UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS COGNITIVA E COMPORTAMENTO

Josefa Kelly Lima Dantas

Efeitos da Neuromodulação Não-Invasiva sobre a Área Ventromedial no Processo de Regulação Emocional e suas consequências Eletrofisiológicas: Um Estudo Aleatorizado controlado

João Pessoa-PB
2025

Josefa Kelly Lima Dantas

Efeitos da Neuromodulação Não-Invasiva sob a Área Ventromedial no Processo de Regulação Emocional e suas consequências Eletrofisiológicas: Um Estudo Aleatorizado controlado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Neurociência Cognitiva e Comportamento.

Linha de Pesquisa: Neurociência Cognitiva Pré-Clínica e Clínica.
Orientadora: Dra. Maria José Nunes Gadelha
Coorientador: Dr. Nelson Torro Alves

João Pessoa-PB
2025

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D192e Dantas, Josefa Kelly Lima.
Efeitos da neuromodulação Não-invasiva sobre a área ventromedial no processo de regulação emocional e suas consequências eletrofisiológicas : um estudo aleatorizado controlado / Josefa Kelly Lima Dantas. - João Pessoa, 2025.
138 f. : il.

Orientação: Maria José Nunes Gadelha.
Coorientação: Nelson Torro Alves.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHLA.

1. Neuromodulação. 2. Regulação emocional. 3. Eletroencefalograma. I. Gadelha, Maria José Nunes. II. Alves, Nelson Torro. III. Título.

UFPB/BC CDU 159.9:612.8(043)

Elaborado por ANNA REGINA DA SILVA RIBEIRO - CRB-15/24

Universidade Federal da Paraíba
Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Campus I, Cidade Universitária
CEP 58.051-900 João Pessoa/PB – BRASIL

ATA DE DEFESA (DISSERTAÇÃO)

Aos dezesseis dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e cinco, às quinze horas, em formato remoto (https://meet.google.com/xca-gjne-yin?hs=224), reuniram-se em solenidade pública os membros da comissão designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento para a defesa de dissertação de mestrado do discente **JOSEFA KELLY LIMA DANTAS**, matrícula 20231024829. Foram componentes da banca examinadora os Professores Doutores: Maria José Nunes Gadelha (Presidente/Orientadora), Luiz Carlos Serramo Lopez (Membro Interno) e Clécio Gabriel de Souza (Membro Externo à Instituição/UFRN). Dando início aos trabalhos, a presidente da banca, Profa. Maria José Nunes Gadelha, após declarar o objetivo da reunião, apresentou a examinanda JOSEFA KELLY LIMA DANTAS e, em seguida, concedeu-lhe a palavra para que defendesse sua pesquisa, intitulada "Efeitos Da Neuromodulação Não-Invasiva Sob A Área Ventromedial No Processo De Regulação Emocional E Suas Consequências Eletrofisiológicas: um estudo aleatorizado controlado". Passando então ao aludido tema, a examinanda foi a seguir arguida pelos examinadores na forma regimentar. Ato contínuo passou a comissão, em secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe o conceito "**APROVADA**", o qual foi proclamado pela presidência logo que esta foi franqueada ao recinto da solenidade pública. A versão final da dissertação deverá ser depositada em até 90 dias, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora. A discente não terá o título se não cumprir as exigências acima. Nada mais havendo a tratar, eu, **Maria José Nunes Gadelha**, presidente da comissão examinadora, lavrei a presente ata, que depois de lida e aprovada por todos, assino juntamente aos demais membros da banca. João Pessoa, 16 de dezembro de 2025.

gov.br Documento assinado digitalmente
JOSEFA KELLY LIMA DANTAS
Data: 12/01/2026 09:48:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Josefa Kelly Lima Dantas (Mestranda/PPGNeC)

gov.br Documento assinado digitalmente
MARIA JOSE NUNES GADELHA
Data: 12/01/2026 09:27:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Maria José Nunes Gadelha (Presidente/Orientadora)

gov.br Documento assinado digitalmente
LUIZ CARLOS SERRAMO LOPEZ
Data: 04/03/2026 16:01:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez (Membro Interno)

gov.br Documento assinado digitalmente
CLECIO GABRIEL DE SOUZA
Data: 30/01/2026 09:56:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr. Clécio Gabriel de Souza (Membro Externo à Instituição)

Dedico esta dissertação aos meus pais, sem os quais eu não estaria aqui hoje. O amor e afeto incondicionais que recebo foram, e ainda são, capazes de mover montanhas para apoiar meus sonhos e ambições.

Agradecimentos

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e proporcionaram a melhor educação que eles puderam dentro das suas limitações. Mesmo quando não entendiam minhas escolhas e ambições, mesmo quando ficaram noites acordados preocupados e com saudades da filha longe de casa, ainda assim nunca vacilaram, sempre me mantendo de pé.

À minha família, por apoiarem meus objetivos acadêmicos e sempre me incentivarem nos estudos.

À minhas primas, Erika e Kailany, por sempre estarem ao meu lado, mesmo nos piores momentos. Saber que tenho vocês ao meu lado me fazem enxergar a vida com mais carinho.

À Byanca, minha alma gêmea, minha irmã de outra mãe. Aquela que ouviu todos os meus desabafos, secou todas as minhas lágrimas e dividiu todos os doces comigo. Aquela que sempre se preocupava se eu tinha me alimentado direito depois de horas de coleta no laboratório. Todo o percurso até aqui não foi fácil, e o que virá pela frente também não será, mas ter você ao meu lado, trilhando este caminho comigo, me faz sempre querer ir mais longe.

Ao meu bem, Guilherme, meu melhor amigo e amor da minha vida, por sempre acreditar em mim, me apoiar e me dar forças pra continuar. Você é meu ponto de paz no mar de caos. Os últimos 2 anos foram um grande desafio, mas saber que você estava ali me esperando me deu forças pra chegar até aqui.

Aos meus amigos, aqueles que sempre se mostram presentes e estavam lá quando eu precisava de um momento para respirar.

Aos meus colegas da Pós-Graduação, foi uma grande honra para mim trilhar esse momento de vida com vocês.

À minha orientadora, Maria Gadelha, por ter confiado em mim durante todo esse processo, por ter me inspirado, me apoiado e me guiado até aqui. Muito obrigada.

Aos meus professores, passados e presentes, por terem sido a mola propulsora do meu

caminho acadêmico, a vocês meu muito obrigada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Código de Financiamento 001.

E, por fim, a mim. Por ter tido a coragem de sair da cidade pequena do interior, sozinha, e ir em busca do sonho na capital. Obrigada por ter tido a coragem e perseverança que nos trouxe até aqui.

Às pessoas que olham para as estrelas e desejam...

...Às estrelas que ouvem e aos sonhos que são atendidos

- Sarah J. Maas, *Corte de Névoa e Fúria (2016)*

Lista De Tabelas

Artigo 1

Tabela 1 – Informações dos Artigos Selecionados (Autores, Objetivo do Estudo, Participantes, Área Cortical e Intervenção) 29

Tabela 2 – Informações dos Artigos Selecionados (Tarefa de RE, Estímulos, Instrumentos e Escalas, Procedimento de Aquisição de Imagem e Equipamentos Utilizados) 33

Artigo 2

Tabela 1 – Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra total (N=20) 70

Tabela 2 – Correlação de Spearman entre mudanças em potência de EEG frontal (pós–pré) e escalas psicológicas (N = 20) 72

Tabela 3 – Comparação dos escores clínicos pós-intervenção entre os grupos Sham e tDCS para os testes paramétricos 75

Tabela 4 – Comparação dos escores clínicos pós-intervenção entre os grupos Sham e tDCS para os testes Não Paramétricos 76

Tabela 5 – Comparação entre tDCS e Sham nas escalas psicológicas.....77

Tabela 6 – Tamanho de efeito (r) das comparações clínicas entre grupos pós-intervenção para as variáveis não-paramétricas.....80

Tabela 7 – Tamanho de efeito (Cohen's d) para as comparações clínicas entre grupos pós-intervenção para as variáveis paramétricas 80

Tabela 8 – Resultados dos testes pareados (t dependente ou Wilcoxon), para as diferenças entre Pré e Pós nas bandas Alfa e Beta na região frontal 86

Tabela 9 – Comparação entre os grupos tDCS e Sham nas diferenças pré–pós dos índices de potência espectral frontal em bandas EEG — Teste de Mann–Whitney U e T-test

Independente.....87

Tabela 10 – Frequência e intensidade dos efeitos adversos relatados após a estimulação (N=20).....89

Lista De Figuras

Artigo 1

Figura 1 – Diagrama de fluxo de seleção e filtragem dos artigos.....28

Artigo 2

Figura 1 – Organograma sobre a organização dos grupos de participantes do CPFVm.....61

Figura 2 – Exemplo de linha do tempo da tarefa experimental, com a baseline de olho aberto, baseline de olho fechado e a tarefa de regulação emocional.....62

Figura 3 – Esquema das instruções por grupos e timeline de exposição dos estímulos emocionais.....64

Figura 4 – Padrão de distribuição dos eletrodos do grupo sham e grupo experimental no CPFVm. 67

Figura 5 – Gráficos de dispersão ilustrando as associações significativas durante a tarefa cognitiva.....74

Figura 6 –Imagens topográficas comparativas entre o momento pré e pós na condição de Olhos Abertos (EO) e Olhos fechados (EC) nas bandas de frequência alfa e beta 82

Figura 7– Imagens topográficas comparativas entre o momento pré e pós na condição de Tarefa (Task) nas bandas de frequência alfa e beta.....84

Figura 8 – Boxplot comparativo da variação (Δ) da potência Beta frontal entre os grupos Sham e tDCS.....88

RESUMO

Efeitos Da Neuromodulação Não-Invasiva Sob A Área Ventromedial No Processo De Regulação Emocional E Suas Consequências Eletrofisiológicas: um estudo aleatorizado controlado

As emoções apresentam componentes de múltiplos domínios, como comportamento e fisiologia, abrindo a possibilidade de serem ajustadas de acordo com as necessidades do sujeito. Essas emoções podem surgir de forma intensa e negativa, ocasionando respostas e comportamentos disfuncionais, onde essa desregulação se apresenta como um sintoma presente em diversos transtornos psiquiátricos. Dessa forma, a Regulação Emocional é utilizada como um manejo que busca a melhora do funcionamento social, composto pela modulação das reações decorrentes de eventos emocionalmente intensos. Embora o córtex pré-frontal (CPF) seja amplamente reconhecido como substrato neural desse processo, há nuances funcionais entre suas subregiões que carecem de elucidação. A presente dissertação investigou essas bases neurais através de duas etapas complementares. Inicialmente, conduziu-se uma revisão sistemática da literatura nas bases Web of Science, Scopus e PubMed (2019–2024), com o objetivo de mapear a relação entre a RE e as áreas pré-frontais dorsolateral (CPFDL) e ventromedial (CPFVm). A revisão de 18 estudos evidenciou uma predominância de investigações focadas no CPFDL e em tarefas de reavaliação explícita, apontando o CPFVm como uma região crítica para a valoração afetiva, porém subexplorada em protocolos interventivos. Para preencher essa lacuna, a segunda etapa consistiu em um ensaio clínico randomizado, simples-cego e controlado por sham, visando analisar os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) anódica sobre o CPFVm em 20 adultos saudáveis. O protocolo envolveu registros eletroencefalográficos (EEG) durante uma tarefa de reavaliação cognitiva com estímulos aversivos (IAPS), além da aplicação de escalas clínicas (DERS,

CERQ, DASS-21). Os resultados experimentais não indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos tDCS e Sham nas medidas comportamentais ou eletrofisiológicas após sessão única. Contudo, análises correlacionais revelaram que o aumento da potência da banda Beta frontal está inversamente associado a sintomas de depressão e estresse, enquanto a potência da banda Alfa correlacionou-se positivamente com a impulsividade. Estima-se que, embora o CPFVm seja teoricamente relevante, sua modulação por tDCS em sessão única não produziu efeitos robustos nesta amostra, sugerindo a necessidade de protocolos mais extensos e a possibilidade do uso de multicanais.

Palavras-chave: Neuromodulação, Regulação emocional, Eletroencefalograma.

ABSTRACT

Effects of Non-Invasive Neuromodulation on the Ventromedial Area in the Process of Emotional Regulation and its Electrophysiological Consequences: A Randomized Controlled Study

Emotions have components from multiple domains, such as behavior and physiology, allowing them to be adjusted according to the subject's needs. These emotions can arise intensely and negatively, causing dysfunctional responses and behaviors, where this dysregulation presents itself as a symptom in various psychiatric disorders. Thus, Emotion Regulation is used as a management tool that seeks to improve social functioning, consisting of modulating reactions resulting from emotionally intense events. Although the prefrontal cortex (PFC) is widely recognized as the neural substrate of this process, there are functional nuances between its subregions that require elucidation. This dissertation investigated these neural bases through two complementary stages. Initially, a systematic literature review was conducted in the Web of Science, Scopus, and PubMed databases (2019–2024), with the aim of mapping the relationship between ER and the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) and ventromedial prefrontal cortex (VMPFC). The review of 18 studies showed a predominance of investigations focused on the DLPFC and explicit reappraisal tasks, pointing to the VMPFC as a critical region for affective valuation, but underexplored in interventional protocols. To fill this gap, the second stage consisted of a randomized, single-blind, sham-controlled clinical trial aimed at analyzing the effects of anodal Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on the VPFC in 20 healthy adults. The protocol involved electroencephalographic (EEG) recordings during an aversive stimulus cognitive reappraisal task (IAPS), in addition to the application of clinical scales (DERS, CERQ, DASS-21). Experimental results did not indicate statistically significant differences between the tDCS and Sham groups in behavioral or electrophysiological measures

after a single session. However, correlational analyses revealed that increased frontal Beta band power is inversely associated with symptoms of depression and stress, while Alpha band power correlated positively with impulsivity. It is estimated that, although the VPFC is theoretically relevant, its modulation by tDCS in a single session did not produce robust effects in this sample, suggesting the need for more extensive protocols and the possibility of using multichannel approaches.

Keywords: Neuromodulation, Emotional regulation, Electroencephalogram.

Sumário

1 Capítulo I: Introdução Geral 17
2 Capítulo II: Áreas corticais ventromedial e dorsolateral no processo de regulação emocional: uma revisão sistemática 24
3 Capítulo III: Alterações de potência espectral e medidas neurocomportamentais induzidas por tDCS ventromedial durante tarefa de regulação emocional: um estudo controlado randomizado.....56
4 Capítulo IV: Discussão Geral.....106
5 Capítulo V: Considerações Finais.....110
Referências.....112
APÊNDICES.....128
ANEXOS.....134

Capítulo I: Introdução Geral

Diversos fatores influenciam o comportamento humano, sendo um deles as emoções. As emoções podem ser definidas como eventos decorrentes de situações em que somente o indivíduo tem acesso a elas de forma direta, criando respostas tanto comportamentais quanto fisiológicas (Silva & Freire, 2014). Alguns dos papéis das emoções estão ligados ao auxílio na avaliação das alternativas, direcionando o que indivíduo deseja fazer e subsidiando-o na conexão com os outros indivíduos a nível interpessoal, além da sua função em alertar e proteger sobre perigos (Gross, 2015; Suri & Gross, 2022).

Três principais características se fazem presentes no que diz respeito à emoção, sendo elas: o surgimento de uma situação e a percepção de relevância dela para um indivíduo, onde a mudança da medida de significado pode alterar a emoção gerada; ser um fenômeno multifacetado, atingindo não só os pensamentos, mas também o corpo, incitando comportamentos; e a qualidade de serem imperativas, tomando controle dos comportamentos e consciência do sujeito, contudo, também apresenta maleabilidade para modulação (Gross & Thompson, 2007)

Quando se refere a ordem de processamento de um evento e as emoções que são desencadeadas, duas vertentes teóricas são consideradas, a da cognição e a das emoções. A vertente da cognição afirma que o estágio de geração de emoção está relacionado às etapas anteriores, durante e após ao estágio de reconhecimento de uma emoção, composta pelo surgimento de uma situação, a atenção aos aspectos que envolvem aquela situação específica, a como o sujeito avalia a situação e quais respostas comportamentais ou fisiológicas esse indivíduo irá gerar, podendo ocasionar o surgimento de novas situações, firmando um ciclo (McRae & Gross, 2020; Sheppes et al., 2015).

Esse ciclo de geração de situação-resposta emocional foi proposto por Gross (2007),

onde seu objetivo era de resumir como as emoções eram geradas e como davam continuidade a diversos ciclos de desdobramentos emocionais. Dessa forma, os comportamentos que são derivados da experiência emocional podem ser tanto adaptativos quanto desadaptativos. As emoções se mostram úteis quando favorecem a tomada de decisão do sujeito em uma via positiva, delimitando o melhor curso de ação, entretanto podem se apresentar como prejudiciais quando induzem a comportamentos negativos e indesejados (Xavier, 2019).

Como as emoções apresentam componentes de múltiplos domínios, como comportamento e fisiologia, elas podem ser ajustadas de acordo com as necessidades do sujeito. Dessa forma, a Regulação Emocional (RE) acontece através do surgimento de episódios que recrutam processos envolvidos no ajuste das emoções de acordo com a necessidade, capaz de ativar tanto um processo intrínseco como extrínseco ao indivíduo (Sheppes et al., 2015). Assim, estratégias de RE se mostram como um dos possíveis caminhos para a mudança de estados emocionais mal adaptativos, comumente presentes em diversos transtornos psiquiátricos (Gross & Jazaieri, 2014; Mehta et al., 2024; Preece et al., 2024).

Para que se discorra sobre o que são e quais são as estratégias de regulação emocional, primeiro necessita-se entender como se dá a desregulação emocional e quais comportamentos problemáticos elas podem ocasionar. Leahy et al. (2013, p. 20) definem a "desregulação emocional como a dificuldade ou inabilidade de lidar com as experiências ou processar as emoções". Essa desregulação pode se apresentar de dois modos: intensificação excessiva e desativação excessiva. A intensificação excessiva está relacionada a uma elevação significativa das emoções do sujeito, sobrecarregando-o e dificultando a tolerância dessas emoções; enquanto a desativação seria a dissociação das emoções, vivenciando aquela experiência emocional de forma despersonalizada e carregada de letargia, esquivando-se do processamento emocional (Leahy et al., 2013).

O processo de regulação pode ser realizado tanto a partir de estratégias adaptativas

quanto desadaptativas, sendo um estilo de enfrentamento que depende do contexto e da situação. Folkman e Lazarus (1988) pontuaram oito estratégias pelas quais os indivíduos utilizam para enfrentar as emoções, sendo elas: confrontação, distanciamento, autocontrole, busca de apoio social, aceitação de responsabilidade, fuga-esquiva, resolução planejada dos problemas e reavaliação positiva. Esses processos podem ser tanto explícitos, conscientes ao sujeito, como implícitos, assim como dependem do estágio de geração de emoção ao qual vão estar ligados (Gross, 1998; 2001; 2002; Gross & Thompson 2007).

Embora o conceito de RE seja, de certa forma, correspondente entre os estudiosos, a forma como as emoções devem ser trabalhadas para que se tenha um controle sobre elas, diverge de teoria para teoria. A Terapia Comportamental Dialética- DBT (*Dialectical Behavior Therapy*), desenvolvida por Marsha M. Linehan, afirma que o processo de desregulação emocional é o resultado de um processo que combina uma vulnerabilidade biológica pré-disposta com ambientes sociais que intensificam essa vulnerabilidade (Freitas et al., 2020).

Quando se trata da RE, os maiores déficits estão centrados nas habilidades de: nomear, entender e identificar a expressão das emoções; frequência de emoções indesejadas; vulnerabilidade emocional; e sofrimento emocional (Linehan, 2018). Para tal, desenvolver de forma adaptativa essas habilidades auxilia a autonomia e o controle emocional dos indivíduos. Assim, a DBT propõe que o desenvolvimento das habilidades de RE é composto por quatro objetivos, sendo eles: (1) identificar, entender e nomear as emoções; (2) diminuir a frequência de emoções adversas; (3) diminuir a vulnerabilidade social; (4) diminuir o sofrimento emocional (Freitas et al., 2020).

Para auxiliar no desenvolvimento dessas habilidades, Linehan (2018) desenvolve instrumentos chamados de “ficha de regulação emocional” e “ficha de tarefas”, que auxiliam no treinamento e permanência desses comportamentos realizados pelos pacientes, integrando o seu processo de evolução do tratamento. Contudo, mesmo com o auxílio dessas técnicas, ainda

haviam transtornos psicológicos ligados ao âmbito emocional que necessitavam de tratamentos alternativos, intervindo a nível neural.

Ochsner & Gross (2007) apresentam que as regiões corticais envolvidas nesse sistema eram o hipotálamo, a amigdala, o sistema límbico cortical, regiões laterais e mediais do córtex pré-frontal e regiões dorsais do córtex cingulado. Estudos recentes demonstram que o estriado ventral e a ínsula também fazem parte desse processo (Braustein et al., 2017). Entre essas áreas, duas regiões muito estudadas no que diz respeito ao envolvimento no processamento emocional são o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) e o Ventromedial (CPFVm), que estão envolvidas no controle cognitivo top-down (Wang et al., 2024).

O CPFDL está associado principalmente as funções executivas e ao controle cognitivo, envolvendo memória de trabalho, atenção executiva e tomada de decisão (Nejati et al., 2021), mostrando-se particularmente envolvido com o processamento emocional negativo (Wu et al., 2020). Por outro lado, o córtex pré-frontal ventromedial (CPFVm) está fortemente relacionado ao sistema de recompensa e à avaliação de valor, desempenhando um papel central na antecipação de recompensas e na tomada de decisões guiadas por estímulos motivacionais (Nejati et al., 2021). Alterações funcionais nessa região têm sido consistentemente associadas a diversos transtornos e sintomas psiquiátricos, reforçando sua relevância clínica (Chase et al., 2020). Apesar disso, o CPFVm ainda é menos investigado em estudos sobre regulação emocional (RE) quando comparado ao córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL), o que evidencia seu potencial como alvo promissor para intervenções experimentais. Estratégias de neuromodulação, incluindo tDCS, podem contribuir significativamente para ampliar o entendimento sobre os mecanismos de RE mediados por essa área, além de oferecer possibilidades terapêuticas para casos de desregulação emocional.

As técnicas que compõem a neuromodulação transcraniana não-invasivas são a *Transcranial Direct Current Stimulation – tDCS* (Estimulação Transcraniana por Corrente

Contínua - ETCC), *Transcranial Magnetic Stimulation – TMS* (Estimulação Magnética Transcranial - EMT) e a técnicas de neuromodulação por ultrassom, como a *Transcranial Focused Ultrasound – tFUS* (Ultrassom Focalizado Transcraniano – UFT). Diferentes formas de energia são utilizadas nestas técnicas, tais como a corrente elétrica, o campo magnético ou a energia mecânica, característica do ultrassom (Coêlho et al., 2021). De forma geral, essas técnicas apresentam a observância da energia através de dispositivos (eletrodos, bobinas ou transdutor) no couro cabeludo que são perpassados pelo crânio e sugestionam atividades cerebrais (Gonçalves et al., 2014). Assim, elas se apresentam como técnicas não invasivas, indolores e apresentam poucos efeitos colaterais, se prosseguindo de forma rígida os padrões de segurança pré-estabelecidos (Gonçalves et al., 2014).

Entre as técnicas mencionadas, a estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) destaca-se como a mais empregada na investigação de processos psicopatológicos. Isso ocorre porque se trata de um método silencioso, com baixo risco de efeitos colaterais (Vieira, 2018), de fácil aplicação, custo reduzido, alta segurança e com um protocolo placebo (sham) robusto, o que reforça sua validade científica (Medeiros, 2021). A tDCS opera por meio da aplicação de uma corrente elétrica contínua de baixa intensidade, capaz de modular a excitabilidade neural, seja aumentando ou reduzindo a atividade cortical, interagindo com sistemas neurotransmissores e promovendo efeitos de neuroplasticidade após a estimulação (Lima et al., 2019).

Embora leves, alguns efeitos colaterais podem ser encontrados na literatura, como: irritação da pele, sensação de formigamento suave, fadiga moderada e dor de cabeça (Lima et al., 2019). A recomendação utilizada é que este procedimento não seja realizado por sujeitos que apresentem implantes metálicos na cabeça, que tenham realizado cirurgia cerebral, com histórico de epilepsia, convulsão ou desmaio, além de ser preciso um cuidado especializado quando aplicado em crianças e idosos (Lima et al., 2019; Coêlho et al., 2021).

A corrente elétrica da tDCS é aplicada através da disposição de dois eletrodos, um positivo (ânodo) e outro negativo (cátodo), sobre o escalpo, atuando na excitabilidade cortical das áreas próximas à instalação dos eletrodos (Vieira, 2018). A estimulação anódica (eletrodo positivo) é responsável pela excitação cortical, enquanto a estimulação catódica (eletrodo negativo) apresenta o efeito de diminuição da excitabilidade, onde a disposição desses eletrodos no couro cabeludo deve seguir o sistema internacional EEG 10/20, pois a mínima mudança de sua posição na superfície pode causar alterações na corrente elétrica (Lima et al., 2019; Medeiros, 2021).

Segundo Woods *et al.* (2016), o eletrodo utilizado precisa ser de borracha condutora ou metal, utilizando uma esponja e uma forma de contato como uma solução salina ou um creme condutor, assim como um material de moldagem desses componentes. A corrente elétrica utilizada está, geralmente, abaixo de 2 mA (miliamperes), com eletrodos entre 29 e 35 cm^2, onde sua aplicação pode ser feita entre uma ou mais sessões, com duração média entre 20 a 40 minutos (Coêlho et al., 2021).

À vista disso, se faz de extrema importância entender como os processos regulatórios acontecem, principalmente no que diz respeito aos mecanismos neurais relacionados, em particular da região frontal ventromedial, associada a um instrumento de intervenção, como a tDCS. Dessa forma, a pergunta norteadora para esta pesquisa é: Quais efeitos são encontrados a partir da intervenção da tDCS no CPFVm, através da realização de tarefas visuais de regulação emocional com instruções reavaliação cognitiva, assim como as possíveis medidas eletrofisiológicas e clínicas encontradas? Assim, essa pesquisa se mostra como fundamental para acrescentar conhecimentos sobre o funcionamento da região e quais acréscimos a tDCS pode apresentar na realização nas tarefas de RE.

Dentre os objetivos desta pesquisa, se encontram: Produzir uma revisão sistemática sobre os principais achados neurobiológicos da regulação emocional, assim como estratégias e

técnicas mais utilizadas; Analisar os efeitos da tDCS no CPFVm e as medidas eletrofisiológicas e clinicas para uma tarefa de regulação emocional em adultos saudáveis e registrar a atividade cerebral do CPFVm para tarefas de reavaliação cognitiva;

Capítulo II: Áreas corticais ventromedial e dorsolateral no processo de regulação emocional: uma revisão sistemática

Josefa Kelly Lima Dantas

Byanca Eugênia Duarte Silva

Larissa C. A. da Costa

Nelson Torro Alves

Maria José Nunes Gadelha

Resumo

Contexto: O processo de Regulação Emocional (RE) tem como característica o manejo das emoções e está relacionado a processos cognitivos neurais nas regiões pré-frontais, principalmente, as áreas dorsolaterais e ventromedial, as quais podem estar associadas às estratégias de reavaliação cognitiva ou supressão emocional. Objetivo: A presente revisão sistemática visou investigar a relação entre a regulação emocional e as áreas pré-frontal dorsolateral e ventromedial em indivíduos adultos durante a realização de tarefas de regulação emocional. Método: Como critérios de inclusão foram selecionados artigos completos publicados entre os anos de 2020 e 2025, apresentando em sua metodologia um paradigma de tarefa de RE, assim como a utilização de ferramentas de aquisição de neuroimagem. As bases de dados utilizadas para a pesquisa foram a Web of Science, Scopus e PubMED, utilizando os descritores *"emotional regulation", "emotional modulation", "dorsolateral" e "ventromedial"*. Resultados: Diante dos artigos selecionados, observou-se que a maioria dos estudos investigou o funcionamento da área dorsolateral, utilizando principalmente tarefas de regulação com a estratégia de reavaliação. Em relação à aquisição de imagem, foram

empregadas técnicas de Ressonância Magnética Funcional, Eletroencefalografia e Espectroscopia Funcional em Infravermelho Próximo. Conclusões: Via de regra, as pesquisas demonstraram que as duas áreas apresentam ligação funcional com a RE, assim como a eficácia das tarefas de reavaliação em relação a estímulos negativos/neutros. Contudo, identifica-se a necessidade do desenvolvimento de mais estudos que investiguem o conhecimento sobre essas áreas, em especial, a região ventromedial.

Palavras-chave: Emotional regulation; dorsolateral prefrontal cortex; ventromedial prefrontal cortex; systematic review

Abstract

Context: The Emotional Regulation (ER) process is characterized by the management of emotions and is related to neural cognitive processes in the prefrontal regions, mainly the dorsolateral and ventromedial areas, which may be associated with cognitive reappraisal or emotional suppression strategies. Objective: This systematic review aimed to investigate the relationship between emotional regulation and the dorsolateral and ventromedial prefrontal areas in adult individuals during the performance of emotional regulation tasks. Method: Inclusion criteria included full articles published between 2020 and 2025, presenting in their methodology an ER task paradigm, as well as the use of neuroimaging acquisition tools. The databases used for the search were Web of Science, Scopus, and PubMed, using the descriptors "emotional regulation", "emotional modulation", "dorsolateral", and "ventromedial". Results: Based on the selected articles, it is observed that most studies focused on the dorsolateral area, mainly using regulatory tasks with a reappraisal strategy. Regarding image acquisition, Functional Magnetic Resonance Imaging, Electroencephalography and Functional Near-Infrared Spectroscopy techniques were employed. Conclusions: As a rule, the research demonstrated that both areas have a functional link with ER, as well as the effectiveness of

reappraisal tasks in relation to negative/neutral stimuli. However, the need for further studies investigating knowledge about these areas, especially the ventromedial region, is identified.

Keywords: Emotional regulation; dorsolateral prefrontal cortex; ventromedial prefrontal cortex; systematic review

Introdução

As emoções são estados de excitação complexos que estão ligados ao desenvolvimento dos indivíduos (Matos & Borowski, 2019; Wiltenburg & Miguel, 2021). Embora quase todos já tenham tido emoções negativas e vivenciem situações que as agravam, nem todos desenvolvem transtornos psicológicos severos. Segundo Leahy (2016), isso decorre da forma como o indivíduo vivencia e interpreta essas emoções, assim como das estratégias que despende para lidar com elas.

A Regulação Emocional (RE) pode ser caracterizada como um processo utilizado para diminuir, intensificar ou manter alguma emoção (Wiltengurg & Miguel, 2021). Gross (1998), em seu modelo processual de RE, propõe duas estratégias: a Reavaliação Cognitiva (RC) e a Supressão Emocional (SE). A RC consiste na modificação das cognições, alterando o impacto emocional através da modificação do significado dos eventos. Já a SE consiste na inibição total da expressão do impacto emocional do sujeito (Diamantino & Gondim, 2017). Estudos realizados em jovens adultos evidenciaram que a RC se mostra como uma estratégia adaptativa de RE, enquanto a SE se caracteriza como não adaptativa (Silva & Freire, 2014).

Evidências sinalizam que a prática eficaz das estratégias de RE envolve processos cognitivos neuronais comuns ao córtex pré-frontal (CPF) (Strauss et al., 2016), em especial as áreas Dorsolateral (CPFDL) e Ventromedial (CPFVM) (Chakravarthula & Padmala, 2023; Chase et al., 2020; Winker et al., 2019). O CPFDL associa-se com a memória de trabalho, mantendo o conteúdo relevante para a estratégia (Sikka et al., 2022), com os mecanismos de

controle cognitivo e resposta inibitória (Raschle et al., 2019) e nas funções executivas e tomada de decisão (Nejati et al., 2021).

Outra área pré-frontal associada com a RE é o CPFVM (Chakravarthula & Padmala, 2023; Chase et al., 2020; Winker et al., 2019), com influência na tomada de decisão (Chase et al., 2020), respostas adaptativas (Suzuki & Tanaka, 2021), processo de recompensas (Winker et al., 2019) e na autoavaliação (Nejati et al., 2021). Pesquisas apontam que a área do CPFVM também está intimamente ligada ao processo de RE, pois apresenta fortes relações com outros sistemas emocionais, principalmente no processamento emocional do sujeito (Nejati et al., 2021; Suzuki & Tanaka, 2021).

Por conseguinte, esta revisão sistemática tem como propósito investigar a relação entre a RE e as áreas do CPFDL e CPFVM em adultos durante a realização de uma tarefa de RE, buscando selecionar estudos experimentais previamente realizados sobre a RE e as áreas pré-frontais, descrever a metodologia utilizada pelos estudos, indicando instrumentos e ferramentas e averiguar quais tarefas de RE são realizadas.

Metodologia

Este artigo se caracteriza como uma revisão sistemática da literatura. Como estratégia de busca, as bases de dados PubMED, Scopus e Web of Science foram selecionadas para a realização da pesquisa sobre artigos relevantes que fossem publicados até o dia 30 de novembro de 2025. A sequência de palavras-chave utilizadas em ambas as pesquisas foi (((*emotional regulation*) OR (*emotional modulation*)) AND ((*dorsolateral*) OR (*ventromedial*))).

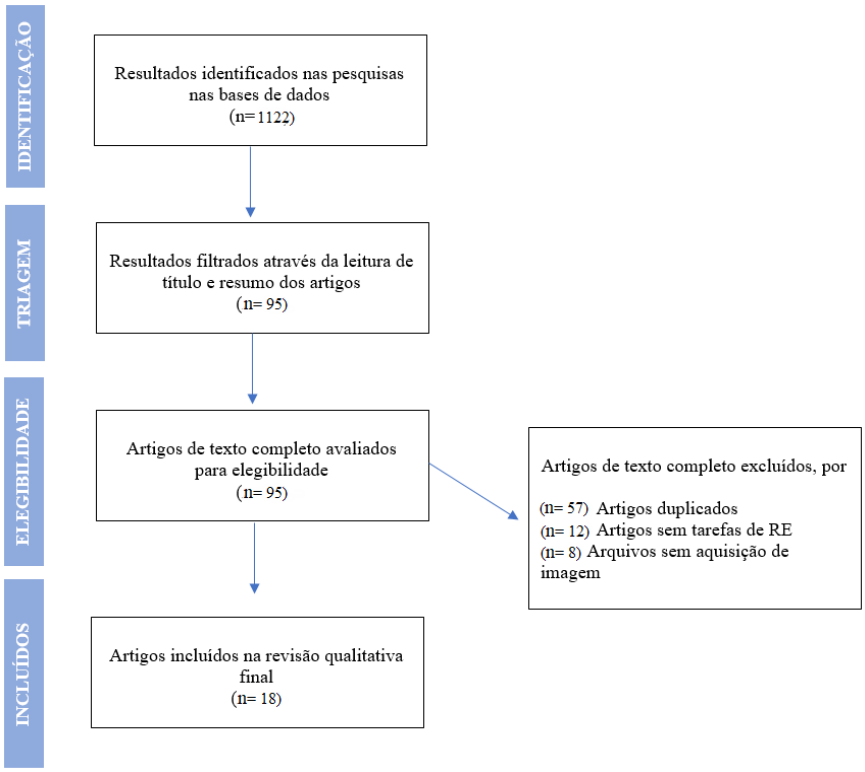
Os estudos foram incluídos de acordo com os seguintes critérios: (1) Estudos experimentais; (2) Estudos que apresentavam tarefa de RE; (3) Estudos que incluem apenas participantes adultos; (4) Estudos que apresentavam aquisição de neuroimagem; (5) Estudos publicados nos últimos cinco anos. Como critérios de exclusão: (1) Estudos que não

apresentavam uma tarefa nítida de RE; (2) Estudos mal desenvolvidos metodologicamente; (3) Estudos que não pudessem ser acessados.

Na seleção dos artigos, foram utilizadas as palavras-chave nas bases de dados supracitadas, obtendo o resultado inicial de 479 artigos na PubMED, 353 na Scopus e 290 na Web of Science, totalizando 1122 artigos encontrados apenas com a filtragem por ano de publicação. Em seguida, para filtrar os artigos a serem inseridos no estudo, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, resultando em 95 artigos. Desses, foram excluídos 57 artigos duplicados, 12 artigos que não apresentavam tarefas de RE e 8 que não tinham aquisição de neuroimagem. Por fim, foram incluídos 18 artigos (ver Figura 1).

Figura 1

Diagrama de fluxo de seleção e filtragem dos artigos



Nota. Figura elaborada pela autora (2025).

Resultados

Após a leitura integral dos artigos, as principais informações foram selecionadas e organizadas em tabelas. A Tabela 1 mostra os dados referentes aos autores, objetivo do estudo, participantes, área cortical investigada e se foi realizada alguma intervenção.

Tabela 1

Informações dos Artigos Selecionados (Autores, Objetivo do Estudo, Participantes, Área Cortical e Intervenção)

Autor(a)/Ano	Objetivos	Participantes	Área cortical	Intervenção
Zhang et al. (2020)	Explorar mecanismos neurais de indivíduos com Transtorno de Jogos da Internet (IGD) durante tarefa de RE	50 participantes (24 com vício em jogos (IGD)/ 26 usuários pelo lazer (GRU)	Dorsolateral esquerdo	Não
Neacsiu et al. (2022)	Aumentar a prática de RC com neuroestimulação direcionada à mesma rede neural regulatória, a fim de encurtar o tempo necessário para aprender a RC	37 adultos clínicos que relataram alta desregulação emocional	Dorsolateral esquerdo	Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (rTMS) ativa ou simulada
Suzuki & Tanaka (2021)	Analisar a atividade e conectividade do CPFVM através de fMRI durante realização de tarefa de visualização e avaliar a RE	21 jovens saudáveis do sexo masculino	Ventromedial	Não
Yu et al. (2021)	Examinar a facilitação da RC de emoções negativas usando o treinamento de neurofeedback funcional em tempo real baseado em espectroscopia de infravermelho próximo	30 participantes saudáveis (19 grupo NF e 11 grupo sham)	Dorsolateral direito	Neurofeedback

Hermann et al. (2021)	Investigar se existem efeitos duradouros em tarefas de RE, analisando correlatos neurais utilizando fMRI	85 mulheres saudáveis	Ventromedial	Não
Zhao et al. (2021)	Examinar a relação causal entre DLPFC/VLPFC e a RE da dor social, empregando estimulação magnética transcraniana	90 participantes humanos saudáveis (45 homens e 45 mulheres)	Dorsolateral e ventrolateral	Estimulação Magnética Transcraniana (TMS) ativa ou simulada
Wyczesany et al. (2022)	Verificar o papel causal do CPFDL bilateral na RE utilizando estratégia de RC para reduzir impacto emocional	26 participantes saudáveis	Dorsolateral esquerdo e direito	Estimulação inibitória contínua de explosão teta (cTBS)
Steinmann et al. (2024)	Investigar se os pacientes com Transtorno Depressivo Maior (TDM) possuem alteração no poder teta e no padrão de conectividade durante a RC em comparação com o HC	25 controles e 24 pacientes com TDM	Dorsolateral esquerdo	Não
Hao et al. (2021)	Investigar a interação entre contexto temporal, conteúdo de estímulo e estratégia regulatória	32 participantes saudáveis	Ventromedial	Não
Berboth et al. (2021)	Avaliar a confiabilidade teste-reteste de testes baseados em tarefas de atividade de ressonância magnética funcional (fMRI) em redes neurais associadas à geração e regulação de emoções	25 participantes destros saudáveis	Dorsolateral esquerdo	Não
Wang et al. (2021)	Explorar como o Transtorno do Pânico (TP) afeta o funcionamento do	26 pacientes com DP e 25 controles	Dorsolateral	Não

	cérebro na RC implícita aplicada ao processamento de imagens negativas	saudáveis (HC)		
Fang et al. (2024)	Examinar o controle cognitivo em diversos estados emocionais	17 indivíduos saudáveis	Dorsolateral direito	Não
Wang et al. (2024)	Explorar mecanismos neurais de RC implícita na depressão e nos transtornos de ansiedade	28 indivíduos com TDM, 25 com transtorno de ansiedade generalizada (TAG) e 30 HC	Dorsolateral esquerdo	Não
Neacsiu et al. (2024)	Caracterizar circuitos cerebrais associados à RE em amostra transdiagnóstica e investigar os efeitos cerebrais e comportamentais da intervenção piloto de TMS-CR	23 participantes que atendessem aos critérios para pelo menos um transtorno do DSM-5	Dorsolateral Esquerda	Estimulação Magnética Transcraniana (TMS) repetitiva ou simulada
Shinpei et al. (2024)	Determinar a influência da rotulação de afeto na eficácia da RE em reduzir emoções negativas e entender os mecanismos neurais do CPF lateral	35 participantes saudáveis destros falantes nativos do japonês	Dorsolateral, Ventrolateral, Medial	Não
Tang et al. (2025)	Investigar se o uso da tACS melhora o desempenho na RE e determinar se o aprimoramento da sincronia neural entre essas regiões beneficia a RC	86 participantes destros saudáveis e com visão normal ou corrigida	Dorsolateral e Ventrolateral	Estimulação transcraniana por corrente alternada (tACS)
Sütçübaşı et al. (2024)	Investigar as redes neurais responsáveis pela regulação emocional, medindo os efeitos da rTMS direcionada ao córtex CPFDL	19 participantes saudáveis	Dorsolateral	Estimulação magnética transcraniana repetitiva (EMTr): Simulada e Ativa
Toleson et al. (2024)	Testar o impacto da reatividade emocional	91 participantes	Amígdala, Ventrolateral,	Não

	e da RE na associação entre depressão e ideação suicida (SI)	com ideação suicida atual e condições clínicas (TDM, TAG e TEPT)	Dorsolateral, Dorsomedial

Nota. Tabela elaborada pela própria autora (2025).

Dentre os artigos selecionados, quinze (15) dizem respeito aos correlatos neurais do CPFDL (Zhanga et al., 2020; Neacsiu et al., 2022; Yu et al., 2021; Zhao et al., 2021; Wyczesany et al., 2022; Steinmann et al., 2024; Berboth et al.,2021; Wang et al., 2021; Fang et al., 2024; Wang et al., 2024; Neacsiu et al., 2024; Shinpei et al., 2024; Tang et al., 2025; Sütçübaşı et al., 2024; Toleson et al., 2024), enquanto três (03) tinham como foco o CPFVM (Suzuki & Tanaka, 2021; Hermann et al., 2021; Hao et al., 2021).

Com relação às amostras utilizadas, doze (12) dos estudos tiveram como participantes adultos jovens saudáveis (Neacsiu et al., 2022; Suzuki & Tanaka, 2021; Yu et al., 2021; Hermann et al., 2021; Zhao et al., 2021; Wyczesany et al., 2022; Hao et al., 2021; Berboth et al., 2021; Fang et al., 2024; Shinpei et al., 2024; Tang et al., 2025; Sütçübaşı et al., 2024) e seis (06) apresentavam amostras com transtornos psiquiátricos referentes a Depressão, Ansiedade, Transtorno do Pânico, Transtorno do Estresse Pós-Traumático e Vício em Jogos Online (Zhanga et al., 2020; Steinmann et al., 2024; Wang et al., 2021; Wang et al., 2024; Neacsiu et al., 2024; Toleson et al., 2024).

Todos os estudos realizaram tarefas de estímulos emocionais relacionadas ao processamento emocional e a RE. 88,89% dos artigos (n= 16) utilizaram tarefas com foco na RC (Zhanga et al., 2020; Neacsiu et al., 2022; Yu et al., 2021; Zhao et al., 2021; Wyczesany et al., 2022; Steinmann et al., 2024; Berboth et al.,2021; Wang et al., 2021; Fang et al., 2024; Wang et al., 2024; Hermann et al., 2021; Hao et al., 2021; Neacsiu et al., 2022; Shinpei et al., 2024; Tang et al., 2025; Toleson et al., 2024) e apenas dois (02) artigos apresentavam outras

tarefas (visualização dos estímulos e distanciamento e aproximação) (Suzuki & Tanaka, 2021; Sütçübaşı et al. 2024).

Ademais, quanto à valência dos estímulos apresentados, a maioria dos artigos (88,89%; n= 16), traz estímulos visuais de valência negativa, com a finalidade de provocar emoções negativas. Também foram utilizadas memórias de valência negativa como estímulos, com a mesma finalidade (Neacsiu et al., 2022; Neacsiu et al., 2024).

No que diz respeito aos procedimentos de aquisição de neuroimagem dos artigos, foram utilizadas a Ressonância Magnética Funcional (fMRI) (Zhanga et al., 2020; Neacsiu et al., 2022; Yu et al., 2021; Suzuki & Tanaka, 2021; Hermann et al., 2021; Wang et al., 2021; Neacsiu et al., 2024; Sütçübaşı et al., 2024; Toleson et al., 2024), o Eletroencefalograma (EEG) (Zhao et al., 2021; Wyczesany et al., 2022; Steinmann et al., 2024; Hao et al., 2021; Berboth et al., 2021; Tang et al., 2025), onde um (01) artigo utilizou as duas ferramentas em conjunto (Fang et al., 2024), e também o Espectroscopia Funcional em Infravermelho Próximo (fNIRS) (Wang et al., 2024; Shinpei et al., 2024).

As informações referentes às tarefas de RE, estímulos, instrumentos e escalas, procedimento de aquisição de imagem e equipamentos utilizados nos artigos estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2

Informações dos Artigos Selecionados (Tarefa de RE, Estímulos, Instrumentos e Escalas, Procedimento de Aquisição de Imagem e Equipamentos Utilizados)

Autor(a)/Ano	Tarefa de Regulação Emocional	Estímulos	Instrumentos e Escalas	Aquisição de Imagem	Equipamentos
Zhanga et al. (2020)	Reavaliação	Estímulos visuais negativos e neutros	Young's Internet Addiction Test (IAT);	fMRI	Scanner Tesla 3.0

			Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI)		
Neacsiu et al. (2022)	Reavaliação: Distanciamento, Reenquadramento e Sentimento	Gravação de 14 memórias negativas recentes e distais	Instrumento de avaliação diagnóstica; Teste de Inteligência Verbal; Questionário de Regulação Emocional; Escala de dificuldade de regulação emocional; Escala de Ajuste de Trabalho e Social (WSAS); Outcome Questionnaire -45	fMRI	Scanner de ressonância magnetica Estimulador MagPro X100
Suzuki & Tanaka (2021)	Visualização	Estímulos visuais de imagens naturais com diferentes valencias	Trier Social Stress Test; Inventário de Ansiedade Traço-Estado	fMRI	Scanner de ressonância magnetica MAGNETOM Prisma 3-T
Yu et al. (2021)	Reavaliação	Estímulos visuais negativos e neutros		fMRI	Scanner Siemens Trio 3,0 T
Hermann et al. (2021)	Reavaliação: Reinterpretação e distanciamento	Estímulos visuais negativos e neutros	Entrevista Diagnóstica para Transtornos Mentais; Clinician-Administered PTSD Scale; Inventário de lateralidade de Edimburgo	fMRI	Scanner Siemens Prisma 3-T
Zhao et al. (2021)	Reavaliação e Distração	Estímulos visuais negativos	Inventário de Ansiedade Traço-Estado	EEG	Estimulador magnético

		por imagens de exclusão social	de Spielberger; Escala de Ansiedade Social de Liebowitz; Inventário de depressão de Beck; Questionários de Sensibilidade à Rejeição; Índice de Reatividade Pessoal		M-100 Ultimate NeuSen.W32, Neuracle
Wyczesany et al. (2022)	Reavaliação	Estímulos pictóricos neutros e negativos		EEG	Magstim Super Rapid2 Plu1 BiosemiTwo, 64 eletrodos
Steinmann et al. (2024)	Reavaliação	Estímulos visuais negativos e neutros	Questionário de Regulação Emocional; Questionário de regulação emocional cognitiva; Escala de Avaliação de Depressão de Hamilton; Inventário de depressão de Beck	EEG	Brain Vision Record 1.1, ActiCap -
Hao et al. (2021)	Reavaliação	Estímulos visuais ameaçadores e neutros de baixa excitação	Questionário de Regulação Emocional	EEG	BioSemi EEG de 128 canais
Berboth et al. (2021)	Reavaliação	Estímulos de imagens aversivas		EEG	Scanner SIEMENS Magnetom 7.0 Tesla MR
Wang et al. (2021)	Reavaliação implícita	Estímulos de imagens negativas	Escala de Avaliação de	fMRI	Scanner RM de 3,0 Tesla

			Ansiedade Hamilton; Escala de Avaliação de Depressão Hamilton; Escala de Sintomas Associados ao Pânico; Escala de Gravidade do Transtorno de Pânico; Questionário de Regulação Emocional Cognitivo		
Fang et al. (2024)	Reavaliação: Reinterpretação	Estímulos visuais negativos e neutros		EEG fMRI	Scanner 3-T da Philips Medical System EEG de 64 canais da Net Station
Wang et al. (2024)	Reavaliação implícita	Estímulos visuais negativos	Escala de Avaliação de Ansiedade Hamilton; Escala de Avaliação de Depressão Hamilton; Mini Exame do Estado Mental; Questionário de Regulação Emocional Cognitivo	fNIRS	- ETG – 4000 de 52 canais
Neacsiu et al. (2024)	Reavaliação, Distaciamento e Sentir	Memórias autobiográficas negativas e neutras representadas por palavras-chaves e tarefas de	Questionário de Memórias Autobiográficas (AMQ); Questionário de Regulação Emocional (ERQ); Patient-Reported	fMRI	Scanner de ressonância magnetica Estimulador MagPro X100

		regulação emocional representadas por palavras-chave	Outcomes Measurement Information System v1.0-Self-Efficacy for Managing Emotions (PROMIS-SEME); Escala de Dificuldades na Regulação Emocional (DERS)		
Shinpei et al. (2024)	Reavaliação e Rotulação Afetiva	Vinhetas que evocam emoções de medo, raiva e tristeza	Escala Visual Analógica (VAS)**;** Inventário de Regulação Emocional do Estado (SERI)	Espectroscopia Funcional por Infravermelho Próximo (fNIRS)	(LABNIRS, Shimadzu)
Tang et al. (2025)	Reavaliação e Distração	Estímulos visuais negativos	Escalas Visuais Analógicas de Avaliação de Emoções Negativas e de Dificuldades de Regulação Emocional	EEG	NeuStim NSS18, Neuracle, Changzhou, China
Sütçübaşı et al. (2024)	Aproximação e Distanciamento	Estímulos visuais de valência negativa e positiva	Inventário de Ansiedade Traço e Estado (IDATE); Escala de Regulação Emocional; Sistema de Inibição Comportamental e Escala do Sistema de Ativação Comportamental (BIS/BAS)	fMRI	MagStim Rapid2 Plus, Magstim Company Limited, País de Gales, Reino Unido; Philips-Achieva, Philips Medical Systems, Best, Holanda
Toleson et al. (2024)	Reavaliação	Estímulos visuais de valência	Escala de Ideação Suicida de	fMRI	Siemens MAGNE-TOM

	negativa e neutra	Beck (SSI); Inventário de Depressão de Beck (BDI-II);	Prisma de 3 T

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Discussão

Os artigos selecionados para esta revisão apresentaram semelhanças e diferenças entre si, possibilitando a discussão sobre como o processo de RE influencia as áreas corticais e suas respostas comportamentais. Zhanga et al. (2020) objetivaram explorar os mecanismos do sistema neural de indivíduos com vício em jogos online durante o processo de RE dos sujeitos. Para isso, foram recrutados 24 participantes com vício em jogos e 26 participantes saudáveis. No experimento, os participantes realizaram uma tarefa de RC através da exposição a estímulos visuais de valência negativa ou neutra, tendo 4 tipos de ensaio: reavaliação/negativo, reavaliação/neutro, olhar/negativo e olhar/neutro. As imagens foram adquiridas através de fMRI.

Em relação às tarefas de regulação, Zhanga et al. (2020) encontraram que as emoções negativas mais baixas eram relatadas nos estímulos neutros e na RC. Contudo, as maiores diminuições no afeto negativo da RC estavam na apresentação dos estímulos negativos. Entre os grupos de participantes, os com vício em jogos relataram emoções negativas mais elevadas. Nas análises de imagem, em relação a RC, as áreas com maior ativação foram o giro lingual esquerdo, o lóbulo parietal superior esquerdo e o CPFDL esquerdo, mostrando uma conectividade funcional mais forte entre a ínsula direita e o dorsolateral bilateral no grupo com vício. Assim, a RC apresentou uma redução das emoções negativas nos participantes e em comparação a condição de olhar.

Corroborando com esses achados, Steinmann et al. (2024) encontraram que controles saudáveis (HC) apresentavam maior modulação das emoções negativas e maior conectividade

funcional relacionada quando a RC está envolvida. Os autores investigaram se os pacientes com transtorno depressivo maior (TDM) apresentam alterações no poder teta e no padrão de conectividade durante uma tarefa de reavaliação cognitiva em relação com HC. Participaram 21 pacientes com TDM e 24 HC. Como paradigma de RE, os participantes visualizaram estímulos neutros e negativos, recebendo a instrução de reavaliar ou manter a emoção, onde a reavaliação ocorria apenas nos estímulos negativos, diferente do paradigma de Zhanga et al. (2020) que também continha o ensaio do reavaliar/neutro.

Nos resultados, Steinmann et al. (2024) identificaram que havia uma potência teta e uma conectividade neural reduzida na rede fronto-límbica que cobre o CPFDL esquerdo nos participantes com TDM em relação aos HC, onde o maior grau de conectividade estava relacionado a uma melhor RC nos HC, associados ao uso bem-sucedido das estratégias de RE.

Ainda no que diz respeito aos transtornos psiquiátricos, com a finalidade de explorar a base neural da RC implícita no transtorno do pânico (TP), Wang et al. (2021) realizaram um estudo com 26 pacientes TP e 25 HC. Como tarefa, os participantes passaram por um paradigma de RC implícita durante a aquisição de imagem de fMRI. Diferente das outras atividades já descritas, Wang et al. (2021) busca avaliar a RE implícita, onde a descrição recebida pode influenciar o significado da próxima imagem. Todos os participantes foram instruídos a observar passivamente os estímulos.

Em relação as ativações, o grupo TP apresentou menor ativação no CPFDL direito na condição de descrição não negativa em comparação aos HC, o que corrobora com a ideia de que sujeitos com maior pontuação de ansiedade apresentavam menos ativação no CPFDL e pacientes TP com maior pontuação na escala de pânico também (Wang et al., 2021). Assim, tentativas com descrições neutras/positivas diminuíram as classificações de valência negativa nos HC, mas não nos DP, apontando uma disfunção pré-frontal que danifica a RE. Tal achado

ratifica os achados de Steinmann et al. (2024) com pacientes com TDM, que também apresentavam uma menor ativação, contudo, do lado esquerdo do CPFDL.

De maneira similar, Wang et al. (2024) visaram explorar os padrões neurais compartilhados e únicos associados à RC implícita em indivíduos com diagnósticos de depressão e transtornos de ansiedade. Foram incluídos 28 pacientes com TDM, 25 com TAG e 30 HC. Selecionaram 44 imagens, as quais foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos, apresentando uma descrição textual de cada imagem antes de ser apresentada, assim como no estudo de Wang et al. (2021). A aquisição de neuroimagem foi realizada através de fNIRS com dispositivo de 52 canais.

Em relação ao grupo HC, foi encontrada uma redução da experiência emocional negativa no grupo sem uma descrição negativa anterior, onde o CPFDL esquerdo também exibiu níveis de ativação elevados nesta condição, sugerindo ser um mecanismo neural subjacente à RC implícita (Wang et al. 2024). Os grupos TDM e TAG também apresentaram classificação de valência negativa mais baixa na situação de descrição não negativa, mas não exibiram diferenças de ativação no CPFDL. Teoricamente, as descrições neutras/positivas reduziram a experiência negativa associada ao CPFDL esquerdo, contudo os pacientes experimentais apresentaram diminuição da ativação nas condições, assim como no estudo de Steinmann et al. (2024), expondo desadaptações das respostas a estímulos. Corroborando com outros estudos (Wang et al., 2021), o CPFDL demonstrou envolvimento no controle de cima para baixo na RE implícita.

Ainda no que diz respeito aos transtornos psiquiátricos, Toleson et al. (2024) também buscou compreender os efeitos da RE em uma amostra clínica diagnosticada com transtornos de depressão e ansiedade. O estudo buscou investigar se diferenças na RE poderiam ser potenciais moderadores da ligação entre depressão e ideação suicida. Para isso, foi utilizada ressonância magnética funcional (fMRI) e os participantes realizaram a tarefa de RC projetada

para investigar a resposta neural a estímulos aversivos. A ativação do córtex pré-frontal ventrolateral, dorsolateral e dorsomedial (vlPFC, dlPFC e dmPFC) e da amígdala durante a RC foi mensurada.

Toleson et al. (2024) revelaram que não houve interação entre atividade do córtex pré-frontal e depressão. Nesse sentido, não foram encontradas evidências de que a função do CPF durante a RC modere a relação entre depressão e gravidade da ideação suicida (IS), corroborando a ideia de que o envolvimento do CPFVL e o CPFDL, durante a RC estaria relacionado à redução do risco de suicídio, particularmente no contexto da depressão. Os resultados nulos identificados corroboram com a hipótese de que a hipoativação do CPF está associada independentemente à IS e a prejuízos na RC em indivíduos com TDM, corroborando com os estudos de Steinmann et al. (2024) e (Wang et al., 2021).

Diferente dos estudos anteriores que buscavam entednder o processo de conectividade funcional em relação a RE de pacientes com alguns transtornos, Neacsiu et al. (2022) tiveram como objetivo aumentar a prática da RC através da neuroestimulação nas áreas neurais regulatórias, diminuindo o tempo de aprendizagem dessa habilidade. Para isso, o estudo desenvolveu um experimento duplo-cego e controlado por placebo, que contou com a participação de 27 voluntários compostos por adultos saudáveis e utilizou memórias autobiográficas negativas.

Em seu desenho experimental, a aquisição de imagem durante a tarefa de RE (distanciamento, reenquadramento ou sentimento) é realizada pré-teste, antes da Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (rTMS), e novamente no pós-teste, após a estimulação. Através desses dados, foi determinado que a área dorsolateral esquerda seria alvo da intervenção. Após a intervenção, os participantes retornaram um mês depois para completar uma tarefa sem a estimulação (Neacsiu et al., 2022).

Em seus resultados, Neacsiu et al. (2022) encontraram que as instruções dadas durante o experimento modularam o sofrimento em todas as condições, assim como a administração da estimulação ativa em conjunto com a RC apresentou melhora tanto nos índices fisiológicos quanto comportamentais. Os participantes que receberam a estimulação ativa também foram mais suscetíveis a utilizar a RC durante a semana ambulatorial, contudo, os que receberam a estimulação simulada relataram menos sofrimento durante esta semana. Por fim, não houve diferenças significativas entre as condições no sucesso da regulação e os participantes com rTMS ativa relataram um menor sofrimento durante a tarefa estressante um mês depois.

De maneira similar, Neacsiu et al. (2024) examinaram a atividade funcional e a conectividade de redes neurais envolvidas na desregulação emocional após uma intervenção piloto de RE associada à neuroestimulação em uma amostra clínica transdiagnóstica de adultos, utilizando memórias de valência negativa personalizadas assim como Neacsiu et al. (2022). Durante o estudo, os participantes realizaram a tarefa de RC enquanto eram submetidos a fMRI antes e depois da TMS repetitiva ou simulada no CPFDL esquerdo. Os resultados indicaram que a neuroestimulação ativa melhorou os índices comportamentais de RE em comparação com a estimulação simulada. Além disso, a neuroestimulação ativa aumenta seletivamente a conectividade do CPFDL a outras regiões, corroborando com o papel do CPFDL nos processos de RE e destacando o papel transdiagnóstico da RE.

Assim como no estudo anterior, Yu et al. (2021) tiveram como objetivo investigar se a RE pode ser melhorada através de treinamentos relacionados a auto regulação em regiões cerebrais não emocionais. Antes do experimento, os autores realizaram uma sessão de treinamento de fNIRS para garantir que a atividade do CPFDL direito seria regulada no experimento. A amostra do estudo foi composta por 30 participantes, 19 no grupo experimental e 11 Sham. Foram registrados os dados de fMRI de repouso antes e após o treinamento.

A tarefa de RE foi composta por 96 imagens aversivas divididas em 2 conjuntos para cada condição do experimento. Anterior a apresentação das imagens, apareciam comandos: Neutra, olhar imagens neutras; Comparecer, ver imagens negativas; e Regular, reavaliar as imagens negativas, assim como em Steinmann et al. (2024). Assim, o desenho experimental consistiu em um pré-teste, composto pela tarefa de regulação e a aquisição de imagem 24 horas antes, o treinamento de neurofeedback com 8 sessões e por fim o pós-teste, também com a tarefa e a aquisição de imagem, 2 horas depois (Yu et al. (2021).

No que se refere aos resultados, na tarefa de RE Yu et al. (2021) encontraram que o grupo experimental e o sham tiveram experiências emocionais semelhantes, mas experienciaram emoções mais negativas na condição de Comparecer do que na Regular. As emoções negativas do grupo experimental foram menores na condição Regular do que na Comparecer. No pós-teste, o efeito de regulação foi maior no grupo experimental do que no sham, mostrando que houve uma melhora significativa na regulação através do treinamento. Por fim, na aquisição de imagem, o grupo experimental ativou significativamente o CPFDL direito durante as sessões, alicerçando que o treinamento pode provocar uma melhora na RE.

Assim como Yu et al. (2021), Shinpei et al. (2024) utilizaram também a fNIRS como objetivo determinar a influência da rotulação de afeto na eficácia da RC na redução de emoções negativas subjetivas e entender os mecanismos neurais do CPF. Nesse sentido, o experimento desenvolvido por Shinpei et al. (2024) foi conduzido com uma amostra de 35 participantes saudáveis, os quais foram expostos à visualização de estímulos visuais (vinhetas) de valência emocional negativa. A tarefa principal do estudo foi dividida em quatro condições distintas, criadas pela combinação dos fatores de nomeação de afetos (rotulação) e RC. A intensidade das emoções negativas foi registrada ao longo do procedimento. Como método de registro fisiológico, a fNIRS foi utilizada para medir os valores do sinal de oxiemoglobina (OxyHb) nas regiões do CPF durante a execução das tarefas.

Os resultados encontrados por Shinpei et al. (2024) indicam que a tarefa de RC reduziu de forma significativa as emoções negativas evocadas pelos estímulos visuais independentes de estar associada ao uso de rotulação afetiva. Além disso, foi identificado que a combinação de rotulação afetiva e RC foi menos eficaz na regulação das emoções negativas do que a RC sem rotulação afetiva. Já no que diz respeito às áreas corticais investigadas, observa-se o aumento dos valores de OxyHb nas regiões pré-frontais dorsolaterais bilaterais e no córtex pré-frontal ventral direito durante a realização da tarefa de RC associada ao uso de rotulação do afeto sentido.

Dentro da perspectiva de uma metodologia com aplicação de intervenção, Wyczesany et al. (2022) examinaram a contribuição causal do CPFDL esquerdo e direito na regulação negativa das respostas emocionais utilizando a RC através de um protocolo TMS de estimulação contínua de explosão teta em adultos saudáveis. Foram realizadas três sessões por participante, com um paradigma de tarefa clássico de RC, onde três condições foram observadas, sendo elas a reavaliação de imagens negativas, a condição de observação passiva e a neutra (Steinmann et al., 2024; Yu et al., 2021). Foi realizado o registro de eletroencefalograma e medidas de LPP centro-parietal.

Em seus resultados, Wyczesany et al. (2022) encontraram que os participantes apresentavam um menor estado mental negativo na RC em comparação com a observação. Com relação a estimulação inibitória, esta comprometeu a RC em comparação com a sessão vértice, mas apenas no CPFDL direito. A captura do EEG mostrou que o CPFDL permaneceu ativo durante as estratégias de RC e distração.

Diferente desse estudo, Zhao et al. (2021) tiveram como objetivo examinar a relação causal entre CPFDL/CPFVL e a RE da dor social por meio de distração e RC, empregando estimulação magnética repetitiva excitatória. Em sua metodologia, três grupos foram definidos, sendo eles o ativado por CPFVL, o ativado por CPFDL e o sham, recrutando o total de 90

universitários saudáveis. No procedimento, 90 fotos de exclusão social foram expostas aos participantes, sendo divididas em três blocos de acordo com o tipo de regulação, sendo elas a não regulação, a RC e a distração.

Zhao et al. (2021) encontraram que os participantes apresentavam menos sentimentos negativos na RC e distração do que no olhar passivo, contudo entre os próprios blocos de regulação ativa os sentimentos não diferiram. Os grupos TMS também apresentaram diminuição significativa das emoções negativas na estimulação no CPFVL e no CPFDL em relação ao sham, mas também não diferiram com relação um ao outro. Assim, ambas as regiões estimuladas nos hemisférios direito facilitam o alívio da dor social, entretanto o CPFVL ativado tem um melhor efeito na condição de RC enquanto o CPFDL tem um maior efeito durante a condição distração.

Tang et al. (2025) também visaram examinar a relação entre CPFDL/CPFVL e a regulação emocional. Assim, o estudo buscou investigar se o uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Alternada (tACS) pode melhorar o desempenho na RC. A amostra composta por 86 participantes saudáveis foi subdividida em dois experimentos, os quais utilizaram estímulos visuais de valência emocional negativa. No Experimento 1, os participantes foram submetidos a tACS em fase, em antifase ou sham antes de realizar uma tarefa de RC para reduzir emoções negativas. Já o Experimento 2 combinou a intervenção com tACS em fase ou sham com eletroencefalografia e incluiu a tarefa de distração emocional como condição de controle. Os resultados demonstraram evidências de que a tACS em fase melhorou significativamente o desempenho na reavaliação, apoiando um papel causal da sincronia DLPFC-VLPFC na RC.

Já Sütçübaşı et al. (2024) utilizaram a Estimulação Magnética Transcraniana Repetitiva (EMTr) simulada e ativa com o intuito de investigar as redes neurais responsáveis pela regulação emocional e avaliar os efeitos da EMTr em uma amostra não clínica. Em um delineamento controlado por placebo, EMTr ativa ou placebo foi aplicado ao CPFDL direito

dos participantes. Posteriormente, a ressonância magnética funcional foi realizada no estado de repouso e durante respostas de tarefas de aproximação-evitação a estímulos visuais de valência positiva e negativa.

Os resultados indicaram que a supressão da atividade do CPFDL pela EMTr modifica redes neurais e modula a emoção. Nesse sentido, identificou-se repercussões nas redes neurais, como a maior ativação no CPF medial esquerdo quando comparada a EMTr simulada, e a redução dos tempos de resposta e das taxas de erro na aproximação a imagens positivas em comparação com imagens negativas (Sütçübaşı et al., 2024).

Como tentativa de encontrar um biomarcador num contexto clínico que estivesse relacionado a RE, Berboth et al. (2021) buscaram avaliar a confiabilidade teste-reteste de testes baseados em tarefas de RE. Com amostra final de 25 pacientes saudáveis, o estudo foi caracterizado por três sessões de fMRI. Para os estímulos, 240 imagens aversivas foram utilizadas e atribuídas a elas duas condições de tarefa, sendo elas Olhar, respondendo naturalmente as imagens sem manipular as respostas emocionais, ou Diminuir, reduzindo a intensidade da emoção negativa através da RC.

Resultados comportamentais mostraram que as imagens induziram o afeto negativo pretendido, assim como o impacto principal significativo estava relacionado ao efeito da condição de regulação, em que os participantes se sentiram menos negativos durante o Diminuir comparado com o Olhar (Berboth et al., 2021). Na aquisição de imagem cerebral, houve o aumento da atividade em canais pré-frontais laterais, temporais e parietais. O CPFDL esquerdo apresentou maiores valores de confiabilidade, mostrando um desempenho fundamental na RE, envolvendo atenção e memória de trabalho, despontando boa confiabilidade teste-reteste para a avaliação de processos reguladores emocionais (Berboth et al., 2021).

Ao encontro da idealização dos biomarcadores, entender a base desses processos e sua neurobiologia é importante para que intervenções e testes sejam desenvolvidos. Assim, com o

intuito de identificar padrões de controle cortical que compõem a base do processo e da RE através de aquisição de neuroimagem, Fang et al. (2024) desenvolveram seu estudo através de uma tarefa de RE e gravação de EEG e fMRI. 17 participantes saudáveis foram submetidos a apresentação de estímulos visuais neutros ou negativos. O paradigma seguiu o mesmo padrão de Berboth et al. (2021).

Assim como no estudo de Berboth et al. (2021), Fang et al. (2024) encontraram uma relação entre múltiplas regiões cerebrais que estavam envolvidas nas condições emocionais. A controlabilidade da rede de controle cognitivo aumentou em relação aos estados de emoção neutra, negativa e de RE, o que também é observado no nível de controlabilidade do CPFDL direito em relação às condições, aumentando gradativamente. Dessa forma, o CPFDL apresenta controle melhorado durante estados negativos e em fase de RE, apontando que os contextos emocionais desagradáveis aumentam o esforço cognitivo e os mecanismos antecipatórios.

De início, os estudos anteriores centraram-se na região do CPFDL, mostrando ser uma área bastante investigada na literatura, contudo, a área do CPFVM também se mostra como uma região interessante a ser pesquisada em relação a RE. Para tanto, Suzuki & Tanaka (2021) tiveram como objetivo analisar a atividade cerebral de sujeitos através da visualização e avaliação da força emocional após o estresse, centrando-se na área do CPFVM. Em sua metodologia, os autores realizaram o experimento com 21 jovens do sexo masculino que realizaram as atividades em dois dias, em que os participantes passaram por um teste de indução de estresse e uma tarefa de fMRI.

No dia um, composto pela condição de estresse, os participantes completaram um teste de estresse social e logo após foram conduzidos a realizar uma tarefa emocional durante a ressonância magnética. No dia dois, o qual seria a condição controle, os participantes também foram conduzidos à ressonância, porém não foi realizada a indução do estresse. A tarefa foi

composta pela visualização de imagens e uma avaliação emocional em uma escala de 7 pontos. Foram realizadas quatro sessões e 19 imagens em cada sessão (Suzuki & Tanaka, 2021).

Como resultado, os autores encontraram que o estresse foi induzido com sucesso nas condições. Assim, na avaliação de imagem, a atividade pré-frontal diferiu de acordo com a categoria da valência e respondeu aos estímulos emocionais, onde a atividade do CPFVM sob estresse mostrou uma correlação negativa com o escore do instrumento de ansiedade traço-estado, indicando vulnerabilidade da RE ao estresse. Contudo, o CPFVM teve efeito de valência independente do estresse, o que indica que a RE do CPFVM está relacionada com a resposta ao próprio estímulo (Suzuki & Tanaka, 2021).

Em distinção ao estudo anterior, Hermann et al. (2021) buscaram em seu estudo avaliar os efeitos diferenciais duradouros de duas táticas de RC na resposta emocional e nos correlatos neurais relacionados através de fMRI. A amostra do estudo foi composta por 85 mulheres saudáveis. Os estímulos apresentados na tarefa de RE foram imagens aversivas e neutras. Essa tarefa foi realizada em dois dias, sendo o primeiro uma regulação ativa e o segundo uma reexposição. Na visualização das imagens três tarefas diferentes eram propostas, sendo elas: reinterpretação, distanciamento e condição de olhar, que poderia ser neutra ou aversiva. A reexposição no segundo dia foi composta por apenas observar atentamente as imagens. Após a reexposição eram feitas perguntas de reconhecimento das imagens (Hermann et al., 2021).

Em seus resultados, Hermann et al. (2021) encontraram que no primeiro dia houve indução de emoção negativa bem-sucedida, ativando regiões cerebrais como o CPFVM. As duas táticas de RC reduziram os sentimentos negativos, no entanto, a reinterpretação foi mais uniforme que o distanciamento, observando ativação reduzida no CPFVM. Já no segundo dia, a reinterpretação em comparação com o olhar aversivo levou a sentimentos menos negativos, mas o aversivo em comparação com o anterior apresentou sentimentos negativos mais fortes e maior ativação do CPFVM.

De forma geral, a reinterpretação, comparada com olhar passivo para estímulos aversivos, teve redução maior de sentimentos negativos e uma maior ativação do CPFVM durante a reexposição. A ativação do CPFVM foi aprimorada para estímulos previamente reinterpretados, indicando assim que a região pode estar igualmente envolvida na recordação da memória para regulação das emoções via reinterpretação, sendo envolvida na associação de uso habitual da RC (Hermann et al., 2021).

Por último, ainda no que diz respeito ao CPFVM, Hao et al. (2021) tinham como alvo em seu estudo investigar a relação entre o contexto temporal, o conteúdo e a estratégia regulatória no processo emocional. Com 32 participantes em sua amostra final, o design metodológico consistia na apresentação de imagens negativas e neutras, onde os sujeitos eram instruídos a observar passivamente ou reavaliar cada sequência de imagens. Foi aplicado um questionário de RE e realizada a aquisição de imagem através de um dispositivo EEG de 128 canais.

Quanto às vias observadas no estudo, Hao et al. (2021) encontraram que a interação entre o conteúdo emocional e a regulação variou de acordo com o contexto, na qual a aquisição de imagem apresentou que na tarefa de RC foi recrutada a rede fronto-parietal de apoio ao controle cognitivo, assim como encontrado por Berboth et al. (2021) em sua pesquisa. Na conectividade funcional relacionada ao CPFVM, foi possível observar que sua ativação dependia da interação entre os três fatores já apresentados, demonstrando o envolvimento maior de processamento de conflitos subjacentes à regulação emocional implícita, ao qual foi o alvo da pesquisa de Wang et al. (2021, 2024), contudo com o foco no CPFDL.

Considerações Finais

A presente revisão sistemática visou investigar a relação entre a RE e as áreas do CPFDL e CPFVM durante a realização de tarefas de RE que obtivessem aquisição de

neuroimagem no seu desenho metodológico. De modo geral, a região do CPFDL apresenta um maior número de estudos que investiguem sua função e como ela está relacionada com o processamento emocional, em dissonância com os poucos estudos encontrados sobre o CPFVM, principalmente, no que diz respeito à utilização de técnicas de imagem nas metodologias e intervenções.

Ademais, é explícito que existe relação entre essas áreas e o processo de RE, principalmente, quando expostos a estímulos negativos em comparação aos neutros, expondo também um possível déficit funcional dessas regiões, especialmente no CPFDL, no que consta as amostras de participantes psiquiátricos. Logo, é necessário que demais estudos e protocolos sejam desenvolvidos para aprofundar o conhecimento sobre as regiões, notadamente no CPFVM, com o acréscimo do desenvolvimento de novas tarefas e a implementação de intervenções nos procedimentos a serem realizados.

Referências

Berboth, S., Windischberger, C., Kohn, N., & Morawetz, C. (2021). Test-retest reliability of emotion regulation networks using fMRI at ultra-high magnetic field. *NeuroImage*, *232*, 117917. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117917

Chakravarthula, L. n.c, & Padmala, S. (2023). Negative emotion reduces the discriminability of reward outcomes in the ventromedial prefrontal cortex. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *18*(1). https://doi.org/10.1093/scan/nsad067

Chase, H. W., Grace, A. A., Fox, P. T., Phillips, M. L., & Eickhoff, S. B. (2020). Functional differentiation in the human ventromedial frontal lobe: A data-driven parcellation. *Human Brain Mapping*, *41*(12), 3266–3283. https://doi.org/10.1002/hbm.25014

Diamantino, R. M., & Maria, S. (2017). Regulação emocional e trabalho emocional no atendimento aos usuários de unidades do SUS na Bahia. *Revista de Psicologia*, 72–82. http://www.periodicos.ufc.br/psicologiaufc/article/view/18777

Fang, F., Teixeira, A. L., Li, R., Zou, L., & Zhang, Y. (2024). The control patterns of affective processing and cognitive reappraisal: insights from brain controllability analysis. *Cerebral Cortex*, *34*(2). https://doi.org/10.1093/cercor/bhad500

Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, *2*(3), 271–299. https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271

Hao, Y., Yao, L., & Evans, G. W. (2021). Neural Responses During Emotion Transitions and Emotion Regulation. *Frontiers in Psychology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.666284

Hermann, A., Neudert, M. K., Schäfer, A., Zehtner, R. I., Fricke, S., Seinsche, R., & Stark, R. (2020). Lasting effects of cognitive emotion regulation: neural correlates of reinterpretation and distancing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *16*(3), 268–279. https://doi.org/10.1093/scan/nsaa159

Leahy, R. L. (2016). *Terapia do Esquema Emocional*. Artmed Editora.

Matos, M. da S. de, & Borowski, S. B. V. (2019). Vivências emocionais e estratégias de regulação emocional de psicólogos clínicos: um estudo qualitativo. *Estudos Interdisciplinares Em Psicologia*, *10*(3), 160. https://doi.org/10.5433/2236-6407.2019v10n3p160

Neacsiu, A. D., Beynel, L., Graner, J. L., Szabo, S. T., Appelbaum, L. G., Smoski, M. J., & LaBar, K. S. (2022). Enhancing cognitive restructuring with concurrent fMRI-guided

neurostimulation for emotional dysregulation–A randomized controlled trial. *Journal of Affective Disorders*, *301*, 378–389. https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.01.053

Neacsiu, A. D., Gerlus, N., Graner, J. L., Beynel, L., Smoski, M. J., & LaBar, K. S. (2024). Characterization of neural networks involved in transdiagnostic emotion dysregulation from a pilot randomized controlled trial of a neurostimulation-enhanced behavioral intervention. *Psychiatry research. Neuroimaging*, *345*, 111891. https://doi.org/10.1016/j.pscychresns.2024.111891

Nejati, V., Majdi, R., Salehinejad, M. A., & Nitsche, M. A. (2021). The role of dorsolateral and ventromedial prefrontal cortex in the processing of emotional dimensions. *Scientific Reports*, *11*(1), 1971. https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7

Raschle, N. M., Fehlbaum, L. V., Menks, W. M., Martinelli, A., Prätzlich, M., Bernhard, A., Ackermann, K., Freitag, C., De Brito, S., Fairchild, G., & Stadler, C. (2019). Atypical Dorsolateral Prefrontal Activity in Female Adolescents With Conduct Disorder During Effortful Emotion Regulation. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *4*(11), 984–994. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2019.05.003

Shinpei, Y., Kouga, S., & Keiichi, O. (2024). Diminished negative emotion regulation through affect labeling and reappraisal: insights from functional near infrared spectroscopy on lateral prefrontal cortex activation. *BMC psychology*, *12*(1), 613. https://doi.org/10.1186/s40359-024-02103-y

Silva, E., & Freire, T. (2014). Regulação emocional em adolescentes e seus pais: Da psicopatologia ao funcionamento ótimo. *Análise Psicológica*, *32*(2), 187–198. https://doi.org/10.14417/ap.746

Steinmann, S., Tiedemann, K. J., Kellner, S., Wellen, C. M., Haaf, M., Mulert, C., Rauh, J., & Leicht, G. (2024). Reduced frontocingulate theta connectivity during emotion

regulation in major depressive disorder. *Journal of Psychiatric Research*, *173*, 245–253. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2024.03.022

Strauss, G. P., Ossenfort, K. L., & Whearty, K. M. (2016). Reappraisal and Distraction Emotion Regulation Strategies Are Associated with Distinct Patterns of Visual Attention and Differing Levels of Cognitive Demand. *PLOS ONE*, *11*(11), e0162290. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162290

Sütçübaşı, B., Bayram, A., Metin, B., & Demiralp, T. (2024). Neural correlates of approach–avoidance behavior in healthy subjects: effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) over the right dorsolateral prefrontal cortex. *International Journal of Psychophysiology*, *203*, 1 - 15. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2024.112392

Suzuki, Y., & Tanaka, S. C. (2021). Functions of the ventromedial prefrontal cortex in emotion regulation under stress. *Scientific Reports*, *11*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-021-97751-0

Tang, Y., Mo, L., Peng, Z., Li, Y., & Zhang, D. (2025). Causal enhancement of cognitive reappraisal through synchronized dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex activity. *Emotion (Washington, D.C.)*, *25*(6), 1418–1428. https://doi.org/10.1037/emo0001507

Toleson, S., Khazem, L., Jimmy, J., Kreutzer, K. A., Wagh, U., Bryan, C. J., & Gorka, S. M. (2024). The impact of neural emotion reactivity and regulation on the association between depression and suicide ideation in high-risk adults. *Journal of affective disorders*, *364*, 205–211. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.033

Wang, H.-Y., Xu, G.-Q., Ni, M.-F., Zhang, C.-H., Li, X.-L., Chang, Y., Sun, X.-P., & Zhang, B.-W. (2021). Neural basis of implicit cognitive reappraisal in panic disorder: an

event-related fMRI study. *Journal of Translational Medicine*, *19*(1). https://doi.org/10.1186/s12967-021-02968-2

Wang, H.-Y., You, H.-L., Song, C.-L., Zhou, L., Wang, S.-Y., Li, X.-L., Liang, Z.-H., & Zhang, B.-W. (2024). Shared and distinct prefrontal cortex alterations of implicit emotion regulation in depression and anxiety: An fNIRS investigation. *Journal of Affective Disorders*. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.03.032

Wiltenburg, T. D., & Miguel, F. K. (2021). Estudo de validade do Questionário Online de Regulação Emocional. *Psico*, *52*(1), e34728. https://doi.org/10.15448/1980-8623.2021.1.34728

Winker, C., Rehbein, M. A., Sabatinelli, D., Dohn, M., Maitzen, J., Roesmann, K., Wolters, C. H., Arolt, V., & Junghoefer, M. (2019). Noninvasive Stimulation of the Ventromedial Prefrontal Cortex Indicates Valence Ambiguity in Sad Compared to Happy and Fearful Face Processing. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *13*. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00083

Wyczesany, M., Adamczyk, A. K., Hobot, J., Barbalinardo, G., Adamczyk, P., Labaza, A., & Ligeza, T. S. (2022). Offline rTMS inhibition of the right dorsolateral prefrontal cortex impairs reappraisal efficacy. *Scientific Reports*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-24629-0

Yu, L., Long, Q., Tang, Y., Yin, S., Chen, Z., Zhu, C., & Chen, A. (2021). Improving Emotion Regulation Through Real-Time Neurofeedback Training on the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex: Evidence From Behavioral and Brain Network Analyses. *Frontiers in Human Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.620342

Zhang, J., Dong, H., Zhao, Z., Chen, S., Jiang, Q., Du, X., & Dong, G.-H. (2020). Altered neural processing of negative stimuli in people with internet gaming disorder: fMRI evidence from the comparison with recreational game users. *Journal of Affective Disorders*, *264*, 324–332. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.008

Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., Xie, H., & Zhang, D. (2020). The VLPFC versus the DLPFC in Downregulating Social Pain Using Reappraisal and Distraction Strategies. *The Journal of Neuroscience*, *41*(6), 1331–1339. https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020

Capítulo III: Alterações De Potência Espectral E Medidas Neurocomportamentais Induzidas Por Tdcs Ventromedial Durante Tarefa De Regulação Emocional: Um Estudo Controlado Randomizado

Josefa Kelly Lima Dantas

Byanca Eugênia Duarte Silva

Elidianne Layanne Medeiros de Araújo

Nelson Torro Alves

Maria José Nunes Gadelha

RESUMO

Este estudo investigou os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) aplicada sobre o córtex pré-frontal ventromedial (CPFVm) na regulação emocional de adultos saudáveis, analisando alterações na potência espectral (EEG) e medidas comportamentais. Tratou-se de um ensaio clínico randomizado, simples-cego e controlado por sham, com 20 participantes divididos em grupos Experimental (tDCS anódica a 2mA) e Controle (Sham). Os participantes realizaram uma tarefa de reavaliação cognitiva de imagens aversivas (IAPS) enquanto a atividade eletroencefalográfica era registrada. Foram aplicadas escalas de depressão/ansiedade (DASS-21) e regulação emocional (DERS, CERQ). A análise espectral focou nas bandas Alfa e Beta na região frontal. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos tDCS e Sham nas variáveis eletrofisiológicas ou clínicas após a intervenção única ($p > 0.05$). Contudo, observou-se uma correlação inversa significativa entre o aumento da potência Beta frontal e a redução de sintomas de depressão e estresse. Análises de tamanho de efeito indicaram magnitude média para redução de ansiedade no grupo estimulado, sugerindo potencial clínico limitado pelo tamanho amostral. A

estimulação única do CPFVm não produziu modulações neurofisiológicas ou comportamentais robustas superiores ao placebo nesta amostra. Os achados reforçam a associação entre atividade Beta frontal e melhor estado afetivo, mas indicam a necessidade de protocolos com múltiplas sessões e maior poder estatístico para confirmar a eficácia da tDCS nesta região específica.

ABSTRACT

This study investigated the effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) applied to the ventromedial prefrontal cortex (vmPFC) on the emotional regulation of healthy adults, analyzing changes in spectral power (EEG) and behavioral measures. This was a randomized, single-blind, sham-controlled clinical trial with 20 participants divided into Experimental (anodic tDCS at 2mA) and Control (Sham) groups. Participants performed an Aversive Imagery Cognitive Reappraisal (IAPS) task while electroencephalographic activity was recorded. Depression/anxiety scales (DASS-21) and emotional regulation scales (DERS, CERQ) were applied. Spectral analysis focused on Alpha and Beta bands in the frontal region. No statistically significant differences were found between the tDCS and Sham groups in electrophysiological or clinical variables after the single intervention ($p > 0.05$). However, a significant inverse correlation was observed between increased frontal Beta power and reduced symptoms of depression and stress. Effect size analyses indicated a moderate magnitude for anxiety reduction in the stimulated group, suggesting limited clinical potential due to the sample size. Single stimulation of the VMPFC did not produce robust neurophysiological or behavioral modulations superior to placebo in this sample. The findings reinforce the association between frontal Beta activity and improved affective state, but indicate the need for protocols with multiple sessions and greater statistical power to confirm the efficacy of tDCS in this specific region.

1 Introdução

A Regulação emocional é considerada como um manejo emocional que busca a melhora do funcionamento social, composto pela modulação e alteração das reações fisiológicas e internas decorrentes de eventos emocionalmente intensos (Reis et al., 2016). A RE se caracteriza como uma habilidade necessária para a vida socioemocional, ocasionando a capacidade de reflexão crítica do sujeito sobre o ponto de vista do outro, se relacionando com construtos como empatia e comportamento hábil, resultando em uma vida social adaptativa e saudável (Reis et al., 2016).

Segundo Xavier (2019), existem três fatores que são importantes de serem mensurados quando se trata da RE, sendo eles: a consciência adaptativa, que consiste na tomada de consciência sobre qual emoção o sujeito esta experienciando, assim como o contexto na qual ela foi liberada; a meta, relacionada a identificação da magnitude ou intensidade da emoção e suas reações fisiológicas; e a estratégia, sendo essas específicas para cada objetivo proposto com a RE. O processo de regulação pode ser realizado tanto a partir de estratégias adaptativas quanto desadaptativas, sendo um estilo de enfrentamento que depende do contexto e da situação.

Ainda que muito estudada no âmbito da subjetividade, as emoções e o processo de RE apresentam envolvimento com a cognição, demonstrando que existem substratos neurais subjacentes a este recurso (Beauregard & Levésque, 2001), expondo a necessidade de aprimorar o conhecimento sobre essas regiões. No início dos estudos com modelos humanos sobre o envolvimento neuronal no processo de RE, os estudiosos discutiam sobre os sistemas de bottom-up, de baixo para cima, e top-down, de cima pra baixo, que se mostravam presentes (Ochsner & Gross, 2007).

Uma das áreas presentes nesse processo é o córtex pré-frontal ventromedial (CPFVm),

que se relaciona com o sistema de recompensa ou estímulo de valor, antecipando a recompensa e baseando a tomada de decisão nesse sistema (Nejati et al., 2021), assim como diversas síndromes e sintomas psiquiátricos estão ligados a alterações nessa região (Chase et al., 2020), entretanto o CPFVm apresenta menos estudos envolvendo a RE do que outras áreas envolvidas, como o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL), mostrando-se como um potencial alvo de intervenções para que o conhecimento sobre os mecanismos relacionados a RE nessa área sejam melhor descritos. Intervenções e estimulações envolvendo essas áreas, como a neuromodulação, podem se mostrar efetivas como tratamentos subjacentes a questões de desregulação emocional.

Dentro das mais variadas técnicas de neuromodulação não-invasiva, a mais utilizada no estudo dos processos das psicopatologias é a tDCS, uma vez que se configura como um método silencioso, que apresenta viabilidade de leves efeitos colaterais (Vieira, 2018), além de possuir fácil manuseio, baixo custo, segurança, controle placebo (*sham*) confiável e uma grande relevância científica (Medeiros, 2021). A tDCS funciona através de uma corrente contínua elétrica que é utilizada para inibir ou estimular a atividade neural, atuando junto aos neurotransmissores, que ocasiona, após sua estimulação, efeitos de neuroplasticidade (Lima et al., 2019).

Assim, o objetivo deste artigo é analisar os efeitos da tDCS aplicada no CPFVm e as medidas eletrofisiológicas e comportamentais para tarefas de regulação emocional em adultos saudáveis, registrando a atividade cerebral durante tarefas de reavaliação cognitiva antes e depois da aplicação da tDCS, na condição experimental e sham.

2 Procedimento Experimental

2.1 Procedimentos Éticos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Neurociência Social, situado no

Departamento de Psicologia no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes (CCHLA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Campus I, em João Pessoa-Paraíba. O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa por meio da Plataforma Brasil e aceito, com o CAAE 80441424.2.0000.5188.

2.2 Participantes

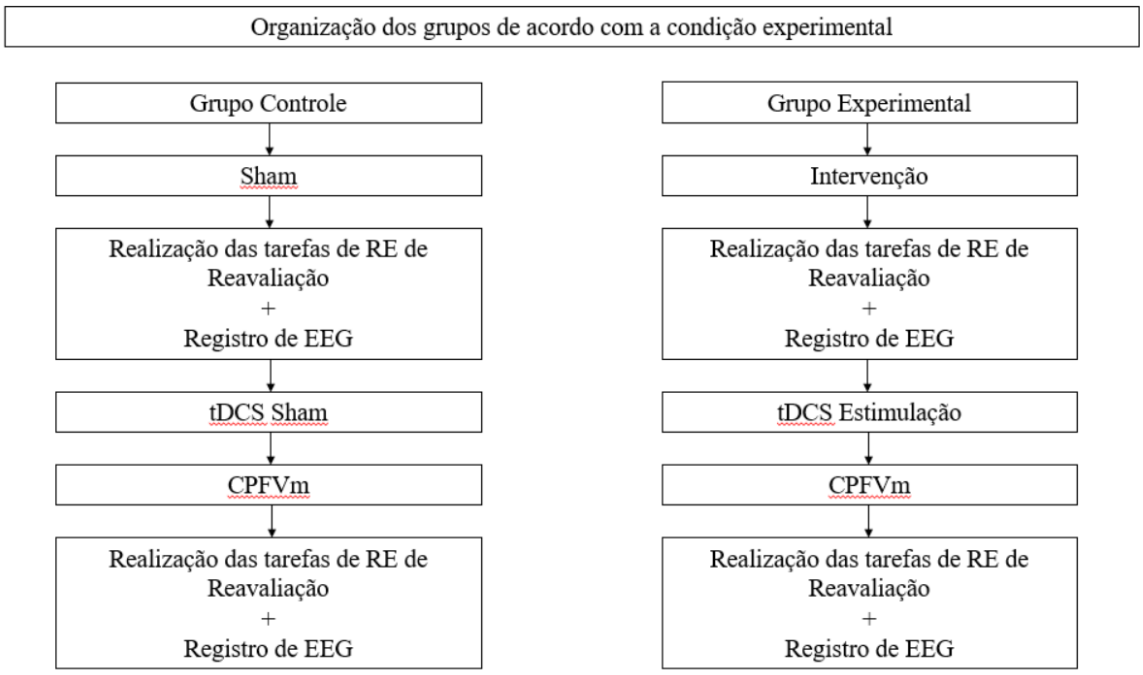
Foram recrutados 48 participantes que responderam ao formulário online de demonstração de interesse, contudo 23 voluntários não atendiam aos critérios de elegibilidade por apresentarem algum transtorno psiquiátrico ou fazer uso de medicação psiquiátricas e 5 participantes não compareceram no dia da coleta. Assim, as coletas foram realizadas com 20 participantes (M=14; H=6), com média de idade de 24,2 anos (DP = 5,5), variando entre 18 e 36 anos. Para a captação desses participantes, foi realizada a divulgação via mídias digitais, salas de aula e cartazes físicos. O recrutamento foi realizado a partir do interesse desses participantes, ao responderem o formulário disponibilizado nos meios de divulgação. Os critérios de elegibilidade utilizados foram: participantes com idade entre 18 e 50 anos, de ambos os sexos; participantes sem histórico ou suspeita de diagnóstico psiquiátrico/psicológico; que não estejam em processo de acompanhamento psiquiátrico ou psicológico, com uso de psicotrópicos; que não tenham diagnóstico de epilepsia, histórico de convulsões ou outras condições de alteração do sistema nervoso central (SNC); que não tenham implantes de metal na cabeça, como implantes cocleares, clipes de aneurisma, entre outros; E por fim, que assinarem a concordância com Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Os participantes foram randomizados e aleatorizados utilizando o código de estimulação disponibilizado pelo equipamento de tDCS, distribuídos entre Grupo Controle/Sham e Grupo Experimental/tDCS. A randomização foi realizada por uma terceira pessoa, que não fazia parte da equipe de coleta, tornando o estudo simples-cego, onde os aplicadores não tinham ciência

de qual estimulação estava sendo aplicada.

Figura 1

Organograma sobre a organização dos grupos de participantes do CPFVm.



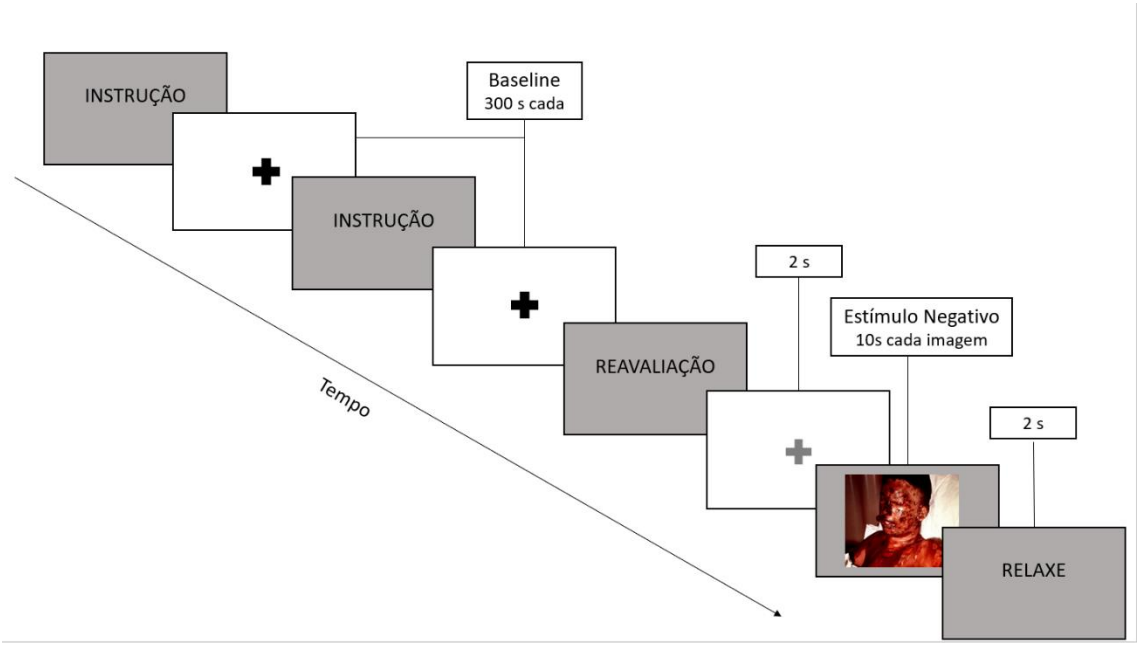
Nota. Elaborado pela autora (2025).

2.2 Tarefa Experimental

A tarefa experimental foi programada e executada utilizando o PsycoPy3 (versão 2020.1.3; Pierce, 2007) em um notebook Asus VivoBook 15 ligado a um monitor Dell 27'' Full HD de 120Hz. A tarefa foi composta por três diferentes etapas, sendo ela: uma condição baseline de olhos abertos, onde o participante permanecia com o olhar fixo em um ponto da tela; uma condição baseline de olhos fechados e uma tarefa de regulação emocional.

Figura 2

Exemplo de linha do tempo da tarefa experimental, com a baseline de olho aberto, baseline de olho fechado e a tarefa de regulação emocional.



Nota. O tempo foi medido em segundos (s). Elaborado pela autora (2025).

2.2.1 Tarefa de Regulação Emocional. A tarefa de regulação emocional utilizada no estudo foi a tarefa de Reavaliação Cognitiva. Gross (2015) detalha as estratégias de regulação emocional como estratégias focadas no antecedente, a exemplo da reavaliação cognitiva; e estratégias focadas na resposta, com a supressão emocional. Quando a reavaliação é usada para regular as emoções de valência negativa, propícia à diminuição dos níveis de experiência desta emoção, sua ação é realizar a mudança cognitiva da experiência emocional (Gross, 1998; Ray, Mcrae, Ochsner & Gross, 2010). Para realizar o paradigma da tarefa de regulação emocional foram utilizados estímulos visuais.

Os estímulos visuais utilizados foram padronizados do *International Affective Picture System* – IAPS, um conjunto de estímulos com potencial de eliciar emoções, amplamente utilizado na investigação experimental (Lang et al., 2008). Neste estudo, os estímulos emocionais utilizados foram imagens que eliciassem a condições emocionais desagradáveis, que foram selecionadas de forma randomizada a partir dos parâmetros do IAPS, na classificação de *All subjects***,** Table 1. (Lang et al., 2008).

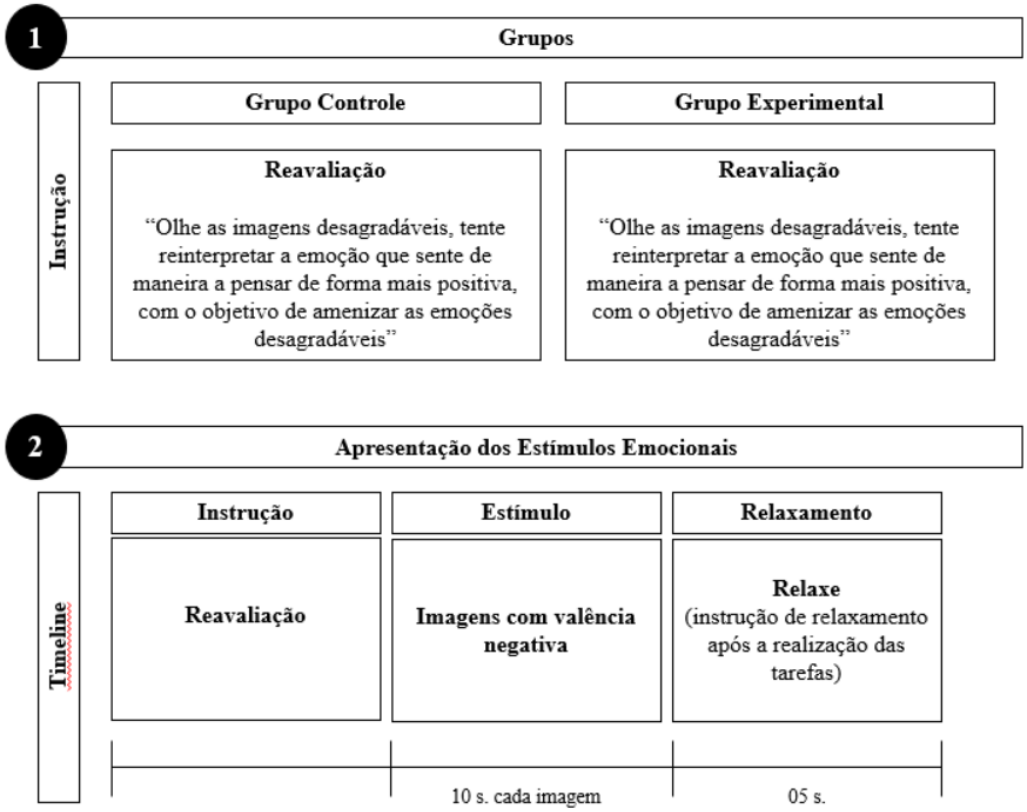
Para isso, a seleção dos estímulos emocionais do IAPS foi realizada com base nos protocolos de Ochsner et al. (2004), Feeser et al. (2014) e Marques (2016), que foi adotado como critério de menor valência e maior excitação para imagens desagradáveis, levando em consideração p>0.05, caracterizando-se por valência menor ou igual a três pontos e intensidade maior ou igual a sete pontos.

Foram selecionadas 16 imagens desagradáveis, como já citado, de acordo com a valência e excitação da classificação normativa da IAPS (P> 0.05), tendo como parâmetro menor valência e maior excitação. A Figura 6 mostra o esquema das instruções e exposição dos estímulos emocionais.

Inicialmente apareceu a instrução da tarefa de regulação emocional no monitor enquanto o participante não clicou no mouse para continuar, logo após foram expostas oito imagens desagradáveis por 10 segundos cada, por fim, apareceu uma imagem de fundo totalmente branco com nome “relaxe”. As instruções para a realização das tarefas emocionais de reavaliação foram adaptadas dos autores Jackson et al. (2000) e Gross (1998), onde os participantes ouviram uma instrução: “olhe as imagens desagradáveis, tente reinterpretar a emoção que sente de maneira a pensar de forma mais positiva, com objetivo de amenizar as emoções desagradáveis” (adaptado de Jackson et al., 2000).

Figura 3

Esquema das instruções por grupos e timeline de exposição dos estímulos emocionais.



Nota. Elaborado pela autora (2025).

2.3 Procedimentos

Após entrar em contato com os participantes pelo telefone disponibilizado, foi marcada a sessão de coleta dos dados. Na sessão, foi explicado de forma detalhada todo o experimento para os sujeitos e reafirmando a sua vontade de participar da pesquisa. Com o consentimento dos participantes, foi feito o acoplamento dos eletrodos de EEG com a touca, utilizando o gel condutor para que chegasse à impedância desejada.

Com a configuração do aparelho administrada, foi-se iniciado a tarefa experimental, com as três etapas definidas anteriormente: Baseline Olhos Abertos, Baseline Olhos Fechados e Tarefa de Regulação Emocional. Ao final da tarefa, foram acoplados os elétrodos do tDCS

no couro cabeludo, na área cortical do CPFVm, correspondente a posição Fpz do sistema EEG 10-20 e o eletrodo de referência foi posicionado na região Cz do sistema. A estimulação levou 10 segundos aumentando gradativamente a corrente elétrica em rampa ascendente, até atingir a corrente estável de 2,0 mA o qual permaneceu estável por 20m00s minutos, ao final seguindo para 10 segundos em rampa descendente diminuindo gradativamente para finalizar completamente a estimulação.

Após a aplicação da tDCS, os participantes foram submetidos novamente a tarefa experimental, para novo registro neurofisiológico, entretanto a partir de imagens desagradáveis diferentes, selecionadas para a reavaliação cognitiva, a partir do IAPS. Por fim, foram aplicadas as escalas e instrumentos de coleta de dados comportamentais.

2.4 Instrumentos de coleta de dados comportamentais

Antes das coletas, os participantes responderam a um questionário autoaplicável para rastreio, identificando o perfil demográfico dos voluntários, como: idade, gênero, escolaridade, religião, estado civil, se faz uso de medicamentos, se faz o uso de drogas ilícitas ou se estavam em processo psicoterapêutico no período das coletas.

Após a coleta dos dados eletrofisiológicos e a estimulação, os participantes responderam a Escala de Dificuldades na Regulação Emocional (DERS) (Gratz & Roemer, 2004; adaptado para a população portuguesa por Coutinho et al., 2010), que se trata de um instrumento de autorrelato projetado para avaliar dificuldades significativas na regulação emocional em contextos clínicos (alfa de Cronbach de 0,80 para as subescalas), o Questionário Cognitivo de Regulação Emocional - versão reduzida (CERQ-short) que tem como objetivo avaliar as estratégias de regulação emocional do indivíduo, tendo sido validado para a população brasileira por Araújo et al. (2020) e composto por 18 itens divididos em nove subescalas, com Confiabilidade Composta superior a 0,60.

Também foi respondida a Escala de Depressão, Ansiedade e Estresse (DASS- 21), com o objetivo de apresentar um instrumento adequado sob a ótica psicométrica e com a capacidade de mensurar simultaneamente e distinguir a depressão, a ansiedade e o estresse, adaptado e validado para o Brasil por Vignola e Tucci (2014), e é composto por 21 itens, sendo sete responsáveis por avaliar sintomas de depressão, sete para ansiedade e sete para estresse (alfa de Cronbach acima de 0,85 para todos os sintomas) . Como forma de rastreio dos sintomas adversos do tDCS, foi utilizado o Questionário de efeitos adversos da tDCS, padronizado por Brunoni et al. (2011), que descreve os efeitos adversos mais relatados em estudos com tDCS, avaliando também a intensidade, como leve, moderada e grave.

2.5 Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

O equipamento para aplicação da tDCS foi um Neuroestimulador TCT-Research: Equipamento de tDCS, desenvolvido pela Trans Cranial Technologies, contendo o kit com equipamento de estimulação, esponjas, elétrodo, faixa para fixar o elétrodo na cabeça do participante, e cabos conectores. A estimulação foi realizada através de eletrodos medindo 5x7 cm (35cm²), envoltos por esponjas umedecidas em solução salina (NaCl 0,9%). A corrente aplicada foi de 2mA, que em estudo comprovou ser segura para uso em pesquisa com voluntários saudáveis (Iyer et al., 2005). Sendo a densidade de corrente equivalente a 0,05A/m2, estudos apontam maior eficácia desta intensidade quando comparada com a de 1mA (Agarwal et al., 2013).

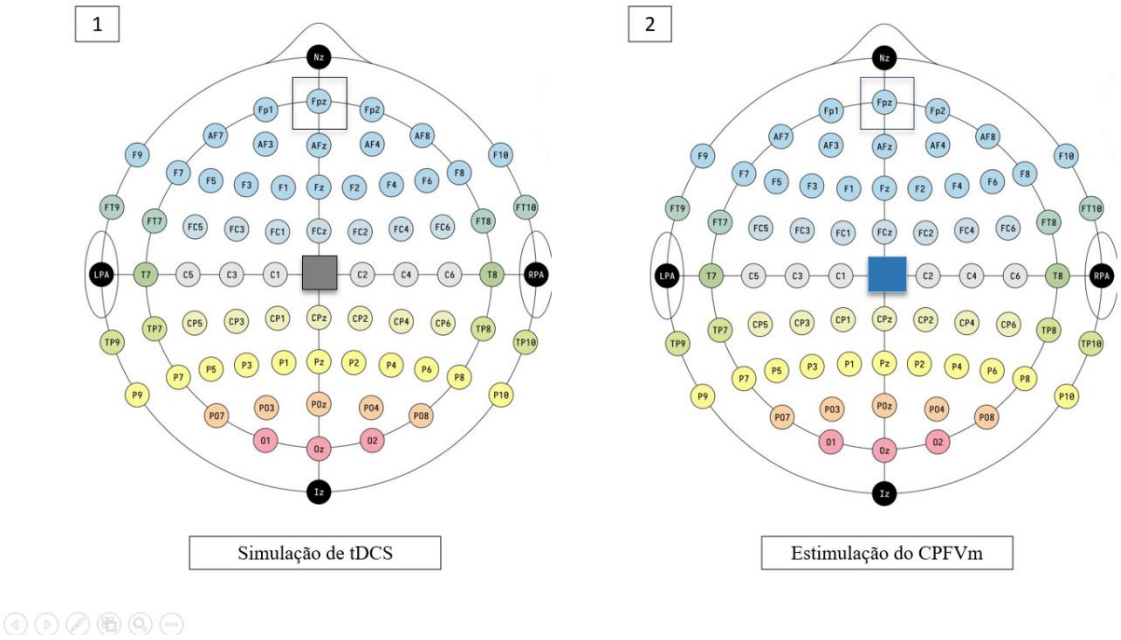
Foi aplicada uma única sessão, com duração de 20 minutos, período estipulado como seguro para uso da tDCS a partir da densidade da corrente elétrica, e outros fatores de segurança como: prevenção de danos no couro cabeludo, em relação ao aquecimento, e minimização de aparecimento de efeitos adversos (Bikson et al., 2009). A tolerabilidade da intervenção foi avaliada utilizando-se o questionário de efeitos adversos tDCS (Brunoni et. al, 2012). Os

eletrodos anódico e catódico foram envoltos por esponjas umedecidas em solução salina

A montagem foi estruturada na área do córtex pré-frontal ventromedial. O eletrodo ânodo foi posicionado no CPFVm, que corresponde ao FpZ do sistema EEG 10-20. O eletrodo de referência, o catodo, foi posicionado na área Cz do sistema.

Figura 4

Padrão de distribuição dos eletrodos do grupo sham e grupo experimental no CPFVm.



Nota. Elaborado pela autora (2025).

2.6 Eletroencefalograma (EEG)

2.6.1 Aquisição do EEG. Os registros eletroencefalográficos foram obtidos utilizando o sistema BrainVision® (Brain Products GmbH), com montagem padrão internacional 10–20 e 31 canais ativos. Os dados foram amostrados a 500 Hz e coletados em ambiente controlado, assegurando impedâncias abaixo de 10 kΩ. As sessões incluíram três condições experimentais: olhos abertos (EO), olhos fechados (EC) e tarefa de regulação emocional (Task). Todas as gravações foram armazenadas nos formatos .vhdr, .eeg e .vmrk.

2.6.2 Pré-Processamento do EEG. O pré-processamento foi conduzido no pacote MNE-Python (Gramfort et al., 2013). Inicialmente, os dados foram importados no formato nativo do BrainVision, e em seguida foram aplicados filtros digitais: Um filtro passa-banda entre 1 e 45 Hz (FIR, janela Hamming, fase zero); Filtros notch em 50, 100, 150 e 200 Hz para remover interferências da rede elétrica, respeitando o limite de Nyquist de cada gravação.

Posteriormente, todos os canais foram re-referenciados à referência média, conforme recomendações contemporâneas para análises topográficas. Artefatos fisiológicos e ambientais foram atenuados por meio de Análise de Componentes Independentes (ICA), utilizando 20 componentes e algoritmo padrão do MNE. Componentes associados a piscadas, movimentos oculares e atividade muscular foram removidos após inspeção visual.

Como os arquivos não continham marcadores automáticos de evento, as janelas temporais de cada condição (EO, EC e Task) foram definidas com base em registros manuais realizados durante a coleta. Cada segmento correspondente às condições EO, EC e Task foi dividido em épocas fixas de 2 segundos utilizando o método mne.make_fixed_length_events. A segmentação em janelas curtas e uniformes aumenta a estabilidade da estimativa espectral por meio do método de Welch, além de reduzir o impacto de flutuações transitórias no sinal.

2.6.3 Estimativa Espectral (Power Spectral Density – PSD). A análise espectral foi realizada utilizando o método de Welch, com FFT de 512 pontos, conforme implementado no MNE-Python. Para cada época, canal e participante, foi estimado o PSD no intervalo 1–45 Hz. Em seguida, a potência foi integrada nas seguintes bandas de frequência: Alpha: 8–13 Hz e Beta: 13–30 Hz. Os valores finais correspondem à média da potência espectral, em $\mu V^2/Hz$, para cada banda dentro de cada época.

2.6.4 Regiões de Interesse (ROIs). A análise foi conduzida com base em Regiões de Interesse topográficas (ROIs), definidas a partir do sistema 10–20, sendo: Frontal: Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz; Central: C3, C4, Cz, FC1, FC2, FC5, FC6; Parietal: P3, P4, Pz, CP1, CP2, CP5, CP6; Temporal: T7, T8, FT9, FT10, TP9, TP10 e Occipital: O1, O2, Oz

Para cada ROI, foi computada a média da potência espectral entre os eletrodos pertencentes à região, reduzindo ruído espacial e aumentando a robustez estatística. Para o estudo em especifico, utilizamos apenas a ROI frontal dos dados.

2.7 Análise Estatística

Todas as análises foram conduzidas no IBM SPSS Statistics (versão 26). Inicialmente, a base de dados foi inspecionada quanto à presença de valores ausentes (missing values), não sendo identificados casos omissos nas variáveis principais do EEG (N = 20 para todas as medidas). Dada a distribuição não normal da maioria dos dados, a eficácia da intervenção foi avaliada através do teste não paramétrico U de Mann-Whitney. A análise comparou as medianas (*Md*) e a dispersão (Intervalo Interquartil - IIQ) das escalas clínicas entre os grupos Sham e tDCS após o término do protocolo.

Em relação as análises comparativas pré e pós intervenção, as variáveis normativas foram analisadas com o t-teste pareado (paired samples t-test) e as não-normativas com o Teste de Wilcoxon para amostras pareadas. Nas análises comparativas de tDCS vs sham, nas variáveis normativas foi utilizado o t-teste independente (independent samples t-test) e nas não normativas o U de Mann-Whitney

2.7.1 Transformação dos Dados de EEG. Antes das análises inferenciais, os valores de potência absoluta de EEG (PSD) foram submetidos a uma transformação logarítmica (log10). Essa etapa foi necessária porque os dados originais apresentavam forte assimetria positiva e curtose elevadas, características comuns em medidas de potência espectral, que tendem a apresentar distribuições altamente enviesadas. Assim, foram criadas novas variáveis com o prefixo *log_* a partir das fórmulas: $\log_variável = \log_{10}(variável + 1 \times 10^{-12})$

A adição da constante evitou problemas matemáticos com valores próximos de zero. Essa transformação reduz a dispersão, aproxima a distribuição da normalidade e melhora a adequação dos testes paramétricos (Tabachnick & Fidell, 2019).

3 Resultados

3.1 Dados sociodemográficos

A amostra final foi composta por 20 participantes adultos, com média de idade de 24,2 anos (DP = 5,5), variando entre 18 e 36 anos. Houve predominância do gênero feminino (70%, n=14) e de participantes autodeclarados solteiros (85%, n=17). Em relação à escolaridade, metade da amostra (50%) possuía Ensino Médio completo, enquanto 40% já haviam concluído o Ensino Superior e 10% possuíam pós-graduação (Mestrado ou Doutorado). A Tabela 1 detalha as características sociodemográficas e clínicas da amostra.

Tabela 1

Caracterização sociodemográfica e clínica da amostra total (N=20).

Variáveis	**Estatística Descritiva**
Idade (anos)	
Média ± Desvio Padrão	24,2 ± 5,5
Mínimo – Máximo	18 – 36
Gênero, n (%)	
Feminino	14 (70,0%)
Masculino	5 (25,0%)
Não-binário	1 (5,0%)
Etnia/Cor, n (%)	
Branco	9 (45,0%)

Pardo	8 (40,0%)
Preto	3 (15,0%)
Estado Civil, n (%)	
Solteiro	17 (85,0%)
Casado	2 (10,0%)
Divorciado	1 (5,0%)
Escolaridade, n (%)	
Ensino Médio Completo	10 (50,0%)
Ensino Superior Completo	8 (40,0%)
Pós-Graduação (Mestrado/Doutorado)	2 (10,0%)
Religião, n (%)	
Católica	8 (40,0%)
Evangélica/Protestante	2 (10,0%)
Espírita	2 (10,0%)
Outras / Sem religião	8 (40,0%)
Histórico Clínico e Hábitos, n (%)	
Uso contínuo de medicação (Sim)	5 (25,0%)
Diagnóstico psiquiátrico prévio (Sim)*	0 (0%)
Uso recreativo de substâncias (Sim)	0 (0%)

*Legenda: n = frequência absoluta; % = frequência relativa; DP = Desvio Padrão. *Dado referente a 19 participantes (1 dado ausente).*

3.2 Análises Correlacionais entre Modulação Eletrofisiológica e Variáveis Clínicas

Para investigar a associação entre a atividade neurofisiológica e indicadores psicológicos, correlações foram conduzidas entre as diferenças de potência espectral (Δ = pós – pré) e os escores das escalas DASS-21, DERS e CERQ. A normalidade das distribuições foi testada pelo Shapiro–Wilk. Para pares de variáveis com distribuição normal, utilizou-se correlação de Pearson; caso contrário, aplicou-se o coeficiente de Spearman.

Foram conduzidas análises de correlação de Spearman entre os índices de mudança na potência de EEG frontal (pós–pré), em bandas alfa e beta, nas condições olhos abertos, olhos fechados e tarefa) e as medidas psicológicas de sintomas emocionais (DASS-21), dificuldades de regulação emocional (DERS) e estratégias cognitivas de regulação emocional (CERQ). Optou-se pelo coeficiente de Spearman em função da ausência de normalidade nas distribuições das variáveis de diferença de EEG. A Tabela 2 resume as correlações significativas encontradas entre as variações de potência absoluta (frontal) e os escores das escalas clínicas (DASS-21,

DERS e CERQ). A análise revelou padrões distintos de associação dependendo da banda de frequência e da condição experimental (repouso *versus* tarefa).

Tabela 2

Correlação de Spearman significativas entre mudanças em potência de EEG frontal (pós–pré) e escalas psicológicas (N = 20)

Escala	**Variável EEG**	**ρ**	**p**
DASS Depressão	EC_beta_frontal	–0,468	0,037
DASS Estresse	EC_beta_frontal	–0,514	0,020
DERS Consciência	Task_beta_frontal	0,463	0,040
DERS Impulso	Task_alpha_frontal	0,487	0,029
CERQ Planejamento	Task_beta_frontal	–0,534	0,015
CERQ Reavaliação positiva	Task_beta_frontal	–0,452	0,046
CERQ Catastrofização	EO_alpha_frontal	0,489	0,029
CERQ Catastrofização	EC_beta_frontal	–0,483	0,031
CERQ Catastrofização	Task_beta_frontal	–0,657	0,002

3.2.1 Associações na Banda Beta (Estado de Repouso). Na condição de repouso com olhos fechados, observou-se uma correlação negativa moderada e significativa entre a variação da potência Beta frontal e os sintomas de afetividade negativa. Especificamente, os participantes que apresentaram maior incremento na potência Beta após a intervenção relataram menores escores de Depressão (ρ = -0,47; p = 0,037) e Estresse (ρ = -0,51; p = 0,020). Adicionalmente, o aumento desta oscilação em repouso associou-se a uma menor tendência ao uso da estratégia de Catastrofização (ρ = -0,48; p = 0,031).

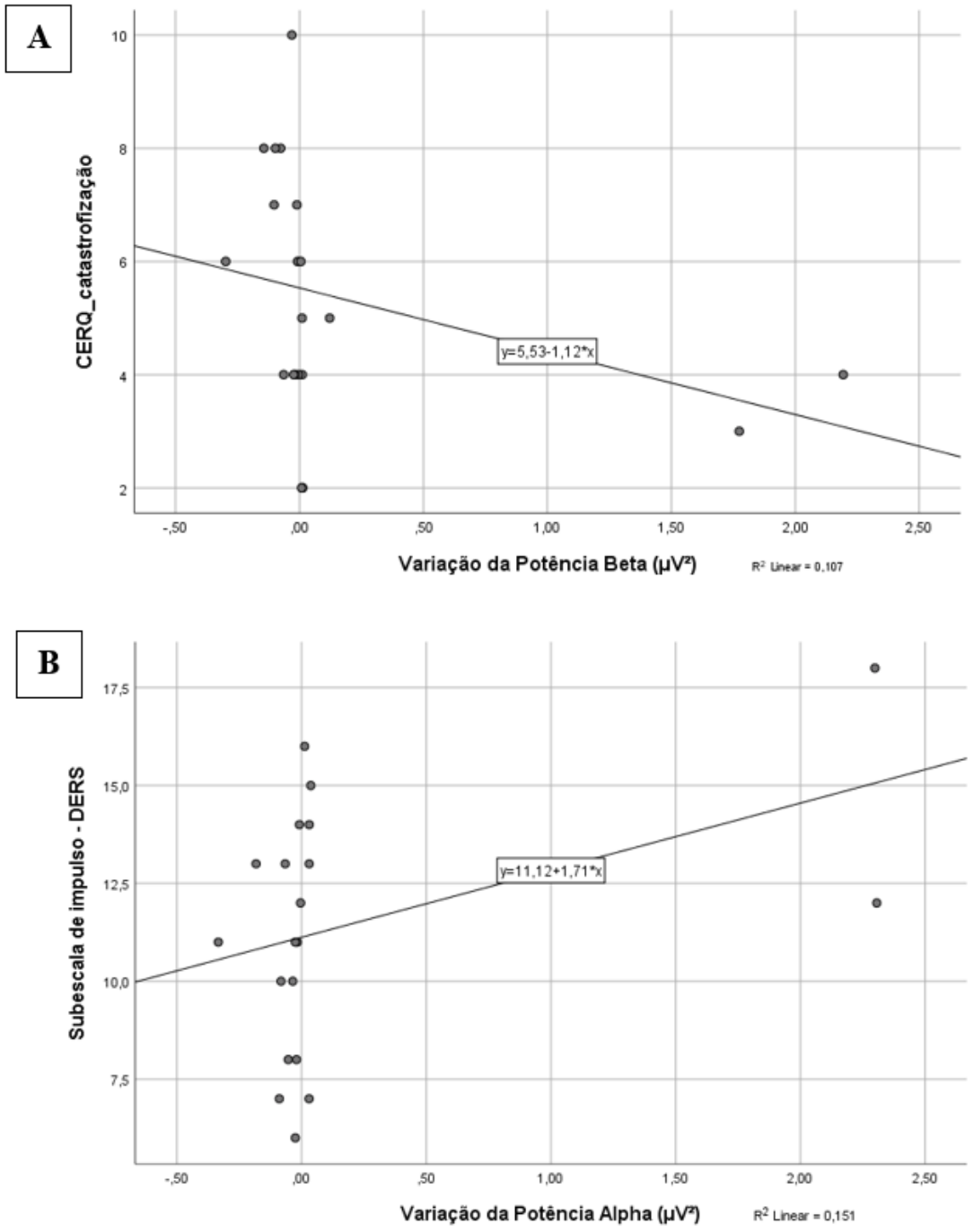
3.2.2 Associações na Banda Beta (Durante Tarefa). Durante a execução da tarefa cognitiva, a variação da banda Beta manteve-se inversamente correlacionada com a Catastrofização, apresentando uma associação de forte magnitude (ρ = -0,66; p = 0,002). Observou-se também correlações negativas com estratégias adaptativas do CERQ, como o Planejamento (ρ = -0,53; p = 0,015) e a Reavaliação Positiva (ρ = -0,45; p = 0,046), indicando

que o aumento de Beta durante o esforço cognitivo esteve associado a uma menor pontuação autorrelatada nestas estratégias específicas de regulação.

3.2.3 Associações na Banda Alpha (Durante Tarefa). Em contraste, a variação da banda Alpha durante a tarefa apresentou uma correlação positiva significativa com a subescala de Impulso do DERS ($\rho = 0,49$; $p = 0,029$). Considerando que o aumento de Alpha durante tarefas cognitivas geralmente reflete inibição cortical ou desengajamento funcional, este resultado indica que participantes que tiveram maior incremento de Alpha (ou menor dessincronização) apresentaram maiores dificuldades no controle de impulsos.

Figura 5

Gráficos de dispersão ilustrando as associações significativas durante a tarefa cognitiva.



Nota: Linhas de tendência lineares apresentadas para fins ilustrativos. As análises basearam-se no coeficiente de Spearman (ρ) devido à presença de outliers. (A) Correlação negativa entre a variação de Beta Frontal e a Catastrofização, indicando que o aumento de Beta se associa a menor tendência catastrófica. (B) Correlação positiva entre a variação de Alpha Frontal e a Impulsividade, sugerindo que o aumento de Alpha (maior inibição cortical) está ligado a maior dificuldade de controle dos impulsos.

3.3 Análises Comparativas entre Modulação Eletrofisiológica e Variáveis Clínicas

Para investigar possíveis diferenças entre os grupos tDCS (n = 9) e sham (n = 11) nas medidas psicométricas, foram inicialmente avaliados os pressupostos de normalidade separadamente para cada grupo por meio do teste de Shapiro–Wilk. As variáveis com distribuição aproximadamente normal em ambos os grupos (por exemplo, DASS Depressão, DASS Estresse, DASS Total, DERS Estratégias, DERS Não Aceitação, DERS Consciência, DERS Impulso, DERS Metas, DERS Total, CERQ Aceitação, CERQ Perspectiva) foram analisadas com testes *t* para amostras independentes.

Para as variáveis que apresentaram violações de normalidade em pelo menos um grupo (por exemplo, DASS Ansiedade, DERS Clareza, CERQ Planejamento, CERQ Foco Positivo, CERQ Ruminação, CERQ Reavaliação Positiva, CERQ Catastrofização, CERQ Autoculpa e CERQ Culpar Outros), foram conduzidos testes não paramétricos de Mann–Whitney.

3.3.1 Comparação tDCS vs Sham. Nos testes paramétricos, a comparação inter-sujeitos dos escores pós-intervenção não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos tDCS e Sham ao nível de $p < 0,05$. No entanto, na pontuação total da escala de regulação emocional (DERS), o grupo tDCS apresentou escores menores (M=76,9) comparado ao Sham (M=94,8; $t(18)$=1,84; p=0,083), sugerindo uma potencial melhora na regulação emocional que não atingiu o limiar estatístico, possivelmente devido ao tamanho amostral. Os dados foram detalhados na Tabela 3.

Tabela 3

Comparação dos escores clínicos pós-intervenção entre os grupos Sham e tDCS para os testes paramétricos.

Variáveis (Pós-Teste)	**Sham (n=11) Média (DP)**	**tDCS (n=9) Média (DP)**	**Valor p∗**
DASS-21			
Depressão	10,0 (7,5)	8,0 (7,2)	0,553

Estresse	15,6 (8,4)	12,7 (7,9)	0,444
Total	37,0 (21,1)	24,2 (18,1)	0,168
DERS (Regulação Emocional)			
Pontuação Total	94,8 (21,1)	76,9 (22,5)	0,083
Estratégias	21,3 (6,2)	16,9 (8,6)	0,202
Não Aceitação	17,8 (6,9)	12,7 (5,5)	0,085
Consciência	15,5 (4,8)	13,4 (4,8)	0,364
Impulso	12,1 (3,4)	10,7 (2,9)	0,336
Metas	16,3 (4,0)	13,9 (4,6)	0,232
CERQ (Regulação Cognitiva)			
Aceitação	5,8 (2,5)	5,3 (2,1)	0,652
Perspectiva	5,6 (2,3)	6,0 (1,9)	0,710

*Legenda: Média (Desvio Padrão). *Teste t de Student para amostras independentes. (t) = Tendência à significância (p < 0,10)*

Para os testes não paramétricos, os resultados, detalhados na Tabela 4, indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p > 0,05$). Contudo, observou-se uma redução numérica clinicamente relevante na Ansiedade (DASS-21): o grupo tDCS apresentou uma mediana de 2,00 pontos (IIQ=8,0), enquanto o grupo Sham apresentou mediana de 6,00 pontos (IIQ=12,0). Apesar dessa redução, a diferença não atingiu significância estatística ($p = 0,106$), refletindo a heterogeneidade da resposta individual.

Tabela 4

Comparação dos escores clínicos pós-intervenção entre os grupos Sham e tDCS para os testes Não Paramétricos.

Variáveis (Pós-Teste)	**Sham (n=11) Md (IIQ)**	**tDCS (n=9) Md (IIQ)**	**U**	**Z**	**Valor p**
DASS-21					
Ansiedade	6,00 (12,0)	2,00 (8,0)	28,5	-1,62	0,106
DERS					
Clareza	10,00 (11,0)	9,00 (6,0)	36,5	-0,99	0,320
CERQ (Estratégias)					
Planejamento	9,00 (5,0)	8,00 (4,0)	48,0	-0,12	0,908
Foco Positivo	5,00 (2,0)	4,00 (2,0)	41,0	-0,67	0,505
Ruminação	8,00 (5,0)	8,00 (3,0)	36,0	-1,05	0,292
Reavaliação Positiva	8,00 (4,0)	6,00 (5,0)	29,5	-1,55	0,122

Catastrofização	6,00 (4,0)	4,00 (3,0)	43,0	-0,50	0,615
Autoculpa	4,00 (2,0)	5,00 (4,0)	45,0	-0,35	0,729
Culpar Outros	4,00 (4,0)	3,00 (3,0)	39,0	-0,82	0,410

Legenda: Md = Mediana; IIQ = Intervalo Interquartil. Teste U de Mann-Whitney.

Nas estratégias de regulação cognitiva (CERQ), os grupos apresentaram comportamentos similares. A estratégia de Catastrofização, previamente correlacionada com a modulação da banda Beta neste estudo, apresentou mediana levemente inferior no grupo tDCS (*Md*=4,00) comparado ao Sham (*Md*=6,00), porém sem distinção estatística (*p*=0,615). O mesmo padrão de não-significância foi observado para estratégias adaptativas como Planejamento e Reavaliação Positiva. Na Tabela 5 é melhor detalhado as medidas por grupo e teste utilizado na análise.

Tabela 5

Comparação entre tDCS e Sham nas escalas psicológicas

Medida	**Grupo**	**n**	**M**	**DP**	**Teste**	**Estatística**	**P**
DASS Depressão	Sham	11	10,00	7,48	t de Student	t(18) = 0,61	0,55
	tDCS	9	8,00	7,21			
DASS Ansiedade	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 28,50, Z = −1,62	0,11[a]
	tDCS	9	—	—			
DASS Estresse	Sham	11	15,55	8,38	t de Student	t(18) = 0,78	0,44
	tDCS	9	12,67	7,94			
DASS Total	Sham	11	37,00	21,06	t de Student	t(18) = 1,44	0,17
	tDCS	9	24,22	18,12			
DERS Estratégias	Sham	11	21,27	6,17	t de Student	t(18) = 1,32	0,20
	tDCS	9	16,89	8,64			
DERS Não aceitação	Sham	11	17,82	6,90	t de Student	t(18) = 1,82	0,09

	tDCS	9	12,67	5,45			
DERS Consciência	Sham	11	15,45	4,82	t de Student	t(18) = 0,93	0,36
	tDCS	9	13,44	4,77			
DERS Impulso	Sham	11	12,09	3,42	t de Student	t(18) = 0,99	0,34
	tDCS	9	10,67	2,92			
DERS Metas	Sham	11	16,27	4,00	t de Student	t(18) = 1,24	0,23
	tDCS	9	13,89	4,62			
DERS Total	Sham	11	94,82	21,07	t de Student	t(18) = 1,84	0,08
	tDCS	9	76,89	22,53			
CERQ Aceitação	Sham	11	5,82	2,52	t de Student	t(18) = 0,46	0,65
	tDCS	9	5,33	2,12			
CERQ Planejamento	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 48,00, Z = −0,12	0,91[a]
	tDCS	9	—	—			
CERQ Foco positivo	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 41,00, Z = −0,67	0,55[a]
	tDCS	9	—	—			
CERQ Ruminacao	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 36,00, Z = −1,05	0,33[a]
	tDCS	9	—	—			
CERQ Reavaliação positiva	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 29,50, Z = −1,55	0,13[a]
	tDCS	9	—	—			
CERQ	Sham	11	—	—	Mann-	U = 43,00, Z =	0,62[a]

Catastrofização					Whitney	−0,50
	tDCS	9	—	—		
CERQ Autoculpa	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 45,00, Z = −0,35	0,73[a]
	tDCS	9	—	—		
CERQ Culpar outros	Sham	11	—	—	Mann-Whitney	U = 39,00, Z = −0,82	0,46[a]
	tDCS	9	—	—		

[a] *p* exato do Mann-Whitney (bilateral) do output “Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]”.

Nas medidas de sintomas gerais (DASS-21), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Para a subescala de depressão, o grupo Sham apresentou médias levemente mais altas (*M* = 10,00, *DP* = 7,48) em comparação ao grupo tDCS (*M* = 8,00, *DP* = 7,21), porém essa diferença não atingiu significância estatística, *t*(18) = 0,61, *p* = .55. Padrão semelhante foi observado para a subescala de estresse e para o escore total da DASS-21. Para ansiedade, o teste não paramétrico de Mann-Whitney indicou que essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Nas medidas de dificuldades em regulação emocional (DERS), o padrão geral também não indicou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Na subescala estratégias, o grupo Sham apresentou médias maiores (*M* = 21,27, *DP* = 6,17) do que o grupo tDCS (*M* = 16,89, *DP* = 8,64), mas o teste *t* independente não foi significativo, *t*(18) = 1,32, *p* = .20. Resultados semelhantes foram observados para não aceitação, para consciência, impulso e para metas. O escore total da DERS também foi maior no grupo Sham (*M* = 94,82, *DP* = 21,07) em comparação ao tDCS (*M* = 76,89, *DP* = 22,53), porém a diferença ficou em nível tendencial, sem atingir significância convencional, *t*(18) = 1,84, *p* = .08. Por fim, as estratégias cognitivas de regulação emocional avaliadas pela CERQ também não diferenciaram significativamente os

grupos.

Tabela 6

Tamanho de efeito (r) das comparações clínicas entre grupos pós-intervenção para as variáveis não-paramétricas

Variável (Escala)	Valor Z	Tamanho de Efeito (r)
DASS-21 - Ansiedade	-1,615	0,36
CERQ - Reavaliação Positiva	-1,545	0,35
CERQ - Ruminação	-1,054	0,24
DERS - Clareza	-0,994	0,22
CERQ - Culpar Outros	-0,824	0,18
CERQ - Foco Positivo	-0,667	0,15
CERQ - Catastrofização	-0,503	0,11
CERQ - Autoculpa	-0,347	0,08
CERQ - Planejamento	-0,116	0,03

Legenda: Classificação baseada em Cohen (1988): 0,10 = Pequeno; 0,30 = Médio; 0,50 = Grande.

A análise dos tamanhos de efeito (Tabela 6) demonstra que, apesar da ausência de significância estatística, a intervenção produziu efeitos de magnitude média na redução da Ansiedade (r=0,36) e na estratégia de Reavaliação Positiva (r=0,35). Isso indica que a diferença clínica entre os grupos não foi desprezível. Um tamanho de efeito de 0,36 em estudos de intervenção psicológica é considerado relevante, sugerindo que o resultado estatístico nulo se deveu primariamente ao tamanho amostral limitado (N=20) e não à ineficácia absoluta da técnica.

Tabela 7

Tamanho de efeito (Cohen's d) para as comparações clínicas entre grupos pós-intervenção para as variáveis paramétricas.

Variável (Escala)	Diferença das Médias	Cohen's d
DERS - Não Aceitação	5,15	0,83
DERS - Total	17,93	0,82
DASS - Total	12,78	0,65
DERS - Estratégias	4,38	0,59

DERS - Metas	2,38	0,55
DERS - Impulso	1,42	0,45
DERS - Consciência	2,01	0,42
DASS - Estresse	2,88	0,35
DASS - Depressão	2,00	0,27
CERQ - Aceitação	0,49	0,21
CERQ - Perspectiva	-0,36	0,17

Classificação baseada em Cohen (1988): 0,20 = Pequeno; 0,50 = Médio; 0,80 = Grande.

A análise de magnitude de efeito (Cohen's *d*), detalhada na Tabela 7, revelou que a intervenção tDCS promoveu alterações clínicas substanciais, apesar da ausência de significância estatística convencional. Destacam-se os tamanhos de efeito classificados como grandes para a Dificuldade de Regulação Emocional Total (*d*=0,82) e para a subescala de Não Aceitação (*d*=0,83), assim como um efeito médio elevado para a pontuação total da DASS-21 (*d*=0,65)

3.4 Análise Topográfica da Atividade Eletrofisiológica

A distribuição espacial da densidade de potência espectral (PSD) foi examinada através de mapas topográficos (*topoplots*), permitindo a visualização qualitativa das alterações corticais induzidas pela intervenção nas três condições experimentais.

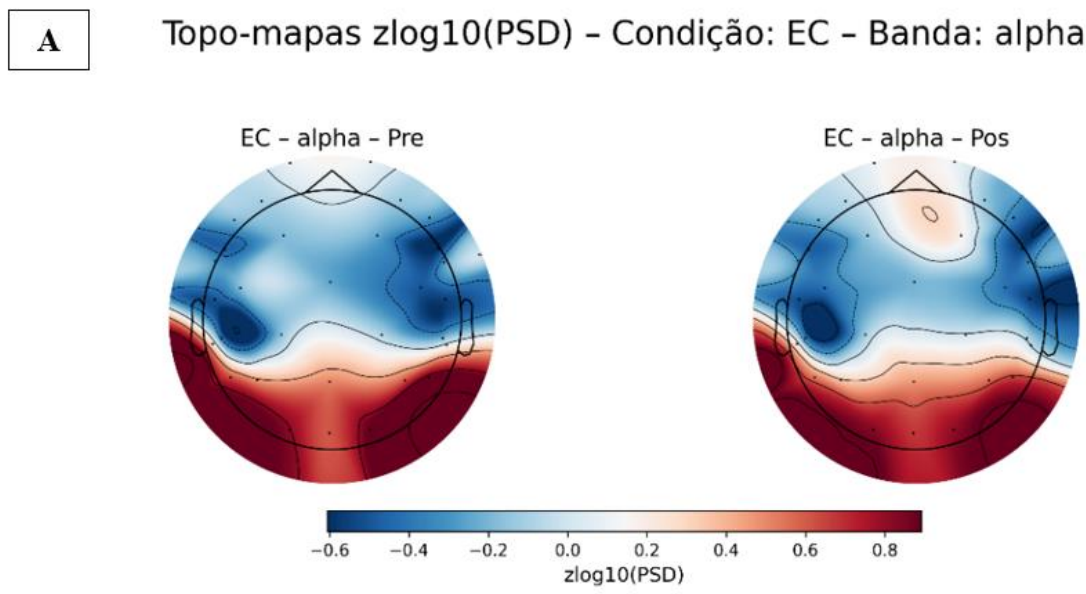
3.4.1 Condição de Repouso (Olhos Fechados e Abertos). Na condição de repouso com olhos fechados (EC), a banda Beta (Figura 6, Painel B) exibiu a modulação mais evidente do estudo. Comparado ao momento pré-intervenção, caracterizado por hipoativação frontal (cores frias), o momento pós-intervenção revelou um incremento robusto de potência na região fronto-central e parietal direita (cores quentes). Este padrão topográfico oferece substrato visual para os tamanhos de efeito e correlações clínicas encontradas, sugerindo uma ativação cortical associada à melhora do humor. Já a banda Alpha (Painel A) demonstrou estabilidade topográfica, preservando o gradiente ântero-posterior clássico.

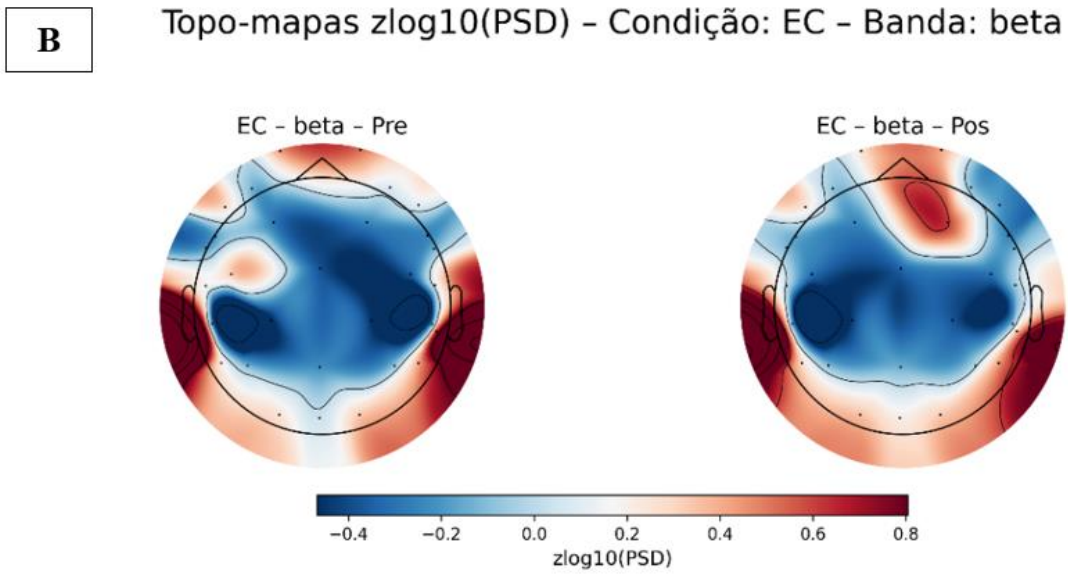
Na condição de olhos abertos (EO), observou-se o fenômeno esperado de bloqueio do

ritmo Alpha (Painel C) e uma modulação mais difusa e sutil na banda Beta (Painel D), indicando que a entrada visual pode atenuar a focalidade dos efeitos observados na condição de olhos fechados.

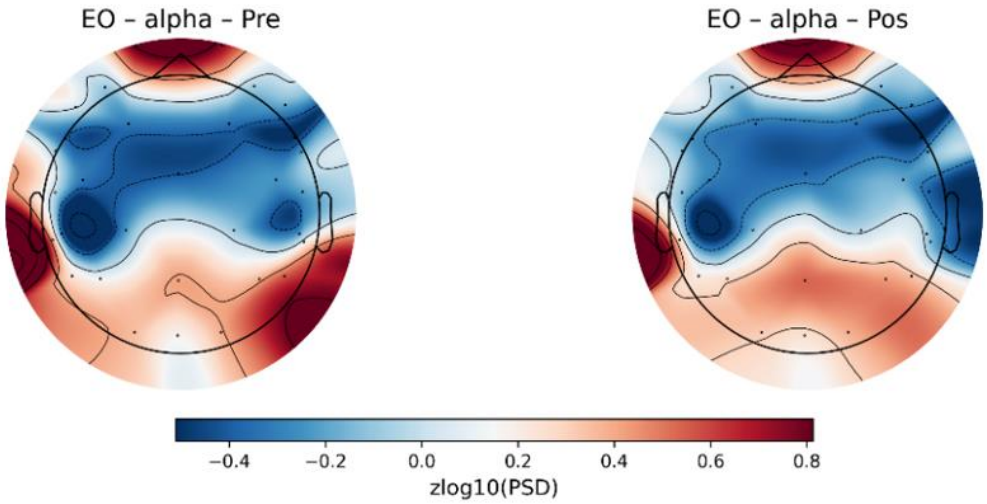
Figura 6

Imagens topográficas comparativas entre o momento pré e pós na condição de Olhos Abertos (EO) e Olhos fechados (EC) nas bandas de frequência alfa e beta

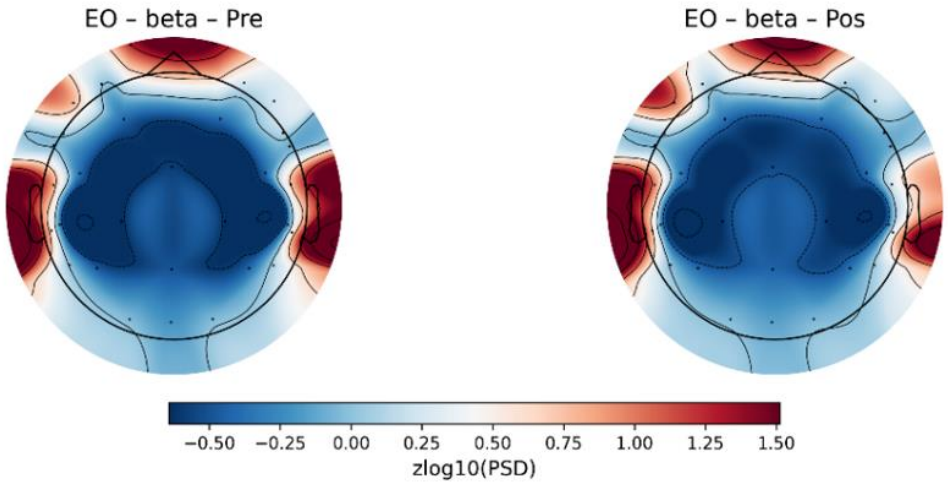




C Topo-mapas zlog10(PSD) – Condição: EO – Banda: alpha



D Topo-mapas zlog10(PSD) – Condição: EO – Banda: beta



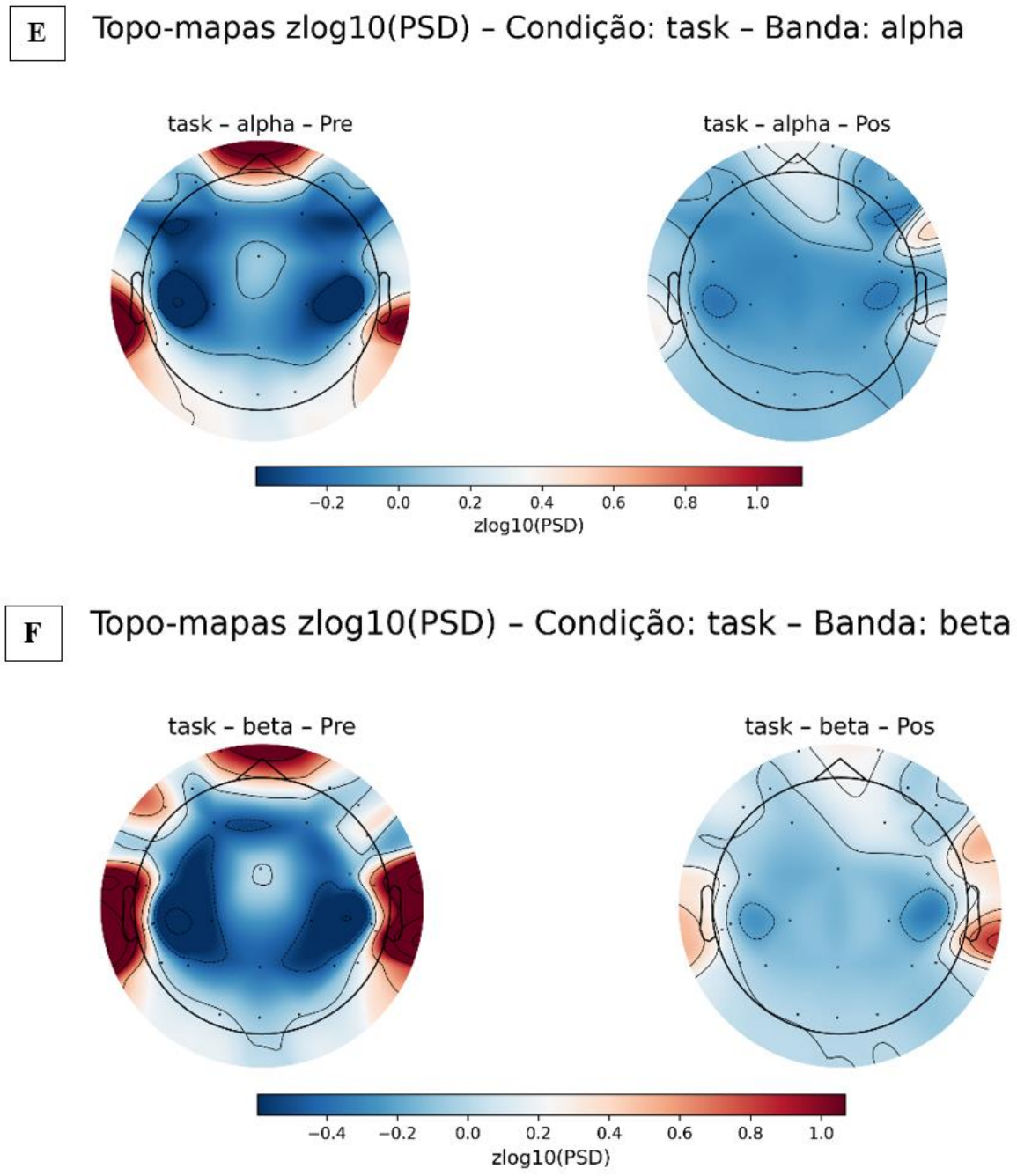
Nota: produzido pela autora (2025)

3.4.2 Condição de Tarefa Cognitiva. Durante a execução da tarefa, os mapas da banda Beta (Painel F) evidenciaram a manutenção de um padrão de dessincronização global, necessário para o engajamento cognitivo. Similarmente, a banda Alpha (Painel E) manteve a supressão nas regiões frontais, indicativa de controle inibitório preservado. A ausência de um aumento generalizado de potência nessas bandas durante a tarefa sugere que a tDCS não induziu

estados de desatenção ou sonolência excessiva que pudessem prejudicar o desempenho.

Figura 7

Imagens topográficas comparativas entre o momento pré e pós na condição de Tarefa (Task) nas bandas de frequência alfa e beta



Nota: produzido pela autora (2025)

3.5 Normalidade da distribuição

Conforme recomendado na literatura estatística contemporânea (Field, 2018; Ghasemi & Zahediasl, 2012), a normalidade foi avaliada sobre as diferenças pré–pós, e não sobre cada variável isoladamente. Essa abordagem é necessária porque o teste t pareado pressupõe normalidade das diferenças, e não dos valores brutos. A normalidade foi verificada levando em consideração as bandas de frequência (Alpha e Beta), as ROI (Frontal) e as condições (Olhos Abertos (EO), Olhos Fechados (EC) e Tarefa Emocional (Task)).

A normalidade foi verificada por meio do teste de Shapiro–Wilk (recomendado para $n < 50$). Para cada valor da diferença entre as variáveis, foram avaliados os valores de Skewness, Kurtosis e a respectiva significância do Shapiro–Wilk. O critério adotado foi: Distribuição normal: $p > .05$; Violação de normalidade: $p < .05$

Os resultados indicaram que 2 pares apresentaram uma distribuição normal, enquanto todas as demais diferenças de variáveis violaram a normalidade, mesmo após transformação log10. Apenas as variáveis EO Beta Frontal e EO Alpha Frontal apresentaram distribuição normal, enquanto todas as demais não atenderam ao pressuposto de normalidade ($p < .05$).

3.6 Análises baseadas no fator tempo intra-sujeito (pré vs pós)

Respeitando o princípio da normalidade, foi conduzido um teste t pareado para avaliar o impacto da intervenção nas potências absolutas (transformadas em logaritmo) das bandas Beta e Alpha na região frontal, na condição de Olhos Abertos (EO). As demais variáveis não paramétricas foram analisadas pelo teste de Wilcoxon. As principais estatísticas das análises estão dispostas na Tabela 8.

Tabela 8

Resultados dos testes pareados (t dependente ou Wilcoxon), para as diferenças entre Pré e Pós nas bandas Alfa e Beta na região frontal.

Medida	Teste	N	Estatística	*p*	Tamanho de efeito
EO – Beta	*t* pareado	20	$t(19) = 0,84$	0,41	$d_x = 0,19$
EO – Alfa	*t* pareado	20	$t(19) = -1,24$	0,23	$d_x = 0,28$
EC – Alfa	Wilcoxon	20	Z = -1,83	0,07	$r = 0,41$
EC – Beta	Wilcoxon	20	Z = -1,53	0,13	$r = 0,34$
Task – Alfa	Wilcoxon	20	Z = -0,90	0,37	$r = 0,20$
Task – Beta	Wilcoxon	20	Z = -0,90	0,37	$r = 0,20$

Nota. Todas as análises foram conduzidas com α = .05.

Não foram observadas alterações significativas na potência de Beta ($t(19) = 0.84$, $p = 0.413$) com tamanho de efeito pequeno (Cohen's $d_x \approx 0.19$), ou na potência de Alfa ($t(19) = -1.24$, $p = 0.229$) com tamanho de efeito igualmente pequeno (Cohen's $d_x \approx 0.28$), após a intervenção. Na condição de olhos fechados, a análise via teste de Wilcoxon (devido à não-normalidade dos dados) indicou que não houve diferença significativa para a banda Beta ($Z = -1.53$, $p = 0.126$, $r \approx 0,34$). No entanto, observou-se uma tendência estatística para a banda Alfa ($Z = -1.83$, $p = 0.067$, $r \approx 0,41$), sugerindo uma possível alteração na potência desta banda entre os momentos pré e pós, embora não tenha atingido o nível de significância de 5%.

Durante a execução da tarefa, o teste de Wilcoxon não revelou diferenças significativas entre os momentos pré e pós intervenção, tanto para a banda Alfa ($Z = -0.90$, $p = 0.370$, $r \approx 0,20$) quanto para a banda Beta ($Z = -0.90$, $p = 0.370$, $r \approx 0,20$). Os tamanhos de efeito variaram de pequenos a moderados ($r \approx 0,20–0,41$), indicando que, mesmo após a transformação logarítmica e a correção dos pressupostos, não foram identificadas mudanças robustas na potência espectral frontal entre o pré e o pós-intervenção nas bandas analisadas.

3.7 Análises baseadas no fator grupo entre-sujeito (Sham vs tDCS)

A comparação entre os grupos tDCS e Sham foi conduzida a partir das diferenças pré–

pós (Δ = pós – pré) para cada parâmetro EEG. Inicialmente, verificou-se a normalidade dessas diferenças utilizando o teste de Shapiro–Wilk. Apenas as variáveis referentes às condições de olhos abertos nas bandas alfa e beta frontais apresentaram distribuição compatível com a normalidade ($p > .05$). Todas as demais variáveis violaram esse pressuposto ($p < .05$).

Dessa forma, adotou-se uma estratégia híbrida de análise: (a) testes t para amostras independentes foram utilizados para as variáveis com distribuição normal; (b) testes de Mann–Whitney U foram empregados para as variáveis não paramétricas. Os testes avaliaram se a variação pré–pós diferiu entre os grupos, refletindo potenciais efeitos específicos da estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS), informações mais detalhadas podem ser visitas na Tabela 9.

Tabela 9

Comparação entre os grupos tDCS e Sham nas diferenças pré–pós dos índices de potência espectral frontal em bandas EEG — Teste de Mann–Whitney U e T-test Independente

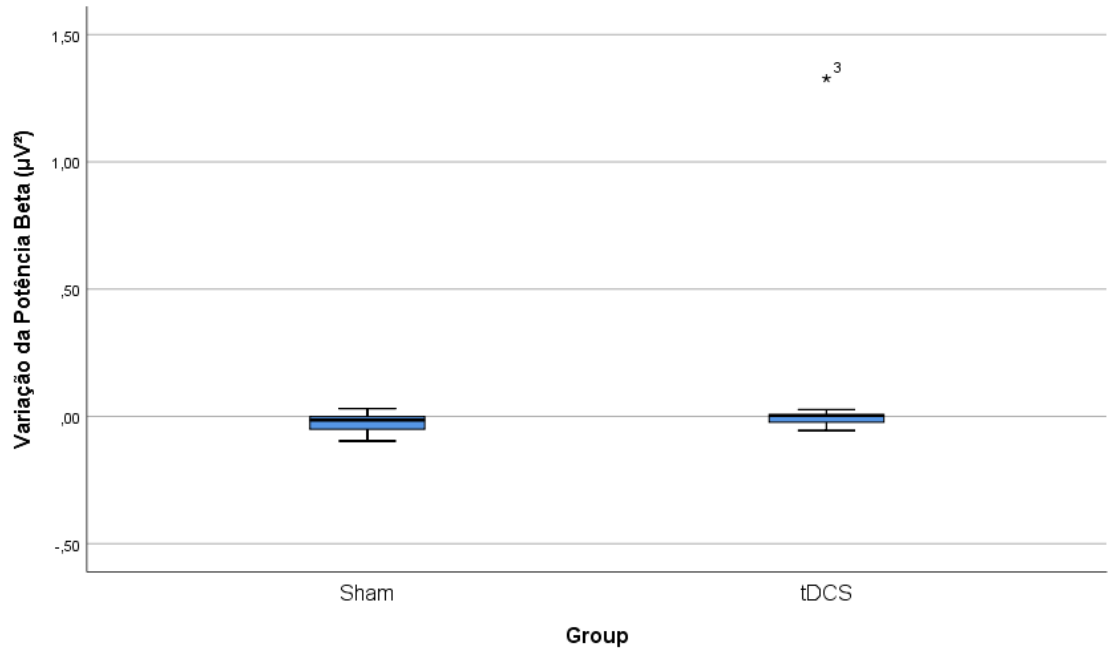
Variável (Δ pós–pré)	Teste	Estatística	p-valor	Tamanho do efeito
EC – Alfa frontal	Mann–Whitney U	U = 44.00, Z = –0.418	p = .676	r = 0,09
EC – Beta frontal	Mann–Whitney U	U = 30.00, Z = –1.481	p = .138	r = 0,33
EO – Alfa frontal	t-test independente	t(18) = 0.411	p = .686	d_x = 0,19
EO – Beta frontal	t-test independente	t(18) = –0.822	p = .422	d_x = 0,38
Task – Alfa frontal	Mann–Whitney U	U = 49.00, Z = –0.038	p = .970	r = 0,01
Task – Beta frontal	Mann–Whitney U	U = 44.00, Z = –0.418	p = .676	r = 0,09

Para a diferença em alfa frontal com olhos abertos, não foram observadas diferenças significativas entre o grupo tDCS e o grupo Sham ($t(18) = 0.411$, $p = .686$, $d_x = 0,19$). Da mesma forma, não houve diferença significativa entre os grupos para a diferença na banda beta frontal

com olhos abertos ($t(18) = –0.822$, $p = .422.$, $d_x = 0,38$). Para a condição de repouso com olhos fechados (EC), não foram identificadas diferenças entre tDCS e Sham nas bandas alfa (U = 44.00, Z = –0.418, $p = .676$, $r = 0,09$) ou beta (U = 30.00, Z = –1.481, $p = .138$, $r = 0,33$). Nas condições de tarefa (Task), também não foram encontradas diferenças entre os grupos nas bandas alfa (U = 49.00, Z = –0.038, $p = .970$, $r = 0,01$) e beta frontais (U = 44.00, Z = –0.418, $p = .676$, $r = 0,09$). O gráfico da Figura 8 ilustra esses dados.

Figura 8

Boxplot comparativo da variação (Δ) da potência Beta frontal entre os grupos Sham e tDCS.



Nota: A linha horizontal no interior das caixas representa a mediana da distribuição. Observe que, apesar da presença de um outlier extremo no grupo tDCS (participante nº 3), a distribuição central dos dados (intervalo interquartil) é similar entre os grupos, corroborando a ausência de diferença estatística significativa (Teste U de Mann-Whitney, p > 0,05).

O cálculo do tamanho de efeito (r) revelou magnitudes desprezíveis ($r < 0,10$) para a maioria das comparações, indicando ausência de efeito prático da intervenção. Para verificar a sensibilidade do estudo em detectar alterações eletrofisiológicas, realizou-se uma análise de

poder *post-hoc*. Utilizando o maior tamanho de efeito encontrado nos resultados (Banda Beta, condição Olhos Fechados: r = 0,33), o cálculo indicou um poder de aproximadamente 32%.

3.8 Avaliação de Segurança e Efeitos Adversos do tDCS

A tolerabilidade ao protocolo de estimulação foi avaliada através de um questionário estruturado de efeitos adversos. De modo geral, a intervenção foi bem tolerada por todos os participantes, não havendo relatos de dor intensa, reações graves ou necessidade de interrupção das sessões.

Tabela 10

Frequência e intensidade dos efeitos adversos relatados após a estimulação (N=20).

Efeito Adverso	**Ausente n (%)**	**Presente (Total) n (%)**	**Intensidade do Desconforto**
Formigamento	11 (55%)	9 (45%)	6 Leve; 3 Moderado
Sonolência	12 (60%)	8 (40%)	5 Leve; 3 Moderado
Dificuldade de concentração	14 (70%)	6 (30%)	5 Leve; 1 Moderado
Sensação de Queimação	15 (75%)	5 (25%)	3 Leve; 2 Moderado
Alteração de Humor	15 (75%)	5 (25%)	5 Leve
Dor de Cabeça	17 (85%)	3 (15%)	3 Leve
Dor no Pescoço	17 (85%)	3 (15%)	2 Leve; 1 Moderado
Dor no Couro Cabeludo	19 (95%)	1 (5%)	1 Leve
Vermelhidão na Pele	20 (100%)	0 (0%)	-

Nota: Dados expressos em frequência absoluta (n) e relativa (%). Nenhum efeito adverso de intensidade "Forte" ou "Severa" foi relatado.

Conforme detalhado na Tabela 10, o efeito mais prevalente foi a sensação de

formigamento (parestesia), relatada por 45% (n=9) da amostra, seguida por sonolência (40%, n=8) e dificuldade de concentração (30%, n=6). É importante destacar que a intensidade dos sintomas relatados fora predominantemente leve. Apenas uma pequena parcela dos participantes classificou o desconforto como "moderado" para formigamento (n=3), sonolência (n=3), queimação (n=2), dor no pescoço (n=1) e dificuldade de concentração (n=1). Nenhum participante relatou vermelhidão na pele sob os eletrodos ou qualquer outro efeito adverso de intensidade forte.

Quanto à atribuição de causalidade (percepção se o sintoma foi causado pela tDCS), a maioria dos sintomas sistêmicos (como dor de cabeça e dor no pescoço) foi classificada pelos participantes como tendo chance "Nenhuma" ou "Remota" de ligação com a estimulação. Por outro lado, as sensações cutâneas locais (queimação e formigamento) foram mais frequentemente associadas à intervenção, sendo classificadas como "Prováveis" ou "Certas" por parte dos sujeitos que as sentiram, o que é esperado devido à natureza da estimulação elétrica periférica.

4 Discussão

Este estudo em indivíduos saudáveis investigou os efeitos de uma única sessão de estimulação por tDCS na região pré-frontal ventromedial (CPFVm), utilizando um sinal de EEG em tempo real como medida eletrofisiológica. Adicionalmente, foram analisadas medidas de correlação e comparação entre essas variáveis de EEG e variáveis comportamentais derivadas de escalas.

Em conjunto, os resultados sugerem que, na presente amostra, não houve evidências de que a condição tDCS versus Sham produza diferenças robustas nos níveis de sintomas emocionais (DASS-21), nas dificuldades de regulação emocional (DERS) ou nas estratégias cognitivas de regulação emocional (CERQ). Esses achados se assemelham aos encontrados no

estudo de Peña-Gómez et al. (2011), realizado com mulheres saudáveis em um protocolo controlado por simulação, onde não foram encontrados efeitos significativos da estimulação tDCS nas medidas de humor e ansiedade.

Embora alguns efeitos em direção a menores dificuldades de regulação no grupo tDCS tenham se manifestado em nível descritivo (por exemplo, DERS total e DERS não aceitação com *p* em torno de .08–.09), esses achados devem ser interpretados com cautela, dada a ausência de significância estatística, o tamanho reduzido da amostra e o risco de erro tipo I associado ao elevado número de comparações.

Com relação às correlações das variáveis clínicas com medidas de atividade frontal, os achados deste estudo sugerem que, na condição de tarefa, mudanças na atividade frontal em bandas alfa e beta se associam a padrões de sintomas emocionais com valências negativas e a estilos de regulação emocional menos adaptativos, registrados nas escalas clínicas. Em contrapartida, na condição de repouso, as correlações negativas observadas entre as variáveis clínicas e a banda de frequência indicam que o ganho de potência na banda Beta está associado à redução da sintomatologia clínica. Esses achados se correlacionam com os dados de Koshiyama et al. (2020), onde realizaram uma investigação longitudinal com pacientes depressivos e demonstraram que maiores níveis de potência Beta em repouso foram preditores significativos de melhor qualidade de vida, diminuição da sintomatologia depressiva e prognostico a longo prazo.

Este efeito protetor da banda Beta pode ser explicado pelo seu papel na manutenção das funções executivas e do controle atencional. Conforme observado por Roh et al. (2016), a redução da atividade Beta frontal durante o repouso em quadros depressivos demonstrou associação direta a déficits de atenção e controle inibitório. Portanto, o aumento de Beta observado nos participantes com menos sintomas em nossa amostra pode refletir uma maior integridade da rede de controle cognitivo, permitindo uma regulação mais eficaz dos estados

afetivos negativos e prevenindo a instalação de ciclos ruminativos.

Especificamente, participantes que apresentaram aumento de atividade Beta frontal na condição de repouso relataram menores níveis de depressão e estresse. Estes resultados podem estar associados aos achados de Nejati et al. (2021), que através de estimulação tDCS anodal e classificação de estímulos visuais quanto à valência, excitação e dominância, demonstraram que a estimulação no CPFVm pode estar envolvida na extinção da excitação causada por estímulos emocionais, podendo estar associados aos menores níveis de depressão e estresse.

Inversamente, na condição de tarefa, a correlação positiva entre a variação de Alpha e a escala de impulsividade sugere que o aumento da atividade inibitória (Alfa) durante o esforço cognitivo está ligado a um pior controle de impulsos, corroborando a hipótese de que a desativação cortical (excesso de Alfa) prejudica a regulação *top-down* (Klimesch et al., 2007; Lausf et al., 2003; Goldman et al., 2002).

A hipótese de que o excesso de potência na banda alfa reflete um prejuízo na regulação *top-down* baseia-se no modelo de *Gating by Inhibition* (Peneiramento por Inibição) proposto por Jensen e Mazaheri (2010). De acordo com esta perspectiva, o aumento da potência de alfa em regiões corticais está inversamente correlacionado com a excitabilidade neuronal e o metabolismo regional medido por fMRI (Laufs et al., 2003; Klimesch et al., 2007). Neste contexto, postula-se que o excesso de atividade alfa no córtex pré-frontal reflita um estado de desengajamento das redes executivas, prejudicando o controle inibitório *top-down* sobre a amígdala e resultando em desregulação emocional (Banks et al., 2007).

Nas análises comparativas realizadas entre o grupo Sham versus o grupo tDCS, tanto as comparações paramétricas quanto não paramétricas convergem para a ausência de efeito diferencial da estimulação ativa em relação à simulação sobre os padrões oscilatórios frontais. Achados similares aos deste artigo foram apresentados por Coelho et al. (2025), que realizaram análises comparativas entre a estimulação no CPFDL e no CPFVm em relação ao

aprimoramento da regulação emocional, não encontrando resultados estatisticamente significativos para a estimulação no CPFVm. Uma das possíveis explicações para estes resultados, em ambos os estudos, é o papel dessa região no processo de regulação emocional, oferecendo uma perspectiva integrativa no processamento emocional, estando intrinsecamente ligado à valoração afetiva, ao autorefererencial e a assimilação do contexto emocional (Coelho et al., 2025; Chou et al., 2014 & Dan-Clauser et al., 2011).

Em contrapartida, Gao et al. (2024) que realizaram estimulação única durante 20 minutos sobre o CPFVm em estudantes da graduação com alta ansiedade traço, encontrando resultados positivos em relação à regulação emocional implícita desses sujeitos. Contudo, em seu delineamento experimental, a estimulação realizada foi a multicanal com o objetivo de foco otimizado, aplicando correntes elétricas contínuas em mais de uma área de acordo com o sistema 10-20. Esta escolha de Gao et al. (2024) está em conformidade com a revisão realizada por Alexander et al. (2023), que buscaram decodificar a fisiologia do córtex pré-frontal, em especial o CPFVm, e apresentam esta área como uma estrutura heterogênea com divisões funcionais e estruturais mais profundas no córtex.

Embora não tenham sido encontrados efeitos significativos neste estudo, isso pode ser atribuído a alguns fatores. Em relação a utilização de uma única sessão de tDCS, esta escolha se deu devido a diversidade de protocolos existentes na literatura, não existindo um protocolo único voltado para a aplicação da tDCS, tanto em pacientes saudáveis como com alterações psiquiátricas. A falta de um protocolo unificado para a aplicação da tDCS representa um dos maiores desafios para a reprodutibilidade e translação clínica dos achados na área. Revisões sistemáticas e meta-análises recentes apontam que a alta heterogeneidade nos parâmetros de estimulação, como a densidade da corrente, a duração da sessão, a montagem dos eletrodos e o número de sessões, contribui significativamente para a inconsistência dos resultados observados na literatura (Moffa et al., 2020; Guerra et al., 2020; Sensen et al., 2019; Polanía et

al., 2018; Lefaucheur et al., 2017; Brunoni et al., 2012).

Especificamente em relação à dosagem, evidências sugerem que protocolos de sessão única podem ser úteis para investigar mecanismos fisiológicos imediatos, no entanto, frequentemente podem apresentar dificuldades em induzir mudanças comportamentais robustas ou duradouras quando comparados a protocolos de múltiplas sessões, necessitando de mecanismos cumulativos de neuroplasticidade (Steen-García et al., 2024; Moffa et al., 2020). Além disso, a aplicação de protocolos padronizados pode ignorar a variabilidade interindividual anatômica e fisiológica, afetando a eficácia da estimulação (Guerra et al., 2020; Polanía et al., 2018). Essa distinção é crucial para interpretar resultados não significativos em estudos exploratórios de sessão única, pois a ausência de efeito pode refletir uma "subdose" temporal e não necessariamente a ineficácia da técnica na região-alvo.

O intuito deste trabalho foi verificar se uma única sessão de estimulação no CPFVm se mostrava suficiente para apresentar alterações significativas das atividades neurofisiológicas e de variáveis clínicas. Portanto, os resultados encontrados apontam que talvez seja necessária a utilização de mais de uma sessão de tDCS ativa, no entanto, ainda se faz interessante manter um número de sessões mínimas. Embora a tDCS seja considerada uma técnica segura, a literatura aponta que a exposição à estimulação não é isenta de custos fisiológicos. Estudos pioneiros de segurança, como o de Poreisz et al. (2007), identificaram que a fadiga é um dos efeitos adversos mais comuns, principalmente em protocolos multisessão, afetando aproximadamente 35% dos participantes. Portanto, a ausência de ganho terapêutico linear em protocolos extensos pode refletir, em parte, a saturação dos mecanismos neurais e a fadiga acumulada (Moffa et al., 2020; Fregni et al., 2014)

Apesar da ausência de significância estatística nos efeitos da tDCS, a banda Beta na condição de Olhos Fechados apresentou um tamanho de efeito médio (r = 0,33). Isso sugere que a intervenção pode ter exercido uma modulação moderada sobre esta variável,

provavelmente associada a ativação implícita nas áreas que se ligam ao CPFVm, mas que o estudo não teve poder estatístico suficiente para detectar tal diferença (Erro do Tipo II).

A análise de poder *post-hoc* (baseada no tamanho de efeito médio encontrado, (r = 0,33) indicou um poder estatístico reduzido. Isso aumenta substancialmente a probabilidade de ocorrência de Erro do Tipo II (falso negativo). Portanto, a ausência de significância estatística nas comparações entre grupos não deve ser interpretada como prova definitiva de ineficácia da intervenção, mas sim como uma falha em rejeitar a hipótese nula dada a sensibilidade estatística limitada do desenho experimental atual.

Mesmo nas variáveis onde a intervenção mostrou maior impacto (magnitude média), a amostra atual (N=20) foi insuficiente para garantir significância estatística, confirmando o alto risco de Erro do Tipo II. Para as demais variáveis (Alfa), onde os tamanhos de efeito foram desprezíveis (r < 0,10), a ausência de significância reflete provável ausência de efeito biológico real da intervenção nesta montagem.

Com relação aos efeitos adversos da aplicação do tDCS relatado pelos voluntários, os resultados encontrados estão de acordo com a literatura descrita sobre a temática em diversas áreas (Santos, 2025; Silva et al., 2023), não só sobre regulação emocional, apresentando efeitos mínimos encontrados e relacionados ao tDCS, prevalecendo apenas sensações cutâneas locais esperadas devido à natureza da estimulação, mas que foram relatadas apenas como leves ou moderadas.

5 Considerações Finais e Perspectivas Futuras

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da tDCS aplicada ao CPFVm com relação as medidas eletrofisiológicas e comportamentais através de uma tarefa experimental de regulação emocional em adultos saudáveis, com análises pré e pós intervenção nas condições Sham e tDCS. Um dos principais achados do estudo diz respeito as correlações encontradas

entre as medidas clínicas e as bandas de frequência Alfa e Beta. Com relação a banda Beta, foi observado uma correlação negativa entre a potência espectral no estado de repouso e os escores de Depressão e Estresse medidos pela DASS-21, assim como na estratégia de Catastrofização medida pela CERQ. Já na banda Alfa, foi percebida uma correlação positiva significativa entre o aumento da potência espectral e o escore da subescala de Impulso medida pela DERS.

Em contrapeso, não foi possível identificar neste estudo efeitos significativos da estimulação por tDCS em comparação ao Sham no CPFVm em comparações intragrupo e intergrupo, o que sugere a ausência de modulação em relação à tarefa de regulação emocional. Essa ausência de significância pode ser explicada pela falta de efeitos moduladores na área do CPFVm, que pode não apresentar relação direta com a modulação das variáveis estudadas. Um fator que pode estar relacionado a esses resultados é a posição anatômica da área estimulada, que apresenta heterogeneidade funcional e áreas corticais mais profundas, o que demanda uma análise teórica mais aprofundada para qualificar o modelo experimental multicanal. A ausência desses efeitos também pode ser associada ao número reduzido de sessões de estimulação, o que indica a necessidade de uma modificação no desenho experimental, com um aumento no tempo de coleta de dados com os voluntários.

A principal limitação metodológica identificada neste estudo reside no tamanho final da amostra analisada. O número reduzido de participantes representa um desafio significativo para a robustez e a generalização dos achados. Esta dificuldade na captação de um número maior de voluntários decorre de diversos fatores intrinsecamente ligados ao rigor e à duração do protocolo de pesquisa. Um dos principais obstáculos encontrados foi a longa duração da sessão experimental, que se estende por aproximadamente 2 horas. Este tempo de dedicação, em comparação com estudos mais curtos, pode desmotivar potenciais participantes, que muitas vezes possuem agendas apertadas ou hesitam em comprometer um período tão extenso.

Adicionalmente, o protocolo de pesquisa impôs requisitos preparatórios rigorosos e

específicos relacionados aos cuidados capilares que se mostraram um fator de exclusão e de diminuição do interesse. Esses cuidados foram requeridos para otimizar a condutividade elétrica e garantir a qualidade dos sinais de eletroencefalografia (EEG), além do acoplamento ideal dos eletrodos da estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS). Embora tecnicamente necessários para a validade dos dados, esses requisitos de preparação pessoal representam uma barreira adicional à participação, exigindo um esforço e uma adaptação de rotina que muitos voluntários não estão dispostos a realizar.

Ressalta-se a relevância do desenho experimental empregado, o qual demonstra robustez metodológica. Este protocolo se insere entre os pioneiros na utilização conjunta da tDCS e do EEG para avaliar o impacto da estimulação na área do CPFV, bem como para correlacionar esses achados fisiológicos com indicadores comportamentais de relevância clínica. Como perspectivas futuras, e dada a natureza exploratória deste estudo, sugere-se a reaplicação deste protocolo com os ajustes metodológicos sugeridos pelos achados apresentados neste artigo. Em particular, seria valioso refinar os parâmetros de estimulação da tDCS ventromedial, ajustando possivelmente a densidade de corrente, a duração da aplicação ou o número de sessões para otimizar os efeitos neurocomportamentais.

Referências

Alexander, L., Wood, C., & Roberts, A. (2023). The ventromedial prefrontal cortex and emotion regulation: lost in translation? *J Physiol, 601,* 37–50.

Araujo, A. P. de C., Gadelha, M. J. N., & Melo, R. L. P. de. (2020). Evidence of validity, reliability and psychometric parameters of the items of the Cognitive Emotion Regulation Questionnaire-Short (CERQ-Short). *Psico-USF*, *25*(3), 547–559. https://doi.org/10.1590/1413-82712020250312

Banks, S. J., Eddy, K. T., Angstadt, M., Nathan, P. J., & Phan, K. L. (2007). Amygdala–

frontal connectivity during emotion regulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *2*(4), 303–312. https://doi.org/10.1093/scan/nsm029

Beauregard, M., Lévesque, J., & Bourgouin, P. (2001). Neural Correlates of Conscious Self-Regulation of Emotion. *The Journal of Neuroscience*, *21*(18), RC165–RC165. https://doi.org/10.1523/jneurosci.21-18-j0001.2001

Bikson, M., Datta, A., & Elwassif, M. (2009). Establishing safety limits for transcranial direct current stimulation. *Clin Neurophysiol*, 120(6), 1033-1034. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.03.018

Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., Edwards, D. J., Valero-Cabre, A., Rotenberg, A., Pascual-Leone, A., Ferrucci, R., Priori, A., Boggio, P. S., & Fregni, F. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. *Brain Stimulation*, *5*(3), 175–195. https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.03.002

Chase, H. W., Grace, A. A., Fox, P. T., Phillips, M. L., & Eickhoff, S. B. (2020). Functional differentiation in the human ventromedial frontal lobe: A data-driven parcellation. *Human Brain Mapping*, *41*(12), 3266–3283. https://doi.org/10.1002/hbm.25014

Chou, C.-Y., Marca, R. L., Steptoe, A., & Brewin, C. R. (2014). Heart rate, startle response, and intrusive trauma memories. *Psychophysiology*, *51*(3), 236–246. https://doi.org/10.1111/psyp.12176

Coelho, C. G., Leite, J., Pinto, R., Machado, P. P. P., & Carvalho, S. (2025). From Cortex to Cardiac Response: tDCS of the Prefrontal Cortex Improves Autonomic Markers of Emotion Regulation. *Brain Sciences*, *15*(9), 898. https://doi.org/10.3390/brainsci15090898

Cooper, N. R., Croft, R. J., Dominey, S. J. J., Burgess, A. P., & Gruzelier, J. H. (2003).

Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, *47*(1), 65–74. https://doi.org/10.1016/s0167-8760(02)00107-1

Coutinho, J., Ribeiro, E., Ferreirinha, R., & Nunes, O. (2010). Escala de Dificuldades na Regulação Emocional: Versão Portuguesa Adaptada da Difficulties in Emotion Regulation Scale (DERS). *Laboratório de Psicologia*, 8(1), 91-100.

Dan-Glauser, E. S., & Gross, J. J. (2011). The temporal dynamics of two response-focused forms of emotion regulation: Experiential, expressive, and autonomic consequences. *Psychophysiology*, *48*(9), 1309–1322. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01191.x

Feeser, M., Prehn, K., Kazzer, P., Mungee, A., & Bajbouj, M. (2014). Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Cognitive Control During Emotion Regulation. *Brain Stimulation*, *7*(1), 105–112. https://doi.org/10.1016/j.brs.2013.08.006

Field, A. (2021). *Descobrindo a Estatística Usando o SPSS - 5.ed.* Penso Editora.

Fregni, F., Nitsche, M. A., Loo, C. K., Brunoni, A. R., Marangolo, P., Leite, J., Carvalho, S., Bolognini, N., Caumo, W., Paik, N. J., Simis, M., Ueda, K., Ekhtiari, H., Luu, P., Tucker, D. M., Tyler, W. J., Brunelin, J., Datta, A., Juan, C. H., & Venkatasubramanian, G. (2014). Regulatory considerations for the clinical and research use of transcranial direct current stimulation (tDCS): Review and recommendations from an expert panel. *Clinical Research and Regulatory Affairs*, *32*(1), 22–35. https://doi.org/10.3109/10601333.2015.980944

Gao, K., Wong, A. B., Li, S., Zhang, Y., & Zhang, D. (2024). The ventromedial prefrontal cortex plays an important role in implicit emotion regulation: A focality-optimized multichannel tDCS study in anxiety individuals. *Human Brain Mapping*, *45*(13).

https://doi.org/10.1002/hbm.26812

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: a Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, *10*(2), 486–489. https://doi.org/10.5812/ijem.3505

Gramfort, A. (2013). MEG and EEG data analysis with MNE-Python. *Frontiers in Neuroscience*, *7*. https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267

Guerra, A., López-Alonso, V., Cheeran, B., & Suppa, A. (2020). Variability in non-invasive brain stimulation studies: Reasons and results. *Neuroscience Letters*, *719*, 133330. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.12.058

Gross, J. J. (1998a). Antecedent- and response-focused emotion regulation: Divergent consequences for experience, expression, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*(1), 224–237. https://doi.org/10.1037//0022-3514.74.1.224

Gross, J. J. (2015). Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects. *Psychological Inquiry*, *26*(1), 1–26. https://doi.org/10.1080/1047840X.2014.940781

Jackson, D. C., Malmstadt, J. R., Larson, C. L., & Davidson, R. J. (2000). Suppression and enhancement of emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, *37*(4), 515–522. https://doi.org/10.1111/1469-8986.3740515

Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010). Shaping Functional Architecture by Oscillatory Alpha Activity: Gating by Inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(12), 606–617. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.007

Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition–

timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, *53*(1), 63–88. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003

Koshiyama, D., Kirihara, K., Usui, K., Tada, M., Fujioka, M., Morita, S., Kawakami, S., Yamagishi, M., Sakurada, H., Sakakibara, E., Satomura, Y., Okada, N., Kondo, S., Araki, T., Jinde, S., & Kasai, K. (2020). Resting-state EEG beta band power predicts quality of life outcomes in patients with depressive disorders: A longitudinal investigation. *Journal of Affective Disorders*, *265*, 416–422. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.030

Laufs, H., Kleinschmidt, A., Beyerle, A., Eger, E., Salek-Haddadi, A., Preibisch, C., & Krakow, K. (2003). EEG-correlated fMRI of human alpha activity. *NeuroImage*, *19*(4), 1463–1476. https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00286-6

Lefaucheur, J.-P., Antal, A., Ayache, S. S., Benninger, D. H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., Cotelli, M., De Ridder, D., Ferrucci, R., Langguth, B., Marangolo, P., Mylius, V., Nitsche, M. A., Padberg, F., Palm, U., Poulet, E., Priori, A., Rossi, S., Schecklmann, M., & Vanneste, S. (2017). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology*, *128*(1), 56–92. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.10.087

Lang, P. J., Bradley, M. N., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. University of Florida, Gainesville, FL.

Lima, A. L. de, Braga, F. M. A., da Costa, R. M. M., Gomes, E. P., Brunoni, A. R., & Pegado, R. (2019). Transcranial direct current stimulation for the treatment of generalized anxiety disorder: A randomized clinical trial. *Journal of Affective Disorders*, *259*, 31–37. https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.08.020

Marques, M. M. (2016). *Balanceamento inter-hemisférico do Córtex Pré-frontal e Regulação*

Emocional: um estudo Neuromodulatório, Comportamental e Psicofisiológico. **(**Universidade Presbiteriana Mackenzie), São Paulo.

Medeiros, N. S. B. (2021). Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Córtex Pré-Frontal em estratégias de Regulação Emocional em mulheres [Tese Doutorado, Universidade Federal da Paraíba]. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22664

Nejati, V., Majdi, R., Salehinejad, M. A., & Nitsche, M. A. (2021). The role of dorsolateral and ventromedial prefrontal cortex in the processing of emotional dimensions. *Scientific Reports*, *11*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(5), 242–249. https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010

Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D. E., & Gross, J. J. (2004). For better or for worse: neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *NeuroImage*, *23*(2), 483–499. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.030

Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, *162*(1-2), 8–13. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017

Peña-Gómez, C., Vidal-Piñeiro, D., Clemente, I. C., Pascual-Leone, Á., & Bartrés-Faz, D. (2011). Down-Regulation of Negative Emotional Processing by Transcranial Direct Current Stimulation: Effects of Personality Characteristics. *PLoS ONE*, *6*(7), e22812. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812

Polanía, R., Nitsche, M. A., & Ruff, C. C. (2018). Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nature Neuroscience*, *21*(2), 174–187. https://doi.org/10.1038/s41593-017-0054-4

Poreisz, C., Boros, K., Antal, A., & Paulus, W. (2007). Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Research Bulletin*, *72*(4-6), 208–214. https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.01.004

Razza, L. B., Palumbo, P., Moffa, A. H., Carvalho, A. F., Solmi, M., Loo, C. K., & Brunoni, A. R. (2020). A systematic review and meta-analysis on the effects of transcranial direct current stimulation in depressive episodes. *Depression and Anxiety*, *37*(7), 594–608. https://doi.org/10.1002/da.23004

Roh, S.-C., Park, E.-J., Shim, M., & Lee, S.-H. (2016). EEG beta and low gamma power correlates with inattention in patients with major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*, *204*, 124–130. https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.06.033

Ray, R. D., McRae, K., Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2010). Cognitive reappraisal of negative affect: Converging evidence from EMG and self-report. *Emotion*, *10*(4), 587–592. https://doi.org/10.1037/a0019015

Reis, A. H., Oliveira, S. E. S., Bandeira, D. R., Andrade, N. C., Abreu, N., & Sperb, T. M. (2016). Emotion Regulation Checklist (ERC): estudos preliminares da adaptação e validação para a cultura brasileira. *Temas Em Psicologia*, *24*(1), 77–96. https://doi.org/10.9788/tp2016.1-06

Santos, Alexandre Moura dos. (2025). *Eficiência e segurança de estimulação transcraniana por corrente continua no tratamento da fadiga de pacientes com vasculite sistêmica primárias: ensaio clínico, randomizado, duplo-cego e sham-controlado.* [Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina], Catálogo USP.

Silva, A., Medeiros, P., Coutinho, M., Santos, L., Silva, G., Araújo, R., & Carvalho, K. (2023). Análise da segurança da técnica de estimulação transcraniana por corrente contínua em idosos saudáveis. *Editora Pasteur EBooks*, 117–122. https://doi.org/10.59290/978-65-6029-064-8.15

Song, S., Zilverstand, A., Gui, W., Li, H., & Zhou, X. (2019). Effects of single-session versus multi-session non-invasive brain stimulation on craving and consumption in individuals with drug addiction, eating disorders or obesity: A meta-analysis. *Brain Stimulation*, *12*(3), 606–618. https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.975

Steen-García, L., Franco-Jiménez, R., Ibáñez-Alfonso, J., & Ibáñez, J. (2024). Estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) en adultos con trastorno por déficit de atención/ hiperactividad. Una revisión sistemática. *Rev Neurol*, *79*, 239–285.

Stern. (2002). Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm. *NeuroReport*, 2487–2492. https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000047685.08940.d0

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson Education Limited.

Uusberg, A., Uibo, H., Kreegipuu, K., & Allik, J. (2013). EEG alpha and cortical inhibition in affective attention. *International Journal of Psychophysiology*, *89*(1), 26–36. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.020

Vieira, L. P. B. (2018). *A participação do Córtex Pré-Frontal ventrolateral esquerdo na reavaliação cognitiva avaliada através da estimulação transcraniana por corrente contínua* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco]. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30752

Vignola, R. C. B., & Tucci, A. M. (2014). Adaptation and validation of the depression, anxiety and stress scale (DASS) to Brazilian Portuguese. *Journal of Affective Disorders*, *155*(155), 104–109. https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.10.031

Yang, X., Wang, Y., Tang, S., Li, L., & Wang, J. (2025). Effects of transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex on craving and negative emotion regulation in individuals at risk for problematic pornography use: A double-blind, placebo-controlled study. *Journal of Behavioral Addictions*, *14*(2), 1064–1078.

https://doi.org/10.1556/2006.2025.00030

Xavier, V. P. P. (2019). Emoção, regulação emocional e comportamento. *Singular Sociais E Humanidades*, *1*(1), 31–39. https://doi.org/10.33911/singularsh.v1i1.26

Capítulo IV: Discussão Geral

A presente dissertação teve como objetivo central investigar os substratos neurais subjacentes ao processo de Regulação Emocional (RE), com ênfase específica no papel das áreas pré-frontais e na viabilidade de sua modulação via Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS). A estrutura do trabalho, composta por uma revisão sistemática da literatura e um ensaio clínico randomizado, permitiu um movimento dialético entre o estado da arte teórico e a verificação empírica. Enquanto a revisão sistemática mapeou a predominância de estudos focados no Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) e a lacuna existente sobre os estudos que avaliaram o papel do Córtex Pré-Frontal Ventromedial (CPFVm) na RE, dessa forma, o estudo experimental da presente dissertação buscou preencher essa lacuna, investigando os efeitos da estimulação do CPFVm na RE de adultos saudáveis.

A integração dos dados obtidos nestes dois estudos oferece uma perspectiva complexa sobre a neurobiologia da RE, destacando a importância das oscilações frontais (bandas Beta e Alfa) na saúde mental e as dificuldades metodológicas inerentes à neuromodulação de áreas corticais profundas e integrativas como o CPFVm.

A revisão sistemática conduzida neste trabalho evidenciou que a literatura científica contemporânea tem privilegiado substancialmente a investigação do CPFDL em detrimento do CPFVm. Os estudos revisados indicam consistentemente que o CPFDL está associado a processos de controle cognitivo *top-down*, memória de trabalho e funções executivas, sendo a região mais recrutada durante estratégias de reavaliação cognitiva.

Em contrapartida, o CPFVm, embora crucial para o processamento de valor, extinção do medo e regulação automática ou implícita da emoção, permanece menos explorado em paradigmas de intervenção. A revisão apontou que o CPFVm atua na integração de informações afetivas e na geração de respostas adaptativas. O estudo experimental desta dissertação foi desenhado especificamente para abordar essa assimetria na literatura, testando se a modulação

direta do CPFVm via tDCS anódica poderia facilitar a regulação emocional frente a estímulos aversivos.

O achado correlacional deste estudo, onde o aumento da potência Beta frontal se associou a menores níveis de depressão e estresse, encontra forte respaldo na literatura de biomarcadores psiquiátricos. Estudos como o de Engel e Fries (2010) propõem que oscilações na banda Beta estão associadas à manutenção do estado sensório-motor e cognitivo atual ("status quo"), prevenindo interrupções por distratores. Em um contexto clínico, a baixa atividade Beta frontal tem sido consistentemente associada a déficits de atenção e quadros depressivos, onde há uma falha no engajamento executivo. Assim, os dados desta dissertação reforçam a noção de que a capacidade do cérebro de sustentar ritmos rápidos (Beta) reflete uma funcionalidade adaptativa, protegendo o indivíduo da ruminação e do estresse passivo, características de ritmos mais lentos ou desregulados.

Uma explicação teórica central para a ausência de modulação significativa na tarefa de reavaliação cognitiva reside na especialização funcional das sub-regiões pré-frontais. Embora o CPFVm seja crucial para a regulação emocional, modelos seminais como o de Etkin, Büchel e Gross (2015) estabelecem uma distinção fundamental: a reavaliação cognitiva é uma forma de regulação *explícita*, que recruta predominantemente as redes de controlo dorsal, especificamente o CPFDL e o Córtex Parietal Posterior.

Em contraste, o CPFVm está mais intimamente associado à regulação implícita ou automática, à extinção do medo e à atualização do valor subjetivo do estímulo (Etkin et al., 2015; Milad & Quirk, 2012). Ao utilizar uma tarefa que exige a reinterpretação consciente e laboriosa de imagens (uma função executiva de alta ordem), o desenho experimental pode ter favorecido o recrutamento do CPFDL, tornando a modulação do CPFVm menos detectável comportamentalmente. Estudos recentes que focaram na regulação implícita demonstraram que o CPFVm é um alvo eficaz quando a tarefa envolve a modulação automática da emoção sem

instrução consciente (Zhang et al., 2024), sugerindo que a ausência de modulação observada aqui pode refletir uma dissonância entre o alvo estimulado (ventral) e a procura cognitiva da tarefa (dorsal).

Outra perspectiva a ser discutida tem como ponto central a ótica da biofísica da estimulação elétrica. Embora a montagem Fpz-Cz vise o CPFVm, estudos de modelagem de corrente elétrica computacional (Truong et al., 2013) indicam que uma parte significativa da corrente aplicada na região supraorbital pode ser desviada (efeito *shunting*) através da pele, dos músculos faciais e, crucialmente, dos seios frontais (cavidades cheias de ar que não conduzem eletricidade), reduzindo a densidade de corrente que efetivamente atinge o córtex ventral profundo.

Além disso, meta-análises recentes sobre o uso de tDCS em depressão e regulação emocional, como a de Razza et al. (2020) e Moffa et al. (2020), indicam que os efeitos comportamentais robustos geralmente requerem protocolos de múltiplas sessões (5 a 10 dias consecutivos) para induzir neuroplasticidade consolidada (LTP-like). O efeito de uma sessão única (online) é frequentemente sutil e pode ser mascarado pela variabilidade interindividual, sugerindo que o protocolo deste estudo, embora seguro, pode ter sido insuficiente em termos de "dose" cumulativa para gerar alterações comportamentais detectáveis nas escalas clínicas (DERS/DASS).

Uma contribuição significativa desta dissertação foi a combinação de métodos de revisão sistemática com a execução de um protocolo experimental multimodal (EEG + tDCS + Escalas). A revisão apontou que a maioria dos estudos utiliza fMRI, o que oferece excelente resolução espacial, mas baixa resolução temporal. O uso do EEG no estudo experimental permitiu capturar a dinâmica temporal das oscilações (Alfa e Beta) em milissegundos, revelando as correlações com o estado clínico que poderiam passar despercebidas em medidas puramente comportamentais.

É imperativo reconhecer as limitações que permeiam a interpretação desses dados. O tamanho amostral do estudo experimental (N=20) resultou em baixo poder estatístico, aumentando o risco de Erro do Tipo II, onde efeitos sutis da tDCS podem não ter sido detectados. A revisão sistemática, por sua vez, demonstrou que a variabilidade nos paradigmas de tarefa (reavaliação implícita vs. explícita, tipos de estímulos) dificulta a comparação direta entre os estudos.

No entanto, a magnitude de efeito média observada para a redução de ansiedade no grupo tDCS (d de Cohen = 0,76 e r = 0,36), embora não significativa estatisticamente, aponta para um potencial clínico que não deve ser descartado. Isso sugere que a modulação do CPFVm pode ter efeitos ansiolíticos, o que é coerente com a função dessa área na extinção do medo e na regulação do estresse, conforme apontado por estudos citados na revisão.

Capítulo V: Considerações Finais

O percurso investigativo trilhado nesta dissertação permitiu integrar evidências teóricas e empíricas para elucidar o papel das áreas pré-frontais na Regulação Emocional (RE), com um olhar inédito sobre o Córtex Pré-Frontal Ventromedial (CPFVm). Ao confrontar a literatura vigente com um ensaio clínico focado no Ventromedial, este trabalho tentou preencher uma lacuna metodológica identificada, além de revelar a complexidade de modular esta região.

A revisão sistemática conduzida evidenciou uma assimetria na literatura científica, onde o Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (CPFDL) figura como a região predominantemente investigada em tarefas de reavaliação cognitiva, enquanto o CPFVm permanece menos explorado, apesar de sua importância crítica na integração de valores afetivos e na regulação automática. Esta constatação teórica fundamentou a escolha do desenho experimental do segundo estudo, que buscou preencher essa lacuna investigando os efeitos da estimulação direta (tDCS) do CPFVm em adultos saudáveis.

Os resultados do estudo empírico ofereceram uma perspectiva matizada sobre a neurobiologia da regulação emocional. Embora a intervenção por tDCS anódica em sessão única não tenha produzido alterações estatisticamente significativas nas escalas comportamentais (DERS, DASS-21) ou no desempenho da tarefa de reavaliação cognitiva quando comparada ao grupo sham, observou-se uma correlação inversa entre a potência da banda Beta frontal e a sintomatologia de depressão e estresse. Este achado sugere que a capacidade de manter a ativação cortical (ritmos rápidos) atua como um fator protetor, associando-se a um menor uso de estratégias desadaptativas como a catastrofização.

Em síntese, esta dissertação contribui para a neurociência cognitiva ao validar a relevância do monitoramento eletroencefalográfico como ferramenta de avaliação de estados afetivos. Portanto, embora o CPFVm seja um alvo promissor para a regulação emocional,

intervenções futuras devem considerar protocolos de estimulação repetida (múltiplas sessões) e o uso de montagens de alta definição para superar os desafios anatômicos e potencializar os efeitos clínicos. Os dados aqui apresentados reforçam que a saúde emocional depende de um equilíbrio dinâmico na excitabilidade cortical frontal, onde a ativação sustentada (Beta) e o controle da inibição (Alfa) desempenham papéis fundamentais.

Referências

Alexander, L., Wood, C., & Roberts, A. (2023). The ventromedial prefrontal cortex and emotion regulation: lost in translation? *J Physiol*, *601*, 37–50.

Agarwal, S. M. et al. (2013). Transcranial Direct Current Stimulation in Schizophrenia. *Clin Psychopharmacol Neurosci*, 11(3), 118-125. doi: 10.9758/cpn.2013.11.3.118

Arrazola, V., & Marcos, M.-C. (2015). Fotografía de prensa y redes sociales, la técnica de Eye Tracking. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, *27*. https://doi.org/10.12795/ambitos.2015.i27.04

Araujo, A. P. de C., Gadelha, M. J. N., & Melo, R. L. P. de. (2020). Evidence of validity, reliability and psychometric parameters of the items of the Cognitive Emotion Regulation Questionnaire-Short (CERQ-Short). *Psico-USF*, *25*(3), 547–559. https://doi.org/10.1590/1413-82712020250312

Banks, S. J., Eddy, K. T., Angstadt, M., Nathan, P. J., & Phan, K. L. (2007). Amygdala–frontal connectivity during emotion regulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *2*(4), 303–312. https://doi.org/10.1093/scan/nsm029

Beauregard, M., Lévesque, J., & Bourgouin, P. (2001). Neural Correlates of Conscious Self-Regulation of Emotion. *The Journal of Neuroscience*, *21*(18), RC165–RC165. https://doi.org/10.1523/jneurosci.21-18-j0001.2001

Berboth, S., Windischberger, C., Kohn, N., & Morawetz, C. (2021). Test-retest reliability of emotion regulation networks using fMRI at ultra-high magnetic field. *NeuroImage*, *232*, 117917. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117917

Bikson, M., Datta, A., & Elwassif, M. (2009). Establishing safety limits for transcranial direct current stimulation. *Clin Neurophysiol*, 120(6), 1033-1034. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.03.018

Braunstein, L. M., Gross, J. J., & Ochsner, K. N. (2017). Explicit and implicit emotion regulation: a multi-level framework. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *12*(10), 1545–1557. https://doi.org/10.1093/scan/nsx096

Brunoni, A. R., Nitsche, M. A., Bolognini, N., Bikson, M., Wagner, T., Merabet, L., Edwards, D. J., Valero-Cabre, A., Rotenberg, A., Pascual-Leone, A., Ferrucci, R., Priori, A., Boggio, P. S., & Fregni, F. (2012). Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions. *Brain Stimulation*, *5*(3), 175–195. https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.03.002

Chakravarthula, L. n.c, & Padmala, S. (2023). Negative emotion reduces the discriminability of reward outcomes in the ventromedial prefrontal cortex. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *18*(1). https://doi.org/10.1093/scan/nsad067

Chase, H. W., Grace, A. A., Fox, P. T., Phillips, M. L., & Eickhoff, S. B. (2020). Functional differentiation in the human ventromedial frontal lobe: A data-driven parcellation. *Human Brain Mapping*, *41*(12), 3266–3283. https://doi.org/10.1002/hbm.25014

Chou, C.-Y., Marca, R. L., Steptoe, A., & Brewin, C. R. (2014). Heart rate, startle response, and intrusive trauma memories. *Psychophysiology*, *51*(3), 236–246. https://doi.org/10.1111/psyp.12176

Coelho, C. G., Leite, J., Pinto, R., Machado, P. P. P., & Carvalho, S. (2025). From Cortex to Cardiac Response: tDCS of the Prefrontal Cortex Improves Autonomic Markers of Emotion Regulation. *Brain Sciences*, *15*(9), 898. https://doi.org/10.3390/brainsci15090898

Coêlho, M. L. S., Cabral, P. M., Morello, L. Y. N., Rêgo, G. G., & Boggio, P. S. (2021). Estimulações cerebrais não invasivas: as aplicações de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) e Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) na

aprendizagem e na clínica. In A. G. D Corrêa, B. S.Rodrigues, C.A. H. Amato, & V. F. Martins (Eds.) *Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde.* Memnon, São Paulo.

Cooper, N. R., Croft, R. J., Dominey, S. J. J., Burgess, A. P., & Gruzelier, J. H. (2003). Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, *47*(1), 65–74. https://doi.org/10.1016/s0167-8760(02)00107-1

Coutinho, J., Ribeiro, E., Ferreirinha, R., & Nunes, O. (2010). Escala de Dificuldades na Regulação Emocional: Versão Portuguesa Adaptada da Difficulties in Emotion Regulation Scale (DERS). *Laboratório de Psicologia*, 8(1), 91-100.

Dan-Glauser, E. S., & Gross, J. J. (2011). The temporal dynamics of two response-focused forms of emotion regulation: Experiential, expressive, and autonomic consequences. *Psychophysiology*, *48*(9), 1309–1322. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01191.x

Diamantino, R. M., & Maria, S. (2017). Regulação emocional e trabalho emocional no atendimento aos usuários de unidades do SUS na Bahia. *Revista de Psicologia*, 72–82. http://www.periodicos.ufc.br/psicologiaufc/article/view/18777

Fang, F., Teixeira, A. L., Li, R., Zou, L., & Zhang, Y. (2024). The control patterns of affective processing and cognitive reappraisal: insights from brain controllability analysis. *Cerebral Cortex*, *34*(2). https://doi.org/10.1093/cercor/bhad500

Feeser, M., Prehn, K., Kazzer, P., Mungee, A., & Bajbouj, M. (2014). Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Cognitive Control During Emotion Regulation. *Brain Stimulation*, *7*(1), 105–112. https://doi.org/10.1016/j.brs.2013.08.006

Field, A. (2021). *Descobrindo a Estatística Usando o SPSS - 5.ed.* Penso Editora.

Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1988). Coping as a mediator of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(3), 466–475. https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.3.466

Freitas, L. P. P., Marçal, L. S.; Barroso, A. P. N. B., Santos, J. A., & Ferraz, T. C. P. (2020). Conhecendo as habilidades de regulação emocional em Terapia Comportamental Dialética (DBT). VI Seminário de Extensão e Pesquisa, 6(3).

Fregni, F., Nitsche, M. A., Loo, C. K., Brunoni, A. R., Marangolo, P., Leite, J., Carvalho, S., Bolognini, N., Caumo, W., Paik, N. J., Simis, M., Ueda, K., Ekhtiari, H., Luu, P., Tucker, D. M., Tyler, W. J., Brunelin, J., Datta, A., Juan, C. H., & Venkatasubramanian, G. (2014). Regulatory considerations for the clinical and research use of transcranial direct current stimulation (tDCS): Review and recommendations from an expert panel. *Clinical Research and Regulatory Affairs*, *32*(1), 22–35. https://doi.org/10.3109/10601333.2015.980944

Gao, K., Wong, A. B., Li, S., Zhang, Y., & Zhang, D. (2024). The ventromedial prefrontal cortex plays an important role in implicit emotion regulation: A focality-optimized multichannel tDCS study in anxiety individuals. *Human Brain Mapping*, *45*(13). https://doi.org/10.1002/hbm.26812

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: a Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, *10*(2), 486–489. https://doi.org/10.5812/ijem.3505

Gonçalves, Ó. F., Sampaio, A., Mesquita, A., Petrosyan, A., Pinheiro, A. P., Carvalho, S., Leite, J., Coutinho, J., Osório, A., & Oliveira-Silva, P. (2014). A psicologia como neurociência cognitiva: Implicações para a compreensão dos processos básicos e suas aplicações. *Análise Psicológica*, *32*(1), 3–25. https://doi.org/10.14417/ap.836

Gramfort, A. (2013). MEG and EEG data analysis with MNE-Python. *Frontiers in*

Neuroscience, *7*. https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267

Guerra, A., López-Alonso, V., Cheeran, B., & Suppa, A. (2020). Variability in non-invasive brain stimulation studies: Reasons and results. *Neuroscience Letters*, *719*, 133330. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2017.12.058

Gross, J. J. (1998a). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, *2*(3), 271–299. https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271

Gross, J. J. (1999). Emotion Regulation: Past, Present, Future. *Cognition & Emotion*, *13*(5), 551–573. https://doi.org/10.1080/026999399379186

Gross, J. J. 2001. Emotion regulation in adulthood: Timing is everything. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 10:214–19

Gross, J. J. 2002. Emotion regulation: affective, cognitive, and social consequences. *Psychophysiology* 39:281–91

Gross, J. J, ed. 2007. *Handbook of Emotion Regulation*. New York: Guilford. 1st ed.

Gross, J. J & Thompson, R. A. 2007. Emotion regulation: conceptual foundations. Veja Gross 2007, pp. 3–24

Gross, J. J. (2015). Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects. *Psychological*

Gross, J. J., & Jazaieri, H. (2014). Emotion, Emotion Regulation, and Psychopathology. *Clinical Psychological Science*, *2*(4), 387–401. https://doi.org/10.1177/2167702614536164

Haahr, M. (2019). *RANDOM.ORG - True Random Number Service*. Random.org; RANDOM.ORG. https://www.random.org

Hao, Y., Yao, L., & Evans, G. W. (2021). Neural Responses During Emotion Transitions and Emotion Regulation. *Frontiers in Psychology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.666284

Hermann, A., Neudert, M. K., Schäfer, A., Zehtner, R. I., Fricke, S., Seinsche, R., & Stark, R. (2020). Lasting effects of cognitive emotion regulation: neural correlates of reinterpretation and distancing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *16*(3), 268–279. https://doi.org/10.1093/scan/nsaa159

Iyer, M. B., Mattu, U., Grafman, J., Lomarev, M., Sato, S., & Wassermann, E. M. (2005). Safety and cognitive effect of frontal DC brain polarization in healthy individuals. *Neurology*, *64*(5), 872–875. https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000152986.07469.E9

Jackson, D. C., Malmstadt, J. R., Larson, C. L., & Davidson, R. J. (2000). Suppression and enhancement of emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, *37*(4), 515–522. https://doi.org/10.1111/1469-8986.3740515

Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010). Shaping Functional Architecture by Oscillatory Alpha Activity: Gating by Inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00186

Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(12), 606–617. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.10.007

Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition–timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, *53*(1), 63–88. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2006.06.003

Koshiyama, D., Kirihara, K., Usui, K., Tada, M., Fujioka, M., Morita, S., Kawakami, S., Yamagishi, M., Sakurada, H., Sakakibara, E., Satomura, Y., Okada, N., Kondo, S., Araki, T., Jinde, S., & Kasai, K. (2020). Resting-state EEG beta band power predicts quality of life outcomes in patients with depressive disorders: A longitudinal investigation. *Journal of Affective Disorders*, *265*, 416–422. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.030

Laufs, H., Kleinschmidt, A., Beyerle, A., Eger, E., Salek-Haddadi, A., Preibisch, C., & Krakow, K. (2003). EEG-correlated fMRI of human alpha activity. *NeuroImage*, *19*(4), 1463–1476. https://doi.org/10.1016/s1053-8119(03)00286-6

Lang, P. J., Bradley, M. N., & Cuthbert, B. N. (1997). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. University of Florida, Gainesville, FL.

Lang, P. J., Bradley, M. N., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. University of Florida, Gainesville, FL.

Lasaitis, C., Ribeiro, R. L., Freire, M. V., & Bueno, O. F. A. (2008). Atualização das normas brasileiras para o International Affective Picture System (IAPS). *Revista de Psiquiatria Do Rio Grande Do Sul*, *30*(3), 230–235. https://doi.org/10.1590/s0101-81082008000400012

Leahy, R. L. (2016). *Terapia do Esquema Emocional*. Artmed Editora.

Lefaucheur, J.-P., Antal, A., Ayache, S. S., Benninger, D. H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., Cotelli, M., De Ridder, D., Ferrucci, R., Langguth, B., Marangolo, P., Mylius, V., Nitsche, M. A., Padberg, F., Palm, U., Poulet, E., Priori, A., Rossi, S., Schecklmann, M., & Vanneste, S. (2017). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology*, *128*(1), 56–92. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2016.10.087

Lima, A. L. de, Braga, F. M. A., da Costa, R. M. M., Gomes, E. P., Brunoni, A. R., & Pegado, R. (2019). Transcranial direct current stimulation for the treatment of generalized anxiety disorder: A randomized clinical trial. *Journal of Affective Disorders*, *259*, 31–37. https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.08.020

Linehan, M. M. (2018). *Treinamento de Habilidades em DBT*. Artmed Editora.

Marques, M. M. (2016). *Balanceamento inter-hemisférico do Córtex Pré-frontal e Regulação Emocional: um estudo Neuromodulatório, Comportamental e Psicofisiológico.* **(**Universidade Presbiteriana Mackenzie), São Paulo.

Matos, M. da S. de, & Borowski, S. B. V. (2019). Vivências emocionais e estratégias de regulação emocional de psicólogos clínicos: um estudo qualitativo. *Estudos Interdisciplinares Em Psicologia*, *10*(3), 160. https://doi.org/10.5433/2236-6407.2019v10n3p160

McRae, K., & Gross, J. J. (2020). Emotion regulation. *Emotion*, *20*(1), 1–9. https://doi.org/10.1037/emo0000703

Medeiros, N. S. B. (2021). Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Córtex Pré-Frontal em estratégias de Regulação Emocional em mulheres [Tese Doutorado, Universidade Federal da Paraíba]. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22664

Mehta, A., Moeck, E., Preece, D.A. *et al.* Alexithymia and Emotion Regulation: the Role of Emotion Intensity. *Affec Sci* (2024). https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s42761-024-00278-6

Neacsiu, A. D., Beynel, L., Graner, J. L., Szabo, S. T., Appelbaum, L. G., Smoski, M. J., & LaBar, K. S. (2022). Enhancing cognitive restructuring with concurrent fMRI-guided neurostimulation for emotional dysregulation–A randomized controlled trial. *Journal of Affective Disorders*, *301*, 378–389. https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.01.053

Neacsiu, A. D., Gerlus, N., Graner, J. L., Beynel, L., Smoski, M. J., & LaBar, K. S. (2024). Characterization of neural networks involved in transdiagnostic emotion dysregulation from a pilot randomized controlled trial of a neurostimulation-enhanced behavioral

intervention. *Psychiatry research. Neuroimaging*, *345*, 111891. https://doi.org/10.1016/j.pscychresns.2024.111891

Nejati, V., Majdi, R., Salehinejad, M. A., & Nitsche, M. A. (2021). The role of dorsolateral and ventromedial prefrontal cortex in the processing of emotional dimensions. *Scientific Reports*, *11*(1), 1971. https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7

Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Rethinking Feelings: An fMRI Study of the Cognitive Regulation of Emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(8), 1215–1229. https://doi.org/10.1162/089892902760807212

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(5), 242–249. https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010

Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D. E., & Gross, J. J. (2004). For better or for worse: neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *NeuroImage*, *23*(2), 483–499. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.030

Peirce, J. W. (2007). PsychoPy—Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, *162*(1-2), 8–13. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017

Peña-Gómez, C., Vidal-Piñeiro, D., Clemente, I. C., Pascual-Leone, Á., & Bartrés-Faz, D. (2011). Down-Regulation of Negative Emotional Processing by Transcranial Direct Current Stimulation: Effects of Personality Characteristics. *PLoS ONE*, *6*(7), e22812. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812

Polanía, R., Nitsche, M. A., & Ruff, C. C. (2018). Studying and modifying brain function with non-invasive brain stimulation. *Nature Neuroscience*, *21*(2), 174–187. https://doi.org/10.1038/s41593-017-0054-4

Poreisz, C., Boros, K., Antal, A., & Paulus, W. (2007). Safety aspects of transcranial direct current stimulation concerning healthy subjects and patients. *Brain Research Bulletin*, *72*(4-6), 208–214. https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.01.004

Preece, D. A., Mehta, A., Petrova, K., Sikka, P., Pemberton, E., & Gross, J. J. (2024). Alexithymia profiles and depression, anxiety, and stress. *Journal of Affective Disorders*, S0165-0327(24)003859. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.02.071

Razza, L. B., Palumbo, P., Moffa, A. H., Carvalho, A. F., Solmi, M., Loo, C. K., & Brunoni, A. R. (2020). A systematic review and meta-analysis on the effects of transcranial direct current stimulation in depressive episodes. *Depression and Anxiety*, *37*(7), 594–608. https://doi.org/10.1002/da.23004

Raschle, N. M., Fehlbaum, L. V., Menks, W. M., Martinelli, A., Prätzlich, M., Bernhard, A., Ackermann, K., Freitag, C., De Brito, S., Fairchild, G., & Stadler, C. (2019). Atypical Dorsolateral Prefrontal Activity in Female Adolescents With Conduct Disorder During Effortful Emotion Regulation. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *4*(11), 984–994. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2019.05.003

Roh, S.-C., Park, E.-J., Shim, M., & Lee, S.-H. (2016). EEG beta and low gamma power correlates with inattention in patients with major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*, *204*, 124–130. https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.06.033

Ray, R. D., McRae, K., Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2010). Cognitive reappraisal of negative affect: Converging evidence from EMG and self-report. *Emotion*, *10*(4), 587–592. https://doi.org/10.1037/a0019015

Reis, A. H., Oliveira, S. E. S., Bandeira, D. R., Andrade, N. C., Abreu, N., & Sperb, T. M. (2016). Emotion Regulation Checklist (ERC): estudos preliminares da adaptação e validação para a cultura brasileira. *Temas Em Psicologia*, *24*(1), 77–96. https://doi.org/10.9788/tp2016.1-06

Richards, J. M., & Gross, J. J. (2000). Emotion regulation and memory: The cognitive costs of keeping one's cool. *Journal of Personality and Social Psychology*, *79*(3), 410–424. https://doi.org/10.1037//0022-3514.79.3.410

Santos, Alexandre Moura dos. (2025). *Eficiência e segurança de estimulação transcraniana por corrente continua no tratamento da fadiga de pacientes com vasculite sistêmica primárias: ensaio clínico, randomizado, duplo-cego e sham-controlado.* [Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina], Catálogo USP.

Shinpei, Y., Kouga, S., & Keiichi, O. (2024). Diminished negative emotion regulation through affect labeling and reappraisal: insights from functional near infrared spectroscopy on lateral prefrontal cortex activation. *BMC psychology*, *12*(1), 613. https://doi.org/10.1186/s40359-024-02103-y

Silva, E., & Freire, T. (2014). Regulação emocional em adolescentes e seus pais: Da psicopatologia ao funcionamento ótimo. *Análise Psicológica*, *32*(2), 187–198. https://doi.org/10.14417/ap.746

Silva, A., Medeiros, P., Coutinho, M., Santos, L., Silva, G., Araújo, R., & Carvalho, K. (2023). Análise da segurança da técnica de estimulação transcraniana por corrente contínua em idosos saudáveis. *Editora Pasteur EBooks*, 117–122. https://doi.org/10.59290/978-65-6029-064-8.15

Shafir, R., Zucker, L., & Sheppes, G. (2018). Turning off hot feelings: Down-regulation of sexual desire using distraction and situation-focused reappraisal. *Biological Psychology*, *137*, 116–124. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.07.007

Sheppes, G., Suri, G., & Gross, J. J. (2015). Emotion Regulation and Psychopathology. *Annual Review of Clinical Psychology*, *11*(1), 379–405. https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032814-112739

Sheppes, G., Scheibe, S., Suri, G., & Gross, J. J. (2011). Emotion-Regulation Choice.

Psychological Science, *22*(11), 1391–1396. https://doi.org/10.1177/0956797611418350

Shiota, M. N., & Levenson, R. W. (2012). Turn down the volume or change the channel? Emotional effects of detached versus positive reappraisal. *Journal of Personality and Social Psychology*, *103*(3), 416–429. https://doi.org/10.1037/a0029208

Song, S., Zilverstand, A., Gui, W., Li, H., & Zhou, X. (2019). Effects of single-session versus multi-session non-invasive brain stimulation on craving and consumption in individuals with drug addiction, eating disorders or obesity: A meta-analysis. *Brain Stimulation*, *12*(3), 606–618. https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.975

Steen-García, L., Franco-Jiménez, R., Ibáñez-Alfonso, J., & Ibáñez, J. (2024). Estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) en adultos con trastorno por déficit de atención/ hiperactividad. Una revisión sistemática. *Rev Neurol*, *79*, 239–285.

Stern. (2002). Simultaneous EEG and fMRI of the alpha rhythm. *NeuroReport*, 2487–2492. https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000047685.08940.d0

Steinmann, S., Tiedemann, K. J., Kellner, S., Wellen, C. M., Haaf, M., Mulert, C., Rauh, J., & Leicht, G. (2024). Reduced frontocingulate theta connectivity during emotion regulation in major depressive disorder. *Journal of Psychiatric Research*, *173*, 245–253. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2024.03.022

Strauss, G. P., Ossenfort, K. L., & Whearty, K. M. (2016). Reappraisal and Distraction Emotion Regulation Strategies Are Associated with Distinct Patterns of Visual Attention and Differing Levels of Cognitive Demand. *PLOS ONE*, *11*(11), e0162290. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162290

Sütçübaşı, B., Bayram, A., Metin, B., & Demiralp, T. (2024). Neural correlates of approach–avoidance behavior in healthy subjects: effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) over the right dorsolateral prefrontal cortex.

International Journal of Psychophysiology, *203*, 1 - 15. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2024.112392

Suri, G., & Gross, J. J. (2022). What is an Emotion? A Connectionist Perspective. *Emotion Review*, 175407392210822. https://doi.org/10.1177/17540739221082203

Suzuki, Y., & Tanaka, S. C. (2021). Functions of the ventromedial prefrontal cortex in emotion regulation under stress. *Scientific Reports*, *11*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-021-97751-0

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson Education Limited.

Tang, Y., Mo, L., Peng, Z., Li, Y., & Zhang, D. (2025). Causal enhancement of cognitive reappraisal through synchronized dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex activity. *Emotion (Washington, D.C.)*, *25*(6), 1418–1428. https://doi.org/10.1037/emo0001507

Toleson, S., Khazem, L., Jimmy, J., Kreutzer, K. A., Wagh, U., Bryan, C. J., & Gorka, S. M. (2024). The impact of neural emotion reactivity and regulation on the association between depression and suicide ideation in high-risk adults. *Journal of affective disorders*, *364*, 205–211. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.033

Uusberg, A., Uibo, H., Kreegipuu, K., & Allik, J. (2013). EEG alpha and cortical inhibition in affective attention. *International Journal of Psychophysiology*, *89*(1), 26–36. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.04.020

Vieira, L. P. B. (2018). *A participação do Córtex Pré-Frontal ventrolateral esquerdo na reavaliação cognitiva avaliada através da estimulação transcraniana por corrente contínua* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco]. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30752

Vignola, R. C. B., & Tucci, A. M. (2014). Adaptation and validation of the depression, anxiety and stress scale (DASS) to Brazilian Portuguese. *Journal of Affective Disorders*, *155*(155), 104–109. https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.10.031

Vrtička, P., Sander, D., & Vuilleumier, P. (2011). Effects of emotion regulation strategy on brain responses to the valence and social content of visual scenes. *Neuropsychologia*, *49*(5), 1067–1082. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.020

Wang, H.-Y., Xu, G.-Q., Ni, M.-F., Zhang, C.-H., Li, X.-L., Chang, Y., Sun, X.-P., & Zhang, B.-W. (2021). Neural basis of implicit cognitive reappraisal in panic disorder: an event-related fMRI study. *Journal of Translational Medicine*, *19*(1). https://doi.org/10.1186/s12967-021-02968-2

Wang, H.-Y., You, H.-L., Song, C.-L., Zhou, L., Wang, S.-Y., Li, X.-L., Liang, Z.-H., & Zhang, B.-W. (2024). Shared and distinct prefrontal cortex alterations of implicit emotion regulation in depression and anxiety: An fNIRS investigation. *Journal of Affective Disorders*. https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.03.032

Wiltenburg, T. D., & Miguel, F. K. (2021). Estudo de validade do Questionário Online de Regulação Emocional. *Psico*, *52*(1), e34728. https://doi.org/10.15448/1980-8623.2021.1.34728

Winker, C., Rehbein, M. A., Sabatinelli, D., Dohn, M., Maitzen, J., Roesmann, K., Wolters, C. H., Arolt, V., & Junghoefer, M. (2019). Noninvasive Stimulation of the Ventromedial Prefrontal Cortex Indicates Valence Ambiguity in Sad Compared to Happy and Fearful Face Processing. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *13*. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00083

Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi,

C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology*, *127*(2), 1031–1048. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.012

Wu, L., Potenza, M. N., Zhou, N., Kober, H., Shi, X., Yip, S. W., Xu, J., Zhu, L., Wang, R., Liu, G., & Zhang, J.-T. (2020). A role for the right dorsolateral prefrontal cortex in enhancing regulation of both craving and negative emotions in internet gaming disorder: A randomized trial. *European Neuropsychopharmacology*, *36*, 29–37. https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2020.04.003

Wyczesany, M., Adamczyk, A. K., Hobot, J., Barbalinardo, G., Adamczyk, P., Labaza, A., & Ligeza, T. S. (2022). Offline rTMS inhibition of the right dorsolateral prefrontal cortex impairs reappraisal efficacy. *Scientific Reports*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-24629-0

Yu, L., Long, Q., Tang, Y., Yin, S., Chen, Z., Zhu, C., & Chen, A. (2021). Improving Emotion Regulation Through Real-Time Neurofeedback Training on the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex: Evidence From Behavioral and Brain Network Analyses. *Frontiers in Human Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.620342

Yang, X., Wang, Y., Tang, S., Li, L., & Wang, J. (2025). Effects of transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex on craving and negative emotion regulation in individuals at risk for problematic pornography use: A double-blind, placebo-controlled study. *Journal of Behavioral Addictions*, *14*(2), 1064–1078. https://doi.org/10.1556/2006.2025.00030

Xavier, V. P. P. (2019). Emoção, regulação emocional e comportamento. *Singular Sociais E Humanidades*, *1*(1), 31–39. https://doi.org/10.33911/singularsh.v1i1.26

Zhang, J., Dong, H., Zhao, Z., Chen, S., Jiang, Q., Du, X., & Dong, G.-H. (2020). Altered neural processing of negative stimuli in people with internet gaming disorder: fMRI evidence from the comparison with recreational game users. *Journal of Affective Disorders*, *264*, 324–332. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.01.008

Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., Xie, H., & Zhang, D. (2020). The VLPFC versus the DLPFC in Downregulating Social Pain Using Reappraisal and Distraction Strategies. *The Journal of Neuroscience*, *41*(6), 1331–1339. https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020

APÊNDICE

APÊNDICE A. Perfil do Participante

QUESTIONÁRIO PARA PERFIL DO PARTICIPANTE

Idade: _____

Sexo:
- Masculino
- Feminino

Estado civil:
- Solteiro
- Casado
- Divorciado
- Outro_____

Escolaridade:
- Ensino Fundamental Incompleto
- Ensino Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior
- Mestrado
- Doutorado

Religião:
- Católico
- Evangélico
- Espírita
- Outra _____

És diagnosticado com algum transtorno psiquiátrico ou psicológico? (Como: Déficit de Atenção e Hiperatividade – TDAH, Depressão, Ansiedade).
- Não
- Sim, Qual? _____

Utiliza algum medicamento antidepressivo ou antipsicótico?
- Não
- Sim, Qual? _____

Tem ou teve doenças neurológicas que provoquem condições de déficit cognitivo, déficit nas funções executivas ou histórico de doenças do Sistema Nervoso Central (Como: Epilepsia, Acidente Vascular Cerebral – AVC, etc.)
- Não
- Sim, Qual? _____

Faz uso de drogas ilícitas?

- Não
- Sim, Qual? _____

APÊNCIDE B. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS COGNITIVA E COMPORTAMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado(a) **PARTICIPANTE DE PESQUISA**,

Os pesquisadores, a aluna, Josefa Kelly Lima Dantas e orientadora, Prof.ª Dra. Maria José Nunes Gadelha, convidam você a participar da pesquisa intitulada "**Efeitos Da Neuromodulação Não-Invasiva Sob A Área Ventromedial No Processo De Regulação Emocional E Suas Consequências Eletrofisiológicas: um estudo aleatorizado controlado** ". Para tanto você precisará assinar o TCLE que visa assegurar a proteção, a autonomia e o respeito aos participantes de pesquisa em todas as suas dimensões: física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural e/ou espiritual – e que a estruturação, o conteúdo e forma de obtenção dele observam as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos preconizadas pela **Resolução 466/2012 e/ou Resolução 510/2016**, do Conselho Nacional de Saúde e Ministério da Saúde.

Sua decisão de participar neste estudo deve ser voluntária e que ela não resultará em nenhum custo ou ônus financeiro para você (ou para o seu empregador, quando for este o caso) e que você não sofrerá nenhum tipo de prejuízo ou punição caso decida não participar desta pesquisa. Todos os dados e informações fornecidos por você serão tratados de forma anônima/sigilosa, não permitindo a sua identificação.

- **Objetivo da Pesquisa:** Como objetivo geral, analisar os efeitos da tDCS no CPFVm em medidas eletrofisiológicas para tarefas de regulação emocional em adultos saudáveis. E como objetivos específicos: Registrar a atividade cerebral do CPFVm para tarefas de reavaliação cognitiva e supressão emocional em adultos saudáveis; Comparar a atividade neural através do EEG do CPFVm em tarefas de reavaliação cognitiva e supressão emocional de adultos saudáveis, antes e depois da aplicação da tDCS, na condição experimental e sham; Verificar se houve diferenças significativas entre a condição sham e a condição experimental do tDCS em relação as pontuações de regulação emocional.
- **Metodologia:** Os participantes, entre 18 e 50 anos, recrutados por amostragem não-probabilística por conveniência, serão submetidos a estímulos visuais padronizados do *International Affective Picture System* (IAPS) com imagens desagradáveis durante as tarefas de regulação emocional. As medidas eletrofisiológicas serão registradas por EEG. O experimento seguirá o procedimento de pesquisa dividido em quatro etapas: 1. Subdivisão dos grupos controle e experimental e preenchimento de instrumentos; 2. Montagem de EEG e realização das tarefas de observação, reavaliação e supressão; 3. Montagem e aplicação da tDCS; e 4. Montagem de EEG realização das tarefas de observação, reavaliação e supressão. Posteriormente, os dados serão analisados utilizando os softwares IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 24.0 e R Studio.

- **Riscos ao(à) Participante da Pesquisa:** Os riscos da sua participação são considerados mínimos, limitados à possibilidade de eventual desconforto psicológico e emocional pela visualização das imagens desagradáveis de valência negativa, sinonimo de sentir emoções negativas. Também apresenta riscos físicos mínimos previsíveis, pelo uso da estimulação transcraniana por corrente continua (tDCS), mas momentaneamente, e o participante ficará livre para interromper o preenchimento a qualquer momento. Caso o desconforto persista, nos comprometeremos em ofertar uma escuta psicológica quando necessário.
- Benefícios ao(à) Participante da Pesquisa**:** Em suma, é de fundamental benefício para comunidade científica importância compreender as bases neurais da Regulação Emocional (RE) nas áreas do córtex cerebral durante as tarefas de RE, tendo como potencializador o uso da tDCS e o registro dos movimentos oculares, para possibilitar a comunidade geral novas estratégias terapêuticas no campo da psicologia, psiquiatria e neurociência, de manejar a Regulação Emocional, podendo assim desenvolver de forma personalizada intervenções terapêuticas mais eficazes, minimizando as patologias e sofrimentos psicológicos.

Por fim, é importante salientar que essa produção se caracteriza um estudo guarda-chuva, que possibilita o uso dos dados nesta pesquisa para a produção de outros projetos subsequentes relacionados a tema, os quais utilizarão a mesma base de dados coletadas nessa pesquisa, tendo a ampla possibilidade de realizar novas análises proporcionando o conhecimento de novos achados. Os dados gerados nessa pesquisa também poderão ser divulgados em congressos ou revistas científicas, mas a sua identidade será mantida no mais absoluto sigilo.

Informação de Contato do Responsável Principal e de Demais Membros da Equipe de Pesquisa

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor contatar o pesquisador: Maria José Nunes Gadelha. No e-mail: maria.gadelha@ufrn.br ou endereço: Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento, Departamento de Psicologia – CCHLA. Cidade Universitária Campus I, Bairro: Castelo Branco, Estado/País: Paraíba – Brasil, CEP: 58059-900. Telefone: (83) 3048-8517. E-mail: neurociencia.ppgnec@gmail.com. Ou ainda, Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – João Pessoa/PB - (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Endereço e Informações de Contato do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento (PPGNEC)

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento, Departamento de Psicologia – CCHLA. Cidade Universitária Campus I, Bairro: Castelo Branco, Estado/País: Paraíba – Brasil, CEP: 58059-900. Telefone: (83) 3048-8517. E-mail: neurociencia.ppgnec@gmail.com. Horário de Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h.

Endereço e Informações de Contato do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)/CCS/UFPB

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) - Centro de Ciências da Saúde (1º andar) da Universidade Federal da Paraíba Campus I – Cidade Universitária / CEP: 58.051-900 – João Pessoa-PB. Telefone: +55 (83) 3216-7791. E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br. Horário de

Funcionamento: de 07h às 12h e de 13h às 16h. Homepage: http://www.ccs.ufpb.br/eticaccsufpb.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ao colocar sua assinatura ao final deste documento, **VOCÊ**, de forma voluntária, na qualidade de **PARTICIPANTE** da pesquisa, expressa o seu **consentimento livre e esclarecido** para participar deste estudo guarda-chuva e declara que está suficientemente informado(a), de maneira clara e objetiva, acerca da presente investigação. E receberá uma cópia deste **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE),** assinada pelo(a) Pesquisador(a) Responsável.

João Pessoa, PB. 24 de maio de 2024.

_____

Assinatura, por extenso, do(a) Participante da Pesquisa

_____

Pesquisador(a) Responsável pela pesquisa

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar o CEP e a CONEP: Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB - (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com. Horário de Funcionamento: 08:00 às 12:00 e das 14:00 às 17:00 horas.

CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
Endereço: SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Bairro Asa Norte, Brasília-DF – CEP: 70.719-040 – Fone: (61) 3315-5877 – E-mail: conep@saude.gov.br

A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) é uma comissão do Conselho Nacional de Saúde - CNS, criada através da Resolução 196/96 e com constituição designada pela Resolução 246/97, com a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo Conselho. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, com "múnus público", que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos sujeitos em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa.

ANEXOS

ANEXO A. Escala de Dificuldades de Regulação Emocional
(Gratz and Roemer, 2004; versão portuguesa: Coutinho et al., 2010)

Por favor indique com que frequência as seguintes frases se aplicam a si, selecionando a opção de resposta adequada. Por favor responda a todos os itens. Não existem respostas certas ou erradas.

Escala de resposta
1 – Quase nunca se aplica a mim
2 – Aplica-se a mim poucas vezes
3 – Aplica-se a mim cerca de metade das vezes
4 – Aplica-se a mim muitas vezes
5 – Aplica-se quase sempre a mim.

1.Percebo com clareza os meus sentimentos	1	2	3	4	5
2. Presto atenção a como me sinto.	1	2	3	4	5
3. Vivo as minhas emoções como avassaladoras e fora do controlo.	1	2	3	4	5
4. Não tenho nenhuma ideia de como me sinto.	1	2	3	4	5
5. Tenho dificuldade em atribuir um sentido aos meus sentimentos.	1	2	3	4	5
6. Estou atento aos meus sentimentos.	1	2	3	4	5
7. Sei exatamente como me estou a sentir.	1	2	3	4	5
8. Interesso-me por aquilo que estou a sentir.	1	2	3	4	5
9. Estou confuso sobre como me sinto.	1	2	3	4	5
10. Quando estou em baixo, apercebo-me das minhas emoções.	1	2	3	4	5
11. Quando estou em baixo, fico zangado comigo próprio por me sentir assim.	1	2	3	4	5
12. Quando estou em baixo, fico embaraçado por me sentir assim.	1	2	3	4	5
13. Quando estou em baixo, tenho dificuldade em realizar tarefas.	1	2	3	4	5
14. Quando estou em baixo, fico fora de controlo.	1	2	3	4	5
15. Quando estou em baixo, penso que vou-me sentir assim por muito tempo.	1	2	3	4	5
16. Quando estou em baixo, penso que vou acabar por me sentir muito deprimido.	1	2	3	4	5
17. Quando estou em baixo, acredito que os meus sentimentos são válidos e importantes.	1	2	3	4	5
18. Quando estou em baixo, tenho dificuldade em concentrar-me noutras coisas.	1	2	3	4	5

19. Quando estou em baixo, sinto-me fora de controlo.	1	2	3	4	5
20. Quando estou em baixo, continuo a conseguir fazer as coisas.	1	2	3	4	5
21. Quando estou em baixo, sinto-me envergonhado de mim próprio por me sentir assim.	1	2	3	4	5
22. Quando estou em baixo, sei que vou conseguir encontrar uma maneira de me sentir melhor.	1	2	3	4	5
23. Quando estou em baixo, sinto que sou fraco.	1	2	3	4	5
24. Quando estou em baixo, sinto que consigo manter o controlo dos meus comportamentos.	1	2	3	4	5
25. Quando estou em baixo, sinto-me culpado por me sentir assim.	1	2	3	4	5
26. Quando estou em baixo, tenho dificuldade em concentrar-me.	1	2	3	4	5
27. Quando estou em baixo, tenho dificuldade em controlar os meus comportamentos	1	2	3	4	5
28. Quando estou em baixo, acho que não há nada que eu possa fazer para me sentir melhor.	1	2	3	4	5
29. Quando estou em baixo, fico irritado comigo próprio por me sentir assim.	1	2	3	4	5
30. Quando estou em baixo, começo a sentir-me muito mal comigo próprio.	1	2	3	4	5
31. Quando estou em baixo, acho que a única coisa que eu posso fazer é afundar-me nesse estado.	1	2	3	4	5
32. Quando estou em baixo, eu perco o controlo dos meus comportamentos.	1	2	3	4	5
33. Quando estou em baixo, tenho dificuldade em pensar noutra coisa qualquer.	1	2	3	4	5
34. Quando estou em baixo, dedico algum tempo a perceber aquilo que realmente estava a sentir.	1	2	3	4	5
35. Quando estou em baixo, demoro muito tempo até me sentir melhor.	1	2	3	4	5
36. Quando estou em baixo, as minhas emoções parecem avassaladoras.	1	2	3	4	5

ANEXO B. *Questionário Cognitivo de Regulação Emocional- versão reduzida (CERQ-short)*

Questionário Cognitivo de Regulação Emocional
CERQ-Short
Araujo, Gadelha & Melo, 2020

Como você lida com as situações?
Todos nós enfrentamos em algum momento situações que são negativas ou desagradáveis e cada um de nós responde a elas de uma maneira pessoal. Nas seguintes frases pedimos-lhe para circular um número para indicar o que você geralmente pensa, quando enfrenta uma experiência negativa ou acontecimentos desagradáveis.

Quase nunca	Algumas vezes	Cerca de metade do tempo	A maior parte do tempo	Quase sempre
1	**2**	**3**	**4**	**5**

1. Eu acho que devo aceitar que isso tenha acontecido	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
2. Eu penso frequentemente sobre como me sinto a respeito do que aconteceu comigo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
3. Acho que posso aprender alguma coisa com a situação	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
4. Sinto que sou o único responsável pelo que aconteceu	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
5. Penso que devo aceitar a situação	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
6. Eu me preocupo com o que eu penso e sinto sobre o que aconteceu comigo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
7. Eu penso sobre coisas agradáveis que não têm nada a ver com o que aconteceu comigo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
8. Eu acho que o que aconteceu me deixa mais forte	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
9. Eu fico pensando sobre o quão terrível foi o que aconteceu comigo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
10. Eu acho que os outros são responsáveis pelo que aconteceu	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
11. Eu Penso em algo agradável em vez de pensar no que aconteceu	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
12. Eu Penso em como mudar a situação	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
13. Eu acho que não foi tão ruim em comparação com outras coisas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
14. Basicamente, eu acredito que a causa do que aconteceu, deve ser eu mesmo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
15. Eu penso em estratégias para agir da melhor forma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
16. Digo a mim mesmo que há coisas piores na vida	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
17. Eu sempre penso sobre o quão horrível foi a situação	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
18. Eu acho que, basicamente, a culpa é dos outros	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

ANEXO C. Depression, Anxiety and Stress Scale (DASS-21)

(Lovibond & Lovibond, 1995, adaptação e validação para o português – Brasil por Vignolla & Tucci, 2014)

Indique o quanto cada uma das frases se aplicou a você DURANTE A ÚLTIMA SEMANA, conforme a indicação a seguir:

0. Não se aplicou de maneira alguma.	1. Aplicou-se em algum grau ou por pouco tempo.	2. Aplicou-se em um grau considerável, ou por uma boa parte do tempo.	3. Aplicou-se muito, ou na maioria do tempo.

1. Achei difícil me acalmar.	0	1	2	3
2. Senti minha boca seca.	0	1	2	3
3. Não consegui vivenciar nenhum sentimento positivo.	0	1	2	3
4. Tive dificuldade em respirar em alguns momentos (ex. respiração ofegante, falta de ar, sem ter feito nenhum esforço físico).	0	1	2	3
5. Achei difícil ter iniciativa para fazer as coisas.	0	1	2	3
6. Tive a tendência de reagir de forma exagerada às situações.	0	1	2	3
7. Senti tremores (ex. nas mãos).	0	1	2	3
8. Senti que estava sempre nervoso.	0	1	2	3
9. Preocupei-me com situações em que eu pudesse entrar em pânico e parecesse ridículo(a)	0	1	2	3
10. Senti que não tinha nada a desejar.	0	1	2	3
11. Senti-me agitado.	0	1	2	3
12. Achei difícil relaxar.	0	1	2	3
13. Senti-me depressivo(a) e sem ânimo.	0	1	2	3
14. Fui intolerante com as coisas que me impediam de continuar o que eu estava fazendo.	0	1	2	3
15. Senti que ia entrar em pânico.	0	1	2	3
16. Não consegui me entusiasmar com nada.	0	1	2	3
17. Senti que não tinha valor como pessoa.	0	1	2	3
18. Senti que estava um pouco emotivo/sensível demais.	0	1	2	3

19. Sabia que meu coração estava alterado mesmo não tendo feito nenhum esforço físico (ex. aumento da frequência cardíaca, disritmia cardíaca).	0	1	2	3
20. Senti medo sem motivo.	0	1	2	3
21. Senti que a vida não tinha sentido.	0	1	2	3

ANEXO D. Questionário de efeitos adversos da tDCS

QUESTIONÁRIO DE EFEITOS ADVERSOS DA tDCS
(BRUNONI *ET AL*, 2011)

NOME:_____

DATA: _____ SESSÃO:_____

Você experimentou algum dos sintomas ou efeitos colaterais?	Assinale um dos valores abaixo: 1-Ausência 2-Leve 3-Moderado 4-Severo	Se presente qual a chance de ser relacionado à tDCS? 1-Nenhuma 2-Remota 3-Possível 4-Provável 5-Certa	Comentários
Dor de cabeça			
Dor no pescoço			
Dor no couro cabeludo			
Queimação no couro cabeludo			
Formigamento			
Vermelhidão do couro cabeludo			
Sonolência			
Problema em se concentrar			
Mudanças de humor			
Outros (especifique)			

Você acha que foi submetido à estimulação *sham* (fictícia) ou real? ( ) Sham ( ) real

Psychology & Neuroscience

Ventromedial and Dorsolateral Cortical Areas in the Emotional Regulation Process: A Systematic Review

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	PNE-2025-0640
Full Title:	Ventromedial and Dorsolateral Cortical Areas in the Emotional Regulation Process: A Systematic Review
Abstract:	Context: The Emotional Regulation (ER) process is characterized by the management of emotions and is related to neural cognitive processes in the prefrontal regions, mainly the dorsolateral and ventromedial areas, which may be associated with cognitive reappraisal or emotional suppression strategies. Objective: This systematic review aimed to investigate the relationship between emotional regulation and the dorsolateral and ventromedial prefrontal areas in adult individuals during the performance of emotional regulation tasks. Method: Inclusion criteria included full articles published between 2020 and 2025, presenting in their methodology an ER task paradigm, as well as the use of neuroimaging acquisition tools. The databases used for the search were Web of Science, Scopus, and PubMed, using the descriptors "emotional regulation", "emotional modulation", "dorsolateral", and "ventromedial". Results: Based on the selected articles, it is observed that most studies focused on the dorsolateral area, mainly using regulatory tasks with a reappraisal strategy. Regarding image acquisition, Functional Magnetic Resonance Imaging, Electroencephalography and Functional Near-Infrared Spectroscopy techniques were employed. Conclusions: As a rule, the research demonstrated that both areas have a functional link with ER, as well as the effectiveness of reappraisal tasks in relation to negative/neutral stimuli. However, the need for further studies investigating knowledge about these areas, especially the ventromedial region, is identified.
Article Type:	Review
Keywords:	"Emotional regulation"; "dorsolateral prefrontal cortex"; "ventromedial prefrontal cortex"; "systematic review"
Corresponding Author:	JOSEFA KELLY LIMA DANTAS, Graduate UFPB: Universidade Federal da Paraiba João Pessoa, PB BRAZIL
Corresponding Author E-Mail:	kellyjkld@gmail.com
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	UFPB: Universidade Federal da Paraiba
Other Authors:	Byanca E. D. Silva, Master
	Larissa C. A. da Costa, Graduate
	Nelson T. Alves, Doctor
	Maria J. N. Gadelha, Doctor
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	JOSEFA KELLY LIMA DANTAS, Graduate
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Suggested Reviewers:	Elidianne Layanne Medeiros de Araújo, Doctor Universidade Federal da Paraíba: Universidade Federal da Paraiba Elidiannemedeiros@gmail.com Amplo conhecimento em estudos e técnicas de neuroimagem, um dos tópicos analisados na presente revisão sistemática.

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

	Luiz Carlos Serrano Lopez, Doctor Universidade Federal da Paraíba: Universidade Federal da Paraiba lcslopez@gmail.com Amplo conhecimento no desenvolvimento de estudos relacionados às Neurociências e Psicologia.
	Marcus Vinicius Costa Alves, Doctor Universidade Federal do Rio Grande do Norte marcus.alves@ufrn.br Revisor qualificado devido à sua formação como Doutor em Psicobiologia e seu foco central em Neurociência Cognitiva e Neuropsicologia. Sua experiência em Psicobiologia e a pesquisa sobre Bases Biológicas do Comportamento, Neurociência Cognitiva e Ativação Cortical fornecem o conhecimento técnico essencial para avaliar criticamente as regiões corticais e a validade das técnicas de aquisição de neuroimagem (metodologia) empregadas na revisão.
Opposed Reviewers:	
Order of Authors:	JOSEFA KELLY LIMA DANTAS, Graduate
	Byanca E. D. Silva, Master
	Larissa C. A. da Costa, Graduate
	Nelson T. Alves, Doctor
	Maria J. N. Gadelha, Doctor