

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes
Departamento de Psicologia
Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento

Natany de Souza Batista Medeiros

**Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Córtex Pré-Frontal
em Estratégias de Regulação Emocional em Mulheres**

João Pessoa

2021

Natany de Souza Batista Medeiros

**Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Córtex Pré-Frontal
em Estratégias de Regulação Emocional em Mulheres**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Neurociência Cognitiva e Comportamento da
Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino

Linha de pesquisa: Neurociência cognitiva pré-clínica e
clínica

João Pessoa

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M488e Medeiros, Natany de Souza Batista.

Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no córtex pré-frontal em estratégias de regulação emocional em mulheres / Natany de Souza Batista Medeiros. - João Pessoa, 2021.

118 f. : il.

Orientação: Melyssa Kellyanne Cavalcanti Galdino.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCHLA.

1. Autoconsciência - Regulação emocional. 2. ETCC.
3. Distração - Reavaliação. 4. Córtex pré-frontal. 5.
Mindfulness. I. Galdino, Melyssa Kellyanne Cavalcanti.
II. Título.

UFPB/BC

CDU 165.242.1(043)

FOLHA DE APROVAÇÃO DE BANCA

Autor (a): Natany de Souza Batista Medeiros

Título: Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Córtex Pré-Frontal em Estratégias de Regulação Emocional em Mulheres

Tese de doutorado apresentado ao programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito obrigatório para obtenção do título de doutor.

Aprovado em: João Pessoa, 10 de novembro de 2021.

Banca Examinadora



Dra Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino

Universidade Federal da Paraíba

Presidente e Orientadora



Dr Nelson Torro Alves

Universidade Federal da Paraíba

Examinador Interno



Dr Luiz Carlos Serramo Lopez

Universidade Federal da Paraíba

Examinador Interno



Dr Antônio Egídio Nardi

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Examinador Externo à Instituição



Dr Jandilson Avelino da Silva

Universidade Federal de Pelotas

Examinador Externo à Instituição

AGRADECIMENTOS

Nenhum trabalho é individual e esse é composto por muitas mãos. Foi a ousadia de neurocientistas que começaram a investigar processos emocionais e sociais a partir da ótica da neurociência social que permitiu esse trabalho ser pensado e desenvolvido. Essa interseção entre as ciências biológicas e sociais tem alertado sobre a urgência de cuidarmos do nosso planeta e de mudarmos o ritmo de produção e consumo. E é preciso muita regulação emocional para realizar essa transformação, desenvolver trabalhos significativos e atravessar esse processo conectado consigo e com o que é importante. O fio condutor desse trabalho foi aprofundar a compreensão entre o funcionamento cerebral e os processos associados a regulação emocional. Finalizo com mais perguntas que respostas. Espero que as perguntas geradas possam conduzir novas pesquisas.

Agradeço imensamente aos meus pais, Maria da Luz e Clelison, por todo investimento feito em mim. Por priorizarem minha educação e se orgulharem das minhas escolhas. Por cuidarem de mim, ao longo de todos os anos em que estive na UFPB. Agradeço ao meu esposo, Bruno, pelo amor, cuidado e apoio incondicional em todas as fases da realização do doutorado e da construção dessa tese. Obrigada pelas inúmeras viagens que fez de Natal a João Pessoa apenas para me acompanhar nas coletas. Agradeço a minha irmã, Nayara, pelo apoio e assistência, pelas caronas, conversas e por me permitir treinar a condução dos experimentos nela. Agradeço aos meus sobrinhos, Felipe e Nicole, pela leveza que só crianças podem trazer ao longo de 2018 e 2019 no trajeto de casa à UFPB. Ser a primeira a concluir um curso superior, um mestrado e um doutorado na família é um privilégio, mas é também entender que isso só foi possível porque eles renunciaram a muita coisa. Obrigada também aos meus filhos pets, Abigail, Bacu e Pandora, por me darem toda alegria e amor.

Agradeço a professora Melyssa, que além da orientação ofereceu apoio, suporte e acreditou na capacidade da realização de um projeto diferente no laboratório. A professora Melyssa acalentou, escutou e ofereceu ajuda em todas as etapas. Me considero muito sortuda por ter uma orientadora que buscou compreender todas as dificuldades envolvidas na realização desse trabalho, me incentivando e passando confiança em todas as interações. Ela vê coisas em mim que não consigo bem enxergar e foi essa confiança que tornou a condução desse trabalho mais leve para mim. Também agradeço imensamente a orientação e acompanhamento do professor Nelson Torro e professor Nardi, pelas colocações importantes na qualificação do projeto e qualificação da tese. Agradeço a banca de defesa da tese pelo olhar colaborador e por me fornecer mais um degrau na caminhada acadêmica.

Agradeço aos alunos de iniciação científica que passaram por esse projeto e forneceram seu tempo, trabalho e dedicação no treinamento, recrutamento e na coleta e por permitirem o desenvolvimento de um dos primeiros ensaios duplo-cegos do LAPECC com a ETCC. Acompanhar a aquisição do aparelho de ETCC, aprender a aplicar, treinar inúmeras vezes a alocação dos eletrodos e a condução de um protocolo de pesquisa novo no laboratório durante semanas, conduzir a coleta de forma cega e discutir os resultados só foi possível pela ajuda de Jesaias, Gisele Menezes e Tiago. Também agradeço a Ana Victória e Thaís pela colaboração realizada durante a pandemia.

Nenhum caminho é longo demais quando temos amigos para nos acompanhar. Maria Paula, Ismael, Hortência, Gisele e Jandilson tornaram essa jornada leve e rica. Ter amigos inteligentes e que também são apaixonados pela ciência e pela psicologia me possibilitou viver a formação do doutorado para além da sala de aula e do laboratório. Também agradeço a amizade e companheirismo de Sandrinho, Artur, Priscila e José, obrigada pelo amor oferecido a mim ao longo dos anos. As queridas colegas de doutorado do PPGNeC: Milena, Gessika e Mariana que foram inspiração e parceria nas disciplinas, nos almoços no CCHLA e no compartilhamento de memes acadêmicos. Obrigada a minha analista, Elisângela Ferreira, que foi ouvido, suporte e incentivo desde o primeiro semestre do doutorado.

Agradeço a todos os pacientes que atendi e atendo na clínica e na UFRN ao longo dos anos. Obrigada por darem sentido a esse trabalho com suas dores relatadas e me lembrarem constantemente como a regulação das emoções é cotidiana e necessária. Agradeço a todas as mulheres que forneceram seu tempo para se voluntariar e participar dessa pesquisa.

À todos vocês, meu muito obrigada!

EPÍGRAFE

Nossas emoções são cheias de caprichos, como o clima de Londres. Num minuto, alguém nos critica e ficamos ofendidos e furiosos. No minuto seguinte, alguém nos elogia e nos sentimos orgulhosos e importantes. A menos que reconheçamos o ponto imutável abaixo da superfície de nossas emoções impermanentes, nos sentiremos reféns dos caprichos delas.

Haemin Sunim

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
APRESENTAÇÃO	7
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	8
Regulação emocional e estratégias	8
Neurobiologia da RE	11
ETCC	13
ETCC e estratégias de RE.....	14
ETCC e <i>mindfulness</i>	19
Problema de estudo	20
OBJETIVOS	21
Objetivo Geral.....	21
CAPÍTULO 2.....	23
Artigo 1	23
Efeito diferencial da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na regulação emocional em mulheres jovens	23
Resumo	24
Método	27
Resultados	33
Discussão.....	38
Referências	41
CAPÍTULO 3.....	50
Artigo 2 - Carta ao editor	50
Variations in the effect of neurostimulation on the ventrolateral prefrontal cortex in emotional regulation strategies in young women	50
Referências	54
CAPÍTULO 4.....	59
Artigo 3	59
Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afeto em mulheres	59
Resumo.....	60
Introdução.....	61
Método	63

Resultados	66
Discussão.....	69
Referências	72
CAPÍTULO 5	84
DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÃO	84
Referências.....	88
ANEXOS	99

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2: Artigo 1 - Efeito diferencial da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na regulação emocional

Tabela 1- Tabela com valores de média, desvio padrão e estatística F dos três grupos para idade e fatores do QRE, EDRE e EARE.	33
Tabela 2 - Médias e Desvios Padrão do número de pensamentos, número de categorias de pensamentos e intensidade da raiva, total e divididas pelas 4 vinhetas do RIT, para cada grupo.	36

CAPÍTULO 3: Artigo 2 - Carta ao editor: Variações no efeito da neuroestimulação no córtex pré-frontal ventrolateral em estratégias de regulação emocional em mulheres jovens

Supplementary data 2 - table 1 Demographics and individual characteristics. SD = Standard Deviation; ERQ = Emotion Regulation Questionnaire; DERS = Difficulties in Emotion Regulation Scale;	57
Supplementary data 4- table 2 Means and Standard Deviations (SD) of the number of reappraisals, the number of categories, the number of reappraisals by category of RIT's manual and anger intensity, full and divided by groups;	58

CAPÍTULO 4: Artigo 3 - Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afeto em mulheres

Tabela 1- Médias e Desvios-Padrão da idade e dos questionários QRE e EDRE divididos entre os grupos. Estatística teste Kruskal Wallis e p-valor, indicando ausência de diferenças significativas entre os grupos.	66
Tabela 2- Médias e desvios-padrão das séries temporais da variabilidade da frequência cardíaca no domínio de tempo e frequência.	69

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: Introdução Geral

Figura 1. Esquema com diferentes estratégias que foram solicitadas às participantes. Abaixo, a sequência de telas durante o experimento. 32

CAPÍTULO 2: Artigo 1 - Efeito diferencial da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na regulação emocional

Figura 2. 2a: Gráfico de intensidade para os diferentes blocos do experimento de imagens negativas, divididos pelos três grupos de condições de ETCC. 2b: Gráfico de valência para os diferentes blocos do experimento de imagens negativas, divididos pelos três grupos 36

Figura 3 3a: Gráfico com média do número de reavaliações diferentes geradas por vinheta, divididos pelos três grupos de condições de ETCC. 2b: Gráfico com média do número de categorias de reavaliações diferentes, divididos pelos três grupos de condições de ETCC. 37

CAPÍTULO 3: Artigo 2 - Carta ao editor: Variações no efeito da neuroestimulação no córtex pré-frontal ventrolateral em estratégias de regulação emocional em mulheres jovens

Supplementary data 1. Mean ratings valence and intensity inter-group and standard error for each regulation condition 55

Supplementary data 2 Significant interaction of 'Intensity' x 'strategy': Mean ratings intensity inter-group for each regulation condition (block). 56

CAPÍTULO 4: Artigo 3 - Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afeto em mulheres

Figura 4. Gráfico com média do número de pensamentos intrusivos negativos nas práticas de mindfulness antes e após a indução a preocupação, por grupo nas diferentes condições de estimulação. 67

Figura 5. Gráfico com médias das pontuações no afeto positivo e negativo antes e após a condução do experimento, por grupo das diferentes condições de estimulação. 68

RESUMO

As estratégias de Regulação Emocional (RE) são processos cognitivos que modificam a experiência emocional e sua execução está associada a ativação do Córtex Pré-Frontal (CPF). A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é um método que promove mudanças na excitabilidade cortical e vem sendo utilizada na investigação funcional do CPF. Entretanto, poucos estudos exploraram os efeitos da neuromodulação sobre as estratégias de RE. O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos da ETCC em diferentes regiões do córtex pré-frontal na RE. Para isso foram realizados três estudos com participação de mulheres, com idade entre 18 e 35 anos, sem histórico de doenças neurológicas e psiquiátricas, sem uso de medicações psicotrópicas. No primeiro estudo investigou-se o efeito da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo em estratégias de RE (observação passiva, distração e reavaliação) e na capacidade inventiva de reavaliação. Verificou-se que ETCC anódica no CPFDL direito reduziu a excitação emocional diante de imagens negativas independente da estratégia utilizada e uma tendência de efeito da ETCC anódica no CPFDL esquerdo no número de reavaliações geradas no RIT. No segundo estudo, o objetivo foi investigar o efeito da ETCC anódica no CPFVL direito na execução de estratégias de RE, utilizando-se a mesma metodologia do estudo 1. Encontrou-se que a ETCC anódica no CPFVL direito aumentou a capacidade inventiva na reavaliação e verificou-se efeito de interação entre grupo e estratégias nas respostas de intensidade. No terceiro estudo, investigou-se o efeito da ETCC anódica nos CPFDL esquerdo, direito e CPFVL direito no número de pensamentos intrusivos durante prática *mindfulness* antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas. Verificou-se que a ETCC no CPFDL esquerdo diminuiu a quantidade de pensamentos intrusivos e provocou maiores escores de afeto positivo após o experimento. Conclui-se que a ETCC em diferentes regiões do CPF possui efeito na RE, com especificidade dos efeitos dependente da região cortical alvo, do hemisfério e de particularidades na condução da tarefa emocional.

Palavras-Chave: Regulação Emocional; ETCC; Distração; Reavaliação; Córtex Pré-Frontal; Mindfulness.

ABSTRACT

The Emotional Regulation (ER) strategies are cognitive processes that modify emotional experience, and their execution is associated with activation of the prefrontal cortex (PFC). Transcranial direct-current stimulation (tDCS) is a method that promotes changes in cortical excitability and has been used in the functional investigation of CPF. However, few studies have explored the effects of neuromodulation on ER strategies. The aim of this work was to investigate the effects of tDCS in different regions of the prefrontal cortex in ER. For this, three studies were carried out with the participation of women, aged between 18 and 35 years, without a history of neurological and psychiatric diseases, without the use of psychotropic medications. In the first study, the effect of tDCS was investigated on the right and left dorsolateral PFC on ER strategies (passive observation, distraction and revaluation) and on the inventive capacity for reappraisal. It was found that anodal tDCS in the right dorsolateral PFC reduced emotional arousal in the face of negative images regardless of the strategy used and a trend towards the effect of anodal tDCS on the left PFC on the number of reappraisals generated in the RIT. In the second study, the objective was to investigate the effect of anodal tDCS on the right ventrolateral PFC in the execution of RE strategies, using the same methodology as in study 1. It was found that the anodal tDCS on the right ventrolateral PFC increased the inventive capacity in reappraisal, and there was an effect of interaction between group and strategies on intensity responses. In the third study, we investigated the effect of anodal tDCS on left and right dorsolateral PFC and right ventrolateral PFC on the number of intrusive thoughts during mindfulness practice before and after worry induction and on self-reported perception of positive and negative emotions. It was found that tDCS in the left dorsolateral PFC decreased the amount of intrusive thoughts and caused higher scores of positive affect after the experiment. It is concluded that tDCS in different regions of the PFC has an effect on ER, with specificity of the effects depending on the target cortical region, the hemisphere and particularities in the conduct of the emotional task.

Keywords: Emotion Regulation; tDCS; Distraction; Reappraisal; Prefrontal Cortex; Mindfulness.

APRESENTAÇÃO

Os estudos que serão apresentados foram desenvolvidos pelo Laboratório de Pesquisa em Comportamento e Cognição (LAPECC/UFPB) e estão inseridos em uma de suas linhas de pesquisa intitulada “Saúde Mental e Intervenção Cognitivo-Comportamental”, que visa investigar aspectos cognitivos e comportamentais voltados à promoção, à prevenção e à intervenção em saúde mental. Esse trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da ETCC no córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) direito e esquerdo e ventrolateral (CPFVL) direito na Regulação Emocional.

Este trabalho é dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo, como parte teórica, é apresentada uma introdução com as definições das variáveis desse estudo e a descrição de estudos que embasaram as perguntas que conduziram as pesquisas.

No capítulo 2, é apresentado o Artigo 1 com um estudo empírico que teve como objetivo investigar e comparar os efeitos da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo durante o uso de estratégias de regulação emocional reavaliar e distrair diante de estímulos negativos e na capacidade de inventividade na reavaliação.

No capítulo 3, é apresentado o Artigo 2, com segundo estudo empírico investigando o efeito da ETCC anódica no CPFVL direito na execução de estratégias de distração e reavaliação diante de estímulos negativos e na capacidade de inventividade na reavaliação.

No capítulo 4, é apresentado o Artigo 3, com terceiro estudo empírico investigando o efeito da ETCC anódica nos CPFDL direito e esquerdo e CPFVL direito no número de pensamentos intrusivos durante prática de *mindfulness* antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões sobre os resultados do trabalho, suas implicações e encaminhamentos para estudos futuros.

Nas Referências, estão listadas as referências utilizadas na Introdução e na conclusão. Na sessão Anexos, foram incluídos os instrumentos de avaliação utilizados nos artigos.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

Regulação emocional e estratégias

Ao longo do ano 2020 ficou ainda mais evidente a importância de se estudar e discutir a regulação das emoções. A humanidade passou por contextos difíceis com a pandemia do novo coronavírus, a crise econômica e o distanciamento social. Apesar das pessoas terem ciência dos impactos imediatos da pandemia e da necessidade da manutenção da estabilidade emocional para lidar com os prejuízos decorrentes da crise vivida, houve crescimento considerável das taxas de ansiedade, depressão, transtorno de estresse pós-traumático e sofrimento psicológico na população (Xiong, et al., 2020). Nota-se que para enfrentar os desafios impostos os humanos são dependentes da adaptação contextual, da redução da ansiedade sob estresse e da regulação dos impulsos para a sobrevivência (Buhle et al., 2014).

As emoções são um conjunto complexo de respostas químicas, neurais, afetivas e comportamentais com função reguladora e desempenham um papel adaptativo na preservação da vida (Damásio, 2000). Também podem ser definidas como um processo psicológico que provoca respostas comportamentais, na experiência, na expressão e na excitação fisiológica (Gross & Feldman Barrett, 2011). Já a Regulação Emocional (RE) é uma ação, consciente ou não, para modular uma emoção, modificando sua natureza, intensidade ou duração (Etkin, Büchel & Gross, 2015). A RE é fundamental para o bem-estar psicossocial e para a adaptação dos indivíduos, pois quando as emoções não são reguladas as respostas emocionais podem ser excessivas, inadequadas ou provocar prejuízos interpessoais (Gross & Jazaieri, 2014). A desregulação emocional acontece quando o indivíduo não consegue manejar a influência das emoções, podendo ocorrer tanto por dificuldades associadas à resposta emocional (como intensidade problemática, duração, frequência e tipo da emoção) quanto pelas estratégias de RE empregadas (Fernandez, et al. 2016).

A dificuldade em regular emoções tem sido associada a maior propensão para psicopatologias (Cludius, Mennin, & Ehling, 2020) e maior prejuízo no alcance de bem estar psicológico (Millgram, Huppert, & Tamir, 2020), inclusive, sendo apontada como um fator transdiagnóstico para manutenção de diversas desordens (Fernandez, et al. 2016) como, por exemplo, o transtorno de ansiedade generalizada (Diefenbach, Assaf, Goethe, Gueorguieva & Tolin, 2016) e a depressão (Renna, Quintero, Fresco & Mennin, 2017). A RE pode ser vista como um domínio de intervenção para prevenção de transtornos, tendo sido apontada como um moderador da resiliência e consequentemente um fator protetivo, sendo uma habilidade que

busca ser desenvolvida em programas de treinamento de resiliência e promoção de saúde mental (Kay, 2016).

Estudos sobre RE têm focado nos processos cognitivos e comportamentais, nomeados como estratégias, que modificam as experiências emocionais (Cludius et al., 2020). Gross e Jazaieri (2014) apontam três fatores importantes para a compreensão da RE: a consciência das emoções e do contexto em que estão inseridas; o objetivo da RE ou o que se deseja alcançar com esta; e as estratégias específicas que são utilizadas para atingir tais objetivos. No modelo de Gross (2015) as estratégias são divididas em função do momento em que ocorre sua implementação. Por exemplo, a estratégia de evitar uma situação ocorre na fase de seleção da situação; a distração ou ruminação, durante o direcionamento atencional; a mudança cognitiva (reavaliação e distanciamento), durante a avaliação emocional, que envolve as tentativas de mudança das características do contexto; e a esquiva experiencial e supressão, durante a modulação da resposta emocional que se refere a esforços para mudar reações fisiológicas, experienciais e comportamentais diante de uma situação emocionalmente ativadora (Naragon-gaine, McMahon & Chacko, 2017).

Essa categorização pode auxiliar a compreender as diferenças no grau de esforço e efetividade para a RE, bem como ajudar a identificar diferenças nos correlatos neurais associados a cada estratégia (Webb, Miles & Sheeran, 2012). As estratégias também podem ser categorizadas em função (1) da consciência ou não do objetivo de regular a emoção e (2) da consciência ou não do processo a ser implementado para mudança da emoção (Braunstein & Ochsner, 2018). As estratégias de RE que são explícitas e controladas, ou seja, em que o indivíduo tem consciência acerca do objetivo da modulação emocional e controla o processo de regulação, são frequentemente estudadas (Braunstein, Gross, & Ochsner, 2017). Dentro desse grupo, estão as estratégias de distração e reavaliação, que são apontadas como flexíveis e efetivas na diminuição da resposta emocional (Gross & John, 2003; Moodie et al., 2020). Essas estratégias podem ocorrer de maneira combinada ou isolada e há possibilidades de variações dentro de cada tipo de estratégia.

A distração refere-se ao uso da atenção seletiva para influenciar o processamento de informações, favorecendo a concentração em determinados aspectos enquanto ignora outros (Ochsner & Gross, 2005). Também envolve controlar o foco de atenção para influenciar o estado emocional, como “fechar os olhos numa cena de filme de terror” para diminuir a sensação de medo (Braunstein & Ochsner, 2018). Durante a RE, a distração pode ser executada (1) no controle da atenção, dirigindo a atenção visualmente para aspectos não emocionais dos estímulos, ou (2) na distração atencional, que envolve mudar o foco através de processos cognitivos, por exemplo, gerando pensamentos neutros não relacionados ou realizando tarefas

cognitivas que venham a competir com o estímulo emocional (Thiruchselvam, Blechert, Sheppes, Rydstrom & Gross, 2011).

A reavaliação cognitiva é uma estratégia que desperta interesse, pois é largamente utilizada como técnica em diferentes psicoterapias (Buhle, Silvers, Wager, Lopez, Onyemekwu, Kober & Ochsner, 2014). A reavaliação envolve a reinterpretação intencional de um estímulo visando modificar a resposta emocional, e pode provocar o aumento ou a diminuição da emoção (Ochsner & Gross, 2005). Por exemplo, com o objetivo de reduzir sua ansiedade ao executar uma prova, um estudante pode pensar que os conteúdos que ele estudou serão os contemplados na prova e que fez o seu melhor; enquanto numa prova de seleção para uma bolsa, para se motivar a estudar mais, ele pode imaginar que seus concorrentes estão estudando bastante.

A reavaliação também pode diferir em relação ao foco do que será reinterpretado (Thiruchselvam, et al., 2011). Pode ser focada na situação, quando o indivíduo reavalia o significado da situação eliciadora da emoção; ou pode ser autofocada, quando se reavalia a importância pessoal daquele estímulo para o indivíduo (Ochsner, et al., 2004). Ao ver uma cena de alguém acidentado ou machucado, por exemplo, pode-se reavaliar focando na situação, ao pensar que o machucado não é tão grave assim e o enfermo logo ficará bem, enquanto na reavaliação autofocada pensar que se é um médico e que deve olhar a cena de modo distante, identificando os aspectos clínicos do caso.

A inibição é outro domínio do controle cognitivo associado à RE, que se refere à capacidade de substituir respostas dominantes ou automáticas. Ela se relaciona à distração no direcionamento da atenção para o conteúdo não emocional e à reavaliação na superação e substituição de uma avaliação inicialmente negativa por outra mais positiva (Joormann & Tanovic, 2015). Alguns teóricos defendem que as estratégias de distração e reavaliação podem estar subsidiadas por uma única dimensão e que variam em função de um continuum entre controle atencional e mudança cognitiva (Ochsner & Gross, 2005). O estudo de Moodie et al. (2020) encontrou evidências de que a reavaliação autofocada ou “autodistanciamento”, possui sobreposição significativa entre as estratégias de distração e reavaliação focada na situação e propôs, a partir de uma perspectiva de continuum de processamento emocional, que o autodistanciamento está no intermédio entre a reavaliação e a distração.

Quanto as diferenças entre as estratégias, verificou-se que a reavaliação focada na situação resulta em uma melhor memória de conteúdos emocionais e maior eficácia na redução da resposta emocional a longo prazo (Shafir, Zucker & Sheppes, 2018; Willroth & Hilimire, 2016). Outro estudo indicou que a reavaliação focada na situação foi melhor em aumentar a valência diante de estímulos negativos e o autodistanciamento foi mais efetivo em diminuir a intensidade emocional (Shiota & Levenson, 2012).

A reavaliação e a distração se mostraram efetivas, tanto a nível comportamental quanto fisiológico, em regular respostas emocionais quando aplicadas (Lieberman, Inagaki, Tabibnia & Crockett, 2011; Clen, Mennin & Fresco, 2014; Thiruchselvam, et al., 2011). Todavia, evidências sugerem que a distração requer menos esforço cognitivo que a reavaliação diante de estímulos de alta intensidade emocional (Sheppes, Brady & Samson, 2014) e o benefício relatado é a modulação rápida e bem-sucedida da experiência emocional diante de estímulos de alta intensidade, porém compromete o processamento de informação, memória e adaptação ao conteúdo emocional a longo prazo. Por outro lado, quando comparada à distração, a reavaliação parece ter efeitos mais duradouros na resposta emocional, contribuindo para a adaptação (Hermann, Kress & Stark, 2017). Na reavaliação, observa-se um maior custo no processamento semântico, mas este não compromete a memória das informações emocionais ou a adaptação ao longo do tempo (Sheppes, Brady & Samson, 2014).

Apesar da distração e da reavaliação serem frequentemente estudadas, qualquer ação que vise modificar a experiência emocional é considerada uma estratégia, e outras têm sido abordadas na literatura, como aceitação, evitação comportamental, esquiva experiencial, supressão expressiva, resolução de problemas e ruminação (Naragon-gainey et al., 2017). Evidências apontam que a implementação eficaz das estratégias envolvem processos cognitivos e redes neurais comuns do córtex pré-frontal (Strauss, Ossenfort, & Whearty, 2016). Todavia, as estratégias diferem em seu impacto na modulação emocional e sua efetividade pode variar em função de diferenças individuais (Efinger, Thuillard, & Dan-Glauser, 2019; Peña-Gómez, Vidal-Piñeiro, Clemente, Pascual-Leone, & Bartrés-Faz, 2011), da disponibilidade de recursos cognitivos (Sheppes, 2020), do contexto e da intensidade do estímulo evocador (Ilan, Shafir, Birk, Bonanno, & Sheppes, 2020).

Neurobiologia da RE

Os correlatos neurais da RE geralmente envolvem interações entre as regiões pré-frontais, parietais e o cíngulo, e se associam a processos de inibição e controle cognitivo (Dörfel et al., 2014a). Estudos estruturais e funcionais do cérebro apontam que as regiões corticais controlam diferentes processos de RE, conectando-se à amígdala pelo processamento de informações emocionais e pelas projeções desta para o hipocampo e o hipotálamo, associados às memórias emocionais e à ativação fisiológica, respectivamente (Cutuli, 2014).

Na reavaliação emocional, regiões associadas ao controle cognitivo são ativadas, como o CPF dorsolateral, dando suporte à manipulação de avaliações na memória de trabalho e às funções executivas, o CPF ventrolateral, associado à seleção e à inibição de avaliações; o CPF dorsomedial, com o suporte aos processos semânticos e auto-reflexivos (Buhle, Silvers, Wager,

Lopez, Onyemekwu, Kober & Ochsner, 2014); o córtex orbitofrontal, associado à avaliação do estado emocional e à seleção de comportamentos; e o córtex cingulado anterior, associado ao comportamento motivado (Cutuli, 2014).

McRae et al. (2010), em um estudo com neuroimagem funcional, compararam diretamente os correlatos neurais da reavaliação e da distração, encontrando padrões de ativações comuns às duas estratégias. Ambas as estratégias diminuíram a ativação da amígdala e aumentaram a ativação de regiões pré-frontais, como o córtex pré-frontal medial (associado ao controle cognitivo e à atenção a estímulos emocionais), o córtex pré-frontal lateral esquerdo (associado às memórias de trabalho e verbal) e o córtex pré-frontal inferior direito (associado à inibição de respostas e às estratégias verbais).

Mais especificamente, quatro regiões funcionais são correlatas em ambas as estratégias: o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) associado ao controle de estímulos direcionado a metas e foco atencional; o córtex pré-frontal ventrolateral (CPFVL) relacionado à inibição e à seleção de respostas adequadas; o córtex cingulado anterior dorsal, associado à monitoração de conflitos; e o córtex pré-frontal medial dorsal, associado ao automonitoramento (Braunstein, Gross & Ochsner, 2017; Buhle et al., 2014 Braunstein & Ochsner, 2018). Diferentes metanálises (Buhle et al., 2014; Frank et al., 2014; Kohn et al., 2014) confirmam a importância dessas regiões na RE e enfatizam a importância de mais estudos que busquem compreender as especificidades do recrutamento dessas regiões em diferentes níveis de intensidade emocional, de valência emocional e das estratégias utilizadas para a regulação (Frank, et al., 2014; Silvers, Weber, Wager & Ochsner, 2014).

Algumas diferenças em relação ao nível de ativação nas estratégias foram encontradas: na distração, a diminuição da ativação da amígdala foi mais expressiva e houve maior ativação em regiões pré-frontais e parietais associadas à atenção seletiva, enquanto na reavaliação, regiões pré-frontais mediais e temporais associadas ao processamento do significado afetivo foram mais ativadas (McRae, et al., 2010).

Foram observadas por Ochsner (et al., 2004) diferenças no recrutamento de sistemas neurais para a reavaliação focada na situação e no distanciamento. O autodistanciamento foi associado ao aumento da atividade no CPFDL esquerdo e no CPFVL (Buhle et al., 2014); em estímulos de alta intensidade, a ativação do CPF direito aumentou significativamente (Moodie et al., 2020). Verificou-se que a atividade do CPFDL durante a reavaliação focada na situação aumenta consideravelmente conforme há o aumento da intensidade do estímulo a ser reavaliado, não ocorrendo no CPFVL direito, outra área costumeiramente ativada durante a reavaliação (Moodie et al., 2020). Corroborando os estudos comportamentais (Sheppes, 2020), os autores apontam que a reavaliação em níveis de intensidade mais altos pode ser menos efetiva

que a distração. A distração eleva significativamente a ativação no CPFVL esquerdo e no CPF lateral direito (Hermann, Kress, & Stark, 2017).

Apesar dos avanços nos estudos de neuroimagem para identificar os correlatos neurais da RE, pouco se sabe sobre as especificidades corticais nas estratégias de RE. O CPF é uma região envolvida em processos diversos, como consciência da emoção, controle inibitório, tomada de decisão e atribuição de significado emocional (Silvers et al., 2014). Entender as especificidades do funcionamento e da fisiologia das diferentes áreas do CPF é fundamental para uma melhor compreensão do comportamento humano na saúde e na doença. Os achados de pesquisas comportamentais e fisiológicas possibilitam caracterizar a neurobiologia da RE, promover o desenvolvimento de intervenções para distúrbios clínicos que considerem seus sistemas neurais subjacentes e produzem potencial impacto para futuras pesquisas básicas e aplicadas (Buhle et al., 2014).

ETCC

Além das técnicas de imageamento cerebral que auxiliam na compreensão das funções pré-frontais por meio da verificação da atividade cortical, métodos que modulam e promovem mudanças nos processos fisiológicos, como a excitabilidade cortical, podem ser úteis na investigação funcional do CPF (Kuo & Nitsche, 2015). A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC), uma técnica de neuromodulação através de dispositivo não invasivo, vem sendo usada na pesquisa e na clínica como um meio de modulação dos padrões de disparo neuronal que pode influenciar os processos cognitivos e os comportamentos humanos (Horvath, Forte & Carter, 2015).

A ETCC apresenta vantagens em relação a outras técnicas de neuromodulação devido ao seu fácil manuseio, ao baixo custo, à segurança (é indolor), à possibilidade de um controle placebo confiável e à relevância científica (Boggio et al., 2016). Ela funciona através do posicionamento de dois eletrodos (ânodo e cátodo) no couro cabeludo que permitem a passagem de uma corrente elétrica contínua de baixa intensidade (na ordem de microampères - mA). Geralmente, o eletrodo anódico gera um aumento na excitabilidade cortical e está associado à inibição gabaérgica, enquanto o eletrodo catódico causa uma diminuição da excitabilidade e há uma associação com a inibição do glutamato (Boggio et al., 2016).

