Neste artigo, foram selecionados artigos em português e em inglês publicados a partir de 2021 até 2025 que tratassem do tema a correlação dos biossinais do escalpo e dos músculos da face na fala interna. A delimitação do intervalo do ano de publicação ocorreu a partir do fato de que publicações com mais de cinco anos caem em desuso, por causa do avanço tecnológico.

**MÉTODO**

Para organizar esta revisão, foram realizados cinco etapas: pergunta norteadora, elaboração dos critérios de inclusão (citada acima) e de exclusão que nortearam a pesquisa nas bases de dados, o protocolo JBI para revisão sistemática (citação).

A pergunta norteadora que delineou o presente artigo é: Como os estudos experimentais realizam a correlação dos biossinais do escalpo e dos músculos da face na fala interna?.

Quanto à pesquisa bibliográfica, foi realizada a busca a partir do ano de 2021 até 2025 nas seguintes bases de dados: Google Scholar, BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), Scopus, Pubmed, Redalyc, Portal de Periódico Capes, Scielo Brasil, Arxiv, Redalyc, Wiley Online Library, IEEE Xplore, BDTD (Biblioteca de Dissertações e Teses) e Catálogo de dissertações e teses da Capes que foram selecionadas por abrangerem diversas áreas da neurotecnologia, engenharia mecânica, biomedicina, linguística e tecnologia. Foram utilizados os seguintes descritores em inglês e português, usando a seguinte sintaxe (“correlation” and/or “scalp” and/or “face muscle” and/or “speech inner”), sem incluir citações e patentes nas bases de dados.

Sobre os critérios de exclusão, foram descartados deste estudo artigo de revisão e publicações que tivessem voluntários com patologias e distúrbios de comunicação humana, pois o objetivo desta revisão é traçar um delineamento metodológico com voluntários típicos em pesquisas futuras.

Esta revisão foi elaborada a partir da busca com a identificação dos artigos avaliados pelo título e resumos a partir dos critérios de inclusão e exclusão. Aqueles artigos com títulos e resumos pertinentes à pesquisa foram lidos na íntegra e realizada uma seleção final para esta revisão.

No tocante às bases de dados pesquisadas, foram selecionadas 13, a saber: Google Scholar, BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), Scopus, Pubmed, Redalyc, Portal de Periódico Capes, Scielo Brasil, Arxiv, Redalyc, Wiley Online Library, IEEE Xplore, BDTD (Biblioteca de Dissertações e Teses) e Catálogo de dissertações e teses da Capes, mas apenas uma apresentou resultados que foram incluídos nesta revisão para a busca realizada com os descritores, sendo ela: Google Scholar.

Os resultados gerais apresentados pelas bases de dados foram 73 248 artigos no dia 22 de janeiro de 2025 e 37 451 artigos no dia 10 de fevereiro de 2025, totalizando 110.694, sendo excluídos 73 238 no dia 22 de janeiro e 37.449 no dia 10 de fevereiro. Restando 12 artigos, 10 selecionados no dia 22 de janeiro e dois artigos no dia 10 de fevereiro, sendo eleitos apenas 3 para serem lidos na íntegra por correlacionar os biossinais do escalpo e dos músculos da face. O fluxograma mostrado na tabela a seguir descreve os parâmetros de inclusão e exclusão, baseado na recomendação do protocolo JBI de revisão sistemática.

| Identificação (n=110.694,00) | Arvix (n=0)  BDTD (n=0)  BVS(n=0)  Catálogo de Dissertações e Teses da Capes (n=0)  Google Scholar (n=18300)  IEEE Xplore (n=0)  Portal Periódico da Capes (n=0)  Pubmed (n=14578)  Redalyc (n=7.545)  Scielo Brasil (n=70 276)  Scopus (n=0)  Wily Online Library (n=0) |
| --- | --- |
| Elegibilidade (arquivos excluídos após a leitura de títulos e resumos) | Artigos completos avaliados (n=10)  Artigos completos excluídos (n=7) |
| Inclusão | Artigos incluídos na revisão (n=3) |

A priori foi realizada uma análise descritiva dos três artigos incluídos, depois os artigos foram organizados por tema, sendo apresentados resumos narrativos nos resultados desta revisão.

