A stylized graphic of a human brain, oriented vertically. The brain is composed of various colored lines (red, green, purple, orange, blue) that form the outline and internal structures, resembling a circuit board or neural pathways. The background is a dark blue with a faint grid and some abstract patterns.

Neuro ciência em ação

*Analisando as conexões entre
cognição, emoção e ambiente*

Thiago Siqueira Paiva de Souza
organizador



Neuro ciência

em ação

*Analisando as conexões entre
cognição, emoção e ambiente*



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Terezinha Domiciano Dantas Martins
Reitora

Mônica Nóbrega
Vice-Reitora



Pró-Reitoria de Pós-Graduação

Evandro Leite de Souza
Pró-Reitor de Pós-Graduação

Síglia Lima Mendes
Organização Técnica de Seleção – PRPG



Editora UFPB

Geysa Flávia Câmara de Lima Nascimento
Diretora Geral da Editora UFPB

Rildo Coelho
Coordenador de Editoração

Thiago Siqueira Paiva de Souza
organizador

Neurociência em ação
analisando as conexões
entre cognição, emoção e ambiente

Editora UFPB
João Pessoa
2025

1ª Edição - 2025

Obra vinculada ao Edital PRPG/UFPB Nº 01/2024, financiado pelo Programa de Apoio à Produção Científica (PRO-PUBLICAÇÃO DE LIVROS) da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, autorizada pelos autores para publicação em formato e-book.

Direitos autorais 2025 - Editora da UFPB



Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria e respeitada a Licença Creative Commons indicada.

O CONTEÚDO DESTA PUBLICAÇÃO, SEU TEOR, SUA REVISÃO E SUA NORMALIZAÇÃO SÃO DE INTEIRA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES.

OS DIREITOS DE PROPRIEDADE DESTA EDIÇÃO SÃO RESERVADOS À:



Editora
UFPB
Cidade Universitária, Campus I – Prédio da Editora Universitária, s/n
João Pessoa – PB CEP 58.051-970
Site: www.editora.ufpb.br
Instagram: @editoraufpb
E-mail: atendimento@editora.ufpb.br
Fone: (83) 3216.7147

Editora filiada à



Associação Brasileira
de Editores Universitários

CONSELHO EDITORIAL ESPECIAL – PRPG

(Edital PRPG/UFPB N° 01/2024 – Portaria N° 01/2024 – Reitoria)

Adriana Carla Costa Ribeiro Clementino (Ciências da Saúde – UFPB)

Alexandre Luís Gonzaga (Educação e Letras – UFAC)

Carlos Junior Gontijo Rosa (Educação e Letras – UFAC)

Carlos Xavier de Azevedo Netto (Ciências Sociais Aplicadas – UFPB)

Cleide Vilanova Hanisch (Ciências Sociais Aplicadas – UFPB)

Daniel Germano Maciel (Ciências da Saúde – UFPB)

Eduardo Sérgio Soares Sousa (Ciências Médicas – UFPB)

Giciane Carvalho Vieira (Ciências da Saúde – UFPB)

Italo Roger Ferreira Moreno P. da Silva (Energias Alternativas e Renováveis – UFPB)

José Diego Sales do Nascimento (Ciências da Saúde – UFPB)

José Irialdo Alves Oliveira Silva (Ciências Jurídicas – UFPB)

Manoel Coracy Saboia Dias (Filosofia e Ciências Humanas – UFAC)

Marcelo Rodrigo da Silva (Comunicação Turismo e Artes – UFPB)

Michel Ferreira dos Reis (Educação e Letras – UFAC)

Pedro da Silva de Melo (Educação e Letras – UFAC)

Catalogação na fonte: **Biblioteca Central da Universidade Federal da Paraíba**

N494 Neurociência em ação : analisando as conexões entre cognição, emoção e ambiente / Thiago Siqueira Paiva de Souza (organizador). - João Pessoa : Editora UFPB, 2025.

E-book.

Modo de acesso: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press/>
ISBN: 978-65-5942-281-4

1. Neurociência. 2. Bem-estar sustentável.
3. Atividades físicas. I. Souza, Thiago Siqueira Paiva de.
- II. Título.

UFPB/BC

CDU: 159.9:612.8

Como citar a publicação no todo (ABNT 6023:2018):

SOUZA, T. S. P. de. (org.). **Neurociência em ação**: analisando as conexões entre cognição, emoção e ambiente.

João Pessoa: Editora UFPB, 2025. 1 ebook. ISBN 9786559422814. Disponível em: _____

Acesso em: ____ de ____ de ____.

Apresentação **9**

Thiago Siqueira Paiva de Souza

Correlações entre Exercícios Verdes, Consumo Sustentável e Bem-estar **11**

*Thiago Siqueira Paiva de Souza
Rafael Petrucci Marques Pinto
Mariana de Sousa Santos Hempel
Maria Lorena de Assis Candido
Luiz Carlos Serramo Lopez*

Onde estimular? Efeito da neuroestimulação do CPFDL esquerdo no controle cognitivo e afetivo em mulheres **37**

*Natany de Souza Batista Medeiros
Bruno Gonçalves de Medeiros
Tháís Mykaela Pereira da Silva
Gabriella Nayara Siqueira de Lima Conserva
Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino*

Avaliação experimental da memória háptica e visual para tarefas de recordação livre em adultos jovens **65**

*Cintia Ricale Ferreira da Silva
Pedro Henrique Souza Araújo
Rarielly Virginia Medeiros Dantas
Francisco Gilbergue Queiroz
Marcus Vinicius Costa Alves
Maria José Nunes Gadelha*

**Decodificando emoções faciais:
o que o rosto humano tem de especial? 89**

*Lídia Rezende Encide
Nelson Torro Alves*

**Dissociação do esforço mental em tarefas de contagem simples:
um estudo Pupilmétrico 113**

*Deborah Lima-Rosseti
Dara Vitória Ferreira Gonçalves
João Pedro Silva de Araújo
Larissa Carla Araújo da Costa
Maria José Nunes Gadelha
Marcus Vinicius Costa Alves*

**Atividade Física e Natureza:
Antídotos para a ansiedade? 137**

*Thiago Siqueira Paiva de Souza
Ana Beatriz Oliveira da Fonsêca
Lucas Vitorino da Silva
Sabrina Michaelly Alves dos Santos Oliveira*

Sobre os autores e as autoras 161

Nota à edição 168

*Evandro Leite de Souza
Geysa Flávia Câmara de Lima Nascimento*

O Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da Universidade Federal da Paraíba (PPGNEC/UFPB) foi fundado em 2012 com o propósito de capacitar docentes, formar pesquisadores e qualificar recursos humanos com amplo domínio no campo das neurociências cognitivas e do comportamento. Além disso, busca promover a difusão e a divulgação da produção científica dos professores e alunos.

Ao longo da última década, o corpo docente e discente do PPGNEC/UFPB expandiu significativamente, despertando o interesse de indivíduos de diversas áreas de formação, incluindo Psicologia, Farmácia, Medicina, Educação Física, Biologia, entre outras. A diversidade de conhecimentos dentro de um Programa de Pós-Graduação tem fomentado a interdisciplinaridade na Neurociência, resultando em avanços teórico-práticos de grande relevância para a sociedade.

Este livro exemplifica esses avanços, pois cada capítulo combina diferentes disciplinas, apresentando conhecimentos teóricos aliados à aplicabilidade prática. Dessa forma, fortalece as conexões entre pesquisas básicas e aplicadas, contribuindo para a formação e atuação de profissionais que buscam na Neurociência Cognitiva e Comportamento respostas para suas questões e necessidades.

O livro nos traz informações sobre como o meio ambiente pode influenciar os nossos hábitos de consumo e o nosso bem-estar. Aborda os efeitos da eletroestimulação transcraniana (ETCC) de corrente contínua anódica em diferentes regiões do Córtex Pré-Frontal (CPF DL esquerdo, direito e CPF VL direito) sobre os pensamentos intrusivos e emoções durante a prática de respiração consciente, após a indução de preocupação, demonstrando que a ETCC no CPF DL esquerdo reduziu significativamente pensamentos intrusivos e aumentou afeto positivo. Resultados sugerem que ETCC no CPF DL esquerdo pode facilitar controle cognitivo e emoções positivas.

Além disso, são discutidos temas como a importância do reconhecimento de emoções faciais para a comunicação e as interações sociais, bem como a interação entre variados componentes cerebrais no reconhecimento de emoções faciais e a importância dessas descobertas para compreender melhor condições como a prosopagnosia e as consequências dos acidentes cranioencefálicos.

O livro também apresenta uma investigação e mensuração do esforço mental empreendido em tarefas pouco demandantes e tarefas mais demandantes após manipulação experimental utilizando dados pupilométricos como medida fisiológica do esforço realizado e escalas subjetivas. Os resultados encontrados revelaram que a demanda temporal das tarefas com bipes intermitentes pode ter exercido a maior influência para torná-las mais demandantes cognitivamente, provavelmente em virtude de sua exigência quanto à execução das tarefas, principalmente no início delas.

Por fim, são abordados os benefícios e desafios da interação com a natureza no controle da ansiedade, ressaltando como se preocupar excessivamente com as mudanças na natureza em decorrência do aquecimento global pode ser um fator gerador de ansiedade. Ao passo que apresenta que interagir e praticar Atividades Físicas junto a elementos da Natureza pode melhorar o Bem-estar, o consumo sustentável e servir como fator que contribui no controle da ansiedade.

Em suma, este livro aborda a Neurociência na prática e na interdisciplinaridade, refletindo o compromisso contínuo do PPGNEC/UFPB em promover a excelência na pesquisa e na formação de profissionais capacitados a enfrentar os desafios contemporâneos.

Thiago Siqueira Paiva de Souza

Professor do Programa de Pós-Graduação em
Neurociência Cognitiva e Comportamento da UFPB



Correlações entre Exercícios Verdes, Consumo Sustentável Bem-estar

*Thiago Siqueira Paiva de Souza
Rafael Petrucci Marques Pinto
Mariana de Sousa Santos Hempel
Maria Lorena de Assis Candido
Luiz Carlos Serramo Lopez*

A revolução industrial e os avanços tecnológicos permitiram muitos benefícios para a sociedade, como por exemplo, melhoria na comunicação, na produção do conhecimento, em tratamentos de saúde, na segurança etc. Contudo, esses processos trouxeram efeitos negativos como um estilo de vida com demasiado volume de informações alavancadas, principalmente, pelas mídias digitais e redes sociais; crescimento da demanda de consumo; diminuição das atividades físicas, além de um processo de urbanização dos espaços cada vez mais acelerado (Ebreo; Vinning, 2001; Ribeiro; Veiga, 2011).

Esses estilos de vida contemporâneo têm gerado efeitos deletérios para o bem-estar e saúde populacional. Dentre esses efeitos pode-se mencionar sobrecargas cognitivas, hábitos impulsivos, ansiedade, estresse, fadiga e doenças cardiometabólica (Herzog; Rosa, 2010; Pretty; Rogerson; Barton, 2017; Nguye; *et al.*, 2023). Ao considerar que o processo de urbanização, vem proporcionando um distanciamento e conseqüente diminuição da conexão e contato das pessoas com a natureza e que, essa condição se relaciona com um ambiente promotor de boa saúde social, mental e física, temos um panorama preocupante do ponto vista da saúde (MARKEVYCH *et al.*, 2017; ASTELL-BURT *et al.*, 2022).

A preocupação vai além quando consideramos que essa condição de distanciamento da natureza tem gerado desperdícios e aumento da poluição (Ebreo; Vinning, 2001). Precisa-se substituir esse consumismo por atividades que permitam uma coesão social, bem-estar, criações de memória, capital natural e serviços ecossistêmicos. Uma solução é adotar atividades que promovam uma reaproximação com os elementos da natureza e isso deve ocorrer também no âmbito individual e doméstico, melhorando aspectos de consumo e bem-estar sustentável (Pretty; Rogerson; Barton, 2017).

Dentre as possibilidades para as mudanças nesse cenário, podemos iniciar mencionando a prática de exercícios físicos regulares. Quando adotada, os exercícios físicos, estão associados a melhorias em diversos parâmetros de saúde, dentre eles podemos mencionar os componentes afetivos e psicológicos (Johansson; Hartig; Staats, 2011; Mitchell, 2013; Wicks; Barton; Orbell,

2022), tais como os afetos positivos, redução de estado de ansiedade, melhoria do foco atencional, satisfação com a vida, atenção plena, dentre outros. Esses exercícios físicos podem ser praticados em ambientes variados: ambientes fechados ou *indoor* (p.ex.: academias de ginástica, ginásios de esporte, salas de crossfit), ao ar livre ou *outdoor* que, por sua vez, podem ser em ambiente urbano (praças, calçadas de orlas marítimas e fluviais urbanas, etc), e ambiente natural (trilhas nas matas, rios, mar, etc.).

Atividades físicas realizadas na presença de elementos da natureza, são denominados “Exercícios Verdes”. O termo cunhado pelo pesquisador Jules Pretty e colaboradores em 2005 e consiste em atividades em contato com a natureza, nas mais diferentes modalidades e vivências de atividades físicas podendo ou não ter uma característica aventureira ou esportiva, por exemplo: caminhadas, corridas, jardinagem, ciclismo ou passeios de bicicleta, cultivo de hortas, ginástica,

pesca, entre outros. A prática de exercícios verdes também permite níveis de envolvimento com a natureza que podem acontecer por: observação, através de imagens, como quadros, vídeos com imagens de elementos naturais ou janelas com vistas para áreas naturais; por proximidade, podendo ser através de uma prática intencional ou despretensiosa, como uma caminhada, passeio de bicicleta, corrida, alongamento, conversas no parque, entre outros; ou por envolvimento, Quanto A Atividade Proporciona Uma Interação Direta Ou participação ativa no ambiente natural, como jardinagem, trilhas na mata, pescaria, cultivo de hortas, corridas de orientação, atividades de preservação na natureza, rios, mares e outras possibilidades (Pretty, 2006).

Ao observar essa relação entre as atividades físicas e o ambiente em que ele é praticado, estudos demonstram que quando praticado ao ar livre promovem melhores resultados psicológicos, bem-estar e melhor conec-

tividade com a natureza do que seus pares em ambiente indoor (Alves *et al.*, 2019). Além disso, melhora a adesão a um estilo de vida ativo, diminui a fadiga e recuperação diante do estresse (Thompson Coon *et al.*, 2011; Alves *et al.*, 2019; Wicks; Barton; Orbell, 2022). E quando esse ambiente ao ar livre envolve a exposição a natureza, os efeitos parecem ser potencializados e ampliados. Além dos benefícios afetivos e psicológicos, reduz marcadores de estresse (Niedermeier *et al.*, 2017B; Pretty; Rogerson; Barton, 2017), melhora parâmetros imunológicos (Graefstatter *et al.*, 2017) e cardiometabólicos (Nguyen *et al.*, 2023) Em relação aos ambientes urbanos, estes podem ser considerados mais desconfortáveis com consequências negativas tanto fisiológicas como de bem-estar (Pretty; Rogerson; Barton, 2017).