A ETCC é capaz de induzir mudanças na atividade dentro e fora do neurônio afetando a excitabilidade sináptica, sem provocar diretamente potenciais de ação, mas alterando o limiar de resposta dos neurônios estimulados (Nitsche et al., 2003). A breve estimulação de alguns segundos parece ocasionar mudanças no potencial de membrana e a estimulação prolongada por alguns minutos induz excitabilidade cortical que pode durar uma hora ou mais (Kuo &

Nietsche, 2015). A ETCC também atua em mecanismos de potenciação e depressão de longa duração, influenciando no aprimoramento da aprendizagem e da memória (Kronberg, Bridi, Abel, Bikson, & Parra, 2017).

Além disso, a ETCC causa um campo elétrico local que se propaga espacialmente de forma complexa para áreas cerebrais próximas e distantes, a depender de interferências anatômicas e da posição do eletrodo (Opitz, Paulus, Will, Antunes, & Thielscher, 2015). O modelo de “ressonância estocástica”, para explicar a modulação da ETCC no cérebro, defende que seu efeito não é focal, modulando tanto a atividade de neurônios que são funcionais para o processo específico alvo, quanto outros neurônios que não possuem relação com essa função, produzindo um ruído causado pela excitação subliminar em toda a rede de neurônios da área estimulada (Fertonani & Miniussi, 2017).

Assim, a neuroestimulação pode aumentar ou piorar o desempenho comportamental investigado a depender da atividade cerebral induzida e de sua relação com os aspectos cognitivos e comportamentais envolvidos nos experimentos (Miniussi, Harris, & Ruzzoli, 2013). Isso implica na importância da criação de protocolos de estimulação rigorosos, com profunda especificidade dos aspectos cognitivos investigados e sua relação com as áreas estimuladas (Antal et al., 2017).

Devido à sua segurança, por ser indolor e não invasiva, e ao aumento de evidências de seu efeito no comportamento humano, o uso da ETCC tem crescido como método de intervenção no tratamento de distúrbios neurológicos e psiquiátricos, como na doença de Parkinson (Manenti et al., 2018), após acidente vascular cerebral (Russo, Souza Carneiro, Bolognini, & Fregni, 2017), depressão (Razza et al., 2020) e dor crônica (Pinto, Costa, Duarte & Fregni, 2018).

Os resultados disponíveis apontam não apenas para a efetividade clínica e terapêutica da técnica, mas também para a possibilidade de acarretar melhorias no desempenho físico (Xiao, Wang, Zhang, Zhou, & Fu, 2020), modulação do controle autonômico cardíaco (Efinger et al., 2019), controle do apetite (Ray et al., 2017) e diminuição da dor muscular (Boroda, Sponheim, Fiecas, & Lim, 2020). Especificamente nos processos afetivos, uma metanálise recente aponta que a ETCC no CPF afeta as respostas emocionais diante de estressores (Smits, Schutter, Van Honk, & Geuze, 2020).

ETCC e estratégias de RE

O estudo da RE associada à ETCC é recente e escasso. Boggio et al. (2016) defendem que os efeitos da ETCC no humor são indiretos e associados ao processamento emocional, por interferência da estimulação em aspectos cognitivos envolvidos na RE, como na codificação e

na recuperação da memória emocional, ou na detecção de expressões faciais. A maioria dos estudos investigou o efeito da ETCC na modulação de estados emocionais através da valência e da intensidade emocional percebidas em tarefas de observação de estímulos emocionais negativos (imagens ou vídeos) (Vergallito, Riva, Pisoni & Lauro, 2018; Rêgo, et al., 2015; Abend et al., 2018; Peña-Gómez, Vidal-Piñeiro, Clemente, Pascual-Leone & Bartrés-Faz, 2011; Boggio, Zaghi & Fregni, 2009).

Nesses estudos, os participantes não eram instruídos a realizar nenhuma estratégia de regulação específica, apenas a observar as imagens e avaliá-las nos aspectos de intensidade e de valência emocional. Assim, é possível compreender que as estratégias de regulação empregadas nas tarefas eram implícitas e automáticas, pois o sujeito não tinha consciência acerca do objetivo da regulação nem o controle sobre a estratégia de regulação empregada (Abend, et al., 2018).

O estudo de Abend et al. (2018) verificou que a estimulação anódica no CPF medial reduziu a intensidade das emoções negativas experimentadas na indução de emoções por vídeos. Peña-Gómez et al. (2011) também encontraram a diminuição da percepção negativa de imagens negativas com a estimulação anódica no CPFDL esquerdo, não verificando efeitos para estímulos positivos. Os trabalhos de Boggio et al. (2009) e de Maeoka et al. (2012) chegaram a resultados semelhantes com imagens de dor: a ETCC anódica no CPFDL esquerdo diminuiu as classificações de desconforto diante das imagens.

O trabalho de Vergallito et al. (2018) verificou um efeito da ETCC anódica no CPFVL direito reduzindo a percepção de emoções negativas específicas: medo, ansiedade e tristeza, em comparação com outros sentimentos negativos ou positivos. Já o estudo de Riva et al. (2014) verificou que a estimulação anódica no CPFVL direito diminuiu a reação emocional negativa de raiva em sujeitos que passaram por uma exclusão social.

Pripfl e Lam (2015) utilizaram a ETCC anódica nos CPFDL direito e esquerdo em fumantes enquanto avaliavam imagens com valência emocional negativa e identificaram que a ETCC anodal sobre o CPFDL direito, mas não sobre o esquerdo, reduziu a avaliação negativa. Semelhantemente, Rêgo et al. (2015) verificaram uma diminuição nas avaliações de valência e de excitação na hostilidade, tristeza e na percepção de dor quando aplicada a ETCC anódica no CPFDL direito.

Tais estudos sugerem o efeito da estimulação anódica no CPF medial, no CPFDL esquerdo e direito e no CPFVL direito na modulação do processamento emocional de estímulos negativos. Além disso, esses estudos permitiram verificar o efeito da ETCC reduzindo a reatividade emocional (Winker, Rehbein, Sabatinelli, & Junghofer, 2019).

Pesquisas mais recentes investigaram a ETCC em estratégias de RE, mais especificamente na reavaliação de estímulos emocionais (Feesser, Prehn, Kazzer, Mungee, & Bajbouj, 2014; He et al., 2018a; Vieira et al., 2020). O primeiro estudo foi o de Feesser et al. (2014), que verificou o efeito de uma sessão de ETCC anodal aplicada sobre o CPFDL direito em uma tarefa de reavaliação de imagens negativas. Na tarefa, os participantes poderiam ser instruídos a pensar que a situação é melhor ou pior do que parece. Os participantes eram saudáveis e foram randomizados para receber a ETCC na condição ativa ou simulada. Os dados indicaram que estimulação ativa do CPFDL direito diminuiu a intensidade e aumentou a valência percebida quando os participantes foram instruídos a diminuir a emoção negativa e o contrário foi observado quando instruídos a aumentar a emoção, sugerindo que a ETCC nesta região facilita a reavaliação cognitiva em ambas as direções, seja ao aumentar ou ao diminuir a reação emocional.

Marques (2016) investigou o efeito da estimulação em ambos os hemisférios no CPFDL e no CPFVL em universitários numa tarefa de reavaliação emocional, semelhante à realizada no estudo de Feesser et al. (2014). O autor verificou uma influência da ETCC anódica no CPFVL esquerdo, aumentando a valência no julgamento de imagens negativas, independentemente da estratégia de reavaliação usada. Isso indica que a ETCC nesta região diminui a percepção negativa dos estímulos. Entretanto, o estudo não encontrou efeito da ETCC quando estimulado o CPFDL direito (não replicando o achado de Feesser et al. 2014) e esquerdo, e nem no CPFVL direito sob a tarefa de reavaliação emocional.

Outro estudo avaliou a ETCC no CPFDL esquerdo na reavaliação e na visualização passiva de imagens negativas em sujeitos saudáveis, verificando que o grupo ativo diminuiu a intensidade emocional negativa independentemente de ser no bloco de observação passiva ou no de reavaliação (Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020). Resultados semelhantes a esse foram encontrados ao se utilizar vídeos negativos, ao invés de imagens, indicando que não há diferenças no efeito da ETCC na redução da reatividade emocional negativa entre reavaliação e visualização passiva (Clarke, Haridas, et al., 2020). Esses estudos sugerem o efeito da ETCC na redução do impacto emocional, mas sem efeito na capacidade para a RE ou para a reavaliação (Clarke, Haridas, et al., 2020; Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020; Marques, Morello, & Boggio, 2018).

Porém, outros estudos utilizando categorias de imagens diferentes encontraram resultados semelhantes aos de Feesser et al. (2014). O estudo de He et al. (2018b) verificou o efeito da ETCC no CPFVL direito em sujeitos saudáveis em uma tarefa de reavaliação e observação passiva de imagens de exclusão social. Corroborando a hipótese de que a ETCC facilita a RE, os autores identificaram que a estimulação ativa comparada a simulada causou

menos emoções negativas nos blocos de reavaliação. Em um estudo seguinte, com metodologia semelhante em indivíduos com humor depressivo, verificou-se que a ETCC ativa no CPFVL direito facilitou a RE em imagens de exclusão social (He, Liu, Zhao, Elliott, & Zhang, 2019).

Diferentemente dos estudos anteriores, Vieira et al. (2020) encontrou efeito da ETCC no CPFVL esquerdo dificultando a RE, aumentando a intensidade emocional no grupo ativo na tarefa de reavaliação com imagens negativas. Em conjunto, esses estudos parecem apontar um efeito da ETCC na RE, porém, com inconsistências dos resultados. Isso pode indicar que existem fatores que interferem no efeito da ETCC na RE, como variáveis individuais e metodológicas (Smits et al., 2020), por exemplo, ansiedade traço (Chen, Basanovic, Notebaert, MacLeod, & Clarke, 2017), personalidade (Peña-Gómez et al., 2011), disposição do cátodo (Ganho-Ávila et al., 2019) e variáveis anatômicas (Opitz et al., 2015).

Os trabalhos que envolvem tarefas cognitivas com estímulos emocionais verificaram o efeito da ETCC sobre tarefas predominantemente cognitivas, como tarefas de memória de trabalho e controle atencional (Sheppes, Brady, & Samson, 2014; Weintraub-Brevda & Chua, 2019), e evidenciam o efeito da ETCC anódica em ambos os hemisférios no controle cognitivo de estímulos emocionais (Pripfl, Neumann, Köhler, & Lamm, 2013). Aboulafia-Brakha et al. (2016) verificaram que a ETCC anódica no CPFDL direito favoreceu respostas mais rápidas para o julgamento do gênero dos estímulos e o distanciamento do conteúdo emocional, enquanto a ETCC anódica no CPFDL esquerdo favoreceu respostas sobre as expressões faciais e a identificação de emoções.

Vanderhasselt et al. (2013) encontraram efeitos da ETCC anódica no CPFDL esquerdo, diminuindo o tempo de reação para inibir uma resposta habitual a expressões felizes em comparação com expressões faciais tristes. Outro estudo investigou o efeito da ETCC sobre os CPFDL direito e esquerdo, em fumantes e não fumantes, enquanto realizavam uma tarefa de tomada de decisão e uma tarefa de risco, verificando que, em ambos os grupos a ETCC anódica no CPFDL esquerdo exerceu influência no processo deliberativo, favorecendo o processamento de “cognições frias”; já a estimulação anódica no CPFDL direito promoveu melhor controle da impulsividade em fumantes (Pripfl et al., 2013). O estudo de Sanchez et al. (2016) verificou o efeito da ETCC anódica no CPFDL direito no processamento atencional de estímulos emocionais, levando a prejuízos atencionais tanto para estímulos negativos quanto para positivos.

O estudo de Schroeder et al. (2015) investigou o efeito de uma sessão de ETCC anódica no CPFDL esquerdo sobre a atividade eletrodérmica em uma tarefa de distração de estímulos emocionais, não verificando efeito da estimulação sobre a distração nos dados comportamentais. Encontrou-se o efeito da neuroestimulação apenas na redução da atividade

eletrodérmica. Observa-se nos estudos listados anteriormente que os efeitos da ETCC na RE são diversos e englobam diferentes processos cognitivos e emocionais. Uma dificuldade encontrada nos estudos com ETCC é isolar o efeito da estimulação em processos únicos, dificultando a compreensão e a interpretação neural, cognitiva e processual dos resultados encontrados. Algumas hipóteses levantadas nos estudos para explicar efeitos encontrados são listados a seguir.

Uma hipótese é de que a ETCC anódica no CPF facilite a atividade cortical subjacente aos processos de atenção e memória de trabalho, competindo com o processamento do conteúdo emocional e consequentemente reduzindo o impacto da experiência emocional (Peña-Gómez et al., 2011). Outra possibilidade é que a ETCC anódica na região do CPF facilite o controle regulatório de regiões límbicas envolvidas nas respostas emocionais, como a amígdala, e assim atue modulando indiretamente a atividade subcortical e as experiências emocionais (Abend et al., 2018).

Outra hipótese levantada é que a modulação da experiência emocional varia em função do tipo de emoção induzida (Abend et al., 2018) ou do hemisfério estimulado (Pripfl et al., 2013). Rêgo et al. (2015) defendem que os CPFDL direito e esquerdo têm papéis semelhantes na RE, reduzindo a percepção negativa, mas atuam de modo diferente na produção do efeito observado na RE. Enquanto a ETCC anódica no CPFDL direito atuaria na regulação de regiões subcorticais, facilitando o distanciamento psicológico de estímulos negativos, a ETCC anódica no CPFDL esquerdo facilitaria a reavaliação do estímulo e os processos de controle cognitivo. Outra hipótese sugere que a ETCC no CPFDL esquerdo facilita a mudança de foco atencional do estímulo emocional para o não emocional, enquanto no CPFDL direito facilita o processamento da informação emocional e o engajamento no estímulo emocional (Aboula et al., 2016).

Pripfl et al. (2013) atribuem a estimulação anódica no CPFDL esquerdo à facilitação ao raciocínio deliberativo, à tomada de decisão governado por metas e ao processamento do estímulo. Já a ETCC no CPFDL direito modularia a regulação de impulsos afetivos, facilitando respostas por menor apreensão e percepção negativa.

Outro modelo defende que os hemisférios se diferem nos níveis de processamento emocional: o hemisfério direito está envolvido com esquemas emocionais espontâneos, automáticos e subjetivos; e o hemisfério esquerdo está envolvido em responder de forma deliberada, no controle e na inibição de emoções e associado ao significado emocional consciente (Gainotti, Caltagirone, & Zoccolotti, 1993). Na revisão de Gainotti (2018) são apontados achados recentes que sugerem uma dominância geral do hemisfério direito no processamento emocional em diferentes níveis, enquanto o hemisfério esquerdo foi

caracterizado como prevalente no processamento cognitivo verbal e abstrato e na consciência e intencionalidade emocional.

ETCC e *mindfulness*

O controle cognitivo refere-se a capacidade de planejar, direcionar e inibir comportamentos em função de um objetivo (Hunter et al., 2018). Revisões (Brevet-Aeby, Brunelin, Iceta, Padovan, & Poulet, 2016; Jacobson, Koslowsky, & Lavidor, 2012), incluindo metanálise recente (Schroeder, Schwippel, Wolz, & Svaldi, 2020), indicam que a ETCC provoca efeito significativo na melhora no controle cognitivo e a estimulação de regiões frontais do cérebro podem aprimorar desempenho na memória de trabalho e no controle inibitório.

Uma hipótese explorada em alguns estudos é de que a combinação entre a ETCC e práticas de *mindfulness* possam ter efeitos potencializadores de processos cognitivos e ao bem estar psicológico (Alizadehgoradel, 2021). Durante a prática de *mindfulness* é cultivada um estado de atenção focada no momento presente, sem se engajar em julgamentos ou outros pensamentos, cultivando abertura a observar quaisquer sensações. Algumas pesquisas tem sido realizadas combinando ETCC e intervenções em *mindfulness* para prevenção de recaídas no abuso do álcool (Witkiewitz et al., 2019), melhora da cognição e ansiedade em pessoas idosas (Brooks et al., 2021) e dor provocada por osteoartrite de joelho (Fillingim et al., 2020). Entretanto, ainda são escassos estudos que investigam o impacto da ETCC combinada a esse tipo de intervenção e na própria prática de *mindfulness* (Badran et al., 2017).

O estudo de Badran et al. (2017) investigou a combinação de *mindfulness* e ETCC anódica no CPFVL direito em sujeitos saudáveis e verificou aumento das pontuações nas medidas de autorrelato de atenção plena na condição de estimulação ativa comparada a estimulação simulada. Robinson et al. (2017) verificou que o grupo estimulado na região temporal lateral esquerda (CP6), mas não no CPFDL esquerdo, associado a meditação da bondade amorosa apresentou pontuações mais positivas diante de imagens. O trabalho de Hunter et al. (2018) verificou quem treinamento baseado em *mindfulness* associado a estimulação anódica no giro frontal inferior direito (F10) melhorou o desempenho em tarefas de memória de trabalho.

Embora exista uma heterogeneidade de estudos que associam *mindfulness* a ETCC, poucos investigaram de fato o efeito da neuroestimulação na prática em si. O estudo de Clarke et al. (2020) se propôs investigar o efeito imediato da ETCC no CPFDL esquerdo sobre a indução a preocupação e reatividade emocional durante prática de *mindfulness*. Os pesquisadores também avaliaram se a ETCC aumentaria o foco da atenção e diminuiria a interferência de cognições ou pensamentos intrusivos durante a prática de *mindfulness* antes e

após a indução a preocupação. Não encontraram efeito da estimulação nos pensamentos intrusivos durante a prática, mas verificaram uma diferença entre os grupos na reatividade emocional ao longo do experimento e interpretaram que a ETCC facilita a mudança afetiva a depender do objetivo do indivíduo (Clarke, Sprylyan, Hirsch, Meeten, & Notebaert, 2020).

Se e como a ETCC facilita o processo atencional e o controle cognitivo ou modifica a experiência emocional dos sujeitos nas práticas de *mindfulness* ainda parece ser uma questão a ser explorada pelas pesquisas, podendo variar inclusive em relação a características individuais da amostra, como o nível de atenção plena disposicional dos participantes (Molina, E., Fernandez-Prieto, I., Andres, P., & Parmentier, 2020). Investigações neste sentido são de particular importância para compreensão de que processos cognitivos e emocionais são afetados pela ETCC e o que realmente se pode esperar ao combinar a neuroestimulação e o *mindfulness* como intervenções terapêuticas para diferentes condições psicológicas (Samuel & Michelle, 2020).

Problema de estudo

Apesar dos esforços em tentar explicar os efeitos observados da ETCC na regulação emocional, verificam-se inconsistências nos resultados e nas interpretações e conclusões apresentadas. Os estudos citados divergem bastante em relação à metodologia e às regiões estimuladas no CPF (CPFDL, CPFVL ou CPF medial) e se em ambos os hemisférios ou apenas em um hemisfério. Em relação aos efeitos encontrados, existem inconsistências importantes, com estudos que apresentam efeito da ETCC no CPFDL (Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020; Snowden & Cathcart, 2018), outros não (Grundeis et al., 2017; Marques et al., 2018); um estudo verificou efeito apenas no hemisfério direito (Pripfl & Lamm, 2015), outro apenas no hemisfério esquerdo (Marques et al., 2018), enquanto outros em ambos os hemisférios (Aboulafia-Brakha, Manuel, & Ptak, 2016; Pripfl et al., 2013).

Alguns estudos sinalizam que a ETCC facilita a RE independentemente de objetivo da regulação (Feaser et al., 2014; He et al., 2019), outros, que o efeito só é verificado na redução da reatividade emocional (Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020; Marques et al., 2018). Além disso, no trabalho de Vieira et al. (2020) foi identificado que a ETCC provocou aumento da emoção negativa. A ETCC pré-frontal pode modular uma ampla gama de funções cognitivas que são recrutadas nas tarefas comportamentais utilizadas em pesquisas, contudo, é pouco preciso atribuir um efeito observado em uma tarefa específica a um único mecanismo cognitivo (Tremblay et al., 2014).

Uma forma de investigar as especificidades dos processos de RE e seus correlatos neurais é avaliar o efeito da estimulação em tarefas afetivas distintas no mesmo grupo. Por

exemplo, o estudo de Zhao et al. (2020) investigou o efeito da Estimulação Magnética Transcraniana (EMT) no CPFVL e no CPFDL em uma tarefa de reavaliação e distração diante imagens negativas de exclusão social, o que levou à identificação de uma diferença funcional no efeito: a EMT no CPFVL apresentou melhor efeito na reavaliação, enquanto a EMT no CPFDL melhorou a distração. Esse resultado demonstra a especificidade funcional da área de estimulação para as diferentes estratégias, com implicações importantes para a aplicação clínica.

Os estudos existentes com ETCC avaliaram seus efeitos em apenas uma estratégia de RE isolada, não possibilitando perceber se a reavaliação e a distração executadas pelo mesmo grupo de sujeitos podem ser sensíveis a efeitos diferenciais da modulação cortical. Estudos com a ETCC ampliam a compreensão dos mecanismos cerebrais subjacentes associados aos diferentes processos emocionais e fornecem indicativos de potenciais alvos de intervenção.

Este trabalho buscou responder as seguintes perguntas: considerando as diferenças dos mecanismos neurais nas estratégias de RE, é possível verificar variações no efeito da ETCC no CPF enquanto os participantes regulam emoções utilizando reavaliação e distração? Há efeito da ETCC em pensamentos intrusivos e afeto durante prática de *mindfulness*? Existem diferenças entre os efeitos da ETCC em diferentes regiões corticais?

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi investigar os efeitos da ETCC no CPF na Regulação Emocional (RE).

a. Objetivos específicos

Investigar e comparar os efeitos da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo:

- durante o uso de estratégias de regulação emocional reavaliar e distrair em imagens negativas;
- na capacidade de inventividade na reavaliação diante da raiva.

Investigar o efeito da ETCC anódica no CPFVL direito:

- na execução de estratégias de distração e reavaliação diante de imagens negativas;
- na capacidade de inventividade na reavaliação diante da raiva.

Investigar o efeito da ETCC anódica nos CPFDL direito e esquerdo e no CPFVL direito:

- na quantidade de pensamentos intrusivos negativos durante prática de meditativa antes e após indução a preocupação;
- em emoções positivas e negativas antes e após experimento de indução a preocupação.

CAPÍTULO 2

Artigo 1

Efeito diferencial da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na regulação emocional em mulheres jovens

Status da publicação: A ser submetida

Efeito diferencial da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na regulação emocional em mulheres jovens

Resumo

Até agora, os estudos sobre o efeito da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) na utilização de estratégias de Regulação Emocional (RE) não investigaram o uso de distração e reavaliação no mesmo grupo para analisar a possível especificidade da neuromodulação nas estratégias. O objetivo desse trabalho foi investigar e comparar os efeitos da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo durante o uso de estratégias de RE: na capacidade de inventividade na reavaliação emocional diante da raiva e na observação passiva, reavaliação e distração de estímulos visuais negativos. Realizou-se um ensaio randomizado, com controle placebo, duplo cego, com 48 voluntárias divididas em três grupos: (N=16) ETCC anódica no CPFDL direito e catódo na supraorbital contra lateral, (N=16) ETCC anódica no CPFDL esquerdo e catódo na supraorbital contra lateral e (N=16) estimulação simulada. As participantes receberam estimulação com corrente de 2mA durante 20 min e em seguida realizaram dois experimentos: o *Reappraisal Inventiveness Test* (RIT) que avalia a capacidade dos indivíduos de gerar reavaliações cognitivas para situações que despertam raiva; e um teste de avaliação de valência e intensidade emocional de imagens negativas do *International Affective Picture System* (IAPS) divididas em 5 blocos de execução de estratégias: observação passiva, distração com foco na imagem, distração com foco no pensamento, reavaliação com foco na situação e reavaliação se distanciando. As estratégias de reavaliar e distrair foram efetivas em diminuir a intensidade emocional e aumentar a valência diante das imagens quando comparadas à observação passiva, com menor intensidade no bloco distrair com foco na imagem comparado ao reavaliar se distanciando da situação. Verificou-se que a ETCC no CPFDL direito, mas não no esquerdo, reduziu a intensidade emocional percebida diante de imagens negativas, independentemente da estratégia utilizada para a RE. O grupo estimulado no CPFDL esquerdo apresentou maior média de reavaliações no RIT, porém sem significância estatística ($p=0,05$). Esses dados apontam o efeito da ETCC no CPFDL direito na redução da reatividade emocional e do CPFDL esquerdo na capacidade cognitiva na reavaliação, além de reforçar o estudo e o uso da ETCC como ferramenta para a facilitação da RE.

Palavras-Chave: ETCC; CPFDL; Reavaliação; Distração.

A pesquisa sobre regulação emocional vem crescendo nos últimos anos, proporcionando compreensão sobre as estratégias utilizadas pelos humanos para manejar suas emoções (Cohen & Ochsner, 2018). Estudos comportamentais e neurobiológicos possibilitaram a ampliação da perspectiva de que existem estratégias “boas/adaptativas” *versus* “ruins/desadaptativas” para uma perspectiva de custo-benefício contextual (Sheppes, 2020). Isso significa que todas as estratégias têm sua utilidade e a depender de diversos fatores, como a intensidade do estímulo, do histórico de sucesso de regulação, da automaticidade e dos mecanismos psicológicos e neurobiológicos disponíveis, uma estratégia pode ser mais útil em detrimento de outras em um dado contexto (Denny & Ochsner, 2014; Volkaert, Wante, Van Beveren, Vervoort, & Braet, 2020).

As estratégias mais estudadas são a distração e a reavaliação, estratégias explícitas e controladas, nas quais ocorrem a consciência do indivíduo acerca do objetivo da modulação emocional e o controle do processo de regulação (Braunstein, Gross, & Ochsner, 2017). A distração pode ser definida como o direcionamento da atenção para longe do estímulo emocional, em direção aos aspectos não emocionais da situação ou o foco em pensamentos não associados ao estímulo (Gross, 2020). A reavaliação se dá pela modificação cognitiva do significado do estímulo, podendo ocorrer de diferentes maneiras. A mais estudada é a reinterpretação com foco na situação, que envolve a mudança de perspectiva por imaginar que a situação é melhor do que parece. Outra estratégia de reavaliação é o distanciamento, quando se adota a perspectiva de um observador não envolvido ou distante, a fim de diminuir a relevância emocional do estímulo (Braunstein et al., 2017; Dörfel et al., 2014).

As diferenças entre as regiões neurais envolvidas nas estratégias de RE ainda são controversas e muitas vezes sobrepostas (Dörfel et al., 2014a; Moodie et al., 2020). Na distração, são relatados o córtex cingulado anterior, o córtex pré-frontal ventrolateral (CPFVL), o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) e o córtex parietal; na reavaliação com foco na situação é ativado o CPFDL, o CPFVL e regiões parietais inferiores; na reavaliação com foco no distanciamento são associados o córtex cingulado anterior dorsal, o córtex pré-frontal medial e o CPFDL direito (Dörfel et al., 2014). Há evidências de que o CPFDL está associado às três estratégias; entretanto, ainda é pouco precisa a compreensão de seu papel em cada uma delas (Moodie et al., 2020).

Embora a anatomia cerebral pareça simétrica, os hemisférios direito e esquerdo possuem diferenças funcionais e estruturais (Y. Li, Zheng, Cui, Zhang, & Zong, 2018). O CPFDL direito vem sendo associado a inibição e esforço cognitivo durante a execução de estratégias (Buhle et al., 2014) e está envolvido na regulação e no processamento emocional (Wyczesany, Capotosto,

Zappasodi & Prete, 2018). Já o CPFDL esquerdo desempenha um papel importante no controle e na flexibilidade da atenção e na memória de trabalho em tarefas emocionais (Allaert, Sanchez-Lopez, De Raedt, Baeken, & Vanderhasselt, 2019; Lantrip et al., 2019).

Apesar dos estudos eletrofisiológicos e de neuroimagem ampliarem a compreensão das bases neurais da RE, os achados são limitados à associação das regiões ativadas e às tarefas realizadas (Sheppes, 2020). A manipulação de respostas neurais através da estimulação cerebral não invasiva vem fornecendo contribuições importantes para identificação de regiões corticais envolvidas diretamente na regulação emocional (X. Li et al., 2020) e evidências causais são investigadas a partir do uso da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) nas pesquisas com RE.

Por exemplo, estudos vêm demonstrando que a ETCC no CPFDL direito e esquerdo pode facilitar a RE (Smits, Schutter, Van Honk, & Geuze, 2020), reduzindo a reatividade emocional (Feesser, Prehn, Kazzer, Mungee, & Bajbouj, 2014; Peña-Gómez, Vidal-Piñeiro, Clemente, Pascual-Leone, & Bartrés-Faz, 2011; Pripfl & Lamm, 2015; Rêgo et al., 2015) e facilitando a flexibilidade cognitiva e atencional (Aboulafia-Brakha, Manuel, & Ptak, 2016; Clarke et al., 2020; Pripfl, Neumann, Köhler, & Lamm, 2013). Apesar dos avanços, esses achados não são replicados de modo consistente (Marques, Morello, & Boggio, 2018; Schroeder, Ehli, Wolkenstein, Fallgatter, & Plewnia, 2015) e essas variações são atribuídas a diferenças metodológicas na posição dos eletrodos, na condução do experimento, ou a diferenças nas características da amostra (Smits et al., 2020).

Os poucos estudos com metodologias diversas, os resultados inconsistentes encontrados e a necessidade de se refinar a compreensão do efeito da ETCC na RE justificam a importância de novos estudos nesta direção. Além disso, curiosamente, até o momento, os estudos com ETCC não compararam diferentes estratégias de RE dentre os mesmos participantes. A maioria dos estudos avaliou o efeito da ETCC em apenas um tipo de experimento: ou em tarefas cognitivas (memória e atenção) com estímulos afetivos (Sanchez-Lopez, Vanderhasselt, Allaert, Baeken, & De Raedt, 2018), no reconhecimento de expressões faciais (Aboulafia-Brakha et al., 2016) ou na reavaliação com foco na situação (aumentando, diminuindo ou mantendo a emoção) (Marques et al., 2018). Isso impossibilitou comparar os efeitos cognitivos e afetivos da neuroestimulação em diferentes estratégias de RE em um mesmo grupo e verificar efeitos de interação entre estratégias e grupos. Apenas um estudo examinou o efeito da estimulação magnética transcraniana no CPFDL e no CPFVL para a regulação emocional da dor social em estratégias de distração e reavaliação, encontrando efeito diferencial entre as áreas estimuladas e as estratégias empregadas (Zhao et al., 2020).

Assim, o objetivo desse trabalho foi investigar e comparar os efeitos da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo durante o uso de estratégias de RE: reavaliar e distrair. Também avaliamos o efeito da ETCC na capacidade de inventividade e flexibilidade na reavaliação emocional diante da raiva. Nossa hipótese foi de que haveria especificidades do efeito da ETCC nos hemisférios direito e esquerdo nas respostas às tarefas de RE.

Método

Participantes e delineamento

A amostra do estudo foi por conveniência e de caráter não probabilístico, composta por mulheres estudantes de graduação ou pós-graduação, divididas aleatoriamente em três grupos com diferentes condições de estimulação: (1) estimulação com ânodo no CPFDL esquerdo e cátodo na supraorbital contralateral, (2) estimulação com ânodo no CPFDL direito e cátodo na supraorbital contralateral e (3) estimulação simulada.

Neste estudo, decidiu-se incluir apenas mulheres para diminuir a heterogeneidade da amostra e porque estas são mais propensas a apresentar maiores respostas aos estímulos emocionais (Peña-Gómez, et al., 2011). Os critérios de inclusão foram serem estudantes universitárias, de 18 a 40 anos, destros, com relato de ausência de transtornos psiquiátricos e neurológicos, nenhuma história de epilepsia, cirurgia cerebral ou tumor cerebral e que não fizessem uso de nenhuma medicação psicotrópica ou com efeito no sistema nervoso central.

Os critérios de exclusão foram suspeitar de transtorno psiquiátrico atual (verificado pelo questionário de rastreio MINI), abuso de substâncias e gravidez. 52 voluntárias participaram desse estudo, sendo quatro excluídas: três devido à suspeita de transtorno psiquiátrico atual e uma por fumar diariamente. Os dados de 48 voluntárias foram analisados, sendo 16 em cada grupo.

Este trabalho se caracteriza como um ensaio duplo-cego (cegamento para sujeitos e pesquisador), com medidas independentes intersujeitos, aleatorizado e controlado por grupo placebo, cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (número de registro: RBR-76ccw9) e conduzido no Laboratório de Pesquisa em Cognição e Comportamento (LAPECC) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFPB, com número de parecer 3.667.277.

As participantes foram distribuídas aleatoriamente utilizando-se o programa de randomização online (www.random.org). Após a aleatorização, os códigos gerados foram colocados em um envelope opaco e acessível apenas para o pesquisador que configurava o

modo no aparelho de estimulação. O pesquisador que conduziu o experimento e forneceu as instruções não teve acesso à condição de estimulação das participantes e o envelope foi aberto apenas após as análises.

Instrumentos

Escalas e Questionários.

- Questionário sociodemográfico para realização de caracterização amostral quanto a idade, estado civil e uso de medicações e drogas. Também foi questionado sobre diagnóstico atual ou prévio de transtorno mental.
- O MINI é um questionário breve de rastreio para transtornos mentais desenvolvido na universidade da Flórida e validado no Brasil por médicos que avalia: depressão, ansiedade, abuso de substâncias e transtornos psicóticos. Ele possui 9 itens e sua pontuação final pode variar entre 0 à 26 pontos. Pontuar acima de 3 pontos sugere perturbação psicológica e é indicado uma entrevista clínica diagnóstica (Bolsoni, 2016).
- Questionário de Regulação Emocional – QRE (Boian, Soares & Silva, 2009): instrumento com dez itens do tipo Likert de sete pontos, que avalia dois fatores referente a tipos de estratégias: Reavaliação Cognitiva (QRE-RC) com escore variando de 6 a 42 pontos e Aspecto de Supressão Emocional (QRE-S) com escore variando de 4 a 28 pontos.
- Escala de Dificuldades de Regulação Emocional - DERS: validada no Brasil por Cancian, et al. (2019) e constituída por 36 itens, divididos em seis fatores: Acesso Limitado às Estratégias de Regulação Emocional; Não Aceitação das Respostas Emocionais; Falta de Consciência Emocional; Dificuldades no Controle de Impulsos; Dificuldades em Agir de Acordo com os Objetivos; e Falta de Clareza Emocional. As respostas são dadas numa escala de cinco pontos: (1- quase nunca, 2- algumas vezes, 3- metade das vezes, 4- a maioria das vezes, 5- quase sempre).
- Escala de Autorregulação Emocional – EARE (Noronha & Baptista, 2015): o objetivo da escala é avaliar a autorregulação emocional diante de uma situação que provoca tristeza. Respostas dadas numa escala do tipo Likert de cinco pontos (0= nunca e 4=sempre), com escore variando entre 0 e 36 pontos e com os fatores: estratégias de enfrentamento adequadas, paralisação, pessimismo e agressividade externalizada (Batista, 2017).
- Escala de Afeto Positivo e Negativo – EAPN (Siqueira, Martins & Moura, 1999): escala do tipo Likert de cinco pontos, com 20 itens, dez deles avaliando afeto positivo e os outros dez, afeto negativo. Os escores variam de 10 a 50 pontos.
- Questionário de efeitos adversos da ETCC – questionário que avalia efeitos adversos possíveis após a estimulação. Adaptado do estudo de Brunoni et al. (2011).

- *Self Assessment Manikin* - SAM (Bradley & Lang, 1994) - versão adaptada para o Brasil, escala que avalia intensidade e valência emocional, variando em nove pontos de “nada intensa” a “extremamente intensa”, e de “desagradável” a “agradável”, respectivamente (Marques, 2016).

Experimentos

Teste de inventividade para reavaliação.

O teste de inventividade de reavaliação ou RIT (*Reappraisal Inventiveness Test*) foi desenvolvido por Weber et al. (2014) e avalia a capacidade para elaborar reavaliações diferentes para uma situação em um período de tempo limitado. O RIT ainda não foi validado para a população brasileira, sendo neste estudo traduzido e utilizado como medida complementar para a reavaliação emocional.

O teste consiste em quatro vinhetas que retratam o comportamento de uma pessoa que voluntária ou involuntariamente causa danos a outra, gerando raiva. Cada vinheta acompanha uma imagem que ilustra a situação apresentada. As participantes foram instruídas a imaginar que a situação estava acontecendo com elas e a tarefa foi gerar e relatar o maior número possível de diferentes formas de interpretar a situação, de um modo que diminuísse a raiva. Os sujeitos foram avaliados pela sua fluência, que se refere ao número total de ideias não idênticas geradas, e pela flexibilidade, que se refere ao número de reavaliações categoricamente diferentes. Após realizarem as reavaliações, as participantes foram instruídas a avaliar retrospectivamente a raiva sentida em cada uma das vinhetas em uma escala variando de 0 (nada irritado) a 6 (extremamente irritado).

As categorias foram retiradas do manual do RIT (Loureiro de Assunção, 2018) e categorizadas por dois avaliadores psicólogos que realizaram extenso treinamento nas categorias do manual. Houve 92,8% de concordância nas avaliações, com índice kappa de 0,90 ($p=0,001$) quanto às categorias identificadas. Nos casos de discordância, um terceiro avaliador foi consultado para definir a categorização.

O sistema de categorização padronizado para as reavaliações apresenta 20 tipos de categorias, que são divididas pelo manual em quatro categorias principais de codificação: Orientação para o problema, a reavaliação foca no planejamento de uma solução ou ação; Reinterpretação positiva, a reavaliação dá ênfase a aspectos positivos da situação; Relativização, a reavaliação relativiza a importância do dano ou ameaça, minimizando consequências; e Outro: respostas que não podem ser incluídas nas categorias anteriores, como autoinstruções para ficar calmo e respirar.

As respostas analisadas de cada participante são o número total de reavaliações não idênticas e o número de respostas categoricamente diferentes. Nesta última, poderiam existir no máximo 20 categorias diferentes, de acordo com as descritas no manual, incluindo a categoria “outro”.

Tarefa comportamental de reavaliação e distração.

A tarefa ocorre pela observação de imagens emocionais e pela execução de estratégias de regulação emocional para avaliar as imagens. Nesse estudo, foram utilizadas imagens de valências negativa e neutra. As imagens neutras tiveram a finalidade de provocar uma redução da ativação emocional ao longo do experimento, sendo desconsideradas para as análises. As imagens selecionadas para o estudo foram iguais às utilizadas no estudo de Marques (2016) e equiparadas em relação à temática, prazer, alerta e dominância pelo estudo de Ribeiro, Pompéia e Bueno (2004), com os valores normativos das imagens disponíveis em: <http://www2.unifesp.br/dpsicobio/adap/adapta.htm>. Foram realizados cinco blocos com 12 imagens cada (dez negativas e duas neutras), totalizando 60 imagens, sendo o primeiro bloco de visualização passiva das imagens, seguido pelos quatro blocos de estratégias: dois blocos de distração e dois de reavaliação.

No dia da estimulação e do experimento as participantes compareceram ao laboratório para receberem as instruções das estratégias de regulação emocional. As instruções dadas foram semelhantes às utilizadas em estudos anteriores (Feesser et al., 2014). Inicialmente, foi feita uma explanação sobre a regulação de emoções e sobre como é possível utilizar diferentes estratégias para regular as emoções. Em seguida, foram apresentados exemplos de cada uma das estratégias utilizadas no estudo e a participante foi convidada a treinar em uma imagem todas as estratégias de RE apresentadas. Feito o treinamento de cada estratégia junto com o pesquisador, a participante se posicionava em frente ao computador para o início dos blocos.

Após a observação das imagens e a execução da estratégia predefinida, as participantes indicaram sua percepção acerca da valência (quanto maior a valência mais agradável é a imagem) e da intensidade emocional (quanto maior a intensidade mais intensa é a emoção despertada) para cada imagem, pelo uso das escalas SAM de intensidade e valência. Em cada bloco, foi instruída a utilização de uma estratégia de RE específica. Primeiro, as instruções apareciam para a participante e, após a leitura, era indicado apertar barra de espaço para iniciar o bloco. Em seguida, uma imagem emocional aparecia por 10 segundos; na sequência, uma tela para avaliação da valência, sem um tempo limite, até que a participante desse uma resposta; depois a tela para avaliação da intensidade, também sem tempo máximo para resposta; por último, uma tela com uma cruz de fixação preparando para o estímulo seguinte.

No início de cada bloco, a participante foi informada que a primeira imagem era um treino da nova estratégia solicitada pelo experimento e a imagem foi a mesma em todos os blocos, mudando apenas a estratégia utilizada para analisar a imagem. No primeiro bloco, as participantes foram instruídas a não utilizar nenhuma estratégia de regulação, com a seguinte instrução: 1- manter a emoção - observar (“olhe para a situação na imagem sem pensar que é melhor ou pior do que parece, apenas observe”). Para os outros blocos, foram quatro possibilidades de instruções: dois blocos de reavaliação: 2- diminuir a emoção e utilizar reavaliação com autofoco (“olhe para a situação na imagem e perceba a cena de modo frio e distante”), 3- diminuir a emoção e utilizar reavaliação com foco na situação (“olhe para a situação e imagine que situação é melhor do que parece, pois você sabe que a situação logo irá melhorar e tudo ficará bem”); e dois blocos de distração: 4- distrair com foco no ambiente da imagem (“olhe para a imagem e focalize nas letras ou cores da imagem”); e 5- distrair com foco no pensamento (“olhe para a imagem e se distraia pensando em temas não relacionados à imagem”) – ver Figura 1.

Para o bloco de distração especificado anteriormente como “4”, as imagens foram editadas inserindo de 5 a 10 letras coloridas posicionadas em vários locais sobre a imagem. A cor de cada letra variou segundo a cor da área posicionada, para aumentar a competição com o estímulo emocional (Sheppes, et al., 2014).

Para todas as participantes, o primeiro bloco foi o de apenas observar as imagens (Observar). Na sequência, ocorreu uma pausa de 5 minutos para descanso, seguida dos blocos de estratégias de reavaliação ou de distração. Metade das participantes tiveram como ordem do experimento o bloco Observar, seguido dos blocos de Reavaliação e, por fim, dos blocos de Distração; e para a outra metade, a ordem do experimento foi o bloco Observar, seguido dos blocos de Distração e, por fim, dos blocos de Reavaliação. A ordem dos blocos dentro de cada estratégia e a apresentação das imagens dentro de cada bloco foi randomizada para cada participante.

Ao final de cada bloco de estratégia foi perguntado às participantes se elas conseguiram regular sua emoção usando as estratégias solicitadas e o grau de dificuldade para cada estratégia (bloco). A tarefa foi programada no *software* SuperLab 4.0. A seguir, a Figura 1 apresenta a divisão do experimento por blocos e a sequência de apresentação das telas dentro de cada bloco.



Figura 1. Esquema com diferentes estratégias que foram solicitadas às participantes. Abaixo, a sequência de telas durante o experimento.

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

A estimulação foi realizada pelo equipamento de Estimulação Transcraniana - NeuroStim, um neuroestimulador desenvolvido pela MEDSUPPLY, contendo o Kit com o neuroestimulador, esponjas, prendedores de borracha, eletrodos e cabos conectores. Foram utilizados eletrodos envoltos por esponjas de 5 x 7 cm, umedecidas com solução salina a 3%. Para a padronização do posicionamento dos eletrodos foi utilizado o sistema internacional de eletroencefalografia 10-20, no qual F3 e F4 correspondem ao CPFDL esquerdo e direito, respectivamente (Marques, 2016, Feeser et al., 2014; Riva et al., 2014). O cátodo foi posicionado na supraorbital contralateral a pelo menos 5 cm de distância do ânodo. Após o posicionamento dos eletrodos as participantes foram instruídas a se manterem sentadas durante todo o período de estimulação, 20 minutos. Na condição simulada o aparelho automaticamente liga a corrente elétrica durante 30 segundos e depois desliga. A intensidade da corrente foi de 2mA. Todas as participantes foram cegas quanto ao tipo de ETCC.

Procedimentos

As participantes eram convidadas pelos pesquisadores e, caso aceitassem, recebiam um link para darem o consentimento livre e esclarecido e responder aos questionários de autorrelato. Após a resposta aos questionários, ainda na mesma semana, as voluntárias compareciam ao laboratório. Ao chegarem ao laboratório as participantes foram questionadas se realizaram atividade física intensa, consumo de cafeína e drogas nas últimas 24 horas antes do experimento. Respondiam ao PANAS, seguido pela neuroestimulação com duração de

20min. Após a retirada dos eletrodos, respondiam ao PANAS pela segunda vez e ao questionário de efeitos adversos da ETCC. Em seguida, iniciavam-se os experimentos, começando com o RIT, com duração média de 15min; seguido do treinamento e da execução do experimento de reavaliação e distração das imagens, com duração média entre 30 a 40 min.

Análise de dados

As análises foram realizadas através do software SPSS 20.0. Foram calculadas médias e desvios-padrão para os dados demográficos. Realizamos uma ANOVA com cada um dos instrumentos pré-experimento para comparar os escores entre os grupos. Para as variáveis categóricas, como a escolha da melhor e da pior estratégia durante o experimento e o palpite sobre a condição de estimulação (ativa ou placebo), realizou-se testes Qui-quadrado. Os escores de afeto positivo e negativo do PANAS foram calculados e analisados separadamente através de ANOVAs de medidas repetidas, com os fatores (2x3) de tempo (pré e pós estimulação) e grupo (condições da ETCC).

Para o experimento de Regulação Emocional das imagens realizou-se ANOVAs mistas para cada dimensão emocional avaliada (valência e intensidade), para a dificuldade de execução das estratégias propostas e para o grau de execução das estratégias, com o grupo (condição de ETCC) e as estratégias (observar, distrair com foco no pensamento, distrair com foco na imagem, reavaliar com foco na situação e reavaliar se distanciando) como fatores (3x5).

Para o RIT, executamos três ANOVAs para comparar os grupos em relação ao total do número de pensamentos gerados, ao total de categorias de pensamentos e à intensidade da raiva despertada pelas vinhetas. Também realizou-se ANOVAs mistas para o número de pensamentos e de categorias, tendo como fatores cada vinheta e grupo (4x3).

Resultados

A média de idade das participantes foi de 24,1 (DP = 3,7) anos, sendo a maioria solteira (62,5%). Para as análises inferenciais, inicialmente utilizou-se teste de Shapiro-Wilk, que indicou que os dados apresentavam distribuição normal. A ANOVA univariada não indicou diferenças entre os grupos ($p > 0,05$) em relação à idade e aos fatores dos questionários pré-experimento (Tabela 1).

Tabela 1- Tabela com valores de média, desvio padrão e estatística F dos três grupos para idade e fatores do QRE, EDRE e EARE.

	Grupo			Estatística
	DL esquerdo	DL direito	Placebo	F (p-valor)
	Média DP	Média DP	Média DP	
Idade	23,7 (2,8)	23,8 (4,0)	24,7 (4,4)	0,28 (0,76)
Reavaliação – QRE	27,75 (6,89)	29,94 (8,71)	28,25 (6,31)	0,34 (0,71)
Supressão – QRE	13,25 (4,92)	12,62 (6,49)	11,06 (3,97)	1,55 (0,22)
Clareza – EDRE	14,31 (2,89)	13,87 (2,19)	13,38 (1,63)	1,20 (0,31)
Estratégia – EDRE	23,75 (7,16)	21,38 (7,08)	21,63 (5,61)	0,99 (0,38)
Consciência – EDRE	20,75 (4,95)	23,13 (4,15)	22,94 (3,60)	0,63 (0,54)
Impulso – EDRE	16,25 (5,14)	14,50 (5,67)	14,88 (3,34)	0,47 (0,63)
Metas – EDRE	18,13 (3,48)	16,88 (3,10)	16,56 (3,37)	1,70 (0,20)
Não aceitação - EDRE	17,13 (6,86)	15,50 (7,47)	16,31 (6,04)	0,34 (0,72)
Enfrentamento - EARE	51,47 (12,97)	54,92 (11,32)	48,36 (10,60)	1,06 (0,36)
Paralisação – EARE	19,93 (6,13)	17,00 (5,43)	15,36 (4,20)	2,75 (0,08)
Pessimismo – EARE	16,47 (6,91)	16,08 (8,27)	13,86 (6,68)	0,53 (0,59)
Agressividade - EARE	12,13 (3,31)	12,69 (6,21)	11,50 (4,01)	0,23 (0,80)

Legenda: QRE: Questionário de Regulação Emocional; EDRE: Escala de Dificuldades de Regulação Emocional; EARE: Escala de Autorregulação Emocional; DL: dorsolateral. Placebo: grupo que recebeu estimulação simulada.

Os grupos também não diferiram em relação ao palpite se estavam no grupo ativo ou placebo ($\chi^2(2)=0,25$; $p=0,96$). 61,1% de todas as participantes afirmaram achar que foram estimulados no modo ativo e 62,5% das participantes do grupo placebo afirmaram ter sido estimulados na condição ativa. Os grupos também não diferiram entre si em relação a maior ($\chi^2(3)=0,86$; $p=0,83$) ou menor ($\chi^2(3)=1,08$; $p=0,78$) preferência de estratégias durante a execução do experimento. A estratégia preferida entre as participantes foi reavaliar com foco na situação (37, 8%), seguida de distrair com foco no pensamento (26,7%), distrair com foco na imagem (22,2%) e reavaliar se distanciando (13,3%). A estratégia menos preferida entre as participantes foi reavaliar se distanciando (37,8%), seguida de distrair com foco na imagem (28,9%), distrair com foco no pensamento (20%) e reavaliar com foco na situação (13,3%).

Em relação aos efeitos adversos durante a ETCC: 22,9% das participantes sentiram dor de cabeça, nenhuma sentiu dor no pescoço, 10,4% sentiu dor no couro cabeludo, 56,2% teve coceira, 72,9% apresentou formigamento, 43,7% sensação de queimação, 31,2% verificou vermelhidão, 50% sentiu sonolência, 12,8% percebeu prejuízo na concentração e 31,2% notou mudança repentina de humor. Não foram relatados outros efeitos oriundos da estimulação pelas participantes.

PANAS antes e após a ETCC

Os escores de afeto positivo e negativo do PANAS foram calculados e analisados separadamente através de ANOVAs com os fatores (2x3) de tempo (pré e pós estimulação) e grupo (condições da ETCC). Não encontramos diferenças nas pontuações de afeto positivo

entre os grupos ($F(2,45)=0,87$; $p=0,42$; $\eta^2=0,037$), o tempo ($F(1,45)=2,91$; $p=0,09$; $\eta^2=0,061$) e nem efeito de interação entre tempo e grupo ($F(2,45)=1,12$; $p=0,34$; $\eta^2=0,047$). Para o afeto negativo encontramos um efeito principal no tempo ($F(1,45) = 7,41$; $p=0,009$; $\eta^2=0,14$), com menores escores de afeto negativo após a ETCC, de modo que, independentemente de ser ativa ou não, houve uma redução no afeto negativo após a estimulação. Não houve diferenças entre os grupos ($F(2,45)=2,48$; $p=0,06$; $\eta^2=0,12$) e nem efeito de interação entre tempo e grupo ($F(2,45)=0,82$; $p=0,44$; $\eta^2=0,03$) para o afeto negativo.

Experimento RE imagens

Verificou-se efeito da ETCC nas respostas de intensidade emocional ($F(2,44) = 5,05$; $p=0,01$; $\eta^2=0,2$). O *post-hoc bonferroni* indicou diferenças significativas entre o grupo placebo ($M=54$; $DP=2,6$) e o ativo no CPFDL direito ($M=43,1$, $DP=2,5$; *post-hoc bonferroni* $p=0,01$), com o grupo de estimulação ativa apresentando menores pontuações na intensidade. Essa diferença não foi verificada entre o grupo placebo e o ativo no CPFDL esquerdo (*post-hoc bonferroni* $p=1,0$; $M=52$; $DP=2,55$) nem entre os ativos no esquerdo e no direito (*post-hoc bonferroni* $p=0,06$). Outro efeito encontrado foi a diferença entre as estratégias ($F(4,176) = 50,97$; $p=0,001$; $\eta^2=0,54$). A intensidade do bloco observar ($M=67,25$; $DP=11,46$; *post-hoc bonferroni* $p<0,001$) foi significativamente maior que a de todos os outros blocos de estratégias (Figura 2). Também a intensidade do bloco distrair com foco na imagem ($M=42,4$; $DP=14,2$) foi significativamente menor (*post-hoc bonferroni* $p<0,01$) que a do bloco reavaliar se distanciando da situação ($M=48,6$; $DP=14,7$).

Não houve efeito da ETCC nas respostas de valência ($F(2,44) = 0,86$; $p=0,43$; $\eta^2=0,038$). Um efeito da estratégia na valência foi encontrado $F(4,176) = 48,14$; $p=0,001$; $\eta^2=0,56$), apresentando o bloco observar com menor valência do que a de todos os outros blocos ($M=21,06$; $DP=8,49$; *post-hoc bonferroni* $p<0,001$). Isso significa que no bloco observar, as imagens foram avaliadas como menos agradáveis. Não houve efeito de interação entre a estimulação e as estratégias nas respostas de intensidade ($F(8,176) = 1,093$; $p=0,37$; $\eta^2=0,047$) nem nas de valência ($F(8,176) = 0,807$; $p=0,59$; $\eta^2=0,035$).

Não houve diferenças entre os grupos na dificuldade encontrada para a execução das estratégias ($F(2,44) = 0,614$; $p=0,54$; $\eta^2=0,027$), e nem no grau em que avaliaram a taxa de execução da estratégia solicitada ($F(2,44) = 1,09$; $p=0,34$; $\eta^2=0,047$).

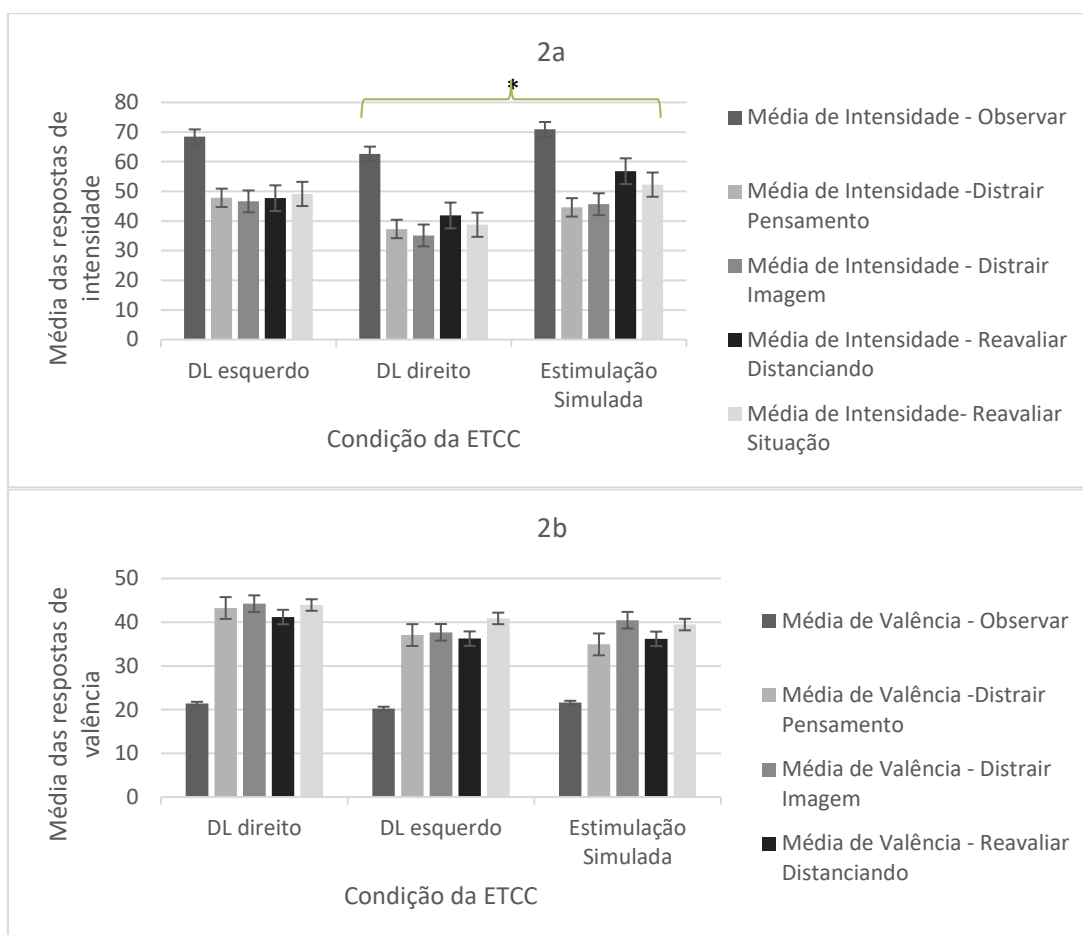


Figura 2. 2a: Gráfico de intensidade para os diferentes blocos do experimento de imagens negativas, divididos pelos três grupos de condições de ETCC. 2b: Gráfico de valência para os diferentes blocos do experimento de imagens negativas, divididos pelos três grupos

Legenda: DL: dorsolateral; VL: ventrolateral; * grupo estimulado no DL direito apresentou estatisticamente (ANOVA) menos pontuação na intensidade comparado grupo que recebeu estimulação simulada.

RIT

Não houve efeito da ETCC nas respostas ao RIT: no número de pensamentos ($F(2,46)=2,5$; $p=0,09$; $\eta^2=0,098$), no número de categorias pensamentos ($F(2,46)=0,56$; $p=0,57$; $\eta^2=0,024$), ou na intensidade da raiva despertada pelas vinhetas ($F(2,46)=0,4$; $p=0,96$; $\eta^2=0,002$).

Tabela 2 - Médias e Desvios Padrão do número de pensamentos, número de categorias de pensamentos e intensidade da raiva, total e divididas pelas 4 vinhetas do RIT, para cada grupo.

Nº de pensamentos	Grupo						Estatística ANOVA F (p-valor)
	CPFDL esquerdo		CPFDL direito		Placebo		
	Desvio		Desvio		Desvio		
	Média	padrão	Média	padrão	Média	padrão	
	18	5	16	4	15	3	
							2,5 (0,09)

Nº de categorias	7,81	1,80	8,56	2,92	8,37	1,20	0,56 (0,57)
Intensidade da raiva	15,56	4,94	15,31	3,81	15,44	3,79	0,40 (0,96)

Legenda: CPFDL: Córtex pré-frontal dorsolateral.

Também realizou-se uma ANOVA mista com as respostas separadas pelas vinhetas (4 vinhetas x 3 grupos), na qual encontrou-se uma tendência de efeito da ETCC no número de pensamentos ($F(2,45)=3,11$; $p=0,05$, $\eta^2=0,12$), mas não no número de categorias ($F(2,45)=0,99$; $p=0,37$; $\eta^2=0,042$). Também o número de categorias diferiu entre as vinhetas ($F(3,135)=2,85$; $p=0,04$; $\eta^2=0,06$), porém, a diferença não se manteve nas análises *post-hoc*.

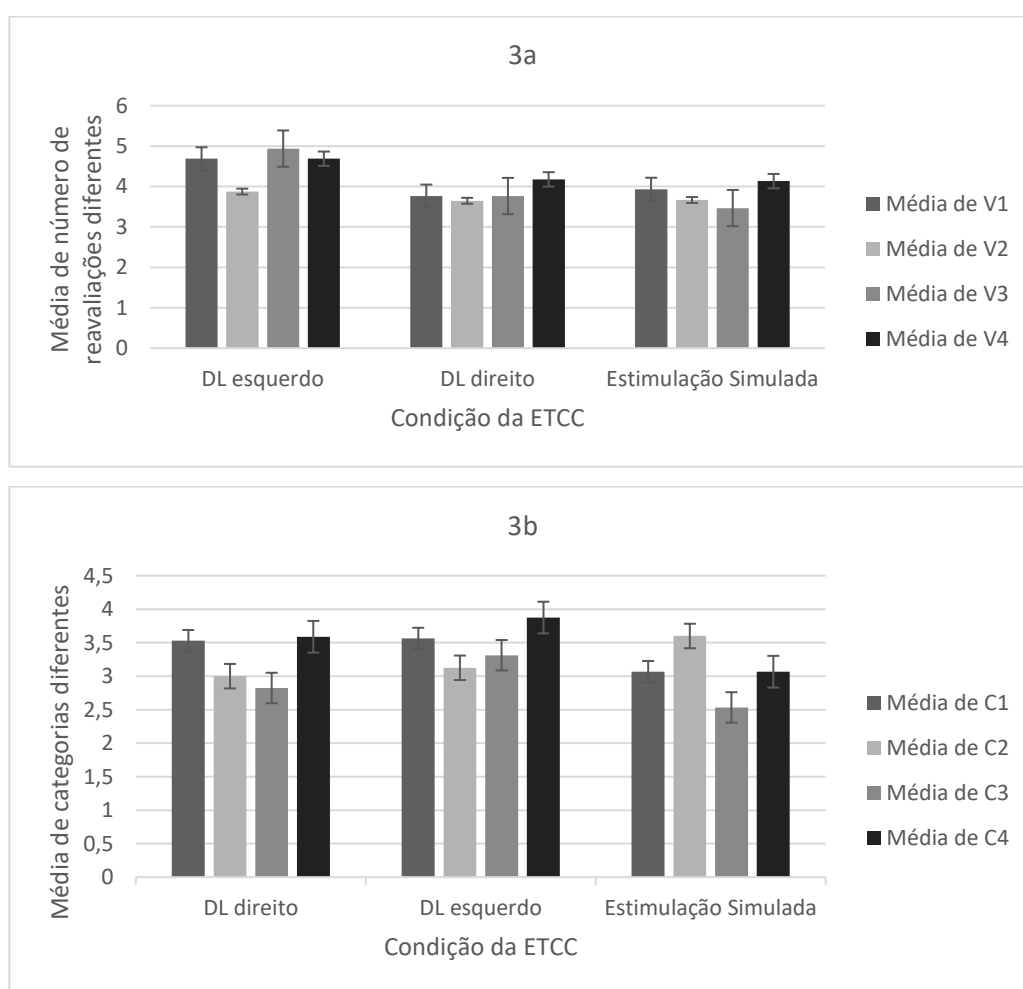


Figura 3 3a: Gráfico com média do número de reavaliações diferentes geradas por vinheta, divididos pelos três grupos de condições de ETCC. 2b: Gráfico com média do número de categorias de reavaliações diferentes, divididos pelos três grupos de condições de ETCC.

Legenda: V1: vinheta 1, V2: vinheta 2; V3: vinheta 3; V4: vinheta 4; C1: categorias da vinheta 1; C2: categorias da vinheta 2; C3: categorias da vinheta 3; C4: categorias da vinheta 4.

Não se verificaram diferenças entre as vinhetas no número de pensamentos ($F(6,135)=1,99$; $p=0,11$; $\eta^2=0,042$) e nem efeito de interação entre as vinhetas, o número

pensamentos ($F(6,135)=1,24$; $p=0,55$; $\eta^2=0,035$) e as categorias ($F(6,135)=1,65$; $p=0,137$; $\eta^2=0,068$).

Discussão

Esse estudo se propôs a examinar e comparar o efeito da ETCC no CPFDL esquerdo e direito durante a execução de estratégias explícitas de regulação emocional. Nossa hipótese foi de que ocorreriam especificidades do efeito da ETCC nas diferentes estratégias e processos da regulação emocional. Como resultado principal, verificamos que a ETCC no CPFDL direito, mas não no esquerdo, provocou redução na intensidade emocional percebida diante de imagens negativas, independentemente da estratégia utilizada para a RE.

Outros estudos também encontraram efeito da ETCC no CPFDL direito na RE, similar ao presente trabalho. Feeser et al. (2014) identificaram que uma sessão de ETCC no CPFDL direito em sujeitos saudáveis, comparado ao placebo, provocou menores avaliações de excitação emocional quando instruídos a diminuir a emoção através da reavaliação (Feeser et al., 2014). Outro trabalho também verificou que a ETCC no CPFDL direito em homens com compulsão por jogos de internet reduziu as emoções negativas e aumentou as positivas numa tarefa de RE através da reavaliação cognitiva (Wu et al., 2020).

Além do efeito da ETCC na reatividade emocional diante de estímulos, evidências apontam o efeito de sessão única no CPFDL direito em outros processos de RE, como facilitando a percepção de expressões faciais positivas (Yang, Ren, & Ma, 2018), o distanciamento emocional em tarefas (Aboulafia-Brakha et al., 2016) e o aumento do controle cognitivo na tomada de decisão afetiva (Pripfl et al., 2013). Esses resultados parecem corroborar a hipótese de que a ETCC no CPFDL direito pode atenuar avaliações negativas de estímulos em tarefas de RE explícitas (Smits et al., 2020).

Porém, os achados desses efeitos não são consistentes. Por exemplo, Marques, Morello e Boggio (2018) não encontraram efeito da ETCC no CPFDL direito e esquerdo nas respostas de valência e intensidade em uma tarefa de reavaliação cognitiva, mas encontraram aumento da valência com a estimulação no CPFVL esquerdo. Uma metá-análise recente (Smits et al., 2020) sobre os efeitos de sessão única de ETCC em amostras de sujeitos saudáveis, verificou que a ETCC anódica no CPF reduz as emoções negativas relacionadas a estressores, independentemente do hemisfério alvo ou do tipo de estresse induzido (visualização de imagens, jogos ou eventos físicos, etc). Os achados apontam que as diferenças e inconsistências

encontradas nos estudos sobre os efeitos da ETCC no CPF se devam a fatores metodológicos e diferenças individuais das amostras.

Uma diferença importante entre os estudos é a posição do eletrodo de referência. No estudo de Marques et al. (2018) a posição do cátodo foi na mesma área contralateral (F7/F8), enquanto neste estudo foi na supra orbital contralateral, semelhantemente àquele realizado por Feeser et al. (2014). Outra diferença foi que não incluímos um bloco ‘aumentar’ a emoção vigente, costumeiramente incluído nos outros estudos (Feeser et al., 2014; Marques et al., 2018; Vieira et al., 2020). Assim, as participantes do presente estudo avaliaram predominantemente estímulos instruídas a diminuir a emoção e isso pode ter ajudado a evidenciar o efeito (Smits et al., 2020).

Em relação ao CPFDL esquerdo, não verificamos efeito da ETCC nas respostas de valência e intensidade emocional. Além do estudo de Marques et al. (2018), que não encontrou efeito da estimulação nessa região, o estudo de Clarke e Van Bockstael et al. (2020) estimulou o CPFDL esquerdo numa tarefa de reavaliação cognitiva e também não verificou efeito da ETCC nas respostas de intensidade emocional diante de imagens emocionais do IAPS. Entretanto, nesse mesmo estudo a ETCC no CPFDL esquerdo provocou menores pontuações no humor negativo em resposta à visualização de vídeos negativos em comparação com a estimulação simulada.

Outro estudo investigou o efeito da ETCC sobre os CPFDL direito e esquerdo, em fumantes e não fumantes, enquanto realizavam uma tarefa de tomada de decisão e uma tarefa de risco (Pripfl et al., 2013). Os autores atribuíram a estimulação anódica no CPFDL esquerdo a uma facilitação ao raciocínio deliberativo e tomada de decisão governado por metas. Já a ETCC no CPFDL direito modularia a regulação de impulsos afetivos facilitando respostas pela menor apreensão/percepção negativa. O estudo de Aboulafia-Brakha et al. (2016) também corrobora essa perspectiva de lateralização dos efeitos da ETCC, afirmando que a estimulação no CPFDL direito modula a flexibilidade afetiva no “desligamento de estímulos em tarefas emocionais”, enquanto no CPFDL esquerdo ocorre a facilitação do processamento cognitivo para o emocional.

Diferentemente de nossas hipóteses, porém, a ETCC nos CPFDL direito ou esquerdo não apresentou especificidade do efeito em relação às estratégias de distração e reavaliação e à observação passiva das imagens, diminuindo a intensidade e aumentando a valência emocional de forma semelhante em todos os blocos. Um estudo comparando as regiões CPFDL direito e CPFVL direito diante das estratégias de distrair e reavaliar em imagens de exclusão social, verificou efeitos entre local de estimulação e estratégias: o grupo estimulado no CPFDL

apresentou menos emoções negativas na estratégia de distrair, e o grupo estimulado no CPFVL apresentou melhor regulação na estratégia de reavaliação (Zhao et al., 2020).

No trabalho de Zhao et al. (2020) foram comparadas áreas cerebrais diferentes (CPFVL) das do presente estudo, sendo utilizados outro método de estimulação (EMT) e outro tipo de estímulos para a regulação emocional (imagens de rejeição social). Entretanto, o achado desse estudo é de particular relevância para a compreensão das especificidades do CPF nas estratégias de RE e, por isso, sugere-se a realização de novos trabalhos investigando o efeito específico da ETCC em diferentes áreas do CPF e nas estratégias explícitas de regulação. Para tanto, é importante a execução de metodologias que incluam a ETCC no CPFVL direito e avaliem o efeito das estratégias de RE explícitas em imagens com conteúdo de exclusão social, visto que a regulação destas já se mostrou mais sensível ao efeito da ETCC que as do IAPS (He et al., 2019).

Como esperado, as estratégias de reavaliar e distrair foram efetivas em diminuir a intensidade emocional e aumentar a valência diante das imagens quando comparadas à observação passiva. Isso reforça que o uso da reavaliação cognitiva (seja o distanciamento, seja a reavaliação com foco na situação) e da distração (seja a distração com foco no pensamento, seja a distração com foco na imagem) é efetivo para modificar a experiência emocional. O trabalho de Zhao et al. (2020) também verificou mais sentimentos negativos no bloco “manter” (observação passiva) quando comparado aos blocos de reavaliação e distração e não encontrou diferenças quanto à reatividade emocional entre reavaliar e distrair.

Em relação à intensidade, a estratégia de distrair com foco na imagem foi significativamente mais efetiva em diminuir a excitação emocional quando comparada a reavaliar se distanciando da situação. A literatura aponta que a distração é mais efetiva e requer menos esforço cognitivo do que a reavaliação diante de estímulos de alta intensidade emocional ou quando a RE é iniciada tardiamente (Dörfel et al., 2014b). Entretanto, dentre as estratégias de reavaliação, a de distanciamento é descrita como a mais fácil, requerendo menos esforço cognitivo em comparação à reavaliação focada na situação (Qi et al., 2017); ainda assim, ela teve menos impacto na redução da intensidade emocional, quando comparada à estratégia distrair com foco na imagem.

Nas respostas ao RIT, verificou-se uma tendência de efeito para o número de pensamentos diferentes, na qual o grupo estimulado no CPFDL esquerdo apresentou maior quantidade de reavaliações. Potencialmente, esse dado corrobora com os achados que indicam que os esforços da reavaliação cognitiva para o RIT estão associados a maior atividade no CPF lateral, especificamente do lado esquerdo (Hiebler-Ragger et al., 2020).

Esse dado também fortalece nossa hipótese de que a ETCC no CPF DL esquerdo facilita a execução de tarefas afetivas governadas por metas, pois a inventividade de reavaliações no RIT é uma habilidade focada na capacidade e no desempenho para regular o afeto (Perchtold, Fink, et al., 2018). A capacidade de gerar reavaliações é crucial para a boa implementação da reavaliação cognitiva, visto que, por mais reavaliações que o indivíduo possa ter, ao se deparar com novos contextos desafiadores, precisará evocar essa habilidade de maneira flexível. Mais estudos precisam ser realizados, considerando o possível efeito da ETCC na facilitação da inventividade para reavaliações.

O presente estudo apresenta limitações importantes. A primeira foi a não inclusão do bloco ‘aumentar a emoção vigente’, impossibilitando verificar a manutenção do efeito da ETCC nesse bloco. Isso ocorreu, porque o objetivo principal do estudo foi avaliar o efeito da ETCC sobre as estratégias, reavaliar e distrair. Outra questão importante é a inclusão de imagens com maior aproximação do contexto cotidiano das participantes, como imagens de exclusão social (He et al., 2018a). Neste sentido, utilizamos o RIT como medida alternativa para avaliação do efeito da ETCC sobre a reavaliação cognitiva, uma medida que busca se aproximar da experiência real do indivíduo e promover a geração espontânea de reavaliações (Weber, Loureiro de Assunção, Martin, Westmeyer, & Geisler, 2014).

Além disso, percebe-se a necessidade do aumento do número de participantes e a inclusão de grupos com condições clínicas, tendo em vista que o tamanho de efeito no tipo de pesquisa realizado costuma ser pequeno (Smits et al., 2020). O presente estudo reforça os poucos trabalhos que apontam o efeito da ETCC no CPF DL facilitando os processos de RE explícita. Especificamente, nossos achados corroboram a hipótese de que a ETCC anódica no CPF DL direito reduz a excitação emocional diante de imagens negativas. Também, encontramos potencial evidência de que a ETCC no CPF DL esquerdo pode facilitar a inventividade na reavaliação cognitiva.

Referências

- Aboulafia-Brakha, T., Manuel, A. L., & Ptak, R. (2016). Prefrontal transcranial direct current stimulation facilitates affective flexibility. *Neuropsychologia*, 86, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.030>
- Alizadehgoradel, J. (2021). The Effects of Combined Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) with Mindfulness on Negative Emotions and Craving in Adolescents with Methamphetamine Dependence. *International Journal of High Risk Behaviors and Addiction*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.5812/ijhrba.100909>
- Allaert, J., Sanchez-Lopez, A., De Raedt, R., Baeken, C., & Vanderhasselt, M. A. (2019). Inverse effects of tDCS over the left versus right DLPC on emotional processing: A pupillometry study. *PLoS ONE*, 14(6), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218327>

- Andò, A., Vasilotta, M. L., & Zennaro, A. (2021). The modulation of emotional awareness using non-invasive brain stimulation techniques: a literature review on TMS and tDCS. *Journal of Cognitive Psychology*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1954013>
- Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A. R., Chen, R., ... Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774–1809. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.001>
- Badran, B. W., Austelle, C. W., Smith, N. R., Glusman, C. E., Froeliger, B., Garland, E. L., ... Short, B. (2017). A Double-Blind Study Exploring the Use of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) to Potentially Enhance Mindfulness Meditation (E-Meditation). *Brain Stimulation*, 10(1), 152–154. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.09.009>
- Baldy, F., Reis, D., & Sauers, A. L. (2008). *A importância da qualidade dos estudos para a busca da melhor evidência **. (May 2015).
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., ... Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230–241. <https://doi.org/10.1093/clipsy/bph077>
- Boayue, N. M., Csifcsák, G., Aslaksen, P., Turi, Z., Antal, A., Groot, J., ... Mittner, M. (2020). Increasing propensity to mind-wander by transcranial direct current stimulation? A registered report. *European Journal of Neuroscience*, 51(3), 755–780. <https://doi.org/10.1111/ejn.14347>
- Boroda, E., Sponheim, S. R., Fiecas, M., & Lim, K. O. (2020). Transcranial direct current stimulation (tDCS) elicits stimulus-specific enhancement of cortical plasticity. *NeuroImage*, 211(February), 116598. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116598>
- 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>
- Brevet-Aeby, C., Brunelin, J., Iceta, S., Padovan, C., & Poulet, E. (2016). Prefrontal cortex and impulsivity: Interest of noninvasive brain stimulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71, 112–134. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.028>
- Brooks, H., Oughli, H. A., Kamel, L., Subramanian, S., Kloeckner, J., Blumberger, D., ... Rajji, T. (2021). Enhancing Cognition in Older Persons: A Pilot Clinical Trial of Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) and transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(4), S105–S106. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2021.01.102>
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wage, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., ... Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht154>
- Carnevali, L., Pattini, E., Sgoifo, A., & Ottaviani, C. (2020). Effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on autonomic and neuroendocrine responses to psychosocial stress in healthy humans. *Stress*, 23(1), 26–36. <https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1625884>
- Chen, N. T. M., Basanovic, J., Notebaert, L., MacLeod, C., & Clarke, P. J. F. (2017). Attentional bias mediates the effect of neurostimulation on emotional vulnerability. *Journal of Psychiatric Research*, 93, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2017.05.008>
- Clarke, P. J. F., Haridas, S. M. P., Van Bockstaele, B., Chen, N. T. M., Salemink, E., & Notebaert, L. (2020). Frontal tDCS and Emotional Reactivity to Negative Content: Examining the Roles of Biased Interpretation and Emotion Regulation. *Cognitive Therapy and Research*, 45(1), 19–30. <https://doi.org/10.1007/s10608-020-10162-9>
- Clarke, P. J. F., Sprlyan, B. F., Hirsch, C. R., Meeten, F., & Notebaert, L. (2020). tDCS

- increases anxiety reactivity to intentional worry. *Journal of Psychiatric Research*, 120(October 2019), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.013>
- Clarke, P. J. F., Van Bockstaele, B., Marinovic, W., Howell, J. A., Boyes, M. E., & Notebaert, L. (2020). The effects of left DLPFC tDCS on emotion regulation, biased attention, and emotional reactivity to negative content. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(6), 1323–1335. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2>
- Cludius, B., Mennin, D., & Ehling, T. (2020). Emotion regulation as a transdiagnostic process. *Emotion (Washington, D.C.)*, 20(1), 37–42. <https://doi.org/10.1037/emo0000646>
- Dedoncker, J., Baeken, C., De Raedt, R., & Vanderhasselt, M. A. (2021). Combined transcranial direct current stimulation and psychological interventions: State of the art and promising perspectives for clinical psychology. *Biological Psychology*, 158, 107991. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107991>
- Doll, A., Hölzel, B. K., Mulej Bratec, S., Boucard, C. C., Xie, X., Wohlschläger, A. M., & Sorg, C. (2016). Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala-prefrontal cortex connectivity. *NeuroImage*, 134, 305–313. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.041>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014a). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014b). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dryman, M. T., & Heimberg, R. G. (2018). Emotion regulation in social anxiety and depression: a systematic review of expressive suppression and cognitive reappraisal. *Clinical Psychology Review*, 65(February), 17–42. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.07.004>
- Efinger, L., Thuillard, S., & Dan-Glauser, E. S. (2019). Distraction and reappraisal efficiency on immediate negative emotional responses: role of trait anxiety. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 412–427. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1597859>
- Fabio, R. A., & Towey, G. E. (2018). Long-term meditation: the relationship between cognitive processes, thinking styles and mindfulness. *Cognitive Processing*, 19(1), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0844-3>
- 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>
- Fertonani, A., & Miniussi, C. (2017). Transcranial electrical stimulation: What we know and do not know about mechanisms. *Neuroscientist*, 23(2), 109–123. <https://doi.org/10.1177/1073858416631966>
- Fillingim, R. B., Woods, A. J., Ahn, H., Wu, S. S., Redden, D. T., Lai, S., ... Goodin, B. R. (2020). Pain relief for osteoarthritis through combined treatment (PROACT): Protocol for a randomized controlled trial of mindfulness meditation combined with transcranial direct current stimulation in non-Hispanic black and white adults with knee osteoarthritis. *Contemporary Clinical Trials*, 98(May), 106159. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2020.106159>
- Gainotti, G. (2019). A historical review of investigations on laterality of emotions in the human brain. *Journal of the History of the Neurosciences*, 28(1), 23–41. <https://doi.org/10.1080/0964704X.2018.1524683>
- Ganho-Ávila, A., Gonçalves, Ó. F., Guiomar, R., Boggio, P. S., Asthana, M. K., Kryptos, A.-M., & Almeida, J. (2019). The effect of cathodal tDCS on fear extinction: A cross-measures study. *Plos One*, 14(9), e0221282.

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221282>
- Gotink, R. A., Meijboom, R., Vernooij, M. W., Smits, M., & Hunink, M. G. M. (2016). 8-week Mindfulness Based Stress Reduction induces brain changes similar to traditional long-term meditation practice – A systematic review. *Brain and Cognition*, 108, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.07.001>
- Greeson, J. M., Zarrin, H., Smoski, M. J., Brantley, J. G., Lynch, T. R., Webber, D. M., ... Wolever, R. Q. (2018). Mindfulness Meditation Targets Transdiagnostic Symptoms Implicated in Stress-Related Disorders: Understanding Relationships between Changes in Mindfulness, Sleep Quality, and Physical Symptoms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4505191>
- Gross, J. J., & Feldman Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion Review*, 3(1), 8–16. <https://doi.org/10.1177/1754073910380974>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual Differences in Two Emotion Regulation Processes: Implications for Affect, Relationships, and Well-Being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Grundeis, F., Brand, C., Kumar, S., Rullmann, M., Mehnert, J., & Pleger, B. (2017). Non-invasive prefrontal/frontal brain stimulation is not effective in modulating food reappraisal abilities or calorie consumption in obese females. *Frontiers in Neuroscience*, 11(JUN), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00334>
- Hansenne, M. (2020). Anodal transcranial direct current stimulation (tDCS) over the left DLPFC improves emotion regulation. *Polish Psychological Bulletin*, 51(1), 37–43. <https://doi.org/10.24425/ppb.2020.132653>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018a). *Critical Role of the Right VLPFC in Emotional Regulation of Social Exclusion : A tDCS Study Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion : a tDCS study*. (March). <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018b). Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion: A tDCS study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 13(4), 357–366. <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Liu, Z., Zhao, J., Elliott, R., & Zhang, D. (2019). Improving emotion regulation of social exclusion in depression-prone individuals: A tDCS study targeting right VLPFC. *Psychological Medicine*. <https://doi.org/10.1017/S0033291719002915>
- Hermann, A., Kress, L., & Stark, R. (2017). Neural correlates of immediate and prolonged effects of cognitive reappraisal and distraction on emotional experience. *Brain Imaging and Behavior*, 11(5), 1227–1237. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9603-9>
- Hertenstein, E., Trinca, E., Schneider, C. L., Wunderlin, M., Fehér, K., Riemann, D., & Nissen, C. (2021). Augmentation of Psychotherapy with Neurobiological Methods: Current State and Future Directions. *Neuropsychobiology*. <https://doi.org/10.1159/000514564>
- Hiebler-Ragger, M., Perchtold-Stefan, C. M., Unterrainer, H. F., Fuchshuber, J., Koschutnig, K., Nausner, L., ... Fink, A. (2020). Lower cognitive reappraisal capacity is related to impairments in attachment and personality structure in poly-drug use: an fMRI study. *Brain Imaging and Behavior*. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00414-3>
- Hoebeke, Y., Desmedt, O., Özçimen, B., & Heeren, A. (2021). The impact of transcranial Direct Current stimulation on rumination: A systematic review of the sham-controlled studies in healthy and clinical samples. *Comprehensive Psychiatry*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2021.152226>
- Huberty, J., Green, J., Glissmann, C., Larkey, L., Puzia, M., & Lee, C. (2019). Efficacy of the mindfulness meditation mobile app “calm” to reduce stress among college students: Randomized controlled trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(6).

- <https://doi.org/10.2196/14273>
- Hunter, M. A., Lieberman, G., Coffman, B. A., Trumbo, M. C., Armenta, M. L., Robinson, C. S. H., ... Clark, V. P. (2018). Mindfulness-based training with transcranial direct current stimulation modulates neuronal resource allocation in working memory: A randomized pilot study with a nonequivalent control group. *Heliyon*, 4(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00685>
- Ilan, S. D., Shafir, R., Birk, J. L., Bonanno, G. A., & Sheppes, G. (2020). Monitoring in emotion regulation: behavioral decisions and neural consequences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(12), 1273–1283. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa001>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). TDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Jones, D. R., Lehman, B. J., Noriega, A., & Dinnel, D. L. (2019). The effects of a short-term mindfulness meditation intervention on coping flexibility. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 347–361. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1596672>
- Kelley, N. J., Gallucci, A., Riva, P., Lauro, L. J. R., & Schmeichel, B. J. (2019). Stimulating self-regulation: A review of non-invasive brain stimulation studies of goal-directed behavior. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00337>
- Kronberg, G., Bridi, M., Abel, T., Bikson, M., & Parra, L. C. (2017). Direct Current Stimulation Modulates LTP and LTD: Activity Dependence and Dendritic Effects. *Brain Stimulation*, 10(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.10.001>
- Lantrip, C., Delaloye, S., Baird, L., Dreyer-Oren, S., Brady, R. E., Roth, R. M., ... Holtzheimer, P. (2019). Effects of Left Versus Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Affective Flexibility in Healthy Women: A Pilot Study. *Cognitive and Behavioral Neurology: Official Journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, 32(2), 69–75. <https://doi.org/10.1097/WNN.0000000000000190>
- Leyland, A., Rowse, G., & Emerson, L. M. (2019). Experimental effects of mindfulness inductions on self-regulation: Systematic review and meta-analysis. *Emotion*, 19(1), 108–122. <https://doi.org/10.1037/emo0000425>
- Li, X., Xiong, G., Dong, Z., Cai, S., Zhao, J., She, Z., & Guo, Y. (2020). Causal Role of the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Organizational Fairness Perception: Evidence From a Transcranial Direct Current Stimulation Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14(August), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00134>
- Mak, C., Whittingham, K., Cunnington, R., & Boyd, R. N. (2018). Efficacy of Mindfulness-Based Interventions for Attention and Executive Function in Children and Adolescents—a Systematic Review. *Mindfulness*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>
- Manenti, R., Cotelli, M. S., Cobelli, C., Gobbi, E., Brambilla, M., Rusich, D., ... Cotelli, M. (2018). Transcranial direct current stimulation combined with cognitive training for the treatment of Parkinson Disease: A randomized, placebo-controlled study. *Brain Stimulation*, 11(6), 1251–1262. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.07.046>
- Marques, Lucas M., Morello, L. Y. N., & Boggio, P. S. (2018). Ventrolateral but not Dorsolateral Prefrontal Cortex tDCS effectively impact emotion reappraisal – effects on Emotional Experience and Interbeat Interval. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33711-5>
- Marques, Lucas Murrins. (2016). *No Title*.
- McLaughlin, L. E., Luberto, C. M., O'Bryan, E. M., Kraemer, K. M., & McLeish, A. C. (2019). The indirect effect of positive affect in the relationship between trait mindfulness and emotion dysregulation. *Personality and Individual Differences*, 145(March), 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.020>

- Millgram, Y., Huppert, J. D., & Tamir, M. (2020). Emotion Goals in Psychopathology: A New Perspective on Dysfunctional Emotion Regulation. *Current Directions in Psychological Science*, 29(3), 242–247. <https://doi.org/10.1177/0963721420917713>
- Miniussi, C., Harris, J. A., & Ruzzoli, M. (2013). Modelling non-invasive brain stimulation in cognitive neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1702–1712. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.014>
- Molina, E., Fernandez-Prieto, I., Andres, P., & Parmentier, F. (2020). *Opposite effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on sustained attention in individuals with high and low levels of dispositional mindfulness*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31234/osf.io/8ynca>
- Moodie, C. A., Suri, G., Goerlitz, D. S., Mateen, M. A., Sheppes, G., McRae, K., ... Gross, J. J. (2020). The neural bases of cognitive emotion regulation: The roles of strategy and intensity. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(2), 387–407. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00775-8>
- Naragon-gainey, K., McMahon, T. P., & Chacko, T. P. (2017). Supplemental Material for The Structure of Common Emotion Regulation Strategies: A Meta-Analytic Examination. *Psychological Bulletin*, 143(4), 384–427. <https://doi.org/10.1037/bul0000093.supp>
- 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), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7>
- Nikolin, S., Boonstra, T. W., Loo, C. K., & Martin, D. (2017). Combined effect of prefrontal transcranial direct current stimulation and a working memory task on heart rate variability. *PLoS ONE*, 12(8), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181833>
- Nitsche, M. A., Fricke, K., Henschke, U., Schlitterlau, A., Liebetanz, D., Lang, N., ... Paulus, W. (2003). Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *Journal of Physiology*, 553(1), 293–301. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.049916>
- 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>
- Opitz, A., Paulus, W., Will, S., Antunes, A., & Thielscher, A. (2015). Determinants of the electric field during transcranial direct current stimulation. *NeuroImage*, 109, 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.01.033>
- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812>
- Perchtold, C. M., Fink, A., Rominger, C., Weber, H., de Assunção, V. L., Schuster, G., ... Papousek, I. (2018). Reappraisal inventiveness: impact of appropriate brain activation during efforts to generate alternative appraisals on the perception of chronic stress in women*. *Anxiety, Stress and Coping*, 31(2), 206–221. <https://doi.org/10.1080/10615806.2017.1419205>
- Perchtold, C. M., Papousek, I., Koschutnig, K., Rominger, C., Weber, H., Weiss, E. M., & Fink, A. (2018). Affective creativity meets classic creativity in the scanner. *Human Brain Mapping*, 39(1), 393–406. <https://doi.org/10.1002/hbm.23851>
- Pripfl, J., & Lamm, C. (2015). Focused transcranial direct current stimulation (tDCS) over the dorsolateral prefrontal cortex modulates specific domains of self-regulation. *Neuroscience Research*, 91, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.007>
- Pripfl, J., Neumann, R., Köhler, U., & Lamm, C. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation on risky decision making are mediated by “hot” and “cold” decisions, personality, and hemisphere. *European Journal of Neuroscience*, 38(12), 3778–3785. <https://doi.org/10.1111/ejn.12375>
- Qi, S., Li, Y., Tang, X., Zeng, Q., Diao, L., Li, X., ... Hu, W. (2017). The temporal dynamics

- of detached versus positive reappraisal: An ERP study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 17(3), 516–527. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0494-4>
- Ray, M. K., Sylvester, M. D., Osborn, L., Helms, J., Turan, B., Burgess, E. E., & Boggiano, M. M. (2017). The critical role of cognitive-based trait differences in transcranial direct current stimulation (tDCS) suppression of food craving and eating in frank obesity. *Appetite*, 116, 568–574. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.046>
- 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>
- Riva, P., Romero Lauro, L. J., Vergallito, A., DeWall, C. N., & Bushman, B. J. (2015). Electrified emotions: Modulatory effects of transcranial direct stimulation on negative emotional reactions to social exclusion. *Social Neuroscience*, 10(1), 46–54. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.946621>
- Robinson, C., Armenta, M., Combs, A., Lamphere, M. L., Garza, G. J., Neary, J., ... Witkiewitz, K. (2019). Modulating affective experience and emotional intelligence with loving kindness meditation and transcranial direct current stimulation: A pilot study. *Social Neuroscience*, 14(1), 10–25. <https://doi.org/10.1080/17470919.2017.1397054>
- Rosenbaum, D., Kroczeck, A. M., Hudak, J., Rubel, J., Maier, M. J., Sorg, T., ... Ehrlis, A. C. (2020). Neural correlates of mindful emotion regulation in high and low ruminators. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71952-5>
- Russo, C., Souza Carneiro, M. I., Bolognini, N., & Fregni, F. (2017). Safety Review of Transcranial Direct Current Stimulation in Stroke. *Neuromodulation*, 20(3), 215–222. <https://doi.org/10.1111/ner.12574>
- Samuel, I. B. H., & Michelle, C. (2020). *Mindfulness and cognitive control : A review on their dual mode mechanisms*. (December), 1–27.
- Sanchez-Lopez, A., Vanderhasselt, M. A., Allaert, J., Baeken, C., & De Raedt, R. (2018). Neurocognitive mechanisms behind emotional attention: Inverse effects of anodal tDCS over the left and right DLPFC on gaze disengagement from emotional faces. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 18(3). <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0582-8>
- Santaracchi, E., Feurra, M., Barneschi, F., Acampa, M., Bianco, G., Cioncoloni, D., ... Rossi, S. (2014). Time course of corticospinal excitability and autonomic function interplay during and following monopolar tDCS. *Frontiers in Psychiatry*, 5(JUL), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00086>
- Schestatsky, P., Simis, M., Freeman, R., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2013). Non-invasive brain stimulation and the autonomic nervous system. *Clinical Neurophysiology*, 124(9), 1716–1728. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.020>
- Schroeder, P. A., Schwippel, T., Wolz, I., & Svaldi, J. (2020). Meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation on inhibitory control. *Brain Stimulation*, 13(5), 1159–1167. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.05.006>
- Sheppes, G. (2020). Transcending the “good & bad” and “here & now” in emotion regulation: Costs and benefits of strategies across regulatory stages. In *Advances in Experimental Social Psychology* (1st ed., Vol. 61). <https://doi.org/10.1016/bs.aesp.2019.09.003>
- Sheppes, G., Brady, W. J., & Samson, A. C. (2014). In (visual) search for a new distraction: The efficiency of a novel attentional deployment versus semantic meaning regulation strategies. *Frontiers in Psychology*, 5(APR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00346>
- Smits, F. M., Schutter, D. J. L. G., Van Honk, J., & Geuze, E. (2020). Does non-invasive brain stimulation modulate emotional stress reactivity? *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(1), 23–51. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa011>
- Snowdon, M. E., & Cathcart, S. (2018). tDCS potentiation provides no evidence for a link

- between right dorsal–lateral prefrontal cortical activity and empathic responding. *Social Neuroscience*, 13(2), 190–201. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1273133>
- 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), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162290>
- Strohmaier, S. (2020). The Relationship Between Doses of Mindfulness-Based Programs and Depression, Anxiety, Stress, and Mindfulness: a Dose-Response Meta-Regression of Randomized Controlled Trials. *Mindfulness*, 11(6), 1315–1335. <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01319-4>
- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Thomas, E. M., Freeman, T. P., Poplutz, P., Howden, K., Hindocha, C., Bloomfield, M., & Kamboj, S. K. (2021). Stimulating meditation: a pre-registered randomised controlled experiment combining a single dose of the cognitive enhancer, modafinil, with brief mindfulness training. *Journal of Psychopharmacology*. <https://doi.org/10.1177/0269881121991835>
- Vanderhasselt, M. A., Remue, J., Ng, K. K., Mueller, S. C., & De Raedt, R. (2015). The regulation of positive and negative social feedback: A psychophysiological study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 15(3), 553–563. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0345-8>
- Vergallito, A., Riva, P., Pisoni, A., & Romero Lauro, L. J. (2018). Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 119, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.037>
- Vernieri, F., Assenza, G., Maggio, P., Tibuzzi, F., Zappasodi, F., Altamura, C., ... Rossini, P. M. (2010). Cortical neuromodulation modifies cerebral vasomotor reactivity. *Stroke*, 41(9), 2087–2090. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.583088>
- Vieira, L., Marques, D., Melo, L., Marques, R. C., Monte-Silva, K., & Cantilino, A. (2020). Transcranial direct current stimulation effects on cognitive reappraisal: An unexpected result? *Brain Stimulation*, 13(3), 650–652. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.02.010>
- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical Pathways Mediating Successful Emotion Regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Weber, H., Loureiro de Assunção, V., Martin, C., Westmeyer, H., & Geisler, F. C. (2014). Reappraisal inventiveness: The ability to create different reappraisals of critical situations. *Cognition and Emotion*, 28(2), 345–360. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.832152>
- Weintraub-Brevda, R. R., & Chua, E. F. (2019). Transcranial direct current stimulation over the right and left VLPFC leads to differential effects on working and episodic memory. *Brain and Cognition*, 132(March), 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.03.005>
- Winker, C., Rehbein, M. A., Sabatinelli, D., & Junghofer, M. (2019). Repeated noninvasive stimulation of the ventromedial prefrontal cortex reveals cumulative amplification of pleasant compared to unpleasant scene processing: A single subject pilot study. *BioRxiv*, 1–11. <https://doi.org/10.1101/744987>
- Witkiewitz, K., Stein, E. R., Votaw, V. R., Wilson, A. D., Roos, C. R., Gallegos, S. J., ... Claus, E. D. (2019). Mindfulness-Based Relapse Prevention and Transcranial Direct Current Stimulation to Reduce Heavy Drinking: A Double-Blind Sham-Controlled Randomized Trial. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 43(6), 1296–1307. <https://doi.org/10.1111/acer.14053>
- Wu, L. lu, Potenza, M. N., Zhou, N., Kober, H., Shi, X. hui, Yip, S. W., ... 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>
- Xiao, S., Wang, B., Zhang, X., Zhou, J., & Fu, W. (2020). Systematic Review of the Impact of Transcranial Direct Current Stimulation on the Neuromechanical Management of Foot and Ankle Physical Performance in Healthy Adults. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8(October), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.587680>
- Yang, L. C., Ren, P., & Ma, Y. Y. (2018). Anodal Transcranial Direct-Current Stimulation Over the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Influences Emotional Face Perception. *Neuroscience Bulletin*, 34(5), 842–848. <https://doi.org/10.1007/s12264-018-0242-6>
- Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., ... Zhang, D. (2020). The VLPFC vs. the DLPFC in down-regulating social pain using reappraisal and distraction strategies. *The Journal of Neuroscience*, JN-RM-1906-20. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020>

CAPÍTULO 3

Artigo 2 - Carta ao editor

Variations in the effect of neurostimulation on the ventrolateral prefrontal cortex in emotional regulation strategies in young women

Status da publicação: Submetida

Variations in the effect of neurostimulation on the ventrolateral prefrontal cortex in emotional regulation strategies in young women

Dear Editor,

Research with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) found that anodic stimulation in the right Ventrolateral Prefrontal Cortex (rVLPFC) reduced anxiety in the face of negative videos [1], aggressive responses to social exclusion [2], facilitated cognitive reappraisal [3] and improved performance on memory tasks [4]. However, other studies have not replicated these findings [5], raising doubts about the influence of tDCS on the rVLPFC in Emotional Regulation (ER).

Zhao, et al. (2020) [6] compared the effect of transcranial magnetic stimulation on DLPFC and VLPFC during the execution of distraction and reappraisal strategies, finding a specificity of stimulation of VLPFC in improving reappraisal and DLPFC in distraction. The comparison of the effect of neuromodulation between distraction and reappraisal in the same group has not yet been carried out in studies with tDCS. Another investigation not carried out is the effect of tDCS on the ability to generate reappraisals, in which the emotional effect is evaluated after the execution of the strategy. For this reason, we conducted a double-blind clinical trial (blinding for subjects and researcher), approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Paraíba Health Sciences Center (Position paper No. 3,667,277), with the objective of investigating the effect of Anodic tDCS in the rVLPFC in the execution of distraction and reappraisal strategies, as well as in the inventive capacity to generate reappraisals.

12 right-handed undergraduate and graduate female students, aged between 18 and 35 years old, with no self-reported psychiatric and neurological disorders and who did not use any psychotropic medication took part in the research. The participants received a web page link, gave their consent, and answered the self-report questionnaires. In the same week, they went to the laboratory to receive the stimulation and carry out the experiments. The participants were randomly assigned to two groups: (1) stimulation with an anode on the rVLPFC and cathode

on the contralateral supraorbital and (2) simulated stimulation. The participants' mean age was 22.4 (SD = 3.1) years, and the groups did not differ in relation to the age and factors of the self-report questionnaires ($p > 0.05$; Supplementary data 3).

The stimulation went on for 20 minutes, with a current intensity of 2mA, using electrodes wrapped with sponges of 5 x 7cm, moistened with 3% saline solution. For the positioning of the electrodes, the international electroencephalography system 10-20 was used, with an anode in F8, corresponding to the rVLPFC [8] and the cathode in the contralateral supraorbital at least 5 cm away from the anode.

The use of the RIT - Reappraisal Inventiveness Test aimed to assess the ability to elaborate different reappraisals for four situations that portray the behavior of one person that causes harm to another, generating anger [7]. The participants were instructed to imagine that the situation was happening to them, and the task was to generate and report as many reappraisals as possible, in order to reduce anger. The categories were drawn from the RIT manual [7] and categorized by two psychologists, with 92.8% agreement and a kappa index of 0.90 ($p = 0.001$). A third evaluator was consulted in cases of disagreement. The total number of different reappraisals generated for the vignettes was evaluated.

The reappraisal and distraction tasks were carried out by observing emotional images and executing ER strategies to evaluate the images. The selected images were similar to those used in a previous study [8] and five blocks were made with 12 images (10 negative and 2 neutral), totaling 60 images, the first being passive observation, followed by four blocks of strategies: two blocks of distraction (distraction with a focus on the image and a focus on thinking) and two of reappraisal (reappraisal with a focus on the situation and moving away from it), counterbalanced among the participants. The participants should indicate the valence and emotional intensity in the face of the images and at the end of each strategy block, the degree of effectiveness and difficulty in executing each strategy. Participants should indicate the

valence and emotional intensity in the images and at the end of each strategy block, the degree of effectiveness and difficulty in executing each strategy.

There was an effect of interaction between group and strategy ($F(2.03, 20.37) = 6.92$; $p = 0.005$; $\eta^2 = 0.41$) for the intensity responses to the images. The placebo group showed greater intensity in the observing block (post-hoc bonferroni, $p = 0.019$), while the active group showed greater intensity in the distracting block with a focus on the image ($p = 0.02$). The active group had even greater difficulty in executing the strategies ($U = 2.5$; $Z = -2.50$; $p = 0.012$). In the RIT, the active group ($p = 0.041$; $M = 4.83$; $SD = 0.5$) had a greater number of reappraisals ($(F(1.10) = 5.47$; $p = 0.041$; $\eta^2 = 0.354$)) than the placebo group ($M = 3.08$; $SD = 0.5$).

The greater emotional intensity of the active group in the task of distraction and the greater difficulty reported in executing the strategies contradicts other studies that point to tDCS in the rVLPFC favoring ER in the face of negative stimuli [3]. However, there may be a thematic specificity of the effect of tDCS on the rVLPFC, in improving the ER for images of social exclusion [9]. The interaction effect may have occurred through the positive and negative “emotional assessment” process that occurs in the VLPFC [10]. In this perspective, the activation of the VLPFC can increase or decrease the negative experience due to different activation paths in the subcortical regions: by the accumbens nucleus, which predicts fewer negative emotions or by the ventral amygdala, which increases negative emotions [10].

This study is the first one to demonstrate that tDCS can improve the ability to generate reappraisals. Despite the small sample size, the magnitude of the verified effect is highlighted ($\eta^2=0.41$ and $\eta^2=0.35$), signaling the high influence of tDCS on the interaction effect, especially when compared to other studies with tDCS and emotional responses which have smaller effect sizes ($\eta^2 \leq 0.2$). It is likely that variations in the way ER tasks are conducted may evoke different cortical activities, making it possible to demonstrate or not the effect of cortical stimulation on the improvement of the strategy [5].

Competing interest

No conflicts of interest to report. This research did not receive any specific grant from funding agencies.

* Corresponding author

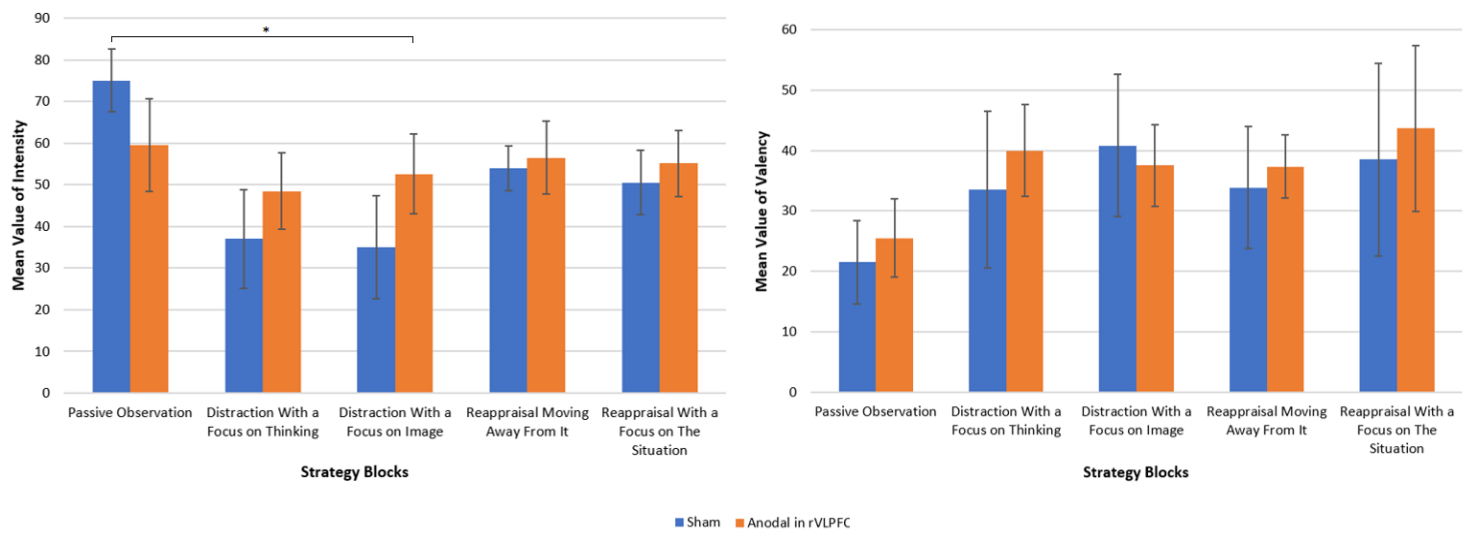
.Natany de Souza Batista Medeiros

Department of Psychology, Cognition and Behavior Research Laboratory (LAPECC), Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil

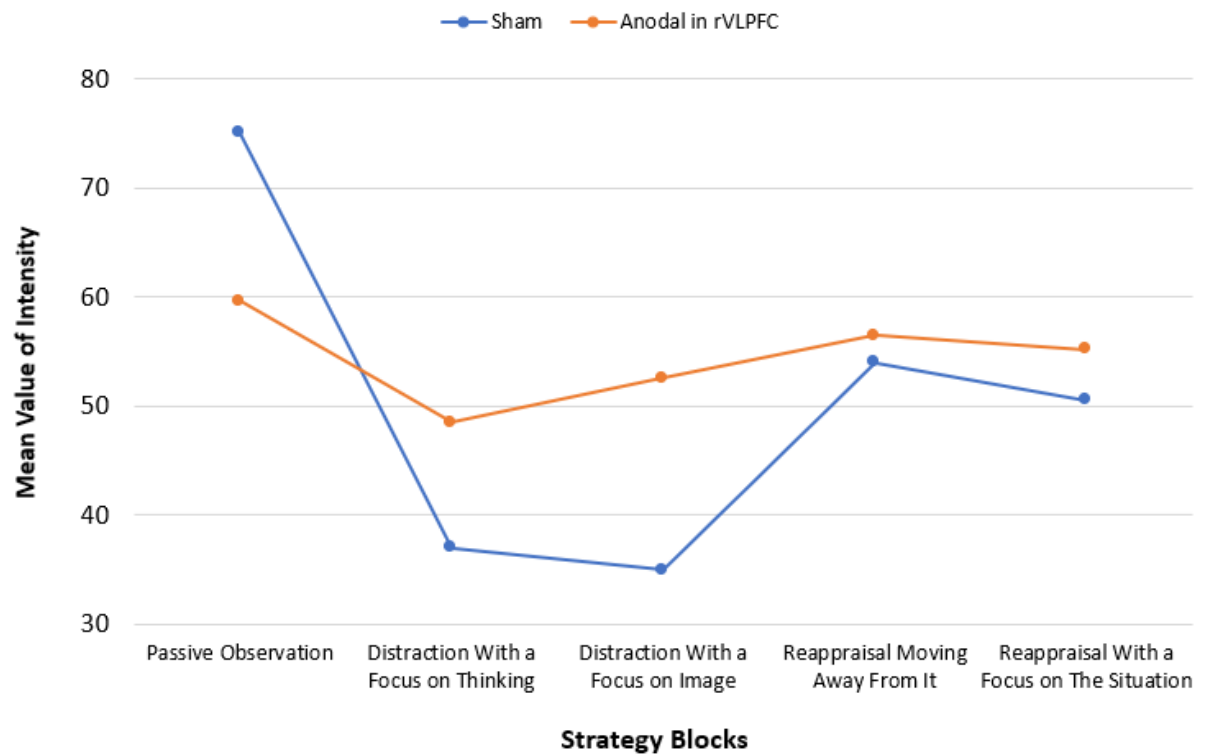
E-mail address: natanypsicologia@gmail.com

Referências

- [1] Vergallito, A., Riva, P., Pisoni, A., & Romero Lauro, L. J. (2018). Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 119, 128–135.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.037>
- [2] Riva, P., Lauro, L. J. R., Nathan DeWall, C., Chester, D. S., & Bushman, B. J. (2013). Reducing aggressive responses to social exclusion using transcranial direct current stimulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(3), 352–356.
<https://doi.org/10.1093/scan/nsu053>
- [3] He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018). *Critical Role of the Right VLPFC in Emotional Regulation of Social Exclusion : A tDCS Study Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion : a tDCS study*. (March).
<https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- [4] Weintraub-Brevda, R. R., & Chua, E. F. (2019). Transcranial direct current stimulation over the right and left VLPFC leads to differential effects on working and episodic memory. *Brain and Cognition*, 132(March), 98–107.
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.03.005>
- [5] Vieira, L., Marques, D., Melo, L., Marques, R. C., Monte-Silva, K., & Cantilino, A. (2020). Transcranial direct current stimulation effects on cognitive reappraisal: An unexpected result? *Brain Stimulation*, 13(3), 650–652.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.02.010>
- [6] Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., Xie, H., & Zhang, D. (2020). The VLPFC vs. the DLPFC in down-regulating social pain using reappraisal and distraction strategies. *The Journal of Neuroscience*, JN-RM-1906-20.
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020>
- [7] Loureiro de Assunção, V. (2018). Reappraisal als Fähigkeit-Entwicklung des Reappraisal Inventiveness Test. [Tese de Doutorado, Universidade Ernst Moritz Arndt de Greifswald].
- [8] Marques, L. M., Morello, L. Y. N., & Boggio, P. S. (2018). Ventrolateral but not Dorsolateral Prefrontal Cortex tDCS effectively impact emotion reappraisal – effects on Emotional Experience and Interbeat Interval. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-33711-5>
- [9] He, Z., Liu, Z., Zhao, J., Elliott, R., & Zhang, D. (2019). Improving emotion regulation of social exclusion in depression-prone individuals: A tDCS study targeting right VLPFC. *Psychological Medicine*. <https://doi.org/10.1017/S0033291719002915>
- [10] Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical Pathways Mediating Successful Emotion Regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>



Supplementary data 1. Mean ratings valence and intensity inter-group and standard error for each regulation condition * $p < 0.05$ ANOVA repeated measures F-test with Benferroni's Multiple Comparisons



Supplementary data 2 Significant interaction of 'Intensity' x 'strategy': Mean ratings intensity inter-group for each regulation condition (block).

	Anodic rVLPFC (n=6)	Sham (n=6)	p-value
Age (years), average (SD)	21.7 (2,87)	23.2 (3.48)	0.366 ¹
ERQ (cognitive reappraisal section), average (SD)	29.82 (7.91)	29.35 (6,51)	0.686 ¹
ERQ (suppression section), average (SD)	14.10 (5.21)	11.88 (3.00)	0.268 ¹
DERS (Clarity), average (SD)	14.01 (2.2)	29.38 (6.5)	0,613 ¹
DERS (Strategies), average (SD)	22.12 (4.7)	11.89 (3.0)	0,804 ¹
DERS (Awareness), average (SD)	23.81 (3.4)	13,55 (0.5)	0,415 ¹
DERS (Impulses), average (SD)	13.57 (1.9)	22.52 (4.9)	0,451 ¹
DERS (Goals), average (SD)	19.05 (2.7)	22.31 (3.8)	0,220 ¹
DERS (Nonacceptance), average (SD)	17.55 (4.8)	15.19 (2.8)	0,70 ¹

Supplementary data 3 - table 1 Demographics and individual characteristics. SD = Standard Deviation; ERQ = Emotion Regulation Questionnaire; DERS = Difficulties in Emotion Regulation Scale;

¹ U Mann-Whitney test. Anodic rVLPFC: group stimulation with an anode on the right Ventrolateral Prefrontal Cortex.

	Anodic rVLPFC (n=6)	Sham (n=6)	p-value
RIT (N° of reappraisals)	19.00 (7.0)	14.00 (4.0)	0.041 ¹ *
RIT (N° of categories)	9.67 (2.66)	8.00 (1.67)	0.182 ¹
RIT (Problem solving)	5.67 (1.97)	4.33 (2.88)	0.268 ¹
RIT (Positive Revaluation)	2.50 (2.26)	1.17 (0.75)	0.613 ¹
RIT (Relativization)	8.17 (3.66)	4.67 (1.75)	0.804 ¹
RIT (Other)	3.00 (1.79)	2.17 (2.32)	0.415 ¹
RIT (Intensity of anger)	15.50 (2.81)	15.33 (4.37)	0.741 ²

Supplementary data 4- table 2 Means and Standard Deviations (SD) of the number of reappraisals, the number of categories, the number of reappraisals by category of RIT's manual and anger intensity, full and divided by groups;

¹ ANOVA repeated measures F-test with Benferroni's Multiple Comparisons; ² U Mann-Whitney test. RIT: Reappraisal Inventiveness Test; Anodic rVLPFC: group stimulation with an anode on the right Ventrolateral Prefrontal Cortex. * Statistically significant difference.

CAPÍTULO 4

Artigo 3

Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afeto em mulheres

Periódico: A ser definido em periódico internacional

Classificação do periódico no QUALIS: entre A1 e B1

Status da publicação: A ser submetida

Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afeto em mulheres

Resumo

O objetivo desse trabalho foi investigar se a ETCC anódica em regiões diferentes do córtex pré-frontal (CPF DL esquerdo, direito e CPF VL direito) provoca alterações no número de pensamentos intrusivos durante prática de respiração consciente antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas. Secundariamente, investigamos o efeito da ETCC na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) durante a estimulação em estado de repouso. 25 mulheres universitárias foram divididas aleatoriamente em quatro grupos estimulados anódicamente (1) no CPF DL esquerdo, (2) no CPF DL direito, (3) no CPF VL direito e (4) estimulação simulada. Após a ETCC as voluntárias participaram de um paradigma de indução a preocupação precedida e seguida de uma prática de mindfulness com foco na respiração, registrando o número de pensamentos intrusivos durante a prática. Verificou-se que a ETCC no CPF DL esquerdo diminuiu a quantidade de pensamentos intrusivos ($F(3,21)=4,532$, $p=0,01$, $\eta^2=0,39$) e provocou maiores escores de afeto positivo ($F(3,21)=9,33$; $p=0,001$; $\eta^2=0,48$) quando comparado ao placebo, ao grupo estimulado no CPF DL direito e CPF VL direito. Não foram encontradas diferenças na VFC entre os grupos. O efeito encontrado está consistente com a hipótese de que a ETCC no CPF DL esquerdo favorece o controle cognitivo e facilita a evocação de emoções positivas.

Palavras-chave: Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua; Mindfulness; Afeto positivo; Córtex Pré-Frontal.

Introdução

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma técnica de neuroestimulação não invasiva bastante explorada em estudos da neurociência social e clínica (Alizadehgoradel, 2021), devido a facilidade de uso e dos efeitos provocados em processos cognitivos, emocionais e comportamentais em populações clínicas e não clínicas (Miniussi et al., 2013; Winker et al., 2019). A ETCC, por exemplo, tem sido investigada como intervenção que potencializa o controle cognitivo, processo necessário para comportamento direcionado a objetivos e um dos domínios neurobiológicos dos Critérios de Domínio de Pesquisa (RDoC) do Instituto Nacional Americano de Saúde Mental (NIMH) (Hertenstein et al., 2021).

Pesquisas também tem utilizado a ETCC como terapia alternativa para depressão (Lantrip et al., 2019) e transtornos de ansiedade (Carnevali, Pattini, Sgoifo, & Ottaviani, 2020; Dryman & Heimberg, 2018) e também como potencializadora de outros tratamentos psicoterápicos, como a terapia cognitivo comportamental (Dedoncker, Baeken, De Raedt, & Vanderhasselt, 2021) e intervenções baseadas em mindfulness (Alizadehgoradel, 2021). Mindfulness é uma prática meditativa que vem sendo investigada e utilizada como modalidade de intervenção em diferentes transtornos psiquiátricos (Strohmaier, 2020) e como treinamento para processos cognitivos e emocionais (Greeson et al., 2018), como habilidades atencionais (Fabio & Towey, 2018) e flexibilidade psicológica (Jones, Lehman, Noriega, & Dinnel, 2019).

As práticas de mindfulness podem enfatizar diferentes processos psicológicos subjacentes, entretanto, a maioria das definições apontam para centralidade da autorregulação da atenção e a capacidade de direcioná-la para um determinado objeto interno ou externo (Bishop et al., 2004). A prática contínua e de longo prazo de mindfulness está associada a maior desempenho em tarefas atencionais (Mak, Whittingham, Cunnington, & Boyd, 2018), redução da divagação mental (Leyland, Rowse, & Emerson, 2019) e alterações cerebrais (Gotink, Meijboom, Vernooij, Smits, & Hunink, 2016; Tang, Hölzel, & Posner, 2015). A capacidade de direcionar a atenção para o momento presente sem julgamentos também tem sido apontada como habilidade importante no tratamento da ruminação, preocupação excessiva e no pensamento intrusivo (Rosenbaum et al., 2020).

Em estudo com neuroimagem em sujeitos saudáveis, a prática de atenção à respiração foi associada a ativação pré-frontal dorsal e medial e provocou melhor regulação emocional, com redução da ativação da amígdala (Doll et al., 2016). Alguns estudos associaram a ETCC e práticas de mindfulness encontrando efeito sobre a memória de trabalho (Hunter et al., 2018), o bem-estar psicológico (Badran et al., 2017) e a valência emocional (Robinson et al., 2019). A combinação entre ETCC e mindfulness em pesquisas pode ampliar a compreensão dos

mecanismos neurobiológicos subjacentes ao efeito da neuroestimulação nos processos cognitivos (Doll et al., 2016).

Uma questão em aberto é se os efeitos ocasionados pela ETCC nos processos emocionais ocorrem devido ao maior controle cognitivo ou a alteração na reatividade emocional (Smits et al., 2020). Neste sentido, o estudo de Clarke et al. (2020) investigou se a ETCC anódica no Córtex Pré-frontal Dorsolateral (CPFDL) esquerdo facilita o engajamento cognitivo ou aumenta a reatividade emocional através de um paradigma de indução a preocupação precedida e seguida de uma prática de mindfulness com foco na respiração. A respiração consciente envolve direcionar a atenção de maneira sustentada para a respiração, apresentando controle cognitivo das experiências e a realocação atencional quando há divagação (Thomas et al., 2021).

Clarke et al. (2020) hipotetizaram que se a ETCC atuasse sobre a reatividade emocional haveria menor ansiedade e menos pensamentos intrusivos após o período de indução a preocupação, devido ao menor engajamento na preocupação. Em contrapartida, se a ETCC atuasse sobre a cognição orientada para objetivos, haveria maior ansiedade e maior preocupação. Eles verificaram que o grupo ativo apresentou aumento da ansiedade após a indução a preocupação e maior variação de ansiedade antes e após comparado ao placebo, sem nenhum efeito verificado da ETCC sobre os pensamentos intrusivos, e concluíram que a ETCC aumenta ou diminui a reatividade emocional a depender da intenção do indivíduo (Clarke, Sprlyan, et al., 2020).

Embora os achados desse estudo pareçam indicar que a ETCC favorece o controle cognitivo a depender do objetivo (Feesser et al., 2014), esses resultados são inconsistentes (Smits et al., 2020), e outros trabalhos não encontram efeito da ETCC nas respostas emocionais variando conforme objetivo do indivíduo (Marques et al., 2018). Além disso, é desconhecido como a ETCC facilita a prática de mindfulness (Rosenbaum et al., 2020) e de que maneira afeta as respostas emocionais (Vieira et al., 2020).

Ainda é pouco explorada a possível variação das respostas emocionais em função da região cortical que está sendo estimulada pela ETCC (Marques et al., 2018; Smits et al., 2020). Por exemplo, a estimulação no CPFDL esquerdo favorece o maior controle cognitivo, enquanto no CPFDL direito afeta a reatividade emocional (Aboulafia-Brakha et al., 2016; Pripfl et al., 2013)? E qual efeito da ETCC no CPFVL em respostas emocionais (Marques et al., 2018)?

Considerando os poucos estudos que investigaram o efeito imediato da ETCC em práticas de mindfulness e a questão sobre o efeito no controle cognitivo versus na reatividade emocional, investigamos se a ETCC anódica em regiões diferentes do córtex pré-frontal provoca alterações no número de pensamentos intrusivos durante prática de respiração

consciente antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas antes e após o experimento. Secundariamente, investigamos o efeito da ETCC na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) como medida fisiológica, tendo em vista indícios que a estimulação pode resultar em alterações na atividade parassimpática do SNA, aumentando a variabilidade cardíaca de alta frequência, ou seja, facilitando a atividade parassimpática (Nikolin, Boonstra, Loo, & Martin, 2017).

Método

Participantes

A amostra do estudo foi por conveniência e de caráter não probabilístico, composta por 25 mulheres estudantes de graduação ou pós-graduação, divididas aleatoriamente em quatro grupos com diferentes condições de estimulação: (1) estimulação com ânodo no CPFDL esquerdo e cátodo na supraorbital contralateral, (2) estimulação com ânodo no CPFDL direito e cátodo na supraorbital contralateral, (3) estimulação com ânodo no CPFVL direito e cátodo na supraorbital contralateral e (4) estimulação simulada.

Os critérios de inclusão foram serem estudantes universitárias, de 18 a 35 anos, destros, com relato de ausência de transtornos psiquiátricos e neurológicos, nenhuma história de epilepsia, cirurgia cerebral ou tumor cerebral e que não fizessem uso de nenhuma medicação psicotrópica ou com efeito no sistema nervoso central. Os critérios de exclusão foram suspeita de transtorno psiquiátrico atual (verificado pelo questionário de rastreio MINI), abuso de substâncias e gravidez. Este trabalho se caracteriza como um ensaio duplo-cego (cegamento para sujeitos e pesquisador), com medidas independentes intersujeitos, aleatorizado e controlado por grupo placebo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da UFPB, com número de parecer 3.667.277. As participantes foram distribuídas aleatoriamente utilizando-se o programa de randomização online (www.random.org).

Instrumentos

Escalas e Questionários.

- Questionário sociodemográfico para realização de caracterização amostral quanto a idade, estado civil e uso de medicações e drogas. Também foi questionado sobre diagnóstico atual ou prévio de transtorno mental.
- O MINI é um questionário breve de rastreio para transtornos mentais desenvolvido na universidade da Flórida e validado no Brasil por médicos que avalia: depressão, ansiedade, abuso de substâncias e transtornos psicóticos. Ele possui 9 itens e sua pontuação final pode

variar entre 0 à 26 pontos. Pontuar acima de 3 pontos sugere perturbação psicológica e é indicado uma entrevista clínica diagnóstica (Bolsoni, 2016).

- Questionário de Regulação Emocional – QRE (Boian, Soares & Silva, 2009): instrumento com dez itens do tipo Likert de sete pontos, que avalia dois fatores referente a tipos de estratégias: Reavaliação Cognitiva (QRE-RC) com escore variando de 6 a 42 pontos e Aspecto de Supressão Emocional (QRE-S) com escore variando de 4 a 28 pontos.
- Escala de Dificuldades de Regulação Emocional - EDRE: validada no Brasil por Cancian, et al. (2019) e constituída por 36 itens, divididos em seis fatores: Acesso Limitado às Estratégias de Regulação Emocional; Não Aceitação das Respostas Emocionais; Falta de Consciência Emocional; Dificuldades no Controle de Impulsos; Dificuldades em Agir de Acordo com os Objetivos; e Falta de Clareza Emocional. As respostas são dadas numa escala de cinco pontos: (1- quase nunca, 2- algumas vezes, 3- metade das vezes, 4- a maioria das vezes, 5- quase sempre).
- Escala de Afeto Positivo e Negativo – EAPN (Siqueira, Martins & Moura, 1999): escala do tipo Likert de cinco pontos, com 20 itens, dez deles avaliando afeto positivo e os outros dez, afeto negativo. Os escores variam de 10 a 50 pontos.

Indução de preocupação e avaliação de pensamentos intrusivos.

Adotamos um experimento que avalia a frequência de pensamentos intrusivos durante dois períodos de 5 minutos de prática de *mindfulness* com foco na respiração (Clarke, Sprlyan, Hirsch, Meeten, & Notebaert, 2020). Entre esses dois períodos, há a indução de preocupação na participante. Ao longo dos 5 minutos, a participante escuta um áudio com uma prática guiada de respiração consciente, no qual é direcionado o seu foco de atenção para sua respiração sempre que perceber que sua mente saiu do foco. Durante esse período, dez sinos soaram separados a cada 30 segundos. Quando o sino tocava, a participante era instruída a abrir os olhos e responder na tela do computador se estavam focada na respiração ou em outra coisa. Se estivesse focada em outra coisa que não a respiração, deveria indicar se o conteúdo era positivo, negativo ou neutro e fornecer a descrição do conteúdo em até 3 palavras. Então, ela retornava à prática de concentrar o foco na respiração.

Após a primeira prática as participantes receberam a instrução para a indução de preocupação: junto com o pesquisador, deveriam identificar um tópico de sua vida que lhes causara preocupação repetidas vezes nas últimas semanas e que tinha potencial natureza ameaçadora. Após essa identificação, as participantes foram instruídas a se preocupar ativamente com isso durante 5 minutos sem a presença do pesquisador na sala. Após isso, realizaram a prática de *mindfulness* novamente, de forma idêntica à primeira. O registro da

presença de pensamentos intrusivos foi realizado no computador, através do *software* SuperLab 4.0, e para a análise de dados foi utilizado o número de pensamentos intrusivos negativos indicados pelas participantes durante a prática de *mindfulness*. Antes e após o experimento as participantes responderam o PANAS.

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua.

A estimulação foi realizada pelo equipamento de Estimulação Transcraniana - NeuroStim, um neuroestimulador desenvolvido pela MEDSUPPLY, contendo o Kit com o neuroestimulador, esponjas, prendedores de borracha, eletrodos e cabos conectores. Foram utilizados eletrodos envoltos por esponjas de 5 x 7 cm, umedecidas com solução salina a 3%. Para a padronização do posicionamento dos eletrodos foi utilizado o sistema internacional de eletroencefalografia 10-20, no qual F3, F4 e F8 correspondem ao CPFDL esquerdo e direito e CPFVL direito, respectivamente (Marques, 2016, Feeser et al., 2014; Riva et al., 2014). O cátodo foi posicionado na supraorbital contralateral a pelo menos 5 cm de distância do ânodo. Após o posicionamento dos eletrodos as participantes foram instruídas a se manterem sentadas durante todo o período de estimulação, 20 minutos. Na condição simulada o aparelho automaticamente liga a corrente elétrica durante 30 segundos e depois desliga. A intensidade da corrente foi de 2mA. Todas as participantes foram cegas quanto ao tipo de estimulação.

VFC.

A gravação da VFC foi conduzida durante os 5 minutos finais da estimulação, correspondendo à gravação de estado de repouso. Os índices de VFC foram mensurados através de um cardiofrequencímetro, o monitor Polar V800, validado para avaliação da VFC (Giles, Draper, & Neil, 2016), que é composto por um relógio de pulso e uma cinta transmissora com conexão sem fio.

A análise da série de variação do tempo entre batimentos (R-R) foi realizada através do software Kubios 3.0 (Tarvainen et al., 2014), que permitiu a detecção e correção de artefatos e o cálculo do tempo e frequência. Os índices do domínio de tempo incluíram a média dos intervalos RR, a raiz quadrada da diferença média dos intervalos RR sucessivos (RMSSD) e o desvio padrão da diferença dos intervalos RR normais (SDNN). A análise por frequência foi calculada pelos componentes de baixa frequência (LF: banda 0,04 -0,15 Hz) e de alta frequência (HF: banda 0,15 – 0,40 Hz).

Procedimentos.

As participantes eram convidadas pelos pesquisadores e, caso aceitassem, recebiam um link para darem o consentimento livre e esclarecido e responder aos questionários de autorrelato. Após a resposta aos questionários, ainda na mesma semana, as voluntárias compareciam ao laboratório. As participantes foram distribuídas aleatoriamente utilizando-se o programa de randomização online (www.random.org). Após a aleatorização, os códigos gerados foram colocados em um envelope opaco e acessível apenas para o pesquisador que configurava o modo no aparelho de estimulação. O pesquisador que conduziu o experimento e forneceu as instruções não teve acesso à condição de estimulação das participantes e o envelope foi aberto apenas após as análises.

As voluntárias questionadas se realizaram atividade física intensa, consumo de cafeína e drogas nas últimas 24 horas antes do experimento, seguido pela neuroestimulação com duração de 20min. Em seguida, iniciavam-se experimentos de regulação emocional descritos em outro estudo (artigo 1 e 2) e o de indução de preocupação. Antes e após ao experimento de indução a preocupação o PANAS foi aplicado novamente.

Análise de dados

As análises foram realizadas através do software SPSS 20.0. Foram calculadas médias e desvios-padrão para os dados demográficos. Realizamos testes Kruskal Wallis com cada um dos instrumentos pré-experimento para comparar os escores entre os grupos. Os escores de afeto positivo e negativo do PANAS (pré e pós experimento) e o número de pensamentos intrusivos (primeira e segunda prática de *mindfulness*, antes e após a indução de preocupação) foram calculados e analisados separadamente através de ANOVAs mistas, com os fatores (2x4) de tempo e grupo (condições da ETCC). Para avaliar o efeito da ETCC nas medidas autonômicas, uma série de ANOVAs foram realizadas com Grupo como fator entre sujeitos e SDNN, HF-VFC, LF – VFC e RMSSD – VFC como variáveis dependentes.

Resultados

Característica dos grupos

Participaram 25 voluntárias, sete receberam estimulação ativa no CPFDL direito, seis no CPFDL esquerdo, seis no CPFVL direito e seis receberam estimulação simulada. Através do Teste Kruskal Wallis verificou-se que os grupos não diferiram entre si ($p>0,05$) em relação à idade e aos fatores dos questionários (Tabela 1).

Tabela 1 Médias e Desvios-Padrão da idade e dos questionários QRE e EDRE divididos entre os grupos. Estatística teste Kruskal Wallis e p-valor, indicando ausência de diferenças significativas entre os grupos.

	Grupo								Estatística
	DL esquerdo		DL direito		Placebo		VL direito		
	Desvio		Desvio		Desvio		Desvio		
	Média	padrão	Média	padrão	Média	padrão	Média	padrão	
Idade	22,7	3,3	21,9	1,6	23,2	3,4	21,7	2,8	,972 (,808)
QRE-Reavaliação	24,83	7,25	27,43	8,75	29,33	6,53	33,33	6,12	4,196 (,241)
QRE-Supressão	14,00	6,54	13,14	7,88	11,83	3,06	15,00	5,62	1,777 (,620)
Clareza EDRE	14,83	3,87	13,43	1,99	13,50	,55	14,17	2,48	1,418 (,701)
Estratégia EDRE	25,00	6,26	23,00	8,00	22,50	4,97	21,33	4,13	1,109 (,775)
Consciência EDRE	20,67	6,98	21,71	4,61	22,33	3,83	24,67	2,88	2,930 (,403)
Impulso EDRE	16,17	5,15	14,71	6,47	15,17	2,86	13,50	1,97	1,084 (,781)
Metas EDRE	18,33	3,88	17,43	3,87	16,83	3,31	18,83	2,56	1,428 (,699)
Não aceitação EDRE	16,50	6,83	17,57	8,04	12,17	4,17	18,50	5,54	3,508 (,320)

Legenda: QRE: Questionário de Regulação Emocional; EDRE: Escala de Dificuldades de Regulação Emocional; DL: dorsolateral; VL: ventrolateral. Placebo: grupo que recebeu estimulação simulada.

Avaliação de pensamentos intrusivos.

Realizou-se uma ANOVA mista (2 tempos x 4 grupos) para comparar o número de pensamentos intrusivos negativos antes e após a indução de preocupação entre os grupos. Houve efeito da ETCC no número de pensamentos intrusivos negativos ($F(3,21)=4,532$, $p=0,01$, $\eta^2=0,39$), o grupo estimulado no CPF DL esquerdo ($M=1,0$; $DP=0,33$) apresentou significativamente menos pensamentos intrusivos do que o placebo ($M=2,66$; $DP=0,33$; *post-hoc bonferroni*, $p=0,017$) e o ativo no CPF DL direito ($M=2,42$; $DP=0,31$; *post-hoc bonferroni*, $p=0,041$). Não houve diferenças entre o número de pensamentos intrusivos antes e depois da indução a preocupação ($F(1,21)=1,54$; $p=0,28$; $\eta^2=0,07$) e nem efeito de interação entre tempo e grupo ($F(3,21)=0,21$; $p=0,88$; $\eta^2=0,03$) (Figura 1).

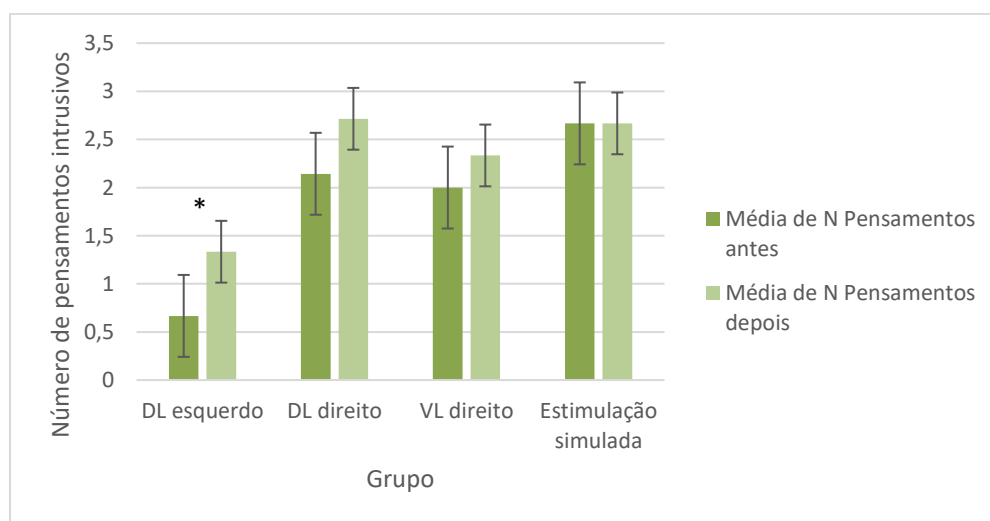


Figura 4. Gráfico com média do número de pensamentos intrusivos negativos nas práticas de mindfulness antes e após a indução a preocupação, por grupo nas diferentes condições de estimulação.

Legenda: DL: dorsolateral; VL: ventrolateral; * grupo estimulado no DL esquerdo apresentou estatisticamente (ANOVA) menos pensamentos intrusivos comparado aos outros grupos.

Afeto positivo e negativo antes e após a indução de preocupação.

Duas ANOVAs de medidas repetidas foram realizadas para comparar o afeto positivo e o negativo antes e após o experimento e entre os grupos. Para o afeto negativo, verificou-se um efeito no tempo ($F(1,21) = 6,47$; $p = 0,02$; $\eta^2 = 0,24$), sendo o afeto negativo após o experimento ($M = 16,79$; $DP = 5,8$) significativamente menor que a aplicação antes do experimento ($M = 20,04$; $DP = 6,9$). Não houve diferenças no afeto negativo entre os grupos ($F(3,21) = 2,70$; $p = 0,07$; $\eta^2 = 0,289$) e nem efeito de interação entre tempo e grupo ($F(3,21) = 0,18$; $p = 0,91$; $\eta^2 = 0,026$).

Para o afeto positivo, encontramos um efeito entre os grupos ($F(3,21) = 9,33$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,48$), no qual os escores de afeto positivo do grupo estimulado no CPFDL esquerdo ($M = 35,41$; $DP = 1,58$) foram significativamente maiores do que os do placebo ($M = 27,4$; $DP = 1,58$; *post-hoc bonferroni*, $p = 0,01$), do ativo no CPFDL direito ($M = 24,5$; $DP = 1,58$; *post-hoc bonferroni*, $p = 0,001$) e do ativo no CPFVL direito ($M = 24,8$; $DP = 1,66$; *post-hoc bonferroni*, $p = 0,001$). Não houve diferenças entre o afeto positivo no tempo ($F(1,21) = 0,748$; $p = 0,39$; $\eta^2 = 0,036$) e nem efeito de interação entre tempo e grupo ($F(3,21) = 0,05$; $p = 0,98$; $\eta^2 = 0,008$).

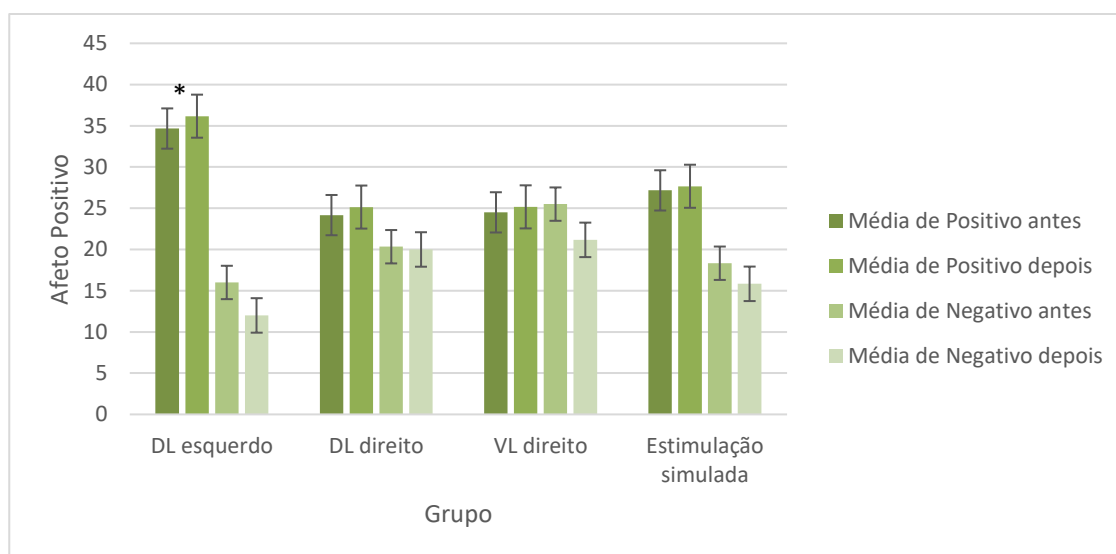


Figura 5. Gráfico com médias das pontuações no afeto positivo e negativo antes e após a condução do experimento, por grupo das diferentes condições de estimulação.

Legenda: DL: dorsolateral; VL: ventrolateral; * grupo estimulado no DL esquerdo apresentou estatisticamente (ANOVA) maior pontuação no afeto positivo comparado aos outros grupos.

Efeito da ETCC na VFC.

Não houve diferenças significativas entre os grupos para as séries temporais da variabilidade da frequência cardíaca nem no domínio de tempo: SDNN ($F(3,18) = 1,5$; $p = 0,24$;

$\eta^2=0,202$), RMSSD ($F(3,18)=1,24$; $p=0,32$; $\eta^2=0,172$); nem no domínio de frequência: HF-VFC ($F(3,18)=1,21$; $p=0,28$; $\eta^2=0,187$) e LF – VFC ($F(3,18)=2,04$; $p=0,144$; $\eta^2=0,254$).

Tabela 2 Médias e desvios-padrão das séries temporais da variabilidade da frequência cardíaca no domínio de tempo e frequência.

Variáveis	Grupo								ANOVA F (p-valor)
	DL esquerdo		DL direito		Placebo		VL direito		
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
RMSSD (ms)	43,03	5,57	43,41	7,45	43,57	8,38	34,48	7,61	1,24 (0,32)
SDNN (ms)	30,58	9,73	34,98	8,76	47,50	3,67	42,50	2,83	1,5 (0,24)
LF (log)	72,00	70,95	62,33	4,71	67,20	3,84	77,40	7,49	2,04 (0,144)
HF (log)	25,36	5,04	25,99	4,81	36,30	4,81	36,40	4,08	1,21 (0,28)

Legenda: RMSSD: raiz quadrada da diferença média dos intervalos RR sucessivos; SDNN: desvio padrão da diferença dos intervalos RR normais; LF: banda de baixa frequência; HF: banda de alta frequência; DL: dorsolateral; VL: ventrolateral. Placebo: grupo que recebeu estimulação simulada.

Discussão

Nesse estudo, investigamos se a ETCC anódica em regiões diferentes do córtex pré-frontal provoca alterações no número de pensamentos intrusivos durante prática de respiração consciente antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas. Encontramos efeito da ETCC no CPF DL esquerdo com a diminuição de pensamentos intrusivos e aumento de afeto positivo.

Apenas um único estudo investigou o efeito da ETCC nesse tipo de tarefa (Clarke, Sprlyan, et al., 2020) e os autores não encontraram efeito da ETCC no CPF DL esquerdo no número de pensamentos negativos, mas verificaram melhor recuperação da ansiedade após experimento em comparação com o grupo placebo. Já no atual estudo encontramos que a ETCC provocou um aumento do afeto positivo, podendo indicar efeito da ETCC favorecendo a experiência positiva independente da prática meditativa.

O efeito da ETCC no CPF DL esquerdo associada a meditação no aumento da emoção positiva também foi verificado no estudo de Robinson et al. (2019), com classificações de imagens neutras e positivas de forma mais positiva. Em outro estudo, utilizando a reavaliação cognitiva de imagens positivas e negativas, verificou-se que a estimulação sobre o CPF DL esquerdo melhorou a capacidade de aumentar a emoção positiva (Hansenne, 2020). Tanto no presente estudo ($\eta^2=0,48$), quando no estudo de Robinson et al. (2019) (d de Cohen = 0,98) verificou-se alta magnitude no tamanho de efeito encontrado para a ETCC no CPF DL esquerdo na emoção positiva, não sendo relatado o tamanho do efeito no estudo de Hansenne (2020).

Como nenhum efeito da estimulação foi observado na diminuição ou aumento de emoções negativas, esse resultado pode indicar uma lateralização do efeito da ETCC no hemisfério esquerdo no aumento de emoções positivas (Gainotti, 2019).

Apesar do estudo de Clarke et al. (2020) não ter encontrado efeito da ETCC na prática meditativa, um trabalho recente verificou que participantes que receberam ETCC anódica no CPFDL esquerdo foram numericamente menos propensos a distrair em tarefas de atenção sustentada quando comparados ao grupo que recebeu estimulação simulada (Boayue et al., 2020). Esses dados corroboram evidências apontando a estimulação anódica do CPFDL esquerdo como técnica que melhora a capacidade cognitiva em tarefas emocionais orientadas por metas, como aquelas associadas ao desempenho da memória de trabalho e da atenção sustentada (Kelley, Gallucci, Riva, Lauro, & Schmeichel, 2019; Moodie et al., 2020). Uma hipótese provável para interpretar nossos resultados é de que a ETCC no CPFDL esquerdo facilitou o controle cognitivo e o desempenho na tarefa de mindfulness com foco na respiração e aumentou o afeto positivo.

Existiram diferenças metodológicas entre o presente estudo e o de Clarke et al. (2020): a posição do cátodo no estudo foi no músculo trapézio esquerdo, os participantes passaram por uma prática de meditação de escaneamento corporal durante a estimulação e eles utilizaram uma escala que avaliava ansiedade, enquanto no presente estudo o cátodo foi colocado na supraorbital contralateral, as voluntárias estavam em repouso durante a estimulação e utilizamos uma escala de afeto positivo e negativo. Além disso, nosso estudo foi duplo cego, e o estudo de Clarke não houve cegamento do pesquisador na hora da condução do experimento.

Importante ressaltar que diferente do estudo de Clarke, no presente estudo, a indução a preocupação não causou aumento de pensamentos intrusivos na segunda prática de *mindfulness*. Isso poderia indicar que a aplicação da ETCC, inclusive na condição simulada, diminuiu o envolvimento dos participantes na indução a preocupação. Porém, esse dado deve ser interpretado com cautela, tendo em vista que uso de uma amostra saudável pode sofrer influência do efeito teto, no qual o processo de controle atencional e foco na tarefa não tenha sido suficiente afetados pela condição do experimento (Clarke, Sprlyan, et al., 2020; Dedoncker et al., 2021). Participantes saudáveis reduzem a interferência de variáveis clínicas e podem apresentar um controle atencional que exijam maior indução emocional para verificar diferenças significativas nos experimentos (Hertenstein et al., 2021).

Não foram encontradas diferenças entre o grupo que recebeu estimulação simulada e os que foram estimulados no CPFDL e CPFVL direito, indicando que não houve efeito da ETCC na estimulação dessas áreas. O estudo de Marques et al. (2018) também não encontrou efeito da ETCC no CPFDL e no CPFVL direito em respostas emocionais (Marques et al., 2018).

Entretanto, muitos outros estudos encontraram (Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020; Feeser et al., 2014; He et al., 2018a; Li et al., 2020). Essas inconsistências podem ocorrer devido ao baixo tamanho do efeito geralmente encontrado em estudos com tarefas emocionais (Smits et al., 2020), sinalizando a dificuldade de verificar alteração no comportamento emocional através da ETCC em amostras saudáveis e pequenas. Esse efeito também pode sofrer influência de características da amostra, como traços de personalidade (Peña-Gómez et al., 2011) ou se recebeu alguma compensação para participar da pesquisa (Hoebeke, Desmedt, Özçimen, & Heeren, 2021).

Apesar da neuroestimulação do córtex pré-frontal em repouso ter sido associada a alterações da VFC (Nikolin et al., 2017), não encontramos efeito nas medidas autonômicas. Outros estudos avaliando participantes saudáveis enquanto recebiam estimulação em repouso também encontraram efeitos nulos na VFC (Santarnecchi et al., 2014; Vernieri et al., 2010). Em geral, alterações no sistema nervoso autonômico sob efeito da neuroestimulação são interpretados como efetividade da ETCC na modulação de respostas cognitivas e emocionais. Porém, os achados não são consistentes, e ainda não se sabe o mecanismo que promove essas divergências. Ademais, os estudos variam bastante em relação a metodologia utilizada e a região alvo a ser estimulada (Schestatsky, Simis, Freeman, Pascual-Leone, & Fregni, 2013).

A alta variabilidade nos resultados pode refletir a baixa especificidade da penetração da corrente e excitabilidade cortical existente durante a ETCC (Smits et al., 2020). Também, o efeito da ETCC na VFC durante o estado de repouso em sujeitos saudáveis pode ter sido fraco e com uma amostra pequena é menos provável encontrar diferenças significativas (Schestatsky et al., 2013). Nikolin et al. (2017) apresenta a hipótese de que alterações na HF pela ETCC ocorrem por circuitos associados ao controle cardíaco parassimpático, enquanto alterações em LF ocorrem pela rede de controle cardíaco simpático que é a mesma envolvida em tarefas de memória de trabalho e todas incluem o CPFDL. Assim, talvez, se a neuroestimulação for aplicada concomitantemente a tarefa, os efeitos possam ser evidenciados.

Como resultado principal, verificamos que a ETCC no CPFDL esquerdo diminuiu a quantidade de pensamentos intrusivos e provocou maiores escores de afeto positivo quando comparado ao placebo, ao grupo estimulado no CPFDL direito e CPFVL direito. O efeito encontrado entre ETCC e mindfulness está consistente com a hipótese de que a ETCC no CPFDL esquerdo favorece a atenção consciente direcionada e facilita a evocação de emoções positivas. Esse resultado é importante, especialmente, para futuros estudos que associem o treinamento em mindfulness e a neuroestimulação. A replicação desse trabalho deve considerar limitações importantes, como a realização da aplicação da ETCC enquanto o participante está em repouso, tendo em vista que o efeito da neuroestimulação não é focal e depende da atividade

neuronal durante a modulação (Fertonani & Miniussi, 2017). Deve-se considerar incluir experimentos associados a práticas de mindfulness que possibilitem maior controle da indução emocional em sujeitos saudáveis, bem como a inclusão de populações clínicas. Por fim, nosso estudo é limitado pelo pequeno tamanho da amostra e é provavelmente insuficiente para investigar as interações mais complexas, como a ETCC e VFC.

Referências

- Aboulafia-Brakha, T., Manuel, A. L., & Ptak, R. (2016). Prefrontal transcranial direct current stimulation facilitates affective flexibility. *Neuropsychologia*, 86, 13–18.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.030>
- Alizadehgoradel, J. (2021). The Effects of Combined Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) with Mindfulness on Negative Emotions and Craving in Adolescents with Methamphetamine Dependence. *International Journal of High Risk Behaviors and Addiction*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.5812/ijhrba.100909>
- Allaert, J., Sanchez-Lopez, A., De Raedt, R., Baeken, C., & Vanderhasselt, M. A. (2019). Inverse effects of tDCS over the left versus right DLPC on emotional processing: A pupillometry study. *PLoS ONE*, 14(6), 1–16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218327>
- Andò, A., Vasilotta, M. L., & Zennaro, A. (2021). The modulation of emotional awareness using non-invasive brain stimulation techniques: a literature review on TMS and tDCS. *Journal of Cognitive Psychology*, 0(0), 1–18.
<https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1954013>
- Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A. R., Chen, R., ... Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774–1809.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.001>
- Badran, B. W., Austelle, C. W., Smith, N. R., Glusman, C. E., Froeliger, B., Garland, E. L., ... Short, B. (2017). A Double-Blind Study Exploring the Use of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) to Potentially Enhance Mindfulness Meditation (E-Meditation). *Brain Stimulation*, 10(1), 152–154.
<https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.09.009>
- Baldy, F., Reis, D., & Sauers, A. L. (2008). *A importância da qualidade dos estudos para a busca da melhor evidência* *. (May 2015).

- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., ... Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230–241. <https://doi.org/10.1093/clipsy/bph077>
- Boayue, N. M., Csifcsák, G., Aslaksen, P., Turi, Z., Antal, A., Groot, J., ... Mittner, M. (2020). Increasing propensity to mind-wander by transcranial direct current stimulation? A registered report. *European Journal of Neuroscience*, 51(3), 755–780. <https://doi.org/10.1111/ejn.14347>
- Boroda, E., Sponheim, S. R., Fiecas, M., & Lim, K. O. (2020). Transcranial direct current stimulation (tDCS) elicits stimulus-specific enhancement of cortical plasticity. *NeuroImage*, 211(February), 116598. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116598>
- 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>
- Brevet-Aeby, C., Brunelin, J., Iceta, S., Padovan, C., & Poulet, E. (2016). Prefrontal cortex and impulsivity: Interest of noninvasive brain stimulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71, 112–134. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.028>
- Brooks, H., Oughli, H. A., Kamel, L., Subramanian, S., Kloeckner, J., Blumberger, D., ... Rajji, T. (2021). Enhancing Cognition in Older Persons: A Pilot Clinical Trial of Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) and transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(4), S105–S106. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2021.01.102>
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wage, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., ... Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht154>
- Carnevali, L., Pattini, E., Sgoifo, A., & Ottaviani, C. (2020). Effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on autonomic and neuroendocrine responses to psychosocial stress in healthy humans. *Stress*, 23(1), 26–36. <https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1625884>
- Chen, N. T. M., Basanovic, J., Notebaert, L., MacLeod, C., & Clarke, P. J. F. (2017). Attentional bias mediates the effect of neurostimulation on emotional vulnerability. *Journal of Psychiatric Research*, 93, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2017.05.008>
- Clarke, P. J. F., Haridas, S. M. P., Van Bockstaele, B., Chen, N. T. M., Salemink, E., & Notebaert, L. (2020). Frontal tDCS and Emotional Reactivity to Negative Content: Examining the Roles of Biased Interpretation and Emotion Regulation. *Cognitive*

- Therapy and Research*, 45(1), 19–30. <https://doi.org/10.1007/s10608-020-10162-9>
- Clarke, P. J. F., Sprlyan, B. F., Hirsch, C. R., Meeten, F., & Notebaert, L. (2020). tDCS increases anxiety reactivity to intentional worry. *Journal of Psychiatric Research*, 120(October 2019), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.013>
- Clarke, P. J. F., Van Bockstaele, B., Marinovic, W., Howell, J. A., Boyes, M. E., & Notebaert, L. (2020). The effects of left DLPFC tDCS on emotion regulation, biased attention, and emotional reactivity to negative content. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(6), 1323–1335. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2>
- Cludius, B., Mennin, D., & Ehrling, T. (2020). Emotion regulation as a transdiagnostic process. *Emotion (Washington, D.C.)*, 20(1), 37–42. <https://doi.org/10.1037/emo0000646>
- Dedoncker, J., Baeken, C., De Raedt, R., & Vanderhasselt, M. A. (2021). Combined transcranial direct current stimulation and psychological interventions: State of the art and promising perspectives for clinical psychology. *Biological Psychology*, 158, 107991. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107991>
- Doll, A., Hölzel, B. K., Mulej Bratec, S., Boucard, C. C., Xie, X., Wohlschläger, A. M., & Sorg, C. (2016). Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala-prefrontal cortex connectivity. *NeuroImage*, 134, 305–313. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.041>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014a). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014b). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dryman, M. T., & Heimberg, R. G. (2018). Emotion regulation in social anxiety and depression: a systematic review of expressive suppression and cognitive reappraisal. *Clinical Psychology Review*, 65(February), 17–42. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.07.004>
- Efinger, L., Thuillard, S., & Dan-Glauser, E. S. (2019). Distraction and reappraisal efficiency on immediate negative emotional responses: role of trait anxiety. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 412–427. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1597859>
- Fabio, R. A., & Towey, G. E. (2018). Long-term meditation: the relationship between cognitive processes, thinking styles and mindfulness. *Cognitive Processing*, 19(1), 73–

85. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0844-3>
- 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>
- Fertonani, A., & Miniussi, C. (2017). Transcranial electrical stimulation: What we know and do not know about mechanisms. *Neuroscientist*, 23(2), 109–123. <https://doi.org/10.1177/1073858416631966>
- Fillingim, R. B., Woods, A. J., Ahn, H., Wu, S. S., Redden, D. T., Lai, S., ... Goodin, B. R. (2020). Pain relief for osteoarthritis through combined treatment (PROACT): Protocol for a randomized controlled trial of mindfulness meditation combined with transcranial direct current stimulation in non-Hispanic black and white adults with knee osteoarthritis. *Contemporary Clinical Trials*, 98(May), 106159. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2020.106159>
- Gainotti, G. (2019). A historical review of investigations on laterality of emotions in the human brain. *Journal of the History of the Neurosciences*, 28(1), 23–41. <https://doi.org/10.1080/0964704X.2018.1524683>
- Ganho-Ávila, A., Gonçalves, Ó. F., Guiomar, R., Boggio, P. S., Asthana, M. K., Kryptos, A.-M., & Almeida, J. (2019). The effect of cathodal tDCS on fear extinction: A cross-measures study. *Plos One*, 14(9), e0221282. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221282>
- Gotink, R. A., Meijboom, R., Vernooij, M. W., Smits, M., & Hunink, M. G. M. (2016). 8-week Mindfulness Based Stress Reduction induces brain changes similar to traditional long-term meditation practice – A systematic review. *Brain and Cognition*, 108, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.07.001>
- Greeson, J. M., Zarrin, H., Smoski, M. J., Brantley, J. G., Lynch, T. R., Webber, D. M., ... Wolever, R. Q. (2018). Mindfulness Meditation Targets Transdiagnostic Symptoms Implicated in Stress-Related Disorders: Understanding Relationships between Changes in Mindfulness, Sleep Quality, and Physical Symptoms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4505191>
- Gross, J. J., & Feldman Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion Review*, 3(1), 8–16. <https://doi.org/10.1177/1754073910380974>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual Differences in Two Emotion Regulation Processes: Implications for Affect, Relationships, and Well-Being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022->

- Grundeis, F., Brand, C., Kumar, S., Rullmann, M., Mehnert, J., & Pleger, B. (2017). Non-invasive prefrontal/frontal brain stimulation is not effective in modulating food reappraisal abilities or calorie consumption in obese females. *Frontiers in Neuroscience*, 11(JUN), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00334>
- Hansenne, M. (2020). Anodal transcranial direct current stimulation (tDCS) over the left DLPFC improves emotion regulation. *Polish Psychological Bulletin*, 51(1), 37–43. <https://doi.org/10.24425/ppb.2020.132653>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018a). *Critical Role of the Right VLPFC in Emotional Regulation of Social Exclusion : A tDCS Study Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion : a tDCS study*. (March). <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018b). Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion: A tDCS study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 13(4), 357–366. <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Liu, Z., Zhao, J., Elliott, R., & Zhang, D. (2019). Improving emotion regulation of social exclusion in depression-prone individuals: A tDCS study targeting right VLPFC. *Psychological Medicine*. <https://doi.org/10.1017/S0033291719002915>
- Hermann, A., Kress, L., & Stark, R. (2017). Neural correlates of immediate and prolonged effects of cognitive reappraisal and distraction on emotional experience. *Brain Imaging and Behavior*, 11(5), 1227–1237. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9603-9>
- Hertenstein, E., Trinca, E., Schneider, C. L., Wunderlin, M., Fehér, K., Riemann, D., & Nissen, C. (2021). Augmentation of Psychotherapy with Neurobiological Methods: Current State and Future Directions. *Neuropsychobiology*. <https://doi.org/10.1159/000514564>
- Hiebler-Ragger, M., Perchtold-Stefan, C. M., Unterrainer, H. F., Fuchshuber, J., Koschutnig, K., Nausner, L., ... Fink, A. (2020). Lower cognitive reappraisal capacity is related to impairments in attachment and personality structure in poly-drug use: an fMRI study. *Brain Imaging and Behavior*. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00414-3>
- Hoebeke, Y., Desmedt, O., Özçimen, B., & Heeren, A. (2021). The impact of transcranial Direct Current stimulation on rumination: A systematic review of the sham-controlled studies in healthy and clinical samples. *Comprehensive Psychiatry*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2021.152226>
- Huberty, J., Green, J., Glissmann, C., Larkey, L., Puzia, M., & Lee, C. (2019). Efficacy of the mindfulness meditation mobile app “calm” to reduce stress among college students:

- Randomized controlled trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(6).
<https://doi.org/10.2196/14273>
- Hunter, M. A., Lieberman, G., Coffman, B. A., Trumbo, M. C., Armenta, M. L., Robinson, C. S. H., ... Clark, V. P. (2018). Mindfulness-based training with transcranial direct current stimulation modulates neuronal resource allocation in working memory: A randomized pilot study with a nonequivalent control group. *Heliyon*, 4(7).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00685>
- Ilan, S. D., Shafir, R., Birk, J. L., Bonanno, G. A., & Sheppes, G. (2020). Monitoring in emotion regulation: behavioral decisions and neural consequences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(12), 1273–1283. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa001>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). TDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Jones, D. R., Lehman, B. J., Noriega, A., & Dinnel, D. L. (2019). The effects of a short-term mindfulness meditation intervention on coping flexibility. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 347–361. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1596672>
- Kelley, N. J., Gallucci, A., Riva, P., Lauro, L. J. R., & Schmeichel, B. J. (2019). Stimulating self-regulation: A review of non-invasive brain stimulation studies of goal-directed behavior. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12(January), 1–20.
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00337>
- Kronberg, G., Bridi, M., Abel, T., Bikson, M., & Parra, L. C. (2017). Direct Current Stimulation Modulates LTP and LTD: Activity Dependence and Dendritic Effects. *Brain Stimulation*, 10(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.10.001>
- Lantrip, C., Delaloye, S., Baird, L., Dreyer-Oren, S., Brady, R. E., Roth, R. M., ... Holtzheimer, P. (2019). Effects of Left Versus Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Affective Flexibility in Healthy Women: A Pilot Study. *Cognitive and Behavioral Neurology : Official Journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, 32(2), 69–75.
<https://doi.org/10.1097/WNN.0000000000000190>
- Leyland, A., Rowse, G., & Emerson, L. M. (2019). Experimental effects of mindfulness inductions on self-regulation: Systematic review and meta-analysis. *Emotion*, 19(1), 108–122. <https://doi.org/10.1037/emo0000425>
- Li, X., Xiong, G., Dong, Z., Cai, S., Zhao, J., She, Z., & Guo, Y. (2020). Causal Role of the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Organizational Fairness Perception: Evidence From a Transcranial Direct Current Stimulation Study. *Frontiers in Behavioral*

- Neuroscience*, 14(August), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00134>
- Mak, C., Whittingham, K., Cunnington, R., & Boyd, R. N. (2018). Efficacy of Mindfulness-Based Interventions for Attention and Executive Function in Children and Adolescents—a Systematic Review. *Mindfulness*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>
- Manenti, R., Cotelli, M. S., Cobelli, C., Gobbi, E., Brambilla, M., Rusich, D., ... Cotelli, M. (2018). Transcranial direct current stimulation combined with cognitive training for the treatment of Parkinson Disease: A randomized, placebo-controlled study. *Brain Stimulation*, 11(6), 1251–1262. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.07.046>
- Marques, Lucas M., Morello, L. Y. N., & Boggio, P. S. (2018). Ventrolateral but not Dorsolateral Prefrontal Cortex tDCS effectively impact emotion reappraisal – effects on Emotional Experience and Interbeat Interval. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33711-5>
- Marques, Lucas Murrins. (2016). *No Title*.
- McLaughlin, L. E., Luberto, C. M., O'Bryan, E. M., Kraemer, K. M., & McLeish, A. C. (2019). The indirect effect of positive affect in the relationship between trait mindfulness and emotion dysregulation. *Personality and Individual Differences*, 145(March), 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.020>
- Millgram, Y., Huppert, J. D., & Tamir, M. (2020). Emotion Goals in Psychopathology: A New Perspective on Dysfunctional Emotion Regulation. *Current Directions in Psychological Science*, 29(3), 242–247. <https://doi.org/10.1177/0963721420917713>
- Miniussi, C., Harris, J. A., & Ruzzoli, M. (2013). Modelling non-invasive brain stimulation in cognitive neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1702–1712. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.014>
- Molina, E., Fernandez-Prieto, I., Andres, P., & Parmentier, F. (2020). *Opposite effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on sustained attention in individuals with high and low levels of dispositional mindfulness*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31234/osf.io/8ynca>
- Moodie, C. A., Suri, G., Goerlitz, D. S., Mateen, M. A., Sheppes, G., McRae, K., ... Gross, J. J. (2020). The neural bases of cognitive emotion regulation: The roles of strategy and intensity. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(2), 387–407. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00775-8>
- Naragon-gainey, K., McMahon, T. P., & Chacko, T. P. (2017). Supplemental Material for The Structure of Common Emotion Regulation Strategies: A Meta-Analytic Examination. *Psychological Bulletin*, 143(4), 384–427. <https://doi.org/10.1037/bul0000093.supp>

- 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), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7>
- Nikolin, S., Boonstra, T. W., Loo, C. K., & Martin, D. (2017). Combined effect of prefrontal transcranial direct current stimulation and a working memory task on heart rate variability. *PLoS ONE*, 12(8), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181833>
- Nitsche, M. A., Fricke, K., Henschke, U., Schlitterlau, A., Liebetanz, D., Lang, N., ... Paulus, W. (2003). Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *Journal of Physiology*, 553(1), 293–301. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.049916>
- 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>
- Opitz, A., Paulus, W., Will, S., Antunes, A., & Thielscher, A. (2015). Determinants of the electric field during transcranial direct current stimulation. *NeuroImage*, 109, 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.01.033>
- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812>
- Perchtold, C. M., Fink, A., Rominger, C., Weber, H., de Assunção, V. L., Schulter, G., ... Papousek, I. (2018). Reappraisal inventiveness: impact of appropriate brain activation during efforts to generate alternative appraisals on the perception of chronic stress in women*. *Anxiety, Stress and Coping*, 31(2), 206–221. <https://doi.org/10.1080/10615806.2017.1419205>
- Perchtold, C. M., Papousek, I., Koschutnig, K., Rominger, C., Weber, H., Weiss, E. M., & Fink, A. (2018). Affective creativity meets classic creativity in the scanner. *Human Brain Mapping*, 39(1), 393–406. <https://doi.org/10.1002/hbm.23851>
- Pripfl, J., & Lamm, C. (2015). Focused transcranial direct current stimulation (tDCS) over the dorsolateral prefrontal cortex modulates specific domains of self-regulation. *Neuroscience Research*, 91, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.007>
- Pripfl, J., Neumann, R., Köhler, U., & Lamm, C. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation on risky decision making are mediated by “hot” and “cold” decisions, personality, and hemisphere. *European Journal of Neuroscience*, 38(12), 3778–3785. <https://doi.org/10.1111/ejn.12375>
- Qi, S., Li, Y., Tang, X., Zeng, Q., Diao, L., Li, X., ... Hu, W. (2017). The temporal dynamics

- of detached versus positive reappraisal: An ERP study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 17(3), 516–527. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0494-4>
- Ray, M. K., Sylvester, M. D., Osborn, L., Helms, J., Turan, B., Burgess, E. E., & Boggiano, M. M. (2017). The critical role of cognitive-based trait differences in transcranial direct current stimulation (tDCS) suppression of food craving and eating in frank obesity. *Appetite*, 116, 568–574. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.046>
- 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>
- Riva, P., Romero Lauro, L. J., Vergallito, A., DeWall, C. N., & Bushman, B. J. (2015). Electrified emotions: Modulatory effects of transcranial direct stimulation on negative emotional reactions to social exclusion. *Social Neuroscience*, 10(1), 46–54. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.946621>
- Robinson, C., Armenta, M., Combs, A., Lamphere, M. L., Garza, G. J., Neary, J., ... Witkiewitz, K. (2019). Modulating affective experience and emotional intelligence with loving kindness meditation and transcranial direct current stimulation: A pilot study. *Social Neuroscience*, 14(1), 10–25. <https://doi.org/10.1080/17470919.2017.1397054>
- Rosenbaum, D., Kroczeck, A. M., Hudak, J., Rubel, J., Maier, M. J., Sorg, T., ... Ehrlis, A. C. (2020). Neural correlates of mindful emotion regulation in high and low ruminators. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71952-5>
- Russo, C., Souza Carneiro, M. I., Bolognini, N., & Fregni, F. (2017). Safety Review of Transcranial Direct Current Stimulation in Stroke. *Neuromodulation*, 20(3), 215–222. <https://doi.org/10.1111/ner.12574>
- Samuel, I. B. H., & Michelle, C. (2020). *Mindfulness and cognitive control : A review on their dual mode mechanisms*. (December), 1–27.
- Sanchez-Lopez, A., Vanderhasselt, M. A., Allaert, J., Baeken, C., & De Raedt, R. (2018). Neurocognitive mechanisms behind emotional attention: Inverse effects of anodal tDCS over the left and right DLPFC on gaze disengagement from emotional faces. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 18(3). <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0582-8>
- Santaracchi, E., Feurra, M., Barneschi, F., Acampa, M., Bianco, G., Cioncoloni, D., ... Rossi, S. (2014). Time course of corticospinal excitability and autonomic function interplay during and following monopolar tDCS. *Frontiers in Psychiatry*, 5(JUL), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00086>

- Schestatsky, P., Simis, M., Freeman, R., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2013). Non-invasive brain stimulation and the autonomic nervous system. *Clinical Neurophysiology*, 124(9), 1716–1728. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.020>
- Schroeder, P. A., Schwippel, T., Wolz, I., & Svaldi, J. (2020). Meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation on inhibitory control. *Brain Stimulation*, 13(5), 1159–1167. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.05.006>
- Sheppes, G. (2020). Transcending the “good & bad” and “here & now” in emotion regulation: Costs and benefits of strategies across regulatory stages. In *Advances in Experimental Social Psychology* (1st ed., Vol. 61). <https://doi.org/10.1016/bs.aesp.2019.09.003>
- Sheppes, G., Brady, W. J., & Samson, A. C. (2014). In (visual) search for a new distraction: The efficiency of a novel attentional deployment versus semantic meaning regulation strategies. *Frontiers in Psychology*, 5(APR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00346>
- Smits, F. M., Schutter, D. J. L. G., Van Honk, J., & Geuze, E. (2020). Does non-invasive brain stimulation modulate emotional stress reactivity? *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(1), 23–51. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa011>
- Snowdon, M. E., & Cathcart, S. (2018). tDCS potentiation provides no evidence for a link between right dorsal–lateral prefrontal cortical activity and empathic responding. *Social Neuroscience*, 13(2), 190–201. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1273133>
- 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), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162290>
- Strohmaier, S. (2020). The Relationship Between Doses of Mindfulness-Based Programs and Depression, Anxiety, Stress, and Mindfulness: a Dose-Response Meta-Regression of Randomized Controlled Trials. *Mindfulness*, 11(6), 1315–1335. <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01319-4>
- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Thomas, E. M., Freeman, T. P., Poplutz, P., Howden, K., Hindocha, C., Bloomfield, M., & Kamboj, S. K. (2021). Stimulating meditation: a pre-registered randomised controlled experiment combining a single dose of the cognitive enhancer, modafinil, with brief mindfulness training. *Journal of Psychopharmacology*. <https://doi.org/10.1177/0269881121991835>

- Vanderhasselt, M. A., Remue, J., Ng, K. K., Mueller, S. C., & De Raedt, R. (2015). The regulation of positive and negative social feedback: A psychophysiological study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 15(3), 553–563. <https://doi.org/10.3758/s13415-015-0345-8>
- Vergallito, A., Riva, P., Pisoni, A., & Romero Lauro, L. J. (2018). Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 119, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.037>
- Vernieri, F., Assenza, G., Maggio, P., Tibuzzi, F., Zappasodi, F., Altamura, C., ... Rossini, P. M. (2010). Cortical neuromodulation modifies cerebral vasomotor reactivity. *Stroke*, 41(9), 2087–2090. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.583088>
- Vieira, L., Marques, D., Melo, L., Marques, R. C., Monte-Silva, K., & Cantilino, A. (2020). Transcranial direct current stimulation effects on cognitive reappraisal: An unexpected result? *Brain Stimulation*, 13(3), 650–652. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.02.010>
- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical Pathways Mediating Successful Emotion Regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Weber, H., Loureiro de Assunção, V., Martin, C., Westmeyer, H., & Geisler, F. C. (2014). Reappraisal inventiveness: The ability to create different reappraisals of critical situations. *Cognition and Emotion*, 28(2), 345–360. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.832152>
- Weintraub-Brevda, R. R., & Chua, E. F. (2019). Transcranial direct current stimulation over the right and left VLPFC leads to differential effects on working and episodic memory. *Brain and Cognition*, 132(March), 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.03.005>
- Winker, C., Rehbein, M. A., Sabatinelli, D., & Junghofer, M. (2019). Repeated noninvasive stimulation of the ventromedial prefrontal cortex reveals cumulative amplification of pleasant compared to unpleasant scene processing: A single subject pilot study. *BioRxiv*, 1–11. <https://doi.org/10.1101/744987>
- Witkiewitz, K., Stein, E. R., Votaw, V. R., Wilson, A. D., Roos, C. R., Gallegos, S. J., ... Claus, E. D. (2019). Mindfulness-Based Relapse Prevention and Transcranial Direct Current Stimulation to Reduce Heavy Drinking: A Double-Blind Sham-Controlled Randomized Trial. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 43(6), 1296–1307. <https://doi.org/10.1111/acer.14053>
- Wu, L. lu, Potenza, M. N., Zhou, N., Kober, H., Shi, X. hui, Yip, S. W., ... 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>

Xiao, S., Wang, B., Zhang, X., Zhou, J., & Fu, W. (2020). Systematic Review of the Impact of Transcranial Direct Current Stimulation on the Neuromechanical Management of Foot and Ankle Physical Performance in Healthy Adults. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8(October), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.587680>

Yang, L. C., Ren, P., & Ma, Y. Y. (2018). Anodal Transcranial Direct-Current Stimulation Over the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Influences Emotional Face Perception. *Neuroscience Bulletin*, 34(5), 842–848. <https://doi.org/10.1007/s12264-018-0242-6>

Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., ... Zhang, D. (2020). The VLPFC vs. the DLPFC in down-regulating social pain using reappraisal and distraction strategies. *The Journal of Neuroscience*, JN-RM-1906-20. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020>

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da neuromodulação no córtex pré-frontal a nível comportamental durante o uso de estratégias de regulação emocional. Espera-se que os resultados apresentados aqui possam ampliar a compreensão dos efeitos da ETCC no CPF na RE e auxiliar no delineamento de estudos futuros.

No primeiro estudo, investigamos os efeitos da ETCC nos CPFDL direito e esquerdo na reavaliação e na distração, bem como na capacidade de inventividade na reavaliação diante da raiva. Verificamos que ETCC anódica no CPFDL direito reduziu a intensidade emocional diante de imagens negativas e houve uma tendência de efeito da ETCC anódica no CPFDL esquerdo, aumentando a capacidade de gerar reavaliações.

No segundo estudo, o objetivo foi investigar o efeito da ETCC anódica no CPFVL direito na execução de estratégias de reavaliação e distração diante de estímulos negativos e na capacidade de gerar reavaliações. Nesse estudo identificamos um efeito de interação, no qual, o grupo ativo em relação ao grupo da estimulação simulada apresentou menor intensidade emocional na observação passiva e maior intensidade emocional no uso de distração. O grupo estimulado no CPFVL direito também relatou maior dificuldade na execução das estratégias de RE e apresentou maior capacidade inventiva na reavaliação no RIT.

No terceiro estudo, investigamos o efeito da ETCC anódica no CPFDL esquerdo, no CPFDL direito e no CPFVL direito no número de pensamentos intrusivos durante prática de respiração consciente antes e após indução a preocupação e na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas. Também investigamos o efeito da ETCC na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) durante a estimulação em repouso. Verificamos que a ETCC no CPFDL esquerdo diminuiu a quantidade de pensamentos intrusivos durante a prática de *mindfulness* e provocou aumento do afeto positivo. Não encontramos efeito da ETCC na VFC entre os grupos.

Não encontramos efeitos de interação esperados entre os grupos e as estratégias de distração e reavaliação, possivelmente devido ao tamanho da amostra. Amostras pequenas impossibilitam verificar fenômenos comportamentais com tamanhos de efeito costumeiramente baixos (Hoebeke et al., 2021; Smits et al., 2020). Em conjunto, nossos dados não podem ser vistos como conclusivos sobre quais os mecanismos psicológicos medeiam o efeito da ETCC nas respostas emocionais. Entretanto, os achados fortalecem perspectivas já discutidas na literatura e levanta caminhos para novas investigações.

Esse trabalho apresentou contribuições únicas para o estudo da neuroestimulação na RE. Primeiramente, foi o primeiro estudo que comparou o efeito da ETCC em diferentes regiões corticais nas estratégias de distração e reavaliação e em um teste de inventividade na reavaliação. Nosso estudo corroborou a hipótese de que a neuroestimulação no CPFDL esquerdo melhora a capacidade cognitiva na RE (Pripfl et al., 2013) e o controle cognitivo no *mindfulness* (Boayue et al., 2020), no CPFDL direito diminui a reatividade emocional (Clarke, Van Bockstaele, et al., 2020) e do CPFVL direito modula a intensidade de emoções negativas e melhora a capacidade da reavaliação cognitiva (Zhao et al., 2020).

Reforçamos a hipótese da lateralização hemisférica sobre processos emocionais, no qual o CPFDL esquerdo está associado ao controle funcional cognitivo em tarefas emocionais, enquanto o CPFDL direito está associado ao distanciamento emocional e desengajamento no processamento de emoções (Andò, Vasilotta, & Zennaro, 2021). Essa hipótese tem sido levantada por estudos de neuroestimulação com diferentes estratégias metodológicas, incluindo em tarefas com reconhecimento de emoções (Sanchez-Lopez, Vanderhasselt, Allaert, Baeken, & De Raedt, 2018), controle da atenção em tarefas afetivas (Vanderhasselt, Remue, Ng, Mueller, & De Raedt, 2015) e dilatação pupilar (Allaert, Sanchez-Lopez, De Raedt, Baeken, & Vanderhasselt, 2019).

No trabalho de Feeser et al. (2014), além de encontrarem menor excitação emocional negativa nas estratégias de diminuir a emoção, também verificaram que, quando solicitado a aumentar a emoção, o grupo estimulado no CPFDL direito apresentou maiores níveis de excitação emocional; dado não avaliado no estudo atual, pois não incluímos no experimento um bloco para aumentar a emoção. O trabalho de Feeser levanta a hipótese de que a ETCC nessa região facilitaria a intenção da RE. Entretanto, no estudo atual, não encontramos efeito da ETCC no autorrelato das participantes na percepção de dificuldade e nível de execução das estratégias solicitadas. Esse achado parece indicar que a ETCC no CPFDL direito apenas diminui a reatividade emocional, e que, caso facilite a intenção para a RE, isso não é percebido explicitamente pelos indivíduos.

Ainda a especificidade hemisférica nas emoções, uma revisão das teorias dos últimos anos aponta um modelo no qual o hemisfério direito possui domínio geral sobre o processamento emocional, através de vários componentes emocionais organizados em redes (Gainotti, 2019). Esse modelo assume que o hemisfério direito é caracterizado por maior envolvimento em “processamento emocional, dependência de dados sensório-motores e inconsciência e automaticidade”, enquanto o hemisfério esquerdo se caracteriza pela dominância de “processamento cognitivo verbal e abstrato, consciência e intencionalidade” (Gainotti, 2019). Esse modelo pode explicar parte de nossos dados, considerando o efeito da

ETCC no CPFDL direito na intensidade emocional e no CPFDL esquerdo na inventividade na reavaliação emocional.

Em relação a estimulação do CPFVL direito, verificamos que o efeito sobre a intensidade emocional variou a depender da forma como as imagens estavam sendo avaliadas, com menor intensidade da emoção negativa na observação passiva. Essa variação nos efeitos encontrados pode ocorrer pelo processo de “avaliação emocional” positiva e negativa do CPFVL (Wager, Davidson, Hughes, Lindquist, & Ochsner, 2008). Essa perspectiva defende que o CPFVL pode aumentar ou diminuir a experiência negativa devido a caminhos diferentes que essa região ativa nas regiões subcorticais: um caminho pelo núcleo *accumbens* que prevê menos emoções negativas e um caminho pela amígdala ventral que aumenta as emoções negativas (Wager et al., 2008). Isso implica que a ativação do CPFVL pode provocar a ativação dessas duas vias e pode estar associada ao efeito encontrado nesse estudo.

A estimulação do CPFVL direito vem sendo associada ao aumento de emoções negativas em situações sociais (Riva, Romero Lauro, Vergallito, DeWall, & Bushman, 2015), redução da valência negativa sem um pedido explícito para que essas emoções sejam diminuídas, ocorrendo apenas para emoções negativas, mas não para as positivas (Vergallito, Riva, Pisoni, & Romero Lauro, 2018) e melhora da memória emocional (Weintraub-Brevda & Chua, 2019). Apesar do CPFVL de ambos hemisférios estarem relacionados a reavaliação, a melhora da inventividade na estimulação a direita pode se relacionar a inibição de respostas afetivas, processo geralmente associado a ativação desse hemisfério (Perchtold, Papousek, et al., 2018).

Nossos resultados apontam para um papel relevante das três regiões corticais no processamento emocional e para efeitos específicos da ETCC na intensidade emocional, facilitação do controle cognitivo durante prática de *mindfulness* e para inventividade na reavaliação. Esses resultados são relevantes para o planejamento em pesquisas em casos de desregulação emocional e quadros psicopatológicos (Nejati, Majdi, Salehinejad, & Nitsche, 2021). Por exemplo, para quadros ansiosos e fobias onde há o interesse na redução da excitação emocional, a estimulação do CPFDL direito e CPFVL direito são áreas a serem exploradas (Chen et al., 2017; Ganho-Ávila et al., 2019). Já no tratamento para depressão, que é desejado aumento do controle cognitivo, ou em intervenções que foquem na reavaliação cognitiva, como na terapia cognitivo comportamental, a modulação do CPFDL esquerdo tem sido identificada como principal alvo de neuroestimulação (Razza et al., 2020).

Pesquisas futuras abrangentes que possam investigar e especificar os mecanismos psicológicos que podem mediar o impacto da ETCC sobre sintomas psiquiátricos em grupos clínicos devem ser realizadas. Além disso, a RE é um processo chave para intervenção como

prevenção de transtornos, treinamento de resiliência e promoção de saúde mental (Kay, 2016). A associação entre a ETCC e treinamentos em RE pode ser promissora também para a prevenção de transtornos, por facilitar a aquisição de habilidades associadas a RE e aos benefícios do *mindfulness* (Huberty et al., 2019).

Os estudos futuros também devem se preocupar com a convergência dos protocolos de investigação para o exame da consistência dos resultados. Apesar da heterogeneidade dos estudos ser vista como algo relevante na pesquisa, ela dificulta conclusões confiáveis sobre quais condições de parâmetro funcionam e quais não funcionam (Hoebeke et al., 2021). Além disso, ressalta-se a importância das pesquisas apresentarem cegamento tanto do participante quanto do pesquisador, bem como a necessidade de desenvolvimento de estudos controlados e randomizados que possam ser utilizados como referência para tomada de decisão clínica, seguindo as diretrizes do CONSORT e facilitando a replicabilidade da pesquisa, em especial detalhes precisos das intervenções pretendidas, métodos para randomização, ocultação da alocação e mascaramento (Baldy, Reis, & Sauer, 2008).

Novos estudos também podem explorar protocolos com mais sessões de ETCC, avaliações de acompanhamento e desenhos metodológicos que possam analisar variáveis intrasujeito e possíveis variáveis intervenientes, como características específicas da amostra (Peña-Gómez et al., 2011). Outro elemento crítico da presente pesquisa foi a tarefa ser aplicada após a ETCC (offline) e durante a aplicação as participantes estarem em estado de repouso, considerando que a aplicação online tem se mostrado melhor para a modulação da excitabilidade cortical (Hoebeke et al., 2021). Portanto, faz-se necessário investigar que tipo de tarefa aplicada junto a ETCC influencia o efeito na melhora da regulação emocional e como influencia.

Devido a pandemia da COVID-19 com início em março de 2020 e a interrupção da pesquisa durante o período de coleta, o tamanho da amostra foi reduzido para os objetivos iniciais do estudo. Ainda assim, foi possível verificar nas respostas dos participantes o efeito da ETCC. Verifica-se que os efeitos encontrados nos estudos 2 e 3 apresentaram alta magnitude do tamanho de efeito ($\eta^2 > 0,3$) e por isso foi possível encontrar esses resultados em grupos com amostras tão reduzidas. Ressalta-se que esse resultado também pode indicar quais áreas estimuladas e quais tarefas que a ETCC apresenta maior impacto na RE. Outros efeitos da ETCC nas respostas emocionais talvez possam ser encontrados com o aumento da amostra, como nos resultados do estudo 1 com amostra maior e tamanho do efeito menor ($\eta^2 = 0,2$). Outros estudos também encontraram efeito da neuroestimulação em amostras menores que 20 por grupo (Feaser et al., 2014; Peña-Gómez et al., 2011; Vieira et al., 2020), entretanto, ressalta-se a importância da replicação dos achados encontrados.

Concluímos que a ETCC em diferentes regiões do CPF possui efeito na RE, com especificidade dos efeitos dependente da região cortical alvo, do hemisfério e de particularidades da tarefa emocional. Esse trabalho aponta a ETCC como potencial método para modulação do CPF durante a RE, porém verifica-se que esse efeito é variável e específico. Isso reforça a necessidade de estudos futuros que investiguem as variáveis que potencializam o efeito terapêutico da modulação em sujeitos saudáveis e grupos clínicos.

Referências

- Aboulafia-Brakha, T., Manuel, A. L., & Ptak, R. (2016). Prefrontal transcranial direct current stimulation facilitates affective flexibility. *Neuropsychologia*, 86, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.030>
- Alizadehgoradel, J. (2021). The Effects of Combined Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) with Mindfulness on Negative Emotions and Craving in Adolescents with Methamphetamine Dependence. *International Journal of High Risk Behaviors and Addiction*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.5812/ijhrba.100909>
- Allaert, J., Sanchez-Lopez, A., De Raedt, R., Baeken, C., & Vanderhasselt, M. A. (2019). Inverse effects of tDCS over the left versus right DLPC on emotional processing: A pupillometry study. *PLoS ONE*, 14(6), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218327>
- Andò, A., Vasilotta, M. L., & Zennaro, A. (2021). The modulation of emotional awareness using non-invasive brain stimulation techniques: a literature review on TMS and tDCS. *Journal of Cognitive Psychology*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/20445911.2021.1954013>
- Antal, A., Alekseichuk, I., Bikson, M., Brockmüller, J., Brunoni, A. R., Chen, R., ... Paulus, W. (2017). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 128(9), 1774–1809. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.06.001>
- Badran, B. W., Austelle, C. W., Smith, N. R., Glusman, C. E., Froeliger, B., Garland, E. L., ... Short, B. (2017). A Double-Blind Study Exploring the Use of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) to Potentially Enhance Mindfulness Meditation (E-Meditation). *Brain Stimulation*, 10(1), 152–154. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.09.009>
- Baldy, F., Reis, D., & Sauers, A. L. (2008). *A importância da qualidade dos estudos para a busca da melhor evidência* *. (May 2015).
- Bishop, S. R., Lau, M., Shapiro, S., Carlson, L., Anderson, N. D., Carmody, J., ... Devins, G. (2004). Mindfulness: A proposed operational definition. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 11(3), 230–241. <https://doi.org/10.1093/clipsy/bph077>
- Boayue, N. M., Csifcsák, G., Aslaksen, P., Turi, Z., Antal, A., Groot, J., ... Mittner, M. (2020). Increasing propensity to mind-wander by transcranial direct current stimulation? A registered report. *European Journal of Neuroscience*, 51(3), 755–780.

<https://doi.org/10.1111/ejn.14347>

- Boroda, E., Sponheim, S. R., Fiecas, M., & Lim, K. O. (2020). Transcranial direct current stimulation (tDCS) elicits stimulus-specific enhancement of cortical plasticity. *NeuroImage*, 211(February), 116598. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116598>
- 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>
- Brevet-Aeby, C., Brunelin, J., Iceta, S., Padovan, C., & Poulet, E. (2016). Prefrontal cortex and impulsivity: Interest of noninvasive brain stimulation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71, 112–134. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.028>
- Brooks, H., Oughli, H. A., Kamel, L., Subramanian, S., Kloeckner, J., Blumberger, D., ... Rajji, T. (2021). Enhancing Cognition in Older Persons: A Pilot Clinical Trial of Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR) and transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 29(4), S105–S106. <https://doi.org/10.1016/j.jagp.2021.01.102>
- Buhle, J. T., Silvers, J. A., Wage, T. D., Lopez, R., Onyemekwu, C., Kober, H., ... Ochsner, K. N. (2014). Cognitive reappraisal of emotion: A meta-analysis of human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 24(11), 2981–2990. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht154>
- Carnevali, L., Pattini, E., Sgoifo, A., & Ottaviani, C. (2020). Effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on autonomic and neuroendocrine responses to psychosocial stress in healthy humans. *Stress*, 23(1), 26–36. <https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1625884>
- Chen, N. T. M., Basanovic, J., Notebaert, L., MacLeod, C., & Clarke, P. J. F. (2017). Attentional bias mediates the effect of neurostimulation on emotional vulnerability. *Journal of Psychiatric Research*, 93, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2017.05.008>
- Clarke, P. J. F., Haridas, S. M. P., Van Bockstaele, B., Chen, N. T. M., Salemink, E., & Notebaert, L. (2020). Frontal tDCS and Emotional Reactivity to Negative Content: Examining the Roles of Biased Interpretation and Emotion Regulation. *Cognitive Therapy and Research*, 45(1), 19–30. <https://doi.org/10.1007/s10608-020-10162-9>
- Clarke, P. J. F., Sprlyan, B. F., Hirsch, C. R., Meeten, F., & Notebaert, L. (2020). tDCS increases anxiety reactivity to intentional worry. *Journal of Psychiatric Research*, 120(October 2019), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.013>
- Clarke, P. J. F., Van Bockstaele, B., Marinovic, W., Howell, J. A., Boyes, M. E., & Notebaert, L. (2020). The effects of left DLPFC tDCS on emotion regulation, biased attention, and emotional reactivity to negative content. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(6), 1323–1335. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2>
- Cludius, B., Mennin, D., & Ehring, T. (2020). Emotion regulation as a transdiagnostic process. *Emotion (Washington, D.C.)*, 20(1), 37–42. <https://doi.org/10.1037/emo0000646>
- Dedoncker, J., Baeken, C., De Raedt, R., & Vanderhasselt, M. A. (2021). Combined transcranial direct current stimulation and psychological interventions: State of the art and promising perspectives for clinical psychology. *Biological Psychology*, 158, 107991. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107991>

- Doll, A., Hölzel, B. K., Mulej Bratec, S., Boucard, C. C., Xie, X., Wohlschläger, A. M., & Sorg, C. (2016). Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala-prefrontal cortex connectivity. *NeuroImage*, 134, 305–313. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.041>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014a). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dörfel, D., Lamke, J. P., Hummel, F., Wagner, U., Erk, S., & Walter, H. (2014b). Common and differential neural networks of emotion regulation by detachment, reinterpretation, distraction, and expressive suppression: A comparative fMRI investigation. *NeuroImage*, 101, 298–309. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.051>
- Dryman, M. T., & Heimberg, R. G. (2018). Emotion regulation in social anxiety and depression: a systematic review of expressive suppression and cognitive reappraisal. *Clinical Psychology Review*, 65(February), 17–42. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.07.004>
- Efinger, L., Thuillard, S., & Dan-Glauser, E. S. (2019). Distraction and reappraisal efficiency on immediate negative emotional responses: role of trait anxiety. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 412–427. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1597859>
- Fabio, R. A., & Towey, G. E. (2018). Long-term meditation: the relationship between cognitive processes, thinking styles and mindfulness. *Cognitive Processing*, 19(1), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s10339-017-0844-3>
- 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>
- Fertonani, A., & Miniussi, C. (2017). Transcranial electrical stimulation: What we know and do not know about mechanisms. *Neuroscientist*, 23(2), 109–123. <https://doi.org/10.1177/1073858416631966>
- Fillingim, R. B., Woods, A. J., Ahn, H., Wu, S. S., Redden, D. T., Lai, S., ... Goodin, B. R. (2020). Pain relief for osteoarthritis through combined treatment (PROACT): Protocol for a randomized controlled trial of mindfulness meditation combined with transcranial direct current stimulation in non-Hispanic black and white adults with knee osteoarthritis. *Contemporary Clinical Trials*, 98(May), 106159. <https://doi.org/10.1016/j.cct.2020.106159>
- Gainotti, G. (2019). A historical review of investigations on laterality of emotions in the human brain. *Journal of the History of the Neurosciences*, 28(1), 23–41. <https://doi.org/10.1080/0964704X.2018.1524683>
- Ganho-Ávila, A., Gonçalves, Ó. F., Guiomar, R., Boggio, P. S., Asthana, M. K., Kryptos, A.-M., & Almeida, J. (2019). The effect of cathodal tDCS on fear extinction: A cross-measures study. *Plos One*, 14(9), e0221282. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221282>
- Gotink, R. A., Meijboom, R., Vernooij, M. W., Smits, M., & Hunink, M. G. M. (2016). 8-week Mindfulness Based Stress Reduction induces brain changes similar to traditional long-term meditation practice – A systematic review. *Brain and Cognition*, 108, 32–41.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.07.001>

- Greeson, J. M., Zarrin, H., Smoski, M. J., Brantley, J. G., Lynch, T. R., Webber, D. M., ... Wolever, R. Q. (2018). Mindfulness Meditation Targets Transdiagnostic Symptoms Implicated in Stress-Related Disorders: Understanding Relationships between Changes in Mindfulness, Sleep Quality, and Physical Symptoms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4505191>
- Gross, J. J., & Feldman Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion Review*, 3(1), 8–16. <https://doi.org/10.1177/1754073910380974>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual Differences in Two Emotion Regulation Processes: Implications for Affect, Relationships, and Well-Being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Grundeis, F., Brand, C., Kumar, S., Rullmann, M., Mehnert, J., & Pleger, B. (2017). Non-invasive prefrontal/frontal brain stimulation is not effective in modulating food reappraisal abilities or calorie consumption in obese females. *Frontiers in Neuroscience*, 11(JUN), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00334>
- Hansenne, M. (2020). Anodal transcranial direct current stimulation (tDCS) over the left DLPFC improves emotion regulation. *Polish Psychological Bulletin*, 51(1), 37–43. <https://doi.org/10.24425/ppb.2020.132653>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018a). *Critical Role of the Right VLPFC in Emotional Regulation of Social Exclusion : A tDCS Study Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion : a tDCS study*. (March). <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Lin, Y., Xia, L., Liu, Z., Zhang, D., & Elliott, R. (2018b). Critical role of the right VLPFC in emotional regulation of social exclusion: A tDCS study. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 13(4), 357–366. <https://doi.org/10.1093/scan/nsy026>
- He, Z., Liu, Z., Zhao, J., Elliott, R., & Zhang, D. (2019). Improving emotion regulation of social exclusion in depression-prone individuals: A tDCS study targeting right VLPFC. *Psychological Medicine*. <https://doi.org/10.1017/S0033291719002915>
- Hermann, A., Kress, L., & Stark, R. (2017). Neural correlates of immediate and prolonged effects of cognitive reappraisal and distraction on emotional experience. *Brain Imaging and Behavior*, 11(5), 1227–1237. <https://doi.org/10.1007/s11682-016-9603-9>
- Hertenstein, E., Trinca, E., Schneider, C. L., Wunderlin, M., Fehér, K., Riemann, D., & Nissen, C. (2021). Augmentation of Psychotherapy with Neurobiological Methods: Current State and Future Directions. *Neuropsychobiology*. <https://doi.org/10.1159/000514564>
- Hiebler-Ragger, M., Perchtold-Stefan, C. M., Unterrainer, H. F., Fuchshuber, J., Koschutnig, K., Nausner, L., ... Fink, A. (2020). Lower cognitive reappraisal capacity is related to impairments in attachment and personality structure in poly-drug use: an fMRI study. *Brain Imaging and Behavior*. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00414-3>
- Hoebeker, Y., Desmedt, O., Özçimen, B., & Heeren, A. (2021). The impact of transcranial Direct Current stimulation on rumination: A systematic review of the sham-controlled studies in healthy and clinical samples. *Comprehensive Psychiatry*, 106.

- Huberty, J., Green, J., Glissmann, C., Larkey, L., Puzia, M., & Lee, C. (2019). Efficacy of the mindfulness meditation mobile app “calm” to reduce stress among college students: Randomized controlled trial. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(6). <https://doi.org/10.2196/14273>
- Hunter, M. A., Lieberman, G., Coffman, B. A., Trumbo, M. C., Armenta, M. L., Robinson, C. S. H., ... Clark, V. P. (2018). Mindfulness-based training with transcranial direct current stimulation modulates neuronal resource allocation in working memory: A randomized pilot study with a nonequivalent control group. *Heliyon*, 4(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00685>
- Ilan, S. D., Shafir, R., Birk, J. L., Bonanno, G. A., & Sheppes, G. (2020). Monitoring in emotion regulation: behavioral decisions and neural consequences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 14(12), 1273–1283. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa001>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). TDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Jones, D. R., Lehman, B. J., Noriega, A., & Dinnel, D. L. (2019). The effects of a short-term mindfulness meditation intervention on coping flexibility. *Anxiety, Stress and Coping*, 32(4), 347–361. <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1596672>
- Kelley, N. J., Gallucci, A., Riva, P., Lauro, L. J. R., & Schmeichel, B. J. (2019). Stimulating self-regulation: A review of non-invasive brain stimulation studies of goal-directed behavior. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12(January), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00337>
- Kronberg, G., Bridi, M., Abel, T., Bikson, M., & Parra, L. C. (2017). Direct Current Stimulation Modulates LTP and LTD: Activity Dependence and Dendritic Effects. *Brain Stimulation*, 10(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.10.001>
- Lantrip, C., Delaloye, S., Baird, L., Dreyer-Oren, S., Brady, R. E., Roth, R. M., ... Holtzheimer, P. (2019). Effects of Left Versus Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Affective Flexibility in Healthy Women: A Pilot Study. *Cognitive and Behavioral Neurology: Official Journal of the Society for Behavioral and Cognitive Neurology*, 32(2), 69–75. <https://doi.org/10.1097/WNN.0000000000000190>
- Leyland, A., Rowse, G., & Emerson, L. M. (2019). Experimental effects of mindfulness inductions on self-regulation: Systematic review and meta-analysis. *Emotion*, 19(1), 108–122. <https://doi.org/10.1037/emo0000425>
- Li, X., Xiong, G., Dong, Z., Cai, S., Zhao, J., She, Z., & Guo, Y. (2020). Causal Role of the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Organizational Fairness Perception: Evidence From a Transcranial Direct Current Stimulation Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 14(August), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00134>
- Mak, C., Whittingham, K., Cunningham, R., & Boyd, R. N. (2018). Efficacy of Mindfulness-Based Interventions for Attention and Executive Function in Children and Adolescents—a Systematic Review. *Mindfulness*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>
- Manenti, R., Cotelli, M. S., Cobelli, C., Gobbi, E., Brambilla, M., Rusich, D., ... Cotelli, M.

- (2018). Transcranial direct current stimulation combined with cognitive training for the treatment of Parkinson Disease: A randomized, placebo-controlled study. *Brain Stimulation*, 11(6), 1251–1262. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.07.046>
- Marques, Lucas M., Morello, L. Y. N., & Boggio, P. S. (2018). Ventrolateral but not Dorsolateral Prefrontal Cortex tDCS effectively impact emotion reappraisal – effects on Emotional Experience and Interbeat Interval. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33711-5>
- Marques, Lucas Murrins. (2016). *No Title*.
- McLaughlin, L. E., Luberto, C. M., O'Bryan, E. M., Kraemer, K. M., & McLeish, A. C. (2019). The indirect effect of positive affect in the relationship between trait mindfulness and emotion dysregulation. *Personality and Individual Differences*, 145(March), 70–74. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.020>
- Millgram, Y., Huppert, J. D., & Tamir, M. (2020). Emotion Goals in Psychopathology: A New Perspective on Dysfunctional Emotion Regulation. *Current Directions in Psychological Science*, 29(3), 242–247. <https://doi.org/10.1177/0963721420917713>
- Miniussi, C., Harris, J. A., & Ruzzoli, M. (2013). Modelling non-invasive brain stimulation in cognitive neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(8), 1702–1712. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.014>
- Molina, E., Fernandez-Prieto, I., Andres, P., & Parmentier, F. (2020). *Opposite effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on sustained attention in individuals with high and low levels of dispositional mindfulness*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31234/osf.io/8ynca>
- Moodie, C. A., Suri, G., Goerlitz, D. S., Mateen, M. A., Sheppes, G., McRae, K., ... Gross, J. J. (2020). The neural bases of cognitive emotion regulation: The roles of strategy and intensity. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 20(2), 387–407. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00775-8>
- Naragon-gainey, K., McMahon, T. P., & Chacko, T. P. (2017). Supplemental Material for The Structure of Common Emotion Regulation Strategies: A Meta-Analytic Examination. *Psychological Bulletin*, 143(4), 384–427. <https://doi.org/10.1037/bul0000093.supp>
- 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), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81454-7>
- Nikolin, S., Boonstra, T. W., Loo, C. K., & Martin, D. (2017). Combined effect of prefrontal transcranial direct current stimulation and a working memory task on heart rate variability. *PLoS ONE*, 12(8), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181833>
- Nitsche, M. A., Fricke, K., Henschke, U., Schlitterlau, A., Liebetanz, D., Lang, N., ... Paulus, W. (2003). Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *Journal of Physiology*, 553(1), 293–301. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.049916>
- 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>
- Opitz, A., Paulus, W., Will, S., Antunes, A., & Thielscher, A. (2015). Determinants of the electric field during transcranial direct current stimulation. *NeuroImage*, 109, 140–150.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.01.033>

- 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022812>
- Perchtold, C. M., Fink, A., Rominger, C., Weber, H., de Assunção, V. L., Schuler, G., ... Papousek, I. (2018). Reappraisal inventiveness: impact of appropriate brain activation during efforts to generate alternative appraisals on the perception of chronic stress in women*. *Anxiety, Stress and Coping*, 31(2), 206–221. <https://doi.org/10.1080/10615806.2017.1419205>
- Perchtold, C. M., Papousek, I., Koschutnig, K., Rominger, C., Weber, H., Weiss, E. M., & Fink, A. (2018). Affective creativity meets classic creativity in the scanner. *Human Brain Mapping*, 39(1), 393–406. <https://doi.org/10.1002/hbm.23851>
- Pripfl, J., & Lamm, C. (2015). Focused transcranial direct current stimulation (tDCS) over the dorsolateral prefrontal cortex modulates specific domains of self-regulation. *Neuroscience Research*, 91, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.007>
- Pripfl, J., Neumann, R., Köhler, U., & Lamm, C. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation on risky decision making are mediated by “hot” and “cold” decisions, personality, and hemisphere. *European Journal of Neuroscience*, 38(12), 3778–3785. <https://doi.org/10.1111/ejn.12375>
- Qi, S., Li, Y., Tang, X., Zeng, Q., Diao, L., Li, X., ... Hu, W. (2017). The temporal dynamics of detached versus positive reappraisal: An ERP study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 17(3), 516–527. <https://doi.org/10.3758/s13415-016-0494-4>
- Ray, M. K., Sylvester, M. D., Osborn, L., Helms, J., Turan, B., Burgess, E. E., & Boggiano, M. M. (2017). The critical role of cognitive-based trait differences in transcranial direct current stimulation (tDCS) suppression of food craving and eating in frank obesity. *Appetite*, 116, 568–574. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.046>
- 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>
- Riva, P., Romero Lauro, L. J., Vergallito, A., DeWall, C. N., & Bushman, B. J. (2015). Electrified emotions: Modulatory effects of transcranial direct stimulation on negative emotional reactions to social exclusion. *Social Neuroscience*, 10(1), 46–54. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.946621>
- Robinson, C., Armenta, M., Combs, A., Lamphere, M. L., Garza, G. J., Neary, J., ... Witkiewitz, K. (2019). Modulating affective experience and emotional intelligence with loving kindness meditation and transcranial direct current stimulation: A pilot study. *Social Neuroscience*, 14(1), 10–25. <https://doi.org/10.1080/17470919.2017.1397054>
- Rosenbaum, D., Kroczeck, A. M., Hudak, J., Rubel, J., Maier, M. J., Sorg, T., ... Ehrlis, A. C. (2020). Neural correlates of mindful emotion regulation in high and low ruminators. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71952-5>
- Russo, C., Souza Carneiro, M. I., Bolognini, N., & Fregni, F. (2017). Safety Review of Transcranial Direct Current Stimulation in Stroke. *Neuromodulation*, 20(3), 215–222.

<https://doi.org/10.1111/ner.12574>

- Samuel, I. B. H., & Michelle, C. (2020). *Mindfulness and cognitive control : A review on their dual mode mechanisms*. (December), 1–27.
- Sanchez-Lopez, A., Vanderhasselt, M. A., Allaert, J., Baeken, C., & De Raedt, R. (2018). Neurocognitive mechanisms behind emotional attention: Inverse effects of anodal tDCS over the left and right DLPFC on gaze disengagement from emotional faces. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 18(3). <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0582-8>
- Santaracchi, E., Feurra, M., Barneschi, F., Acampa, M., Bianco, G., Cioncoloni, D., ... Rossi, S. (2014). Time course of corticospinal excitability and autonomic function interplay during and following monopolar tDCS. *Frontiers in Psychiatry*, 5(JUL), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00086>
- Schestatsky, P., Simis, M., Freeman, R., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2013). Non-invasive brain stimulation and the autonomic nervous system. *Clinical Neurophysiology*, 124(9), 1716–1728. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.020>
- Schroeder, P. A., Schwippel, T., Wolz, I., & Svaldi, J. (2020). Meta-analysis of the effects of transcranial direct current stimulation on inhibitory control. *Brain Stimulation*, 13(5), 1159–1167. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.05.006>
- Sheppes, G. (2020). Transcending the “good & bad” and “here & now” in emotion regulation: Costs and benefits of strategies across regulatory stages. In *Advances in Experimental Social Psychology* (1st ed., Vol. 61). <https://doi.org/10.1016/bs.aesp.2019.09.003>
- Sheppes, G., Brady, W. J., & Samson, A. C. (2014). In (visual) search for a new distraction: The efficiency of a novel attentional deployment versus semantic meaning regulation strategies. *Frontiers in Psychology*, 5(APR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00346>
- Smits, F. M., Schutter, D. J. L. G., Van Honk, J., & Geuze, E. (2020). Does non-invasive brain stimulation modulate emotional stress reactivity? *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(1), 23–51. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa011>
- Snowdon, M. E., & Cathcart, S. (2018). tDCS potentiation provides no evidence for a link between right dorsal–lateral prefrontal cortical activity and empathic responding. *Social Neuroscience*, 13(2), 190–201. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1273133>
- 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), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162290>
- Strohmaier, S. (2020). The Relationship Between Doses of Mindfulness-Based Programs and Depression, Anxiety, Stress, and Mindfulness: a Dose-Response Meta-Regression of Randomized Controlled Trials. *Mindfulness*, 11(6), 1315–1335. <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01319-4>
- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Thomas, E. M., Freeman, T. P., Poplutz, P., Howden, K., Hindocha, C., Bloomfield, M., &

- Kamboj, S. K. (2021). Stimulating meditation: a pre-registered randomised controlled experiment combining a single dose of the cognitive enhancer, modafinil, with brief mindfulness training. *Journal of Psychopharmacology*.
<https://doi.org/10.1177/0269881121991835>
- Vanderhasselt, M. A., Remue, J., Ng, K. K., Mueller, S. C., & De Raedt, R. (2015). The regulation of positive and negative social feedback: A psychophysiological study. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 15(3), 553–563.
<https://doi.org/10.3758/s13415-015-0345-8>
- Vergallito, A., Riva, P., Pisoni, A., & Romero Lauro, L. J. (2018). Modulation of negative emotions through anodal tDCS over the right ventrolateral prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 119, 128–135.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.037>
- Vernieri, F., Assenza, G., Maggio, P., Tibuzzi, F., Zappasodi, F., Altamura, C., ... Rossini, P. M. (2010). Cortical neuromodulation modifies cerebral vasomotor reactivity. *Stroke*, 41(9), 2087–2090. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.583088>
- Vieira, L., Marques, D., Melo, L., Marques, R. C., Monte-Silva, K., & Cantilino, A. (2020). Transcranial direct current stimulation effects on cognitive reappraisal: An unexpected result? *Brain Stimulation*, 13(3), 650–652. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.02.010>
- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical Pathways Mediating Successful Emotion Regulation. *Neuron*, 59(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Weber, H., Loureiro de Assunção, V., Martin, C., Westmeyer, H., & Geisler, F. C. (2014). Reappraisal inventiveness: The ability to create different reappraisals of critical situations. *Cognition and Emotion*, 28(2), 345–360.
<https://doi.org/10.1080/02699931.2013.832152>
- Weintraub-Brevda, R. R., & Chua, E. F. (2019). Transcranial direct current stimulation over the right and left VLPFC leads to differential effects on working and episodic memory. *Brain and Cognition*, 132(March), 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.03.005>
- Winker, C., Rehbein, M. A., Sabatinelli, D., & Junghofer, M. (2019). Repeated noninvasive stimulation of the ventromedial prefrontal cortex reveals cumulative amplification of pleasant compared to unpleasant scene processing: A single subject pilot study. *BioRxiv*, 1–11. <https://doi.org/10.1101/744987>
- Witkiewitz, K., Stein, E. R., Votaw, V. R., Wilson, A. D., Roos, C. R., Gallegos, S. J., ... Claus, E. D. (2019). Mindfulness-Based Relapse Prevention and Transcranial Direct Current Stimulation to Reduce Heavy Drinking: A Double-Blind Sham-Controlled Randomized Trial. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 43(6), 1296–1307.
<https://doi.org/10.1111/acer.14053>
- Wu, L. lu, Potenza, M. N., Zhou, N., Kober, H., Shi, X. hui, Yip, S. W., ... 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>
- Xiao, S., Wang, B., Zhang, X., Zhou, J., & Fu, W. (2020). Systematic Review of the Impact of Transcranial Direct Current Stimulation on the Neuromechanical Management of Foot

and Ankle Physical Performance in Healthy Adults. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8(October), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.587680>

Yang, L. C., Ren, P., & Ma, Y. Y. (2018). Anodal Transcranial Direct-Current Stimulation Over the Right Dorsolateral Prefrontal Cortex Influences Emotional Face Perception. *Neuroscience Bulletin*, 34(5), 842–848. <https://doi.org/10.1007/s12264-018-0242-6>

Zhao, J., Mo, L., Bi, R., He, Z., Chen, Y., Xu, F., ... Zhang, D. (2020). The VLPFC vs. the DLPFC in down-regulating social pain using reappraisal and distraction strategies. *The Journal of Neuroscience*, JN-RM-1906-20. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1906-20.2020>

ANEXOS

MINI Rastreo de Múltiplos Transtornos Mentais
(MINI-RTM)

ITENS	PONTUAÇÃO
Ao longo das ultimas duas semanas, com que frequência você foi incomodado por algum dos seguintes problemas?	
<i>1) Pouco interesse ou prazer em fazer as coisas:</i>	
Nenhuma vez	0
Vários dias	1
Mais da metade dos dias	2
Quase todos os dias	3
<i>2) Sentindo-se triste, deprimido ou sem esperança:</i>	
Nenhuma vez	0
Vários dias	1
Mais da metade dos dias	2
Quase todos os dias	3
<i>3) Sentindo-se nervoso ansioso ou no limite:</i>	
Nenhuma vez	0
Vários dias	1
Mais da metade dos dias	2
Quase todos os dias	3
<i>4) Não ser capaz de interromper ou controlar as preocupações:</i>	
Nenhuma vez	0
Vários dias	1
Mais da metade dos dias	2
Quase todos os dias	3
Uso de álcool	
Considerando que uma dose equivale a: Um copo de pinga, vodca ou uísque (37ml) Ou uma taça pequena de vinho (140ml) Ou uma latinha de cerveja (350ml) Ou um cálice de Martini ou vermute (50ml)	
<i>5) Qual a frequência que você consome 6 ou mais doses de bebidas alcoólica em uma ocasião?</i>	
Nunca	0
Menos que mensalmente	1
Mensalmente	2
Semanalmente	3
Diariamente ou quase diariamente	4
Uso de drogas	
<i>6) Com que frequência você usa drogas?</i>	
Nunca	0
Mensalmente ou menos	1
Duas a quatro vezes por mês	2
Duas a três vezes por semana	3
Quatro ou mais vezes por semana	4

Psicose	
Alguma vez você já...	
<i>7) Ouviu vozes ou sons que ninguém mais podia ouvir?</i>	
Sim, definitivamente	1
Pode ser	0,5
Não, nunca	0
<i>8) Viu coisas que outras pessoas não podiam ver</i>	
Sim, definitivamente	1
Pode ser	0,5
Não, nunca	0
<i>9) Pensou que pessoas poderiam estar seguindo ou espionando você?</i>	
Sim, definitivamente	1
Pode ser	0,5
Não, nunca	0

Escala de Dificuldades de Regulação Emocional (EDRE)

Por favor, indique a frequência que as frases a seguir se aplicam a você, escrevendo o número apropriado conforme escala abaixo ao lado de cada item.

1 -----	2 -----	3 -----	4 -----	5 -----
Quase nunca	Algumas vezes	Cerca da metade do tempo	Maior parte do tempo	Quase sempre

- _____ 1 Para mim, os meus sentimentos são claros.
- _____ 2 Presto atenção à forma como me sinto.
- _____ 3 Experiencio minhas emoções como intensas e fora de controle.
- _____ 4 Não faço ideia de como me sinto.
- _____ 5 Tenho dificuldade em entender os meus sentimentos.
- _____ 6 Eu observo cuidadosamente meus sentimentos.
- _____ 7 Sei exatamente como me sinto.
- _____ 8 Importo-me com aquilo que sinto.
- _____ 9 Sinto-me confuso(a) com a forma como me sinto.
- _____ 10 Quando estou chateado(a), reconheço as minhas emoções.
- _____ 11 Quando estou chateado(a), fico zangado(a) comigo mesmo(a) por me sentir assim.
- _____ 12 Quando estou chateado(a), fico constrangido(a) por me sentir assim.
- _____ 13 Quando estou chateado(a), tenho dificuldade em completar tarefas.
- _____ 14 Quando estou chateado(a), fico descontrolado(a).
- _____ 15 Quando estou chateado(a), acredito que vou continuar assim por muito tempo.
- _____ 16 Quando estou chateado(a), acredito que vou acabar ficando muito deprimido(a).
- _____ 17 Quando estou chateado(a), acredito que os meus sentimentos são válidos e importantes.
- _____ 18 Quando estou chateado(a), tenho dificuldade em focar a minha atenção em outras coisas.
- _____ 19 Quando estou chateado(a), sinto-me descontrolado(a).
- _____ 20 Quando estou chateado(a), sou capaz de continuar a fazer o que tenho para fazer.
- _____ 21 Quando estou chateado(a), sinto-me envergonhado(a) por me sentir assim.
- _____ 22 Quando estou chateado(a), eu sei que vou acabar descobrindo uma maneira de me sentir melhor.
- _____ 23 Quando estou chateado(a), sinto-me como se eu fosse fraco(a).
- _____ 24 Quando estou chateado(a), sinto que continuo podendo controlar os meus comportamentos.
- _____ 25 Quando estou chateado(a), sinto-me culpado(a) por me sentir assim.
- _____ 26 Quando estou chateado(a), tenho dificuldades de concentração.
- _____ 27 Quando estou chateado(a), tenho dificuldades em controlar os meus comportamentos.
- _____ 28 Quando estou chateado(a), acredito que não há nada que possa fazer para me sentir melhor.
- _____ 29 Quando estou chateado(a), fico irritado(a) comigo mesmo(a) por me sentir assim.
- _____ 30 Quando estou chateado(a), começo a me sentir mal comigo mesmo(a).

- _____ 31 Quando estou chateado(a), acredito que me afundar nesse estado é a única coisa que posso fazer.
- _____ 32 Quando estou chateado(a), perco o controle sobre os meus comportamentos.
- _____ 33 Quando estou chateado(a), tenho dificuldade em pensar em qualquer outra coisa.
- _____ 34 Quando estou chateado(a), reservo um tempo para descobrir o que realmente estou sentindo.
- _____ 35 Quando estou chateado(a), passa muito tempo até que me sinta melhor.
- _____ 36 Quando estou chateado(a), as minhas emoções são muito intensas.

Questionário de Regulação Emocional (QRE)

J. Gross & O. John (2003)

Adaptado para a População Brasileira por Ana Caroline Boian, Dayane Suelen de Moraes Soares e Jailson Lima (2009).

O Questionário de Regulação Emocional foi concebido para avaliar as diferenças individuais no uso cotidiano, em duas estratégias para compreender as emoções.

Instruções: Gostaríamos de fazer algumas questões sobre a sua vida emocional, em particular, como controla as suas emoções (isto é, como regula e conduz). As questões abaixo envolvem duas situações diferentes sobre sua vida emocional. A primeira refere-se a sua experiência emocional, isto é, o modo como se sente. A segunda refere-se a expressão emocional, ou seja, a forma como demonstra as suas emoções, ao falar, gesticular ou atuar. Apesar de algumas questões parecerem semelhantes, diferem-se em importantes aspectos. Para cada item, por favor, responda utilizando a seguinte escala:

1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 ----- 7

Discordo Totalmente Não concordo nem discordo nem concordo Concordo Totalmente

1. ____ Quando quero sentir mais emoções positivas (como alegria ou contentamento), mudo o que estou pensando
2. ____ Eu conservo as minhas emoções para mim.
3. ____ Quando quero sentir menos emoções negativas (como tristeza ou raiva) mudo o que estou pensando.
4. ____ Quando estou sentindo emoções positivas, tenho cuidado para não expressar-las.
5. ____ Quando estou perante a uma situação estressante, procuro pensar de uma forma que me ajude a ficar calmo.
6. ____ Eu controlo as minhas emoções não as expressando.
7. ____ Quando quero sentir mais emoções positivas, eu mudo o que estou pensando em relação à situação.
8. ____ Eu controlo as minhas emoções modificando a forma de pensar sobre a situação em que me encontro.
9. ____ Quando estou sentindo emoções negativas, tento não expressá-las.
10. ____ Quando eu quero sentir menos emoções negativas, mudo a forma como estou pensando em relação à situação.

Escala de Autorregulação Emocional- EARE (34 itens)

As perguntas abaixo se referem a pensamentos, sentimentos e comportamentos que ocorrem **diante de algum evento da vida que gera tristeza**. Assinale com um X a alternativa que mais tem a ver com você.

Não existem respostas certas ou erradas. Favor preencher todos os itens.

Itens					
Quando estou triste					
1. Penso em outras coisas (Antigo item 4)					
2. Fico com medo disso não passar (Antigo item 12)					
3. Tento me distrair fazendo outras coisas (antigo item 16)					
4. Não consigo entender por que estou assim (antigo item 21)					
5. Acho que nada do que pode ser feito vai adiantar (antigo item 22)					
6. Não consigo pensar direito (antigo item 27)					
7. Quero bater nos outros (Antigo item 30)					
8. Tento pensar em saídas para o problema (antigo item 33)					
9. Tento pensar em como não me sentir mais triste (Antigo item 34)					

10. Tento pensar em coisas boas (Antigo item 37)					
11. Tento lembrar de como resolvi problemas parecidos (Antigo item 38)					
12. Tento me acalmar (antigo item 39)					
13. Tento me animar (Antigo item 40)					
14. Tento achar uma solução diferente para a situação (Antigo item 41)					
15. Brigo com os outros (antigo item 44)					
16. Não sei o que fazer (antigo item 46)					
17. Fico perdido (Antigo item 47)					
18. Acho que o que sinto é importante para o meu crescimento (Antigo item 51)					
19. Acredito que tudo vai piorar (antigo item 52)					
20. Acho que eu sou uma pessoa ruim (antigo item 53)					
21. Acho que eu não tenho valor (antigo item 54)					
22. Acho que eu sou pior do que os outros (antigo item 55)					
23. Acho que eu sou incompetente (antigo item 56)					
24. Acredito que vai demorar muito para eu melhorar (antigo item 57)					
25. Penso que o futuro será melhor (antigo item 58)					
26. Penso que isso vai passar (antigo item 60)					
27. Procuro relaxar (antigo item 61)					
28. Acho que sou capaz de resolver o problema (Antigo item 63)					
29. Maltrato outras pessoas (antigo item 72)					
30. Grito/berro (antigo item 76)					
31. Bato os pés (antigo item 77)					
32. Culpo os outros por coisas que eles não tem culpa (antigo item 78)					
33. Soco as coisas/quebro as coisas (antigo					

item 80)					
34. Faço alguma coisa que eu gosto (antigo item 83)					

Questionário Pré-experimento	
Código de Identificação: _____	Data: ____/____/____ Horário: _____
Você se apressou para chegar a tempo para este experimento?	
Você participou de alguma atividade física intensiva nas últimas 24 horas? Se sim, por favor descreva o tipo de atividade e duração.	
Quando foi a última vez que você se exercitou?	
Você comeu nas duas últimas horas?	
Você consumiu alguma bebida contendo cafeína nas últimas duas horas?	
Você consumiu alguma bebida alcoólica nas últimas 24 horas?	
Você fumou nas últimas duas horas?	
Você seguiu sua rotina habitual de sono na noite passada?	
Que horas você acordou esta manhã?	
Que horas você foi dormir na noite passada?	
Você está com vontade de usar o banheiro agora?	

ESCALA DE AFETO POSITIVO E NEGATIVO

(EAPN; SIQUEIRA, MARTINS, e MOURA, 1999)

Esta escala consiste em um número de palavras que descrevem diferentes sentimentos e emoções. Leia cada item e em seguida selecione o número da escala abaixo que melhor se enquadra para cada palavra. Indique a extensão do sentimento no presente momento.

1	Não me representa em nada
2	
3	Neutro
4	
5	Me representa perfeitamente

Antes da ETCC		Depois da ETCC	
() 1. Interessado	() 11. Irritado	() 1. Interessado	() 11. Irritado
() 2. Angustiado	() 12. Alerta	() 2. Angustiado	() 12. Alerta
() 3. Animado	() 13. Envergonhado	() 3. Animado	() 13. Envergonhado
() 4. Chateado	() 14. Inspirado	() 4. Chateado	() 14. Inspirado
() 5. Forte	() 15. Nervoso	() 5. Forte	() 15. Nervoso
() 6. Culpado	() 16. Determinado	() 6. Culpado	() 16. Determinado
() 7. Assustado	() 17. Atento	() 7. Assustado	() 17. Atento
() 8. Hostil	() 18. Agitado	() 8. Hostil	() 18. Agitado
() 9. Entusiasmado	() 19. Energético	() 9. Entusiasmado	() 19. Energético
() 10. Orgulhoso	() 20. Medo	() 10. Orgulhoso	() 20. Medo

ESCALA DE AFETO POSITIVO E NEGATIVO

(EAPN; SIQUEIRA, MARTINS, e MOURA, 1999)

Esta escala consiste em um número de palavras que descrevem diferentes sentimentos e emoções. Leia cada item e em seguida selecione o número da escala abaixo que melhor se enquadra para cada palavra. Indique a extensão do sentimento no presente momento.

1	Não me representa em nada
2	
3	Neutro
4	
5	Me representa perfeitamente

Antes experimento preocupação		Após experimento preocupação	
() 1. Interessado	() 11. Irritado	() 1. Interessado	() 11. Irritado
() 2. Angustiado	() 12. Alerta	() 2. Angustiado	() 12. Alerta
() 3. Animado	() 13. Envergonhado	() 3. Animado	() 13. Envergonhado
() 4. Chateado	() 14. Inspirado	() 4. Chateado	() 14. Inspirado
() 5. Forte	() 15. Nervoso	() 5. Forte	() 15. Nervoso
() 6. Culpado	() 16. Determinado	() 6. Culpado	() 16. Determinado
() 7. Assustado	() 17. Atento	() 7. Assustado	() 17. Atento
() 8. Hostil	() 18. Agitado	() 8. Hostil	() 18. Agitado
() 9. Entusiasmado	() 19. Energético	() 9. Entusiasmado	() 19. Energético
() 10. Orgulhoso	() 20. Medo	() 10. Orgulhoso	() 20. Medo

Qual foi a estratégia mais efetiva para você (mais fácil e que teve maior impacto na redução da emoção)?

- 1 Distração com foco na imagem
- 2 Distração com foco no pensamento
- 3 Reavaliação focada na situação (interpretar que a situação vai melhorar)
- 4 Reavaliação focada no avaliador (se distanciar da situação)

Qual foi a estratégia menos efetiva para você (mais difícil e menor impacto na redução da emoção)?

- 1 Distração com foco na imagem
- 2 Distração com foco no pensamento
- 3 Reavaliação focada na situação (interpretar que a situação vai melhorar)
- 4 Reavaliação focada no avaliador (se distanciar da situação)

Dê seu palpite: Você acha que o seu grupo de estimulação foi ativo ou placebo?

Questionário de Efeitos Adversos da ETCC

- 1- Você sentiu dor de cabeça?
 - b. Ausente
 - c. Leve
 - d. Moderada
 - e. Severa
- 2- Se presente, está relacionada a estimulação?
 - a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 3- Você sentiu dor no pescoço?
 - a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 4- Se presente, está relacionada a estimulação?
 - a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 5- Você sentiu dor no couro cabeludo?
 - a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 6- Se presente, está relacionada a estimulação?
 - a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 7- Você sentiu coceira?
 - a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 8- Se presente, está relacionada a estimulação?
 - a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 9- Você sentiu formigamento?
 - a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 10- Se presente, está relacionada a estimulação?

- a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 11- Você experimentou sensação de queimação?
- a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 12- Se presente, está relacionada a estimulação?
- a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 13- O local estimulado apresenta vermelhidão?
- a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 14- Se presente, está relacionada a estimulação?
- a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 15- Você sentiu sonolência?
- a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 16- Se presente, está relacionada a estimulação?
- a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 17- Você sentiu déficit de concentração?
- a. Ausente
 - b. Leve
 - c. Moderada
 - d. Severa
- 18- Se presente, está relacionada a estimulação?
- a. Nenhuma relação
 - b. Relação remota
 - c. Relação possível
 - d. Relação provável
 - e. Relação definitiva
- 19- Você sentiu mudança repentina de humor?
- a. Ausente
 - b. Leve

- c. Moderada
- d. Severa

20- Se presente, está relacionada a estimulação?

- a. Nenhuma relação
- b. Relação remota
- c. Relação possível
- d. Relação provável
- e. Relação definitiva

RIT- Teste de Inventividade de Reavaliação

Você será apresentado a vinhetas (situações) que despertam raiva. Sua tarefa é pensar e relatar os pensamentos que você poderia ter que diminuiriam a sua raiva diante da situação apresentada. Você deve expressar todos os pensamentos que lhe vier a mente, inclusive os que você acha que normalmente não pensaria. Tente falar o maior número possível de pensamentos diferentes que conseguir no sentido de diminuir a raiva despertada. Não haverá julgamentos quanto ao que você vai falar.