**RESULTADOS**

Os três artigos incluídos nesta revisão foram escritos em língua inglesa, os experimentos foram desenvolvidos em São Diego nos Estados Unidos (MOON et al., 2024), um na Austrália (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2021) e outro em parceria de universidades Austrália e Canadá (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2022), sendo os três da área da engenharia e engenharia biomédica.

Quantos aos estímulos usados nos experimentos pelos pesquisadores, dois estudos usaram música com estilo diferente e música com ruído (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2021; SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2022) e um usou fonemas (MOON et al., 2024).

Os pesquisadores que escreveram os artigos fizeram estudos experimentais e utilizaram os equipamentos EEG (eletroencefalograma) e EMG (elemiógrafo). Quantos ao número de voluntários que fizeram parte da pesquisa, o estudo feito nos Estados Unidos usou apenas dois, enquanto o da Austrália e da Eslováquia usaram 13 cada, sendo três mulheres e 10 homens.

No que se refere aos achados dos artigos, o estudo publicado nos Estados Unidos em 2024 mostra a correlação entre o cérebro e os músculos da língua, revelando que essa correlação é distinta. O motivo dessa distinção, segundo Moon *et al*., 2024, pode estar relacionada ao tamanho da amostra composta apenas de dois participantes, aos artefatos cruzados entre os sinais do escalpo coletados pelo EEG e da língua pelo EMG, mas os autores fizeram uma ressalva de que houve significância (classificação da rede neural foi de 95%) nos dados usados no sistema de reconhecimento da boca sem fio, empregando os softwares EEG-EMG na produção da fala silenciosa de fonemas M, D e A.

Os outros dois estudos publicados na Austrália e no Canadá pertencentes aos mesmos autores, usaram música nos estímulos auditivos para analisar a correlação do escalpo e dos músculos da face (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2021; SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2022). O estudo realizado em parceria na Austrália e no Canadá usaram três diferentes estilos de músicas (relaxante, pop e rock) e identificaram significância da música relaxante, pop e rock, do maior para o menor na análise fractal do EEG-EMG, respectivamente (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2021).

Esse estudo mostrou a diferença nas respostas fisiológicas do músculo da face diante dos estímulos musicais e propõe usar em pesquisas futuras estímulos olfativos para analisar a correlação dos biossinais do cérebro e face.

Vale ressaltar que no protocolo do uso do EMG no Brasil (SILVA, 2013) e até para aplicar estratégias terapêuticas relacionadas aos músculos da face recomendam-se usar técnica de relaxamento por meio de massagem e depois empregar técnicas utilizando mais ou menos força a depender da avaliação da condição neuromuscular (hipotônico ou hipertônica) (GENARO, 2009).

É interessante observar que apenas o estímulo auditivo de relaxamento já condiciona a resposta neuromuscular de normalidade muscular sem aplicação de massagem, mas será que os dois estímulos associados produziriam maior eficiência para terapia relacionada ao sistema estomatignatico que compreende os sistemas relacionados à articulação, à mastigação, à deglutição, à sucção e à respiração? (MARCHESAN, 2005). Seria interessante haver um delineamento metodológico para realização de um experimento com EEG-EMG para averiguar o uso de técnicas associadas (toque físico e estímulo auditivo) com intuito de analisar a resposta neuromuscular.

O outro estudo desenvolvido apenas na Austrália em 2022 assemelha ao que foi desenvolvido em parceria de universidades quanto aos parâmetros técnicos dos softwares (filtros, equipamentos, tipo de estímulo - auditivo, tipo de análise - fractal exponencial), mas difere no estilo do estímulo, ou seja, um único tipo de música (Elise by Beethoven), mas com emprego de ruídos distintos (branco, rosa e marrom) colocados na música. Os resultados desse estudo mostraram que a depender do tipo de ruído os músculos apresentaram diferentes reações quando comparado com o biossinais do cérebro. Além disso, houve maior significância do ruído branco em relação ao rosa e do rosa em comparação com o marrom (SOUNDIRARAJAN; KREJCAR; NAMAZI, 2022).

Esse estudo confirma a importância do ruído no relaxamento muscular, seria inté usar realizar pesquisas com ruído com pessoas adultas autistas para averiguar a eficácia com intuito de diminuir a sensibilidade auditiva, principalmente, de crianças autistas com alteração no processamento sensorial. revelam que o ruído é usado para proporcionar relaxamento em terapias cognitivas-comportamentais para diminuir a sensibilidade auditiva de crianças autistas que possuem alteração do processamento sensorial. Além disso, os fonoaudiólogos usam o ruído em suas estratégias terapêuticas (ADVÍNCULA *et al.,* 2013), mas poderia ser empregado também por psicólogos, terapeutas ocupacionais, em spas, na prática de atividades físicas e por estudantes.

**CONCLUSÃO**

A produção da fala depende da anatomo-fisiologia que, por sua vez, para ser analisada depende de parâmetros físico-acústicos relacionados à prosódia - frequência, pitch, intensidade, por exemplo ( BARBOSA, 2019).

A análise da correlação entre o EEG e o EMG, usando a questão articulatória e a percepção auditiva, revelou que há correlação entre o escalpo e os músculos da face na produção de fonemas e na percepção auditiva de música com três estilos musicais e de música com três tipos de ruídos. Isso mostra que o feedback auditivo é extremamente importante no processo da produção verbal da fala interna e na organização do pensamento.

**BIBLIOGRAFIA**

Advíncula KP, Menezes DC, Pacífico FA, Sobral Griz SMS. **Percepção da fala em presença de ruído competitivo: o efeito da taxa de modulação do ruído mascarante.** ACR 2013;18(4):238-44. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acr/a/gLNrXd5YGmcXdL65t77vZMJ/#>.

Alexsander, J. M. *et al.* Interdisciplinary approaches to understanding the inner speech with emphases no the role of incorporating clinical data. European Journal of Neuroscience, v 60, Issue 5, p. 4785-4797, 2024.

Barbosa, P. A. **Prosódia**. 1 ed. São Paulo: Parábola, 2019.

Genaro KF, Berretin-Felix, Rehder MIBC, Marchesan IQ. **Protocolo MBGR para MO.** Rev. CEFAC. 2009 Abr-Jun; 11(2):237-255. Acesso em: 11 de fevereiro de 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-18462009000200009>.

Langland-Hassan, Petter. Inner Speech. Wiley Interdisciplinary Reviews: cognitive science. 12(2), e1544, 2021.

Lee *et al.* **Biosignal Sensors and Deep Learning-Based Speech Recognition: A Review.** Sensors, 21, 1399, 2021. <https://doi.org/10.3390/s21041399>.

Marchesan, I. Q. **Fundamentos em fonoaudiologia: aspectos clínicos da MO.** 2 edição, RJ, 2005.

SÁNCHEZ GALEGO, Juliet. Aquisição e processamento de biosinais de eletromiografia de superfície e eletroencelografia para caracterização de comandos verbais ou intenção de fala mediante seu processamento matemático em pacientes com disartria. **Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2016.

SILVA, H. J. **Protocolos de Eletromiografia de Superfície em Fonoaudioloia.** Prófono, Barueri, 2013.

Soundirarajan, M.; Krejcar, O; Namazi, H. **ANALYSIS OF THE COUPLING BETWEEN THE BRAIN AND FACIAL MUSCLE RESPONSES TO AUDITORY STIMULATION.** Fractals, Vol. 30, No. 6 (2022) 2250132 (12 pages). DOI: 10.1142/S0218348X22501328.

Soundirarajan, M.; Krejcar, O; Namazi, H. **EVALUATION OF THE CORRELATION BETWEEN FACIAL MUSCLE AND BRAIN ACTIVITIES IN AUDITORY STIMULATION.** Fractals, Vol. 29, No. 1 (2021) 2150100 (9 pages). DOI: 10.1142/S0218348X21501000.

SCHULTZ, Tanja et al. Biosignal-Based Spoken Communication: A Survey. **IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing**. 25. 2257-2271, 2017. 10.1109/TASLP.2017.2752365.