Apesar da literatura apresentada aqui demonstrar esses benefícios, ainda é preciso observar com um pouco mais de atenção pois, por vezes, exercícios ao ar livre podem se associar com a lógica

da sociedade de consumo, causando impacto ambiental negativo (Paixão; Costa; Gabriel, 2009; Souza, 2021). Com isso, o envolvimento nessas atividades nem sempre se alinham a uma postura política e de participação democrática em relação à conservação do meio ambiente (Inácio; Ferreira, 2017).

Além disso, precisa-se considerar os fatores climáticos e sociodemográficos. Uma vez que a maioria dos estudos foram desenvolvidos em climas temperados, precisa-se saber se em climas tropicais, onde há temperaturas mais elevadas e com maior umidade relativa, se os benefícios se replicam. Em condições como a mencionada, o nível de estresse fisiológico costuma ser consideravelmente mais alto, podendo até não ser recomendado a prática da exercícios físicos quando em níveis mais extremos (Silverthorn, 2017). Possível, também, a mediação de variáveis como idade, nível de escolaridade a região onde vivem e a longevidade de pessoas idosas é positivamente influenciada pela

quantidade de área verde disponível para caminhadas na cidade (Takano; Nakamura; Watanabe, 2002; Tao *et al.*, 2022). Os efeitos da vizinhança, compreensão do contexto local e as características estruturais dos lugares, podem ser considerados como indicadores de saúde, pois cada vez mais estudos apontam efeitos sobre a saúde dos riscos do estilo de vida a nível individual em razão de mecanismos socio-interativos, ambientais, geográficos e institucionais nos resultados de saúde da vizinhança (Shen; Tao, 2022).

Assim, compreender as relações existentes entre essas variáveis podem colaborar com os praticantes e treinadores a considerarem os fatores ambientais como variável interveniente no controle das cargas de treinamento. Da mesma maneira, pode contribuir com projetos, relatórios e pesquisas na área de organização territorial fortalecendo o campo teórico de serviços ecossistêmicos prestados por espaços públicos para o lazer com presença de elementos da natureza, bem como com o desen-

volvimento sustentável da sociedade e políticas públicas em saúde.

Para compreender melhor essa relação, um estudo correlacional foi conduzido pelo grupo de pesquisa GREEN (Grupo de Estudos de Exercícios Físicos e Natureza) com o objetivo de analisar o tempo dedicado em diferentes ambientes de prática de exercícios físicos (indoor, outdoor urbano e outdoor na natureza) possui com hábitos de consumo sustentável e seus respectivos fatores (consciência ecológica, frugalidades, reciclagem e economia de recursos) e componentes psicológicos (afetos positivos, afetos negativos, atenção plena e uso de auto-conversas no esporte).

MÉTODOS

Participantes

Para participar desse estudo, foi feito uma divulgação nas redes sociais mais utilizadas no Brasil (Facebook e WhatsApp) e por correio eletrônico

enviado a clubes esportivos e academias de musculação, ginástica, crossfit, etc. O período de divulgação e coleta de dados situou-se entre outubro de 2018 e setembro de 2019 e, nesse intervalo de tempo, 463 pessoas iniciaram o procedimento de respostas; destes, 458 leram e concordaram com o Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); dentre os que concordaram, apenas 393 praticavam exercícios físicos. Ao final do período de coleta dos questionários, 335 sujeitos responderam todas as perguntas.

Os participantes (N=335) desse estudo consistiram em 187 pessoas do sexo masculino (55,8%) e 148 do feminino (44,2%), não sendo mencionada outra resposta para esse item. Os respondentes tinham idade entre 18 e 80 anos ($M=42,32\pm 12,08$) e em sua vasta maioria residentes no Brasil ($n=331$; 98,8%). O nível de escolaridade prevalente foi a pós-graduação completa (46,9%), seguida pela graduação completa (31,3%), graduação incompleta (12,2%), ensino médio completo

(9,6%) e ensino fundamental completo (1,8%). Para ser incluído no estudo, era necessário que o interessado estivesse praticando exercícios físicos regularmente e, estes, praticavam em média $14,84 \pm 8,14$ h por semana.

Todo o procedimento estava de acordo com as resoluções vigentes de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde, sendo submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e aprovado por meio do parecer nº 2.841.480.

Materiais

Para aplicação do questionário utilizado como instrumento de pesquisa fez-se uso da plataforma online *Survey Monkey*. Após o indivíduo ler o TCLE, estando de acordo, era encaminhado para a pergunta que buscava saber se praticava exercícios físicos regulares. Em caso positivo, era encaminhado para o preenchimento

dos questionários sociodemográficos (sexo, idade, nível de escolaridade e unidade federativa na qual reside), descrição do ambiente para prática dos exercícios físicos, consumo sustentável (Ribeiro; Veiga, 2011), Escala de auto-conversa no esporte, a S-TQ pt-br, (Souza; Lopez, 2019; Zervas; Stavrou; Psychountaki, 2007), atenção plena (Barros *et al.*, 2015) e Escala de afetos positivos e negativos (PANAS).

Em relação ao ambiente em que pratica os exercícios físicos, o voluntário era solicitado a indicar quantos dias em uma semana habitual praticava seus exercícios físicos naquele ambiente e, se a resposta fosse diferente de zero (entre 1 e 7), era solicitado que respondesse a quantidade de horas em uma sessão habitual de treino nesse ambiente. Essas perguntas se repetiram para três ambientes distintos: Ambiente outdoor natural (como florestas, Matas, Rios, etc), ambiente outdoor urbano (praças, calçadas de orla, ruas, etc) , ambiente *indoor* (academias de musculação, ginástica,

crossfit, residência, etc). O número de dias por semana em cada ambiente era multiplicado pela quantidade de horas do ambiente relacionado. O produto era tratado, a partir de então, como a carga horária semanal (CHS) do indivíduo para cada ambiente (CHS natural, CHS urbano e CHS indoor).

Análises estatísticas

Para atender o objetivo desse estudo, primeiramente, verificou-se os dados descritivos de média e desvio padrão da quantidade de horas por semana, consumo sustentável e seus fatores (economia de recursos, frugalidades, consciência ecológica e reciclagem), uso de auto-conversas, atenção plena, afetos positivos e afetos negativos com o objetivo de fazer as observações iniciais.

Após, a proposta foi buscar as correlações entre a CHS em cada ambiente e variáveis sociodemográficas do estudo. Para tanto foram observados os pressupostos de normalidade,

igualdade de variância e verificação de outliers. Observado que as variáveis do estudo não atendiam a distribuição normal dos dados (Shapiro-wilk test $p < 0,05$), foi feita a transformação por raiz quadrada. Logo após, pode-se executar as correlações de Pearson bivariada (r_{12}) e, no caso das variáveis dicotômicas (sexo), correlação de Pearson ponto-bisserial (r_{pb}).

Por fim, com a intenção de buscar as correlações existentes entre a CHS dos ambientes com as variáveis dependentes uso de auto-conversas, consumo sustentável, atenção plena e afetos utilizou-se correlações parciais (r_{12-3}) que tiveram como variáveis de controle as variáveis sociodemográficas que apresentaram correlações significativas ($p \leq 0,05$). Dessa maneira, permitiu-se avaliar as relações existentes, porém, controlando possíveis vieses.

RESULTADOS

Frequência de dias e horas de treino por semana

Dos 335 praticantes de exercícios físicos que foram incluídos no estudo, 216 (64,5%) o fazem, total ou em parte, em ambiente ao ar livre com forte presença de elementos da natureza (outdoor natural), 270 (80,6%) utilizam ambientes ao ar livre, mas com caracterização mais urbana (outdoor urbano) e 235 (70,2%) realizam seus treinos em ambiente fechado (indoor).

Observa-se na **tabela 1** que a frequência de dias por semana utilizadas para treinar no outdoor natural é de 1

ou 2 dias (40,6%); 2 ou 3 dias no outdoor urbano (42,1%) e 2, 3 e 5 dias no indoor (49,5%). Além disso, a CHS utilizadas em treino por ambiente também é maior no outdoor urbano. Contudo, a quantidade de horas por sessão de treino no outdoor natural é maior, em média 2h por sessão ($M=2,0h$), enquanto no urbano é de, aproximadamente, 1h45min ($M=1,71h$) por sessão e de 1h30min no indoor ($M=1,51h$). Isso também pode ser reforçado pela relação entre a média de CHS pela média de dias que é maior no outdoor natural (2,76 h/sessão de treino), seguido pelo urbano (2,32 h/sessão de treino) e sendo menor no indoor (1,98 h/sessão de treino).

Tabela 1 – Frequência, porcentagem, média e desvio padrão da quantidade de dias e de horas por semana em cada ambiente (N=335)

	Outdoor natural N (%)	Outdoor urbano N (%)	Indoor N (%)
0 dias	119 (35,5)	65 (19,4)	100 (29,9)
1 dia	72 (21,5)	41 (12,2)	21 (6,3)
2 dias	64 (19,1)	73 (21,8)	55 (16,4)
3 dias	30 (9,0)	68 (20,3)	55 (16,4)
4 dias	23 (6,9)	42 (12,5)	31 (9,3)
5 dias	14 (4,2)	29 (8,7)	56 (16,7)
6 dias	7 (2,1)	10 (3,0)	9 (2,7)
7 dias	6 (1,8)	7 (2,1)	8 (2,4)
Média de dias ± DP	2,47 ± 0,57	3,01 ± 0,49	3,44 ± 0,54
Média de CHS ± DP	6,85 ± 4,47	6,98 ± 4,18	6,84 ± 4,08

Nota: A média de dias se refere ao valor médio da quantidade de dias por semana que cada pessoa vai no ambiente determinado; a média de CHS se refere ao valor média de horas por semana que cada pessoa gasta no ambiente determinado.

Ainda sobre as frequências de dias e horas por ambiente, as análises descritivas apontam que quem treina em ambiente outdoor natural treina, também, $2,6 \pm 0,63$ dias em outdoor urbano e $2,0 \pm 0,9$ dias em ambiente indoor somando uma CHS total de $17,4 \pm 8,29$ horas. Em relação a quem treina em ambiente outdoor urbano, estes também treinam, em média, $1,8 \pm 0,7$ dias em outdoor natural e $2,1 \pm 0,95$ dias em ambiente indoor com uma CHS de exercícios físicos de $16,16 \pm 8,17$ horas. Por fim, quem treina em ambiente indoor, também utiliza, em média, $1,4 \pm 0,6$ dias em outdoor natural e $2,01 \pm 0,7$ dias em outdoor urbano e a média de CHS de exercícios é de $15,46 \pm 8,16$ horas.

Ambiente de treino e fatores sociodemográficos

A idade se correlacionou positivamente com a CHS nos três ambientes e com o consumo sustentável ($r_{12} = 0,34$; $p \leq 0,01$), especificamente, com três dos quatros fatores desse construto: o fator

reciclagem ($r_{12} = 0,38$; $p \leq 0,01$), consciência ecológica ($r_{12} = 0,21$; $p \leq 0,01$) e frugalidades ($r_{12} = 0,20$; $p \leq 0,01$). A idade também se correlacionou positivamente com os afetos positivos ($r_{12} = 0,15$; $p \leq 0,01$) e atenção plena ($r_{12} = 0,30$; $p \leq 0,01$); e negativamente se correlacionou com os afetos negativos ($r_{12} = - 0,14$; $p \leq 0,05$) (Tabela 2).

As diferenças sexuais que, nesse estudo, foram mencionadas apenas duas, masculino e feminino, assim como a variável idade, também apresentaram correlações com a CHS nos três ambientes (tabela 2). No entanto, pessoas do sexo masculino treinam mais ao ar livre pessoas do sexo feminino treinam mais em ambientes indoor. No que concerne as variáveis comportamentais ou psicológicas, o sexo masculino se correlacionou com afetos positivos ($r_{pb} = - 0,14$; $p \leq 0,05$) e atenção plena ($r_{pb} = - 0,15$; $p \leq 0,01$). Em relação ao nível de escolaridade, este não apresentou correlações com nenhuma das variáveis inseridas nesse estudo.

Tabela 2 – Correlações bivariadas e ponto-bisserial de Pearson entre a quantidade de horas por semana em cada ambiente com variáveis sociodemográficas

	Idade	Escolaridade	Sexo
CHS natureza	$r_{12}=0,21^{**}$	-	$r_{pb} = - 0,15^{**}$
CHS urbano	$r_{12}=0,24^{**}$	-	$r_{pb} = - 0,29^{**}$
CHS indoor	$r_{12}=- 0,20^{**}$	-	$r_{pb} = 0,16^{**}$

Nota: CHS – carga horária por semana; “*” correlação significativa no nível $p<0,05$; “**” correlação significativa no nível $p<0,01$; “-” representa as relações que não apresentaram correlação em níveis significativos; “r”.

Ambiente de treino e fatores cognitivos, afetivos e de hábitos

Em relação ao ambiente utilizado para praticar os exercícios físicos, verificou-se que a CHS em ambientes ao ar livre, tanto urbano como natural, se correlacionaram positivamente com o consumo sustentável e afetos. O uso de autoconversas durante a prática só se correlacionou com a CHS natureza e os afetos negativos só apresentaram correlação, nesse caso negativa, com a CHS urbana. A CHS em ambientes indoors não apresentou correlações com as variáveis dependentes do estudo (Tabela 3).

Considerando que as variáveis sociodemográficas sexo e idade apresentaram correlações com as variáveis dependentes (CHS natureza, CHS urbano e CHS indoor) dessa pesquisa, optou-se por realizar correlações parciais tendo

essas variáveis como controle. O controle foi realizado de três maneiras: apenas com a idade como controle; apenas o sexo como controle; e, por fim, ambas como controle. Após essas testagens, observa-se na tabela 3 que apenas a CHS conseguiu manter todas as correlações bivariadas, exceto pela existente entre essa e os afetos positivos.

Tabela 3 – Correlações bivariadas e parciais (controladas por idade, sexo, idade e sexo) de Pearson entre a quantidade de horas por semana em cada ambiente com variáveis sociodemográficas, auto-conversas, consumo sustentável, afetos e atenção plena

	Auto-conversas	Consumo sustentável	Afetos positivos	Afetos negativos	Atenção plena
CHS natureza	$r_{12}=0,14^{**}$	$r_{12}=0,19^{**}$	$r_{12}=0,15^{**}$		
idade	$r_{12-3}=0,15^{**}$	$r_{12-3}=0,13^{**}$	$r_{12-3}=0,12^{**}$		
sexo	$r_{12-3}=0,17^{**}$	$r_{12-3}=0,18^{**}$	$r_{12-3}=0,13^*$	-	-
Idade e sexo	$r_{12-34}=0,19^{**}$	$r_{12-34}=0,12^*$	-		
CHS urbano		$r_{12}=0,12^*$	$r_{12}=0,12^*$	$r_{12}=-0,13^*$	
idade		-	-	-	
sexo	-	$r_{12-3}=0,13^*$	-	-	-
Idade e sexo		-	-	-	
CHS indoor	-	-	-	-	-

Legenda: CHS – carga horária por semana; “*” correlação significativa no nível $p<0,05$; “**” correlação significativa no nível $p<0,01$; “-” representa as relações que não apresentaram correlação em níveis significativos; “r”.

Em relação aos fatores do consumo sustentável, a CHS natureza se correlacionou positivamente com reciclagem ($r_{12}=0,11$; $p\leq 0,05$), Consciência ecológica ($r_{12}=0,18$; $p\leq 0,01$) e frugalidades ($r_{12}=0,22$; $p\leq 0,01$). A CHS urbano se correlacionou com dois fatores do consumo sustentável: reciclagem ($r_{12}=0,13$; $p\leq 0,05$) e consciência ecológica ($r_{12}=0,13$; $p\leq 0,05$). No caso da CHS indoor, se correlacionou negativamente com o fator frugalidades ($r_{12} = -0,13$; $p\leq 0,05$). O fator Economia de recursos não apresentou correlações com as CHS de nenhum ambiente.

Quando controlado pela idade, os fatores consciência ecológica e frugalidades mantiveram correlações apenas com a CHS natureza ($r_{12-3} = 0,14$; $p\leq 0,01$ e $r_{12-3} = 0,19$; $p\leq 0,01$, respectivamente). No momento que foi controlado pelo sexo, o fator reciclagem manteve a correlação com a CHS urbano ($r_{12-3} = 0,12$; $p\leq 0,05$). O fator ecológico continuou com as correlações com CHS natureza e urbano ($r_{12-3} = 0,18$; $p\leq 0,01$ e $r_{12-3} = 0,14$; $p\leq 0,05$).

Já o fator frugalidades manteve a correlação positiva com a CHS natureza ($r_{12-3} = 0,22$; $p\leq 0,01$) e negativa com a CHS indoor ($r_{12-3} = -0,13$; $p\leq 0,05$). Quando as correlações parciais foram controladas por ambas as variáveis, idade e sexo, novamente, apenas a CHS natureza manteve as correlações com a consciência ecológica e frugalidade ($r_{12-3} = 0,15$; $p\leq 0,01$ e $r_{12-3} = 0,19$; $p\leq 0,01$, respectivamente).

DISCUSSÃO

Compreendendo que serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo ser humano a partir do funcionamento dos ecossistemas (Constanza et al, 1998 MEA, 2005 – citação no artigo de revisão sobre serviços ecossistêmicos), pode-se afirmar que a literatura científica já vem demonstrando que as áreas verdes urbanas têm prestado tais serviços. As florestas urbanas (Raimundo, 2006 – citado no artigo de revisão sobre serviços ecossistêmicos), infraestrutu-

ras verdes (HERZOG; ROSA, 2010), praças ou parques (buscar citação) tem sido apresentado como opção e que, efetivamente, colaboram para o bem-estar e desenvolvimento sustentável da sociedade, com maior influência na percepção da importância de conservação e preservação do ambiente natural (Portela, 2012).

Nesse sentido, esse estudo colabora com essa área do conhecimento técnico-científico pois demonstra que a interrelação entre pessoas e essas áreas verdes através da prática de exercícios físicos podem potencializar os efeitos benéficos, como a melhorias de indicadores de bem-estar subjetivo e de conectividade com a natureza (Krinski, 2017) e melhorias do foco, atenção, afetos positivos, sensação de prazer, humor, energia, adesão ao exercício e diminuição da fadiga (Alves; Souza; López; Lucena, 2019).

Outro diferencial desse estudo é apresentar variáveis sociodemográficas que podem mediar essa relação, bem como controlar as relações po-

dendo analisá-las de maneira mais individualizadas o que nos permitiu observar que a idade e o sexo precisam ser fortemente considerados, mas que isso não anula o efeito do ambiente natural. Por fim, até onde vai o conhecimento dos autores desse artigo científico, esse é o primeiro estudo que correlaciona quantitativamente o tempo de exercícios físicos na natureza com o consumo sustentável.

Algumas pesquisas, apresentam que praticar atividades físicas e exercícios físicos na natureza pode ser um fator estimulante para adotar estilo de vida (Sallis *et al.*, 2006; Wood; Gladwell; Barton, 2014). Essa informação vai ao encontro do que apresentamos nos resultados dessa pesquisa, acrescentando que mesmo entre esses os que praticam exercícios físicos, aqueles que o fazem junto a natureza, acumulam uma média CHS maior do que os que não fazem.

No concernente a idade, esse estudo mostrou que quanto maior essa for mais tempo se dedicando aos

exercícios físicos, melhores índices de afetos positivos, melhor atenção plena, mais uso de auto-conversas e melhor consumo sustentável em três dos quatro fatores observados: frugalidades, consciência ecológica e reciclagem. No concernente a pessoas com mais idade terem maior quantidade de horas semanais dedicadas ao exercício físico, cabe aqui destacar uma vez que estudos já haviam demonstrado que idosos tem um menor nível de atividade física (Matsudo *et al.*, 2002). Considerando que no Brasil as pessoas se aposentam com a 60 a 65 anos e, a população tem chegado nessa idade com boa qualidade de vida, acredita-se que isso tenha colaborado para esse público está, cada vez mais, praticando exercícios físicos como atividade de lazer.

Em tempo, observa-se que essa correlação foi positiva em ambientes ao ar livre, contudo, negativa em ambiente indoor, em outras palavras, à medida que as pessoas vão avançando na idade, vão optando, cada vez mais, por atividades ao ar livre e menos em

ambientes fechados. A idade também se correlacionou positivamente com as variáveis psicológicas e comportamentais dessa pesquisa. Esse resultado corrobora com outros que demonstram melhorias no bem-estar subjetivo e atenção plena com o avançar da idade, fenômeno conhecido como paradoxo do bem-estar (Homan, 2016). Os achados desse estudo acrescentam a esse fenômeno que o consumo sustentável e as auto-conversas também se relacionam com a maior idade.

A condição de ser homem ou mulher também foi fator diferencial nas análises dessa pesquisa e pode-se encontrar que pessoas do sexo masculino possuem maior correlação com a quantidade de horas de exercícios físicos ao ar livre enquanto pessoas do sexo feminino obtiveram maior correlação com exercícios físicos em ambientes fechados. Essa relação pode ter grande explicação tomando como base inicial o modelo socioambiental de Sallis (Sallis *et al.*, 2006) que ressalta a sensação de segurança como um dos fatores para

adotar um estilo de vida ativo. Soma-se a esse modelo os dados de violência no Brasil, especialmente a cultura do estupro e preconceitos com a participação feminina em atividades de aventura e na natureza, visualiza-se, então, um panorama que condiciona pessoas do sexo feminino a preferirem ambientes indoor, o qual, transmitem mais segurança para seus usuários (Castro De Carvalho Freitas; Oliveira De Moraes, 2019; Schwartz *et al.*, 2013).

Somando essa informação com a anterior, de que homens praticam mais exercícios ao ar livre e, considerando os resultados dispostos nesta pesquisa de que a quantidade horas dedicadas ao exercício outdoor também se relaciona com maiores afetos positivo e atenção plena (Pretty; Rogerson; Barton, 2017), tem-se uma provável relação, no entanto, são necessários mais estudos que possam confirmar essa hipótese. Contudo, pode-se destacar a importância de políticas públicas de segurança e refletir sobre sua interdisciplinaridade com a saúde da mulher.

Dado o panorama inicial com informações sociodemográficas, lança-se o olhar para o principal objetivo desse estudo que foi compreender as relações existentes entre o tempo de prática de exercícios físicos em três ambientes diferentes e variáveis psicológicas e comportamentais. Primeiramente, cabe destacar que praticar exercícios físicos, seja indoor ou outdoor, promove melhorias em diversos parâmetros psicológicos como afetos positivos, bem-estar, atenção e redução de afetos negativos (Loureiro; Veloso; Veloso, 2014; Niedermeier *et al.*, 2017a; Rogerson *et al.*, 2016). No entanto, alguns desses estudos não diferenciam se o ambiente outdoor é essencialmente urbano ou natural, além de não observar a quantidade de horas em cada um desses ambientes.

Por meio das análises deste estudo, antes mesmo de controlar as relações com qualquer uma das variáveis sociodemográficas, destaca-se, inicialmente, que os resultados apontados nesta pesquisa demonstram

que treinar mais tempo por semana em ambientes indoor não se associa com melhorias em afetos positivos ou atenção plena e nem com redução de afetos negativos. Diferentemente, treinar mais tempo ao ar livre na natureza se relaciona com melhorias nos afetos positivos e se for ao ar livre em ambiente urbano também melhora os afetos positivos e, além disso, reduz os afetos negativos.

Quando observadas as correlações parciais controladas por idade e sexo separadamente, observou-se que o tempo de exercício físico praticado na natureza ainda mantinha correlação, porém, essa correlação não foi mantida quando idade e sexo foram utilizados de maneira associada no controle dos cálculos de correlação. Com isso, pode-se afirmar que o tempo e o ambiente utilizado para praticar exercícios físicos, por si só, não é suficiente para promover melhorias nos afetos positivos, atenção plena e redução de afetos negativos. Fatores como sexo e idade devem ser considerados como

importante moderador dessas mudanças nesses parâmetros psicológicos, fato este que corrobora com estudos prévios que faziam associação entre idade e atenção plena, autocompaixão e bem-estar psicológico (Homan, 2016; Mahlo; Windsor, 2020).

Em se tratando do uso de auto-conversas que são verbalizações ou declarações faladas de maneira audível ou mental para si mesmo (Hardy; Comoutos; Hatzigeorgiadis, 2018), este tem sido utilizado no esporte como estratégia para melhorar aspectos técnico, táticos e comportamentais (Tod; Hardy; Oliver, 2011). O uso de autoconversas também é capaz de promover efeitos em fatores emocionais e motivacionais (Hardy; Comoutos; Hatzigeorgiadis, 2018; Mamak, 2019; Van Raalte *et al.*, 2017). Portanto, o uso de auto-conversas pode ser benéfico para o indivíduo e, de acordo com os dados dessa pesquisa, treinar mais tempo ao ar livre na natureza correlaciona-se com maior frequência de uso das auto-conversas no esporte.

A associação entre maior tempo dedicado a exercícios físicos e o uso de auto-conversas no esporte só foi encontrada quando praticado em ambiente outdoor na natureza e essa relação se manteve mesmo após serem controladas por variáveis socio-demográficas. Pode-se então afirmar que o meio ambiente natural pode ser um facilitador para o uso dessa estratégia para melhorar o bem-estar do ser humano e, podendo ser um potencializador de melhoria de desempenho humano. Porém, uma vez que a CHS natureza não se correlacionou da mesma maneira com os afetos e a atenção plena faz-nos refletir que precisa analisar de maneira mais detalhada essas auto-conversas, uma vez que estes podem ser positivos ou negativos (Hardy; Hall; Hardy, 2004; Hatzigeorgiadis; Zourbanos; Theodorakis, 2007), como também pode ter função cognitiva (Van Raalte *et al.*,

2017; Zervas; Stavrou; Psychountaki, 2007), o que não teria tanta relação com as variáveis psicológicas do presente estudo.

Quanto aos hábitos de consumo sustentável, alguns manuscritos já apontam para a mudança nos hábitos de consumo em praticantes de esportes (Siqueira, 2012) e maior preocupação, relacionamento e conexão com a natureza quando praticados em ambientes naturais (Alves *et al.*, 2019; Brymer; Downey; Gray, 2009; Lawton *et al.*, 2017; Loureiro; Veloso; Veloso, 2014). Nesse estudo, corrobora-se com as informações mencionadas, acrescentando que mais tempo de exercícios na natureza se correlaciona com melhor hábito de consumo sustentável, independente de fatores sociodemográficos. Novamente, o maior tempo nos demais ambientes não apresentaram os mesmos resultados quando controlado pela idade e sexo.

CONCLUSÃO

Diante da exposição das informações, pode-se concluir que oportunizar a população uma reaproximação com o meio ambiente natural para a sua prática de exercícios físicos pode ser benéfica tanto para a espécie humana como para as demais espécies animais e vegetais presentes nos ecossistemas brasileiros, uma vez que a maior quantidade de horas por semana em exercício físico na natureza se correlacionou com o consumo sustentável e com uso de auto-conversas mesmo após essa associação ter sido controlada pela idade e sexo. Este mesmo resultado não foi possível observar em ambientes outdoor urbano e nem indoor.

O conhecimento oferecido por essa pesquisa pode ser aplicado em projetos de planejamento e organização territorial, estimulando a formação de infraestruturas, áreas verdes nos ambientes urbanos e utilização maior de elementos da natureza na organização de ambientes indoors. Contribui, também, para facilitação de acesso e melhoria de segurança em parques naturais, especialmente para pessoas do sexo feminino, por meio de políticas públicas de lazer, meio ambiente, segurança e saúde.

Este estudo apresenta algumas limitações que podem ser superadas em futuras pesquisas com a proposição de desenhos metodológicos que venham a explorar um efeito de causalidade comparando diferentes grupos investigações, como: pessoas que praticam com não praticantes, separados por ambientes de prática com uma caracterização mais individualizada da biodiversidade dos ambientes utilizados pelos integrantes dos grupos. Mesmo observando tais limitações, os resultados dessa pesquisa não sofreram uma interferência negativa, portanto, essas sugestões contribuiriam com novas informações às já dispostas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, H. DA N. *et al.* Exercício físico outdoor e indoor, bem-estar subjetivo e conexão com a Natureza: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 13, p. 515-529, 2019.
- ALVES, H. da N.; F, G. A. SOUZA, T. S. P. de.; LÓPEZ, L.C. S.; LUCENA, R. F. P. de. Exercício físico outdoor e indoor, bem-estar subjetivo e conexão com a Natureza: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, 2019; 6(13): 515-529. <https://doi.org/10.21438/rbgas.061319>
- ASTELL-BURT T.; HARTIG T.; IGNE, Putra *et al.* Green space and loneliness: a systematic review with theoretical and methodological guidance for future research. **Sci Total Environ** 2022; 847: 157521.
- BARROS, V. V. de *et al.* Validity evidence of the brazilian version of the Mindful Attention Awareness Scale (MAAS). **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 28, n. 1, p. 87-95, 2015.
- BRYMER, E.; DOWNEY, G.; GRAY, T. Extreme sports as a precursor to environmental sustainability. **Journal of Sport and Tourism**, v. 14, n. 2-3, p. 193-204, 2009.
- CASTRO DE CARVALHO FREITAS, J.; OLIVEIRA DE MORAIS, A. Cultura do estupro: considerações sobre violência sexual, feminismo e Análise do Comportamento. **Acta Comportamental**, v. 27, n. 1, 2019.
- EBREO, A.; VINNING, J. How similar are recycling and waste reduction? Future orientation and reasons for reducing waste as predictors of self-reported behavior. **Environment and Behavior**, v. 33, n. 3, p. 424-448, 2001.
- GRAFETSTÄTTER, C. *et al.* Does waterfall aerosol influence mucosal immunity and chronic stress? A randomized controlled clinical trial. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 36, n. 1, p. 10, 13 dez. 2017.
- HARDY, J.; COMOUTOS, N.; HATZIGEORGIADIS, A. Reflections on the Maturing Research Literature of Self-Talk in Sport: Contextualizing the Special Issue. **The Sport Psychologist**, v. 32, n. 1, p. 1-8, mar. 2018.
- HARDY, J.; HALL, C. R.; HARDY, L. A note on athletes' use of self-talk. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2004.

HATZIGEORGIADIS, A.; ZOURBANOS, N.; THEODORAKIS, Y. The moderating effects of self-talk content on self-talk functions. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 19, n. 2, p. 240-251, 2007.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, n. 1, p. 92-115, 2010.

HOMAN, K. J. Self-Compassion and Psychological Well-Being in Older Adults. **Journal of Adult Development**, v. 23, n. 2, p. 111-119, 2016.

INÁCIO, H. L. DE D.; FERREIRA, V. D. Práticas corporais de aventura em Pirenópolis (GO): uma análise sobre o perfil de consciência ambiental e comportamento responsável. **Licere**, v. 20, n. 2, p. 67-98, 2017.

JOHANSSON, M.; HARTIG, T.; STAATS, H. Psychological benefits of walking: Moderation by company and outdoor environment. **Applied Psychology: Health and Well-Being**, v. 3, n. 3, p. 261-280, 2011.

KRINSKI, K.; MACHADO, D. G. S.; LIRANI, L. S.; DASILVA, S. G.; COSTA, E. C.; HARDCASTLE, S. J.; ELSANGEDY, H. M. Let's walk outdoors! self-paced walking outdoors improves future intention to exercise in women with obesity. **J Sport Exerc Psychol**, 2017;39(2), p. 145-157.

LAWTON, E. *et al.* The relationship between the physical activity environment, nature relatedness, anxiety, and the psychological well-being benefits of regular exercisers. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. JUN, 2017.

LOUREIRO, A.; VELOSO, S.; VELOSO, S. Exercício Físico Outdoor, Bem-Estar e Conectividade com a Natureza. **Psico**, v. 45, n. 3, p. 299, 2014.

MAHLO, L.; WINDSOR, T. D. Older and more mindful? Age differences in mindfulness components and well-being. **Aging and Mental Health**, v. 0, n. 0, p. 1-12, 2020.

MAMAK, H. The Determinant Effect of Self-Talk Status of Athletes on Life Satisfaction. **Journal of Education and Learning**, v. 8, n. 4, p. 161, 2019.

MARKEYVYCH, I.; SCHOIERER, J.; HARTIG, T., *et al.* Exploring pathways linking greenspace to health: theoretical and methodological guidance. **Environ Res** 2017; 158: 301-17.

MITCHELL, R. Is physical activity in natural environments better for mental health than physical activity in other environments? **Social Science & Medicine**, v. 91, p. 130-134, 2013.

NGUYEN, Phi-Yen; ASTELL-BURT, Thomas; RAHIMI-ARDABILI, Hania; FENG, Xiaoqi. Effect of nature prescriptions on cardiometabolic and mental health, and physical activity: a systematic review. **The lancet planetary-health**. Vol 7 April 2023. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00025-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00025-6)

NIEDERMEIER, M. *et al.* Affective responses in mountain hiking – A randomized crossover trial focusing on differences between indoor and outdoor activity. **Plos One**, v. 12, n. 5, p. e0177719, 2017a.

NIEDERMEIER, M. *et al.* A Randomized Crossover Trial on Acute Stress-Related Physiological Responses to Mountain Hiking. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 8, p. 905, 11 ago. 2017b.

PAIXÃO, J. A. DA; COSTA, V. L. DE M.; GABRIEL, R. E. C. D. Esporte de aventura e ambiente natural: dimensão preservacional na sociedade de consumo. **Motriz (Online)**, v. 15, n. 2, p. 367-373, 2009.

PORTELA, A. FARIAS, S. F. Educação ambiental nas aulas de Educação Física: desafios do esporte de aventura como agente integrador. **Revista Digital efdeportes** (<http://www.efdeportes.com/efd168/educacao-ambiental-nas-aulas-de-educacao-fisica.htm>). Buenos Aires, v. 17, n. 168, 2012.

PRETTY, J.; ROGERSON, M.; BARTON, J. Green Mind Theory: How Brain-Body-Behaviour Links into Natural and Social Environments for Healthy Habits. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 7, p. 706, 2017.

RIBEIRO, J. D. A.; VEIGA, R. T. Proposição de uma escala de consumo sustentável. **Revista de Administração**, v. 46, p. 45-60, 2011.

ROGERSON, M. *et al.* A comparison of four typical green exercise environments and prediction of psychological health outcomes. **Perspectives in Public Health**, v. 136, n. 3, p. 171-180, 2016.

SCHWARTZ, G. M. *et al.* Preconceito e esportes de aventura: A (não) presença feminina. **Motricidade**, v. 9, n. 1, p. 56-67, 2013.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. 7ª edição ed. Porto Alegre: [s.n.].

SIQUEIRA, R. R. **Adolescentes e o consumo sustentável: percepções e estilos de vida**. [s.l.] Universidade Federal de Sergipe, 2012.

SOUZA, T. S. P. de; LOPEZ, L. C. S. Translation and cultural adaptation of the Self-Talk Questionnaire for sports (S-TQ) into Brazilian Portuguese. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, n. xx, 2019.

TAO, Yinhua; MA, Jing; SHEN, Yue; CHAI, Yanwei. **Neighborhood effects on health: A multilevel analysis of neighborhood environment, physical activity and public health in suburban Shanghai**, *Cities*, Volume 129, 2022, 103847, ISSN 0264-2751, doi.org/10.1016/j.cities.2022.103847.

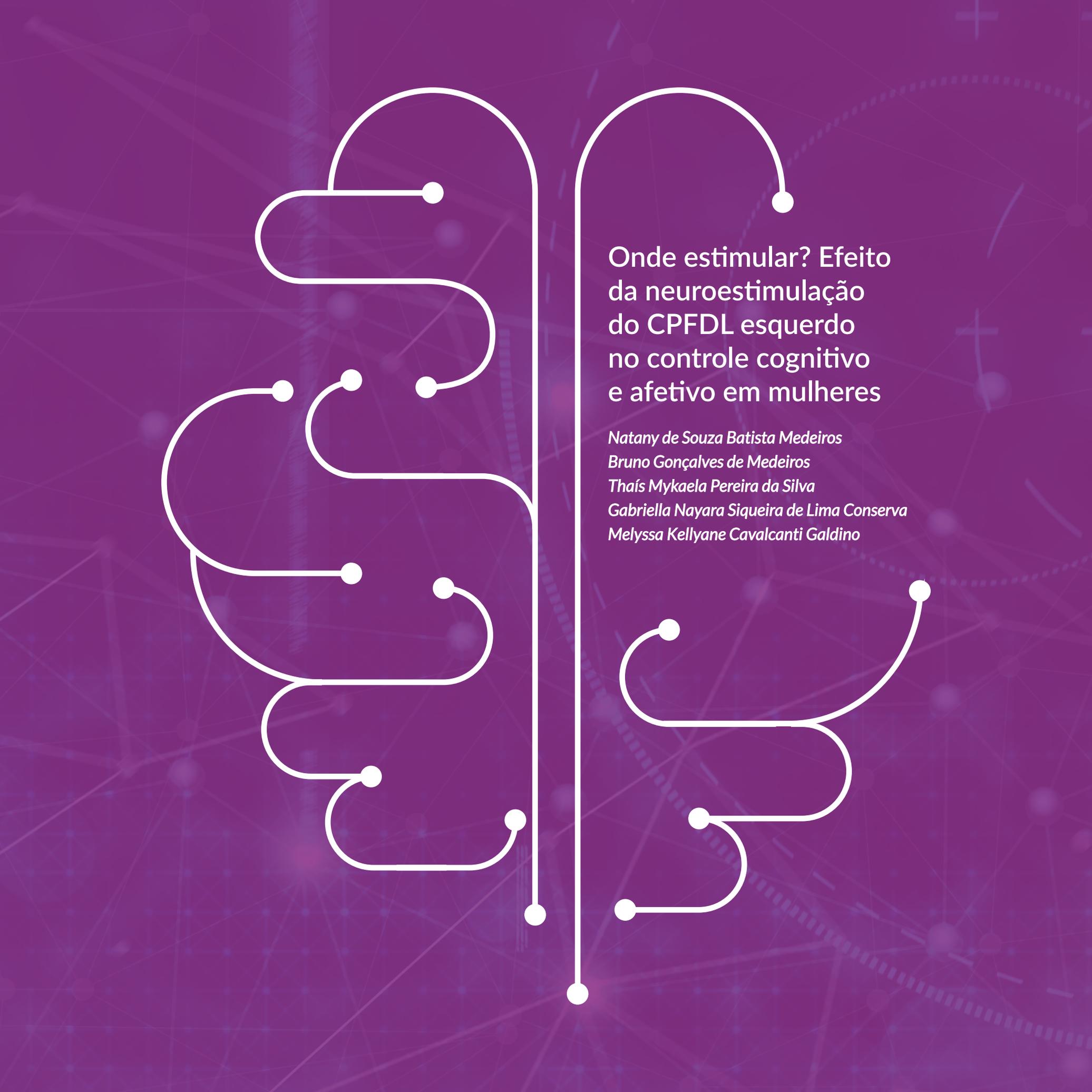
THOMPSON COON, J. *et al.* Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellneing than physical activity outdoors? A systematic review. **Environmental Science and Technology**, v. 45, p. 1761-1772, 2011.

TOD, D.; HARDY, J.; OLIVER, E. Effects of self-talk: A systematic review. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 33, n. 5, p. 666-687, 2011.

VAN RAALTE, J. L. *et al.* Self-Talk in Sport and Performance. **Oxford Research Encyclopedia of Psychology**, n. June, p. 1-20, 2017.

WICKS, C.; BARTON, J.; ORBELL, S.; & ANDREWS, L. (2022). Psychological benefits of outdoor physical activity in natural versus urban environments: A systematic review and meta-analysis of experimental studies. **Applied psychology. Health and well-being**, 14(3), 1037–1061. doi.org/10.1111/aphw.12353

ZERVAS, Y.; STAVROU, N. A.; PSYCHOUNTAKI, M. Development and validation of the self-talk questionnaire (S-TQ) for sports. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 19, n. 2, p. 142-159, 2007.

The background is a deep purple color with a subtle, intricate pattern of white lines and dots, resembling a neural network or a complex circuit. The design features several white, curved lines that form a central vertical axis. From this axis, various lines branch out, some ending in small white circles. The overall aesthetic is clean, modern, and scientific.

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

Natany de Souza Batista Medeiros

Bruno Gonçalves de Medeiros

Thaís Mykaela Pereira da Silva

Gabriella Nayara Siqueira de Lima Conserva

Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma técnica de neuroestimulação não invasiva amplamente investigada em estudos de neurociência social e clínica, devido aos seus efeitos sobre processos cognitivos, emocionais e comportamentais em diversas populações (Alizadehgoradel, 2021; Nejati *et al.*, 2024; Winker *et al.*, 2019). Ela tem sido explorada como uma intervenção para potencializar o controle cognitivo e como terapia alternativa para depressão (Kong *et al.*, 2024) e transtornos de ansiedade (Carnevali *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2023), além de potencializar outras abordagens terapêuticas, como a Terapia Cognitivo-Comportamental e intervenções baseadas em mindfulness (Dedoncker *et al.*, 2021; Alizadehgoradel, 2021).

O mindfulness é uma prática meditativa que vem sendo investigada em várias intervenções psiquiátricas, destaca-se por sua ênfase na autorregulação da atenção e na capacidade de direcioná-la para o momento presente, baseado em objetivos internos e externos (Popa *et al.*, 2020; Strohmaier, 2020; Zhou *et al.*, 2023). em processos cognitivos e emocionais (Greeson *et al.*, 2018), habilidades atencionais (Fabio; Towey, 2018) e flexibilidade psicológica (Jones *et al.*, 2019).

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).

Estudos sugerem que a prática contínua de mindfulness está associada a um melhor desempenho em tarefas atencionais (Mak *et al.*, 2018), redução da divagação mental (Leyland; Rowse; Emerson, 2019) e alterações cerebrais significativas (Elcin; Velasquez; Colombo, 2024; Smith *et al.*, 2021; van der Velden *et al.*, 2023).

Estudos de neuroimagem em sujeitos saudáveis, a prática de atenção à respiração foi associada a ativação pré-frontal dorsal e medial, provocando melhor regulação emocional e redução da ativação da amígdala (Doll *et al.*, 2016).

Alguns estudos demonstraram que a combinação de ETCC e práticas de mindfulness influencia na memória

de trabalho (Hunter *et al.*, 2018), no bem-estar psicológico (Badran *et al.*, 2017) e na valência emocional (Robinson *et al.*, 2019). Esta associação entre ETCC e mindfulness pode contribuir significativamente para uma compreensão mais profunda dos mecanismos neurobiológicos subjacentes aos efeitos da neuroestimulação nos processos cognitivos (Doll *et al.*, 2016).

No entanto, questões sobre os efeitos da ETCC nos processos emocionais e se tais efeitos decorrem do controle cognitivo ou de alterações na reatividade emocional permanecem em aberto (Smits *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o estudo conduzido por Clarke *et al.* (2020a) investigou se a aplicação de ETCC anódica no Córtex Pré-frontal Dorsolateral (CPFDL) esquerdo facilita o engajamento cognitivo ou aumenta a reatividade emocional. Os pesquisadores utilizaram um paradigma que envolveu a indução de preocupação seguida por uma prática de mindfulness focada na respiração, exigindo direcionamento

sustentado da atenção para a respiração, demonstrando controle cognitivo das experiências e a capacidade de realocar a atenção quando ocorre a divagação (Thomas *et al.*, 2021).

Clarke *et al.* (2020a) hipotetizaram que se a ETCC influenciasse na reatividade emocional, haveria menos ansiedade e menos pensamentos intrusivos após a indução da preocupação, devido ao menor engajamento na preocupação. Em contrapartida, se a ETCC impactasse na cognição orientada para objetivos, haveria aumento da ansiedade e preocupação.

No entanto, eles observaram que o grupo ativo apresentou aumento da ansiedade após a indução de preocupação e maior variabilidade da ansiedade antes e após o experimento se comparado ao placebo, sem nenhum efeito verificado da ETCC sobre os pensamentos intrusivos. Consequentemente, os pesquisadores concluíram que a ETCC pode ampliar ou reduzir a reatividade emocional, dependendo da intenção individual (Clarke *et al.*, 2020b).

Os resultados deste estudo sugerem que a ETCC pode influenciar o controle cognitivo de acordo com os objetivos (Chen *et al.*, 2023; Perrotta, *et al.*, 2021; Weller; Nitsche; Plewnia, 2020), embora essas descobertas sejam inconsistentes (Smits *et al.*, 2020). Outros trabalhos não encontraram efeitos da ETCC nas respostas emocionais, independentemente dos objetivos individuais (Clarke *et al.*, 2021; Marques; Morello; Boggio, 2018).

Além disso, permanece desconhecido como a ETCC facilita a prática de mindfulness (Rosenbaum *et al.*, 2020) e de que forma afeta nas respostas emocionais (Vieira *et al.*, 2020). A variação das respostas emocionais em relação à região cortical estimulada pela ETCC também é pouco explorada (Marques; Morello; Boggio, 2018; Smits *et al.*, 2020). Por exemplo, é incerto se a estimulação no CPF DL esquerdo promove um maior controle cognitivo, enquanto no CPF DL direito pode influenciar a reatividade emocional (Clarke *et al.*, 2020a). Da mesma

forma, o efeito da ETCC no CPFVL nas respostas emocionais permanece pouco compreendido (Marques; Morello; Boggio, 2018)

Considerando a escassez de estudos sobre o efeito imediato da ETCC em práticas de mindfulness e a questão sobre seus efeitos no controle cognitivo versus na reatividade emocional, investigamos se a ETCC anódica em diferentes regiões do córtex pré-frontal provoca alterações no número de pensamentos intrusivos durante a prática de respiração consciente, tanto antes quanto após a indução de preocupação, assim como na percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas antes e após o experimento.

Além disso, analisamos secundariamente o efeito da ETCC na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) como medida fisiológica, considerando evidências de que a estimulação pode alterar a atividade parassimpática do Sistema Nervoso Autônomo, aumentando a variabi-

lidade cardíaca de alta frequência e facilitando a atividade parassimpática (Nikolin *et al.*, 2017).

MÉTODOS

Participantes

A amostra do estudo foi por conveniência e de caráter não probabilístico, composta por 25 mulheres estudantes de graduação e 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, destras, 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. Este trabalho se caracteriza como um ensaio duplo-cego (cega-mento para sujeitos e pesquisadores), com medidas independentes Inter sujeitos, 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).

Escalas e Questionários

- Questionário sociodemográfico para realização de caracte-

terização amostral quanto à 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 e 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 *et al.*, 2020b). 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 conscien-

te, 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 estava 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 sessão de mindfulness, as participantes foram instruídas a realizar uma indução de preocupação. Em conjunto com o pesquisador(a), escolheram um tema de suas vidas que havia causado preocupação repetidamente nas últimas semanas e que tinha potencial de ser ameaçador. Após essa seleção, as participantes foram orientadas a se envolver

ativamente com esse tema preocupante durante 5 minutos, sem a presença do pesquisador na sala. Em seguida, realizaram uma segunda sessão de mindfulness, seguindo o mesmo procedimento da primeira.

A identificação e registro de pensamentos intrusivos foram feitos no computador por meio do software SuperLab 4.0. Para análise dos dados, foram considerados os pensamentos intrusivos negativos relatados pelas participantes durante a prática de mindfulness. Antes e depois do experimento, as participantes responderam ao PANAS.

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

A estimulação foi realizada por meio do equipamento de Estimulação Transcraniana – NeuroStim, um neuroestimulador desenvolvido pela MEDSUPPLY, contendo o Kit com o neuroestimulador, esponjas, prede-

dores 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; 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[®], 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 foram convidadas pelos pesquisadores e, caso aceitassem, recebiam um link para fornecer consentimento informado e responder aos questionários de autorrelato. Após a conclusão dos questionários, as voluntárias compareceram ao laboratório durante a mesma semana. A distribuição das participantes foi feita aleatoriamente usando um programa de randomização online (www.random.org).

Os códigos gerados foram então colocados em envelopes opacos, acessíveis apenas ao pesquisador responsável pela configuração do modo de estimulação no dispositivo. O pesquisador encarregado da condução do experimento e das instruções não teve acesso à condição de estimulação das participantes, e os envelopes foram abertos somente após a conclusão das análises.

As participantes foram questionadas sobre a prática de atividade

física intensa, consumo de cafeína e uso de drogas nas últimas 24 horas antes do experimento. Em seguida, receberam a neuroestimulação, com duração de 20 minutos. Posteriormente, participaram de experimentos relacionados à regulação emocional, conforme descrito em estudos anteriores (artigo 1 e 2), seguidos pela indução de preocupação. O Questionário de Afeto Positivo e Negativo (PANAS) foi aplicado antes e após a indução da preocupação.

Análise de dados

As análises foram conduzidas utilizando o software SPSS 25.0. Para os dados demográficos, foram calculadas médias e desvios-padrão. Realizamos testes Kruskal-Wallis para comparar os escores entre os grupos em cada um dos instrumentos pré-experimento. Os escores de afeto positivo e negativo do PANAS (antes e depois do experimento) e o número de pensamentos intrusivos (durante a primeira e segunda prática de mindfulness, antes e depois da indução de preocupação) foram calculados e analisados separadamente através de ANOVA mistas, considerando os fatores de tempo (pré e pós) e grupo (condições da ETCC). Para avaliar o efeito da ETCC nas medidas autonômicas, foram conduzidas uma série de ANOVA, com o 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.

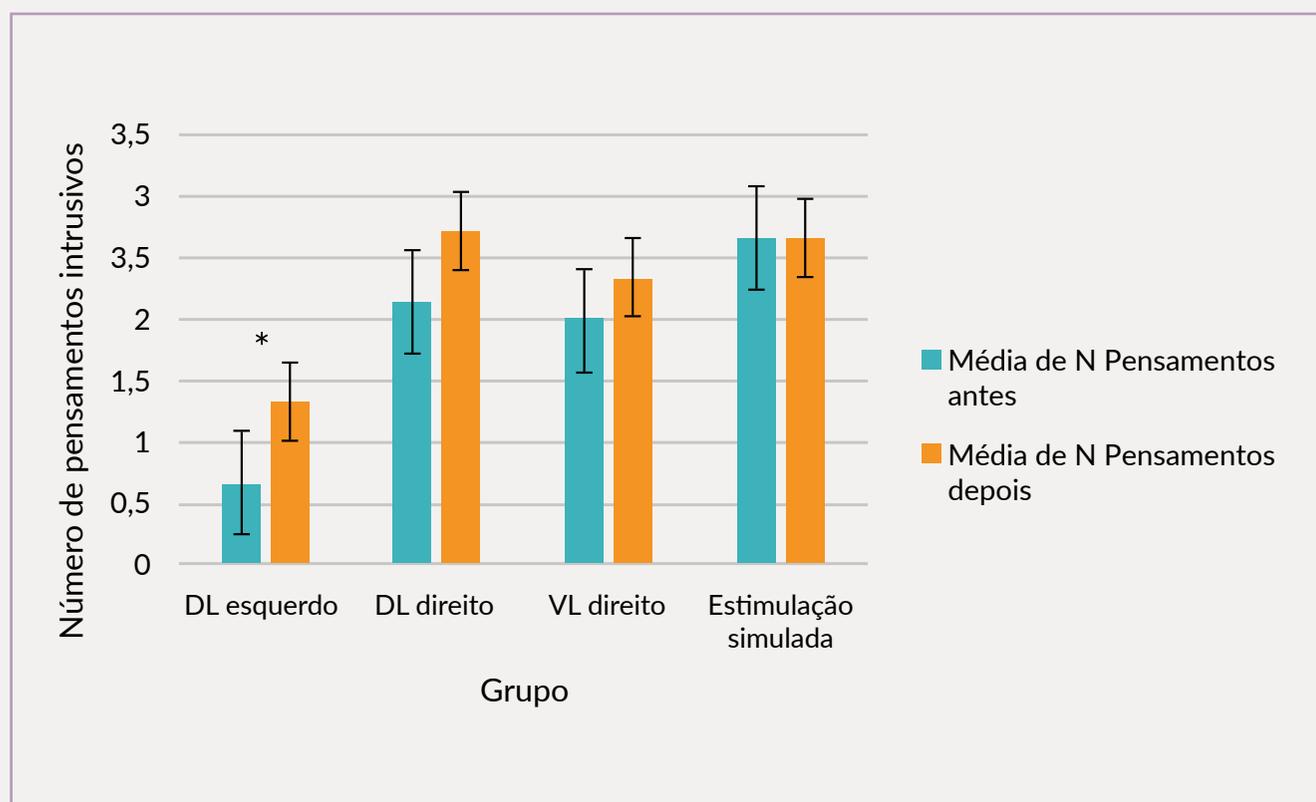
	Grupo								
	DL esquerdo		DL direito		Placebo		VL direito		Estatística
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Teste Kruskal Wallis (p-valor)
Idade	22,7	3,3	21,9	1,6	23,2	3,4	21,7	2,8	,972 (,808)
QRE-Reavaliação	24,83	7,25	27,43	8,75	29,33	6,53	33,33	6,12	4,196 (,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 DRE	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 Dificuldade 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 CPFDL 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 CPFDL 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 – Média de Pensamentos Intrusivos Negativos antes e após Indução de Preocupação, por Grupo e Condição de Estimulação



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

Condição de Estimulação

Afeto positivo e negativo antes e após a indução de preocupação

Duas ANOVAs de medidas repetidas foram realizadas para comparar o afeto positivo e 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 CPF DL 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 CPF DL direito ($M=24,5$; $DP=1,58$; *post-hoc bonferroni*, $p=0,001$) e do ativo no CPF VL 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 ($F(3,21)=0,05$; $p=0,98$; $\eta^2=0,008$).

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 ($F(3,18)=2,04$; $p=0,144$; $\eta^2=0,254$).

Discussão

Neste estudo, investigamos os efeitos da ETCC anódica em diferentes regiões do córtex pré-frontal na ocorrência de pensamentos intrusivos durante a prática de respiração consciente, antes e após a indução de preocupação, além da percepção autorrelatada de emoções positivas e negativas. Observamos que a ETCC aplicada no CPFDL esquerdo resultou na redução significativa dos pensamentos intrusivos e no aumento do afeto positivo.

Apenas um estudo investigou o efeito da ETCC nesse tipo de tarefa (Clark *et al.*, 2020a). Os autores não observaram impacto da ETCC no CPFDL esquerdo quanto ao número de pensamentos negativos, mas verificaram uma melhora na recuperação da ansiedade após o experimento em comparação com o grupo placebo. Em nosso estudo, encontramos que a ETCC provocou um aumento do afeto positivo após a segunda parte do experimento, podendo indicar menor

envolvimento com a indução à preocupação ou um efeito favorecendo a experiência positiva após a prática meditativa.

O efeito da ETCC no CPFDL 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 CPFDL 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 CPFDL 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 associado à prática de mindfulness no aumento de emoções positivas (Gainotti, 2019).

Apesar do estudo de Clarke *et al.* (2020a) 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 *et al.*, 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 como consequência da prática o afeto positivo aumentou. A relação entre a prática de mindfulness e o aumento do afeto positivo tem sido relatada e o afeto positivo pode ser um mediador entre a prática de mindfulness e a melhora na regulação emocional (McLaughlin *et al.*, 2019).

Existiram diferenças metodológicas entre o presente estudo e o de Clarke *et al.* (2020a): 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 no 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 da 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 da preocupação.

Porém, esse dado deve ser interpretado com cautela, tendo em vista que o 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 suficientemente afetado pela condição do experimento (Clarke *et al.*, 2020b; Dedoncker *et al.*, 2021). Participantes saudáveis reduzem a interferência de variáveis clínicas e podem apresentar um controle atencional que exija maior indução emocional para verificar diferenças significativas nos experimentos (Hertenstein *et al.*, 2021).

Não foram identificadas diferenças significativas entre o grupo subme-

tido à estimulação simulada e aqueles que receberam estimulação no CPFDL e CPFVL direito, sugerindo a ausência de efeitos da ETCC nessas regiões. Este resultado é consistente com descobertas anteriores, como no estudo de Marques; Morello; Boggio (2018), que também não observou efeito da ETCC no CPFDL e CPFVL direito em respostas emocionais. No entanto, outros estudos reportaram resultados distintos (Clarke *et al.*, 2020c; Li *et al.*, 2020), evidenciando inconsistências nesse aspecto.

Essas inconsistências podem ser explicadas, em parte, pelo baixo tamanho do efeito comumente observado em estudos que empregam tarefas emocionais, o que ressalta as dificuldades em detectar mudanças no comportamento emocional por meio da ETCC, especialmente em amostras saudáveis e de tamanho reduzido (Smits *et al.*, 2020). Além disso, é importante considerar que esses efeitos podem ser influenciados por características individuais dos participantes, como traços de personalidade (Peña-

-Gómez *et al.*, 2011), bem como pelo recebimento de compensação para participar da pesquisa (Hoebeke *et al.*, 2021).

Embora a neuroestimulação do córtex pré-frontal em estado de repouso tenha sido relacionada a alterações na VFC (Nikolin *et al.*, 2017), não observamos efeito significativo nas medidas autonômicas. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos que avaliaram participantes saudáveis submetidos à estimulação em repouso, os quais também não registraram efeitos significativos na VFC (Santarnechi *et al.*, 2014; Vernieri *et al.*, 2010).

Em geral, alterações no sistema nervoso autônomo sob efeito da neuroestimulação são interpretadas 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 *et al.*, 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.

Talvez, a aplicação simultânea da neuroestimulação durante a tarefa possa destacar seus efeitos. Como resultado principal, observamos que a ETCC no CPFDL esquerdo reduziu

a quantidade de pensamentos intrusivos e aumentou os escores de afeto positivo após o experimento, em comparação com o grupo placebo e os grupos estimulados no CPFDL direito e CPFVL direito. Esse achado é consistente com a ideia de que a ETCC no CPFDL esquerdo facilita a atenção consciente direcionada e promove a experiência de emoções positivas. Esses resultados são relevantes, especialmente para pesquisas futuras que examinem a combinação de treinamento em mindfulness e neuroestimulação.

A replicação deste estudo deve abordar algumas limitações importantes. Em primeiro lugar, é essencial considerar a aplicação da ETCC durante a realização de tarefas específicas, dada a natureza não focal do efeito da neuroestimulação, que está relacionado à atividade neuronal durante a modulação (Fertonani; Miniussi, 2017).

Recomenda-se também a inclusão de experimentos que envolvam práticas de mindfulness, permitindo

um controle mais preciso da indução emocional em indivíduos saudáveis, além da expansão da pesquisa para populações clínicas. Por fim, é necessário reconhecer que o presente estudo foi limitado pelo tamanho reduzido da amostra, o que pode não ter proporcionado poder estatístico suficiente para investigar interações mais complexas, como a relação entre ETCC e VFC.

REFERÊNCIAS

ALIZADEHGORADEL, Jaber. 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**, v. 10, n. 1, 2021. DOI 10.5812/ijhrba.100909. Disponível: <https://doi.org/10.5812/ijhrba.100909>.

BADRAN, Bashar W. *et al.* A double-blind study exploring the use of transcranial direct current stimulation (tDCS) to potentially enhance mindfulness meditation (E-Meditation). **Brain stimulation**, v. 10, n. 1, p. 152-154, 2017. DOI 10.1016/j.brs.2016.09.009. Disponível em: [10.1016/j.brs.2016.09.009](https://doi.org/10.1016/j.brs.2016.09.009)

BOAYUE, Nya Mehnwolo *et al.* Increasing propensity to mind-wander by transcranial direct current stimulation? A registered report. **European Journal of Neuroscience**, v. 51, n. 3, p. 755-780, 2020. DOI 10.1111/ejn.14347. Disponível em: [10.1111/ejn.14347](https://doi.org/10.1111/ejn.14347).

CARNEVALI, Luca *et al.* Effects of prefrontal transcranial direct current stimulation on autonomic and neuroendocrine responses to psychosocial stress in healthy humans. **Stress**, v. 23, n. 1, p. 26-36, 2020. DOI: 10.1080/10253890.2019.1625884. Disponível em: [10.1080/10253890.2019.1625884](https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1625884).

CHEN, Lele; OEI, Tian Po; ZHOU, Renlai. The cognitive control mechanism of improving emotion regulation: A high-definition tDCS and ERP study. **Journal of Affective Disorders**, v. 332, p. 19-28, 2023. DOI: doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.059. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.059>.

CLARKE, Paul J. *et al.* Frontal tDCS and Emotional Reactivity to Negative Content: Examining the Roles of Biased Interpretation and Emotion Regulation. **Cognitive Therapy and Research**, v. 45, n. 1, p. 19-30, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10608-020-10162-9>.

CLARKE, Paul J. F *et al.* tDCS increases anxiety reactivity to intentional worry. **Journal of Psychiatric Research**, v. 120, p. 34-39, 2020b. DOI: doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.013>.

CLARKE, Paul J. F *et al.* The effects of left DLPFC tDCS on emotion regulation, biased attention, and emotional reactivity to negative content. **Cognitive, Affective and**

Behavioral Neuroscience, v. 20, n. 6, p. 1323-1335, 2020c. DOI: doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2. Disponível em: <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00840-2>.

DEDONCKER, Josefien *et al.* Combined transcranial direct current stimulation and psychological interventions: state of the art and promising perspectives for clinical psychology. **Biological psychology**, v. 158, p. 107991, 2021. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2020.107991. Disponível em: [10.1016/j.biopsycho.2020.107991](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2020.107991).

DOLL, Anselm *et al.* Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala–prefrontal cortex connectivity. **Neuroimage**, v. 134, p. 305-313, 2016. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.03.041. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27033686/>.

ELCIN, Dehan; VELASQUEZ, Miguel; COLOMBO, Paul J. Effects of acute and long-term mindfulness on neural activity and the conflict resolution component of attention. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 18, p. 1359198, 2024. DOI: 10.3389/fnhum.2024.1359198. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2024.1359198/full>.

FABIO, Rosa Angela; TOWEY, Giulia Emma. Long-term meditation: The relationship between cognitive processes, thinking styles and mindfulness. **Cognitive Processing**, v. 19, p. 73-85, 2018. DOI: 10.1007/s10339-017-0844-3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10339-017-0844-3>.

FERTONANI, Anna; MINIUSSI, Carlo. Transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms. **The Neuroscientist**, v. 23, n. 2, p. 109-123, 2017. DOI: 10.1177/1073858416631966. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/home/NRO>

GILES, David; DRAPER, Nick; NEIL, William. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *European journal of applied physiology*, v. 116, p. 563-571, 2016. DOI: 10.1007/s00421-015-3303-9. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00421-015-3303-9>.

GREESON, Jeffrey M. *et al.* 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**, v. 2018, 2018. DOI: 10.1155/2018/4505191. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2018/4505191/>.

HERTENSTEIN, Elisabeth *et al.* Augmentation of psychotherapy with neurobiological methods: current state and future directions. **Neuropsychobiology**, v. 80, n. 6, p. 437-453, 2021. DOI: 10.1159/000514564. Disponível em: <https://karger.com/nps/article/80/6/437/825489/Augmentation-of-Psychotherapy-with-Neurobiological>.

HOEBEKE, Yorgo *et al.* The impact of transcranial Direct Current stimulation on rumination: A systematic review of the sham-controlled studies in healthy and clinical samples. **Comprehensive Psychiatry**, v. 106, p. 152226, 2021. DOI: 10.1016/j.comppsy.2021.152226. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010440X21000043?via%3Dihub>.

HUNTER, Michael A. *et al.* 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**, v. 4, n. 7, 2018. DOI: : 10.1016/j.comppsy.2021.152226. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00685>.

JONES, Dusti R. *et al.* The effects of a short-term mindfulness meditation intervention on coping flexibility. **Anxiety, Stress, & Coping**, v. 32, n. 4, p. 347-361, 2019. DOI: : 10.1080/10615806.2019.1596672 Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10615806.2019.1596672>.

KELLEY, Nicholas J. *et al.* Stimulating self-regulation: a review of non-invasive brain stimulation studies of goal-directed behavior. **Frontiers in behavioral neuroscience**, v. 12, p. 337, 2019. DOI: : 10.3389/fnbeh.2018.00337 Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00337>.

KONG, S. *et al.* Efficacy of transcranial direct current stimulation for treating anhedonia in patients with depression: A randomized, double-blind, sham-controlled clinical trial. **Journal of Affective Disorders**, v. 350, p. 264-273, 2024. DOI: doi.org/10.1016/j.jad.2024.01.041 Disponível em: <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.jad.2024.01.041>.

LEYLAND, Anna; ROWSE, Georgina; EMERSON, Lisa-Marie. Experimental effects of mindfulness inductions on self-regulation: Systematic review and meta-analysis. **Emotion**, v. 19, n. 1, p. 108, 2019. DOI: 10.1037/emo0000425. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/emo0000425>.

LI, Xi *et al.* Causal role of the right dorsolateral prefrontal cortex in organizational fairness perception: Evidence from a transcranial direct current stimulation study. **Frontiers**

in **Behavioral Neuroscience**, v. 14, p. 134, 2020. DOI: 10.3389/fnbeh.2020.00134. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2020.00134>.

MAK, Catherine *et al.* Efficacy of mindfulness-based interventions for attention and executive function in children and adolescents – A systematic review. **Mindfulness**, v. 9, p. 59-78, 2018. DOI: doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>.

MARQUES, Lucas Murrins. **Balanceamento inter-hemisférico do córtex pré-frontal e regulação emocional: um estudo neuromodulatório, comportamental e psicofisiológico.** 2016. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/22707>.

MARQUES, Lucas M.; MORELLO, Letícia YN; BOGGIO, Paulo S. Ventrolateral but not dorsolateral prefrontal cortex tDCS effectively impact emotion reappraisal-effects on emotional experience and interbeat interval. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 15295, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-33711-5 Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33711-5>.

MCLAUGHLIN, Laura E. *et al.* The indirect effect of positive affect in the relationship between trait mindfulness and emotion dysregulation. **Personality and Individual Differences**, v. 145, p. 70-74, 2019. DOI: doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.020 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2019.03.020>.

MOODIE, Craig A. *et al.* The neural bases of cognitive emotion regulation: The roles of strategy and intensity. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, v. 20, p. 387-407, 2020. DOI: 10.3758/s13415-020-00775-8 Disponível em: <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00775-8>.

SMITH, A. M. *et al.* Mindfulness-based stress reduction alters brain activity for breast cancer survivors with chronic neuropathic pain: preliminary evidence from resting-state fMRI. **Journal of Cancer Survivorship**, v. 15, p. 518-525, 2021. DOI: 10.1007/s11764-020-00945-0. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11764-020-00945-0>.

NEJATI, Vahid *et al.* Comparable Efficacy of Repeated Transcranial Direct Current Stimulation, Cognitive Behavioral Therapy, and Their Combination in Improvement of Cold and Hot Cognitive Functions and Amelioration of Depressive Symptoms. **The Journal of Nervous and Mental Disease**, p. 10.1097, 2022 DOI: 10.1097/

NMD.0000000000001745 Disponível em: <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1097/NMD.0000000000001745>.

NIKOLIN, Stevan *et al.* Combined effect of prefrontal transcranial direct current stimulation and a working memory task on heart rate variability. **PloS one**, v. 12, n. 8, p. e0181833, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0181833 Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.poe.0181833>.

NITSCHKE, M. A. *et al.* Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. **The Journal of physiology**, v. 553, n. 1, p. 293-301, 2003. DOI: 10.1113/jphysiol.2003.049916 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12949224/>.

PEÑA-GÓMEZ, Cleofé *et al.* Down-regulation of negative emotional processing by transcranial direct current stimulation: effects of personality characteristics. **PloS one**, v. 6, n. 7, p. e22812, 2011. DOI: 10.1371/journal.pone.0022812 Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21829522/>.

PERROTTA, D. *et al.* Anodal tDCS over the dorsolateral prefrontal cortex reduces Stroop errors: A comparison of different tasks and designs. **Behavioural Brain Research**, v. 405, p. 113215, 2021. DOI: doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113215. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113215>.

POPA, Daniela *et al.* Mindfulness and self-regulation strategies predict performance of romanian handball players. **Sustainability**, v. 12, n. 9, p. 3667, 2020. DOI: doi.org/10.3390/su12093667. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12093667>.

ROBINSON, Charles *et al.* Modulating affective experience and emotional intelligence with loving kindness meditation and transcranial direct current stimulation: a pilot study. **Social neuroscience**, v. 14, n. 1, p. 10-25, 2019. DOI: 10.1080/17470919.2017.1397054. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17470919.2017.1397054>.

ROSENBAUM, David *et al.* Neural correlates of mindful emotion regulation in high and low ruminators. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 15617, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-71952-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32973143/>.

SANTARNECCHI, Emiliano *et al.* Time course of corticospinal excitability and autonomic function interplay during and following monopolar tDCS. **Frontiers in psychiatry**,

v. 5, p. 86, 2014. DOI: doi.org/10.3389/fpsy.2014.00086 Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00086>.

SCHESTATSKY, Pedro *et al.* Non-invasive brain stimulation and the autonomic nervous system. **Clinical Neurophysiology**, v. 124, n. 9, p. 1716-1728, 2013. DOI: 10.1016/j.clinph.2013.03.020. Disponível em: 1716-1728. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.03.020>.

SMITS, Fenne M. *et al.* Does non-invasive brain stimulation modulate emotional stress reactivity?. **Social cognitive and affective neuroscience**, v. 15, n. 1, p. 23-51, 2020. DOI: 10.1093/scan/nsaa011. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa011>.

STROHMAIER, Sarah. The relationship between doses of mindfulness-based programs and depression, anxiety, stress, and mindfulness: A dose-response meta-regression of randomized controlled trials. **Mindfulness**, v. 11, n. 6, p. 1315-1335, 2020. DOI: doi.org/10.1007/s12671-020-01319-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12671-020-01319-4>.

THOMAS, Emily M. *et al.* Stimulating meditation: a pre-registered randomised controlled experiment combining a single dose of the cognitive enhancer, modafinil, with brief mindfulness training. **Journal of Psychopharmacology**, v. 35, n. 6, p. 621-630, 2021. DOI: doi.org/10.1177/0269881121991835 Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0269881121991835>.

VAN DER VELDEN, Anne Maj *et al.* Mindfulness training changes brain dynamics during depressive rumination: A randomized controlled trial. **Biological psychiatry**, v. 93, n. 3, p. 233-242, 2023. DOI: 10.1016/j.biopsych.2022.06.038. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2022.06.038>.

VERNIERI, Fabrizio *et al.* Cortical neuromodulation modifies cerebral vasomotor reactivity. **Stroke**, v. 41, n. 9, p. 2087-2090, 2010. DOI: doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.583088 Disponível em: <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.583088>.

VIEIRA, Larissa *et al.* Transcranial direct current stimulation effects on cognitive reappraisal: an unexpected result?. **Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation**, v. 13, n. 3, p. 650-652, 2020. DOI: 10.1016/j.brs.2020.02.010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.02.010>.

WELLER, Simone; NITSCHKE, Michael A.; PLEWNIA, Christian. Enhancing cognitive control training with transcranial direct current stimulation: a systematic parameter study. **Brain Stimulation**, v. 13, n. 5, p. 1358-1369, 2020. DOI: doi.org/10.1016/j.brs.2020.07.006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.07.006>.

WINKER, Constantin *et al.* Repeated noninvasive stimulation of the ventromedial prefrontal cortex reveals cumulative amplification of pleasant compared to unpleasant scene processing: A single subject pilot study. **PLoS One**, v. 15, n. 1, p. e0222057, 2020. DOI: doi.org/10.1101/744987. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/744987>.

ZHOU, Dale *et al.* Mindful attention promotes control of brain network dynamics for self-regulation and discontinues the past from the present. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 120, n. 2, p. e2201074119, 2023. DOI: 10.1073/pnas.22010741.



The background is a dark blue color with a subtle pattern of white dots and thin white lines, resembling a network or circuit. A large, stylized white graphic is centered on the page, consisting of a vertical line with several horizontal and curved branches extending to the left and right. Each branch ends in a small white dot. The title and author names are positioned to the right of the central graphic.

Avaliação experimental da memória háptica e visual para tarefas de recordação livre em adultos jovens

*Cintia Ricale Ferreira da Silva
Pedro Henrique Souza Araújo
Rarielly Virginia Medeiros Dantas
Francisco Gilbergue Queiroz
Marcus Vinicius Costa Alves
Maria José Nunes Gadelha*



A memória é uma função neurocognitiva com capacidade de codificação, armazenamento e a possibilidade de evocar informações. Apesar de serem tarefas distintas, estão interligadas, de modo que a forma como acontece a codificação, influencia na qualidade do armazenamento e, conseqüentemente, na evocação da informação. Dessa maneira, a memória não se configura como um sistema único, integrando diversos subsistemas (Baddeley; Anderson; Eysenck, 2011; Tulving, 1972).

Há diferentes formas de classificar os subsistemas ou arranjos da memória. Assim, estes subsistemas podem ser diferenciados em relação ao tempo em que a informação é armazenada. Dessa forma, quando armazenada por períodos breves, é chamada de memória de curto prazo, e quando a informação é armazenada por longos períodos, denomina-se memória de longo prazo (Baddeley; Anderson; Eysenck, 2011; Baddeley; Hitch, 1974; Gadelha *et al.*, 2013).

A memória de longo prazo pode ser distinta também quanto a forma de aprendizado e evocação. Assim, pode ser uma memória implícita ou não-declarativa, caso ocorra evocação não-consciente de informações que foram adquiridas através da repetição motora, perceptual e cognitiva, como o

condicionamento clássico, o *priming* e a aprendizagem não-associativa; ou uma memória explícita, também conhecida como declarativa, caso o aprendizado e a evocação da informação aconteçam de forma consciente, relacionado à experiências anteriores referentes a fatos e eventos (Baddeley; Anderson; Eysenck, 2011; Gadelha, 2016).

Na memória de longo prazo explícita há uma subclassificação referente a natureza do conteúdo armazenado. Dessa forma, pode ser diferenciada entre a memória episódica, que incluem informações codificadas e evocadas de eventos pessoais do passado e a memória semântica, que se trata do conhecimento sobre o mundo que independe da evocação de eventos específicos (Baddeley; Anderson; Eysenck, 2011; Schacter; Tulving, 1994; Gadelha, 2016).

Outro tipo de classificação, proposta por Tulving (1972), é definida pelo tipo de estímulo de codificação através das vias perceptuais visual,

auditiva, tátil, gustativa e olfativa. (Gadelha *et al.*, 2013). No campo da memória, mesmo com várias vias perceptuais, a maior parte das pesquisas referem-se à memória visual e auditiva. Entretanto, o número de estudos a respeito da memória tátil, que demonstram sua eficácia, tem aumentado (Gadelha, 2016).

De acordo com Katz (1925 *apud* Katz, 1989), o toque envolve todo um processamento intersensorial de informações oriundas de fontes distintas. A pele, como codificador do toque, tem receptores que captam informações sobre temperatura, textura, pressão e dor, podendo ocorrer através de diferentes combinações de entradas (Millar, 1999).

O sistema sensorial tátil é formado por três modalidades: a percepção tátil, cinestésica e háptica. A percepção tátil não exige movimento, acontece de forma estática, através do toque de receptores presentes na pele (cutâneos). Em contraste, a percepção cinestésica exige movimentos leves de

músculos, tendões e articulações de forma passiva e é percebida através dos receptores que estão embutidos nas estruturas envolvidas no movimento (cinestésicos). Já o sistema háptico utiliza as informações sensoriais derivadas, exclusivamente, dos receptores cutâneos e cinestésicos que estão presentes nas mãos e dedos. Ou seja, a combinação das modalidades tátil e cinestésica para fornecer informações válidas da realidade de forma voluntária e ativa (Ballesteros, 1993; Ballesteros; Manga; Reales, 1997; Gadelha, 2016; Lederman; Klatzky, 2009).

Um dos primeiros estudos sobre o sistema háptico, de Klatzky, Lederman e Metzger (1985), demonstrou alta acurácia e rapidez para identificar uma grande quantidade de objetos, podendo reter até 100 objetos, sem a perda de informações. Segundo Ballesteros *et al.* (1997 *apud* Ballesteros; Reales; Manga, 1999), o sistema háptico apresentou bastante precisão, principalmente, quando os estímulos são tridimensionais. Isto foi demons-

trado através da avaliação da acurácia e a sensibilidade da percepção háptica para detectar linhas em alto relevo e objetos não familiares tridimensionais em diferentes formas de exploração. Outro estudo, conduzido por Pensky *et al.* (2008), evidenciou a capacidade da memória háptica para manter grande parte das informações codificadas por até uma semana depois do contato com os estímulos.

Por muito tempo, o sistema háptico, quando comparado com sistema visual, foi considerado inadequado para identificar objetos. Tendo em vista que, o sistema visual adquire informações por múltiplos canais paralelos, codificando informações sobre luminância, movimento, cor e profundidade. À vista disto, foi deixado de lado o fato de que o processamento háptico envolve a codificação de várias informações distintas através de diversas características dos objetos como peso, textura, temperatura e pressão.

Dessa forma, enquanto a visão é capaz de detectar várias caracte-

rísticas da cena visual de forma simultânea, o sistema háptico codifica de forma sequencial os atributos dos objetos. A comparação entre as modalidades sensoriais tem sido frequentemente utilizada a fim de demonstrar o quanto cada sistema sensorial pode influenciar na recuperação de informações em testes de memória (Gadelha *et al.*, 2013).

Há indícios de que o processamento háptico pode ajudar na memorização de estímulos visuais, como também, o processamento visual pode auxiliar na memorização de objetos explorados de forma háptica. A memória de curto prazo para objetos tridimensionais é aprimorada com o toque ativo e apresenta pouca deterioração ao longo do tempo (Bowers; Mollenhauer; Luxford, 1990; Kiphart; Auday; Cross, 1988; Kiphart *et al.*, 1992). Segundo Wippich (1991 *apud* Stadlander; Murdoch; Heiser, 1998), a ação motora do sistema háptico é responsável por esse auxílio na memorização dos estímulos.

Outro estudo analisou a influência da visão difusa, a visão periférica e a visão completa na memória háptica de adultos jovens através de uma tarefa de localização de memória em mapas espaciais com vias de alto relevo. Os resultados mostraram que a memória háptica melhorou consideravelmente quando foi auxiliada pela visão periférica e total (Millar; Al-Attar, 2005).

As representações mentais de objetos acessados através da visão ou do toque ativo são semelhantes. Isso foi demonstrado através de dois experimentos que examinaram a memória implícita e explícita para objetos familiares e desconhecidos de forma háptica. No Experimento 1 foi feita uma tarefa de nomeação rápida e no Experimento 2 uma tarefa de identificação de simetria, com altas taxas de precisão nos dois experimentos (Ballesteros; Reales; Manga, 1999). Essas representações são multisensoriais, com formato tridimensional e podem ser acessadas por entradas do tipo *bottom-up* e *top-down* (Lacey; Campbell; Sathian, 2007).

Outro fator descoberto na representação, foi a propriedade da superfície, que independe da forma ou da modalidade. Lacey, Hall e Sathian (2011) evidenciaram isso através de um estudo que apresentava três experimentos. Os participantes, na fase de estudo, tiveram contato com objetos de propriedade de superfície distintos (cor no Experimento 1 e textura nos Experimento 2 e 3) e tiveram que distinguir entre as formas dos objetos quando os padrões de cor ou textura foram alterados em cada modalidade (visual e háptico) e depois com as modalidades juntas.

Em dois dos três experimentos feitos no estudo desenvolvido por Norman *et al.* (2015), não houve diferença no desempenho do reconhecimento das formas entre os sistemas visual e háptico em adultos mais jovens (Experimento 2) e para os adultos mais velhos (Experimento 3). Nesse mesmo estudo foi demonstrado, também, que o reconhecimento visual é afetado ao longo do tempo, enquanto o reconhecimento háptico não sofreu perdas significativas.

Entretanto, em Gadelha *et al.* (2016), a fim de analisar o efeito da idade no armazenamento de informações que são processadas pelo sistema háptico em diferentes intervalos de tempo (1, 10 e 20 minutos), foram aplicadas tarefas de recordação livre e reconhecimento de formas em 36 adultos com idade entre 20 e 30 anos e 36 idosos com idade superior a 60 anos. Após a análise do efeito causado pela idade, os resultados mostraram um menor número de acertos em idosos à medida que o intervalo de tempo aumentava em ambas as tarefas.

Os achados encontrados por Gadelha *et al.* (2016) não corroboram com os resultados de Norman *et al.* (2015), visto que foram encontradas diferenças significativas no desempenho entre jovens e idosos. Apesar dos estudos se contraporem, não podemos fazer comparações diretas, dado que o estudo de Norman *et al.* (2015) apresenta os estímulos quatro vezes seguidas na fase de estudo e utilizam objetos diferentes do estudo de Ga-

delha *et al.* (2016), sugerindo que um efeito de repetição pode ter facilitado o aprendizado.

A durabilidade e o detalhamento das representações da memória háptica de longo prazo é produto natural da percepção háptica (Hutmacher; Kuhbandner, 2018). No estudo, dividido em dois experimentos, conduzido por Hutmacher e Kuhbandner (2018), os participantes, vendados, exploraram com o toque ativo 168 objetos familiares por 10 segundos. No Experimento 1, os participantes indicaram qual dos objetos da mesma categoria de nível básico, como duas canetas diferentes, havia sido tocado anteriormente. Já no Experimento 2, os participantes exploraram os objetos sem a intenção de memorizá-los e mesmo após uma semana o número de itens memorizados eram altíssimos.

De acordo com Ferreira *et al.* (2019), a capacidade de memória entre os sistemas háptico e visual é semelhante para longos intervalos de tempo, por horas ou dias. Este estudo

também examinou a capacidade da memória de longo prazo háptica e visual, em idosos, para objetos familiares por meio da aplicação de uma tarefa de recordação livre com três intervalos de tempo (1 hora, 1 dia e 1 semana). No entanto, há dificuldades em comparar esse estudo com outros pelo fato de que a maior parte da literatura, referente às tarefas, são de reconhecimento.

Mediante o que foi apresentado, é possível observar a importância de pesquisas referentes a memória háptica e visual, tendo em vista o mapeamento detalhado da memória e a obtenção de resultados mais consistentes. Para isto, faz-se necessário a ampliação da variedade no que diz respeito aos intervalos de tempo e tarefas. Visando isto, o objetivo da presente pesquisa foi analisar as taxas de esquecimento da informação processada nas modalidades háptica e visual para tarefas de Recordação Livre em adultos jovens saudáveis após intervalos de tempo de 30 minutos e 1 hora.

MÉTODO

Participantes

A amostra foi constituída por 48 pessoas (66,7% mulheres), com idades entre 18 e 30 anos ($M = 21,6$; $DP = 0,241$), clinicamente estáveis, sem queixas referentes ao funcionamento de suas modalidades sensoriais e patologias neurológicas. Os participantes, todos da Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA/UFRN), foram convidados a participar voluntariamente da pesquisa. Foram selecionados aleatoriamente e divididos em 4 grupos, cada um composto por 12 participantes, de acordo com o delineamento fatorial da pesquisa, conforme a condição de apresentação dos objetos (visual ou háptica) e o intervalo de tempo para a avaliação (30 minutos ou 1 hora).

Para coletar o perfil sociodemográfico dos participantes foi utilizado um questionário composto por questões sociodemográficas e clínicas.

As questões sociodemográficas envolviam itens como idade, sexo, estado civil etc. Já as questões clínicas referiam-se aos comprometimentos físicos e psicológicos do participante, o uso de substâncias tóxicas, entre outras.

Para avaliar a possibilidade de comprometimento cognitivo, foi utilizado o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve (NEUPSI-LIN). Esse instrumento é composto por uma bateria abreviada de testes com o objetivo de caracterizar o perfil neuropsicológico, quantitativo e qualitativo, de oito funções neuropsicológicas (Orientação Têmporo-Espacial, Atenção Concentrada, Percepção, Memória, Habilidades Aritméticas, Linguagem, Praxias e Funções Executivas).

A Escala de Avaliação de Doenças Cumulativas (CIRST) foi escolhida para quantificação do índice de disfunções médicas gerais. Sendo dividida em seis sistemas orgânicos (cardiorrespiratório, gastrintestinal,

geniturinário, musculoesquelético, neuropsicológico e endócrino-geral) em uma escala de severidade de 0 a 4 pontos.

A Escala de Depressão, Ansiedade e Estresse (DASS- 21), um instrumento adequado sob a óptica psicométrica, foi escolhida por sua capacidade de mensurar simultaneamente a depressão, a ansiedade e o estresse. Sendo composta por 21 itens, sete responsáveis por avaliar sintomas de depressão, sete para avaliar ansiedade e sete para avaliar estresse.

Para avaliação dos estímulos hápticos foi utilizado uma caixa de madeira com 50 cm de altura e 40 cm de comprimento, com duas aberturas frontais para que as mãos possam ser introduzidas até a parte interior da caixa, e com abertura do lado oposto da caixa. Para condição visual foi utilizada uma plataforma giratória de madeira com 40 cm de diâmetro para que os participantes pudessem ver os objetos de diferentes ângulos.

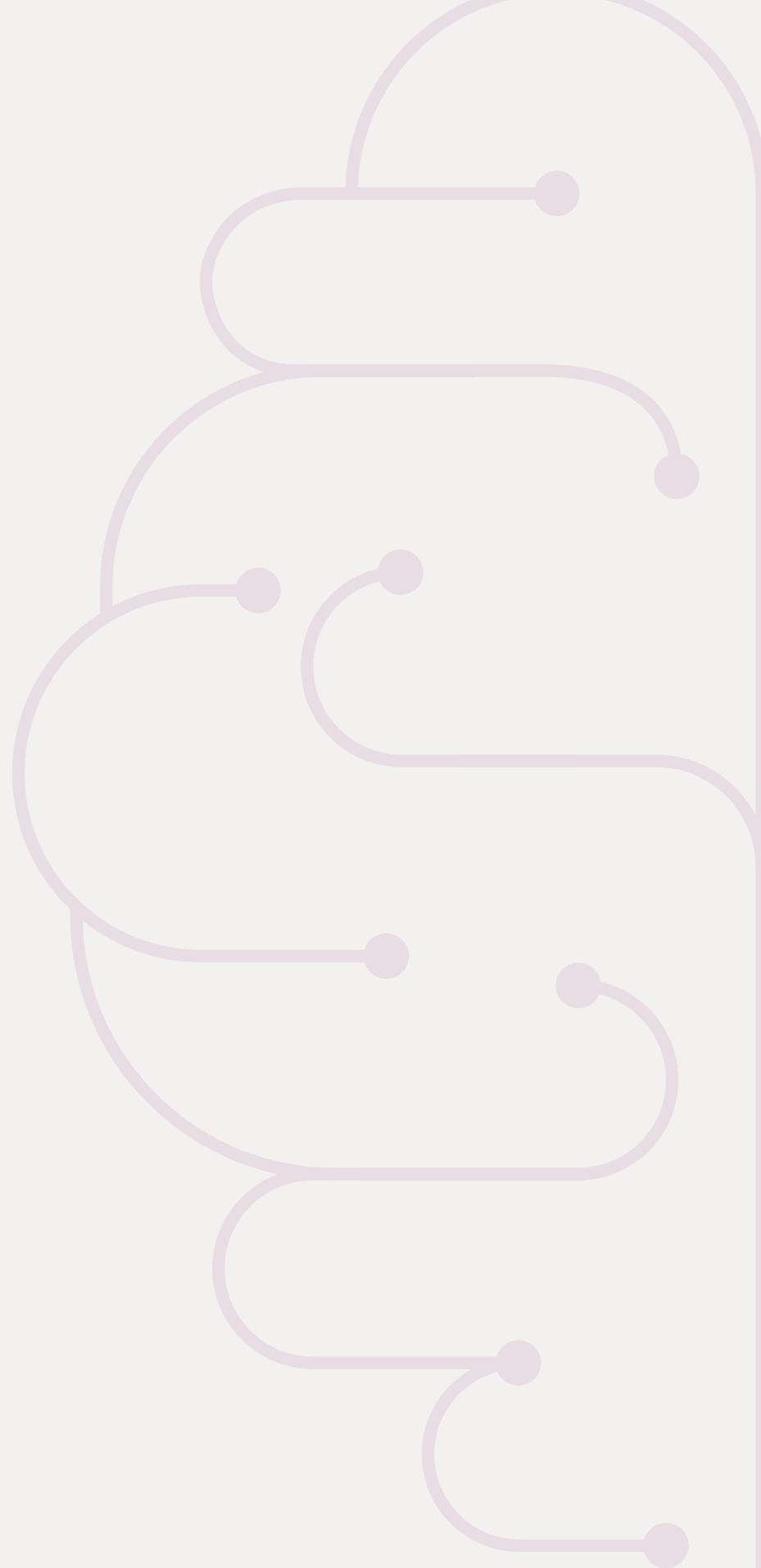
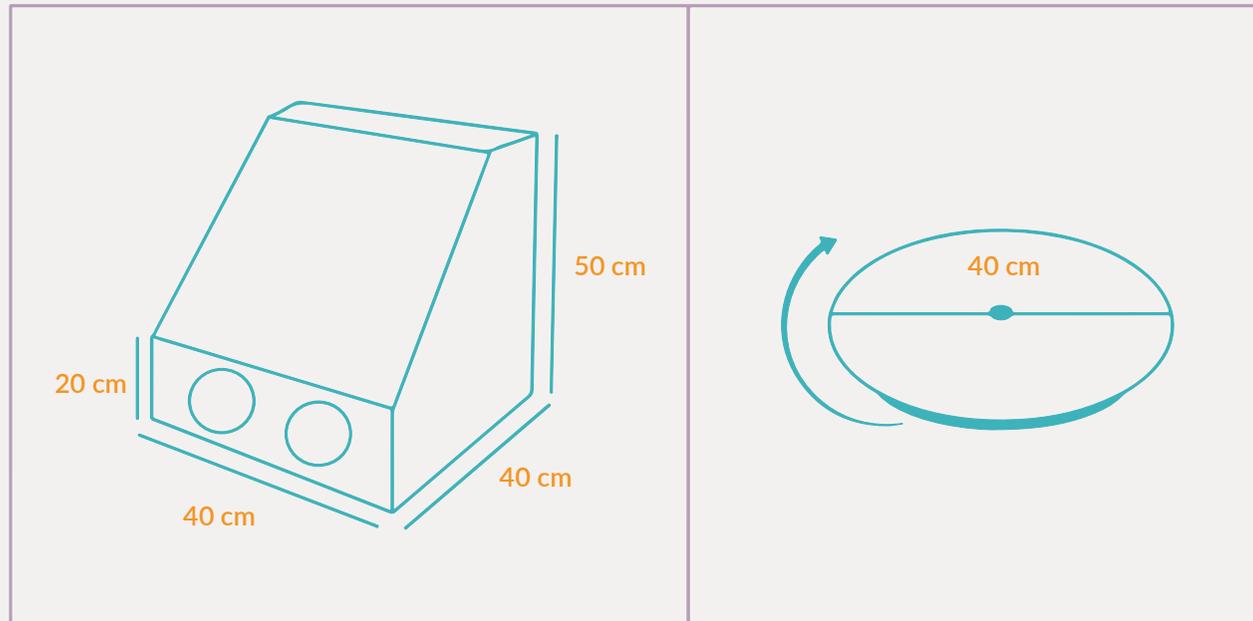


Figura 1 – Materiais utilizados para apresentação dos estímulos, à esquerda, a caixa onde foram apresentados os estímulos hápticos e à direita, a plataforma giratória para a apresentação dos estímulos visuais.



Fonte: Produção do próprio autor.

Foram utilizados 12 objetos reais selecionados do estudo de Gadelha (2016). Os estímulos foram sorteados e agrupados de acordo com 6 categorias (frutas, objetos de cozinha, pessoais, jogos/esportes, escritório e utensílios/ferramentas).

Procedimentos

Os participantes foram designados de forma aleatória para 4 grupos distintos conforme as condições experimentais. As tarefas foram realizadas em duas fases: a fase de estudo e a fase de teste. Na fase de estudo, os participantes foram informados de que iriam realizar uma tarefa de memória (Recordação Livre) e lhes foram apresentados 12 objetos. Para a condição de apresentação háptica, os participantes colocaram as mãos no interior da caixa para estudar os objetos.

Cada objeto permanecia por 5 segundos nas mãos do participante com um intervalo de troca de 1 segundo. Para a condição de apresentação visual, os objetos eram exibidos na plataforma giratória por 5 segundos, com um intervalo de troca de 1 segundo. Durante a fase de teste, que aconteceu após a apresentação dos estímulos, na condição de 30 minutos ou após 1 hora desde a apresentação dos estímulos, foi solicitado que o participante ver-

balizasse, o mais rápido possível, os objetos explorados na fase de estudo em qualquer ordem.

Quanto aos procedimentos éticos, foi garantido absoluto sigilo das informações obtidas durante todas as etapas da pesquisa. E isto foi assegurado através da assinatura do responsável e do participante do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que estavam contidas as principais informações referentes ao estudo, o qual foi submetido à apreciação e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da FACISA – UFRN sob o protocolo de número 38675420.1.0000.5568.

Análise de dados

A análise dos dados foi realizada através do software SPSS - Statistical Package for Social Sciences, versão 26 (IBM, SPSS, versão 26). Para mensurar o Índice de Acertos (IA) das condições háptica e visual nas tarefas de recordação livre, foram calculados a média e o

desvio padrão para cada condição. A normalidade dos dados foi avaliada por meio dos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. O pressuposto de homogeneidade de variância foi avaliado por meio do teste de Levene. O IA foi considerado como variável dependente e as condições de apresentação dos estímulos (visual ou háptica) e os intervalos de tempo (30 minutos ou 1 hora) foram considerados como variáveis independentes. Foi realizada uma ANOVA *two-way*, com o objetivo de verificar em que medida os Índices de Acertos eram diferentes entre as condições de apresentação háptica e visual com diferentes intervalos de tempo (30 minutos e 1 hora). Análises de post-hoc para os efeitos de interação (condições de apresentação dos estímulos*intervalos de tempo) foram realizados por meio do teste de Bonferroni. Procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa) foram implementados para obter uma maior confiabilidade dos resultados, diminuindo o Intervalo de Confiança.

RESULTADOS

Foram obtidas estatísticas descritivas correlatas ao desempenho dos participantes ao longo da pesquisa, de acordo com as condições de apresentação dos objetos e dos intervalos de tempo. A amostra apresentou normalidade nos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). E apresentou homogeneidade de variância no teste de Levene. Para obter uma maior confiabilidade, reduzindo o intervalo de confiança, dos resultados foram implementados procedimentos de *bootstrapping* (1000 re-amostragens; 95% IC BCa).

A mensuração dos IA demonstraram que a quantidade de objetos recordados para a condição visual e háptica, separadamente, segundo os intervalos de tempo de 30 minutos e 1 hora não foram tão constantes. Os valores da média, desvio padrão e intervalo de confiança dos IA podem ser encontrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Recordação Livre visual e háptica em intervalos de tempo de 30 minutos e 1 hora.

Condição de visualização/ Intervalos de tempo	Estatísticas descritivas	Intervalo de Confiança (95% BCa)			
		Inferior	Superior		
Visual	30 minutos	Média	7,17	6,50	7,75
		DP	1,11	0,75	1,33
	1 hora	Média	6,67	5,89	7,5
		DP	1,5	1,03	1,77
	Total	Média	6,92	6,42	7,43
		DP	1,32	1,00	1,54
Háptica	30 minutos	Média	7,08	6,01	8,11
		DP	1,68	1,13	20
	1 hora	Média	7,25	6,40	8,08
		DP	1,48	1,05	1,75
	Total	Média	7,17	6,50	7,80
		DP	1,55	1,20	1,80

Fonte: Produção do próprio autor.

Os resultados da ANOVA *two-way* demonstraram que não houve um efeito estatisticamente significativo para as condições de apresentação dos objetos [$F(1,44) = 0,35, p = 0,55, \eta^2 = 0,008$], para os intervalos de tempo [$F(1,44) = 0,16, p = 0,69, \eta^2 = 0,004$] bem como para a interação entre essas duas variáveis [$F(1,44) = 0,63, p = 0,43, \eta^2 = 0,014$]. Para melhor compreender estes achados, foram realizadas análises subsequentes (post-hoc de Bonferroni). Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os intervalos de tempo (30 minutos e 1 hora). Também não houve diferença significativa entre as condições de apresentação dos objetos (visual e háptica) na tarefa de recordação livre.

Em relação à interação (condições de apresentação dos estímulos*intervalos de tempo), não houve diferença significativa nos IA de 30 minutos e 1 hora na condição de apresentação visual. Também não houve diferença significativa entre os intervalos de

tempo na condição de apresentação háptica. As interações entre as condições de apresentação (visual e háptica) não apresentaram diferença significativa tanto para o intervalo de tempo de 30 minutos, quanto para o intervalo de 1 hora. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significantes entre comparações realizadas para o IA, é possível identificar um aumento do IA na tarefa de recordação háptica em relação à condição visual após o aumento do intervalo de tempo para 1 hora.

DISCUSSÃO

Os resultados apontam que não houve diferença significativa no desempenho dos participantes para nenhuma das interações. Ou seja, não houve diferença significativa para as condições de apresentação dos objetos [$F(1,44) = 0,35, p = 0,55, \eta^2 = 0,008$], para os intervalos de tempo [$F(1,44) = 0,16, p = 0,69, \eta^2 = 0,004$], bem como para a interação entre essas

duas variáveis. Embora, seja possível identificar um pequeno aumento do IA na tarefa de recordação háptica após 1 hora em relação à condição háptica após intervalo de tempo de 30 minutos.

Nas tarefas de recordação livre feitas em idosos por Gadelha (2016) e Ferreira *et al.* (2019) também não foi encontrado efeito de interação significativa entre as condições de apresentação dos estímulos em relação ao tempo. Os estudos tiveram como finalidade avaliar as taxas de esquecimento da modalidade háptica em comparação com a condição visual a partir de tarefas de recordação livre e de reconhecimento após diferentes intervalos de tempo. Apesar dos achados aparentemente corroborarem, há diferenças quanto à faixa etária das amostras, impossibilitando uma comparação direta. No entanto, é possível estimar que esse padrão seja semelhante ao longo da vida, sugerindo o desempenho para memória visual e háptica para objetos tridimensionais

familiares é semelhante tanto para adultos, como para idosos.

Ainda, nos resultados do estudo de Gadelha *et al.* (2016) foi possível verificar um menor número de acertos dos idosos, à medida que o intervalo de tempo aumentava nas tarefas de recordação livre e de reconhecimento para as duas condições de apresentação de estímulos. Estes achados corroboram com os dados encontrados no presente estudo em relação a condição visual, no entanto, se contrapõem aos resultados encontrados para a condição de visualização háptica, que demonstrou um aumento no número de acertos da memória após o intervalo de 1 hora, quando comparado ao número de acertos após o intervalo de 30 minutos.

Apesar da comparação indireta dos dados da presente pesquisa com a pesquisa de Gadelha *et al.* (2016), visto que ambas as pesquisas envolviam faixas etárias e intervalos de tempo distintos, esses resultados levantam a necessidade da realização de novas

pesquisas desta natureza, já que, no geral, tanto estudos que utilizaram estímulos visuais (Christensen, Kopelman, Stanhope, Lorentz, & Owen, 1998; Davis, Small, Stern, Mayeux, Feldstein, & Keller, 2003; Huppert, & Kopelman, 1989; Kopelman, 1985; Parker, Landau, Whipple, & Schwartz, 2004) como hápticos (Ballesteros, 1993; Ballesteros, Manga, & Reales, 1997; Easton, Srinivas, & Greene, 1997; Ittyerah & Marks, 2007; Lacey & Campbell, 2006; Nabeta & Kawahara, 2006; Standtlander, Murdoch, & Heiser, 1998) mostraram que as taxas de esquecimento aumentam à medida que aumentam também os intervalos de tempo após a fase de estudo.

Outras pesquisas procuraram avaliar como a memória visual e háptica para objetos tridimensionais é afetado pelo tempo. Por exemplo, no estudo de Norman *et al.* (2015), o desempenho nas tarefas de reconhecimento visual diminuiu longo do tempo, enquanto o reconhecimento háptico não sofreu perdas

significativas. Essas informações são condizentes, de forma indireta, para o pequeno aumento no desempenho dos participantes na tarefa de recordação háptica em relação à condição visual à medida que o intervalo de tempo aumentou. De forma indireta pelo fato de que a modalidade das tarefas foi de reconhecimento e com intervalos de tempo distintos do presente estudo.

Por outro lado, ao avaliar o reconhecimento visual e háptico, em adultos jovens, através de tarefas de reconhecimento de objetos familiares tridimensionais de forma imediata e após uma semana, Pensky *et al.* (2008) se depararam com o desempenho visual superior ao desempenho háptico nos dois intervalos de tempo. Este resultado sugere o oposto ao que foi encontrado neste estudo. No entanto, não é possível fazer uma comparação direta, visto que, mesmo com amostras com a mesma faixa etária, os intervalos de tempo e o tipo de tarefa são diferentes.

Este estudo visou analisar as taxas de esquecimento da informação processada nas modalidades háptica e visual para tarefas de recordação livre em adultos jovens saudáveis após intervalos de tempo de 30 minutos e 1 hora. Os achados devem ser considerados no contexto de diferentes limitações, apesar de medidas de controle terem sido tomadas. Por não haver um protocolo padrão para pesquisas relacionadas à memória háptica, existe uma grande dificuldade em fazer comparações diretas para obtenção de inferências seguras. Outra limitação, é referente à reduzida quantidade de estudos com tarefas de recordação livre. Dessa forma, sugere-se que mais pesquisas sejam desenvolvidas a fim de obter uma melhor compreensão sobre a memória háptica em adultos jovens.

REFERÊNCIAS

BADDELEY, A. D., & HITCH, G. (1974). Working memory. Em G.H. Bower (Ed.). **The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory**. 1972. p. 47-89. New York: Academic Press.

BADDELEY, A.; ANDERSON, M. C. **Memória**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BALLESTEROS, Soledad. Percepción háptica de objetos y patrones realizados: una revisión. **Psicothema**, v. 5, n. 2, p. 311-321, 1993. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/727/72705209.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BALLESTEROS, Soledad; MANGA, Dionisio; REALES, Jose Manuel. Haptic discrimination of bilateral symmetry in 2-dimensional and 3-dimensional unfamiliar displays. **Perception & psychophysics**, v. 59, n. 1, p. 37-50, Jan. 1997. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03206846>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03206846#citeas>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BALLESTEROS, Soledad; REALES, José M.; MANGA, Dionisio. Implicit and explicit memory for familiar and novel objects presented to touch. **Psicothema**, [S. l.],v. 11, n. 4, p. 785-800, Marzo. 1999. ISSN 0214 - 9915 CODEN PSOTEG. Disponível em: <https://www.psicothema.com/pdf/328.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BALLESTEROS, Soledad. Percepción háptica de objetos y patrones realizados: Una revisión. **Psicothema**, v. 5, n. 2, p. 331-321, 1993. ISSN: 0214-9915. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72705209>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BALLESTEROS, S.; MANGA, D.; REALES, J. M. Haptic discrimination of bilateral symmetry in two-dimensional and three-dimensional unfamiliar displays. **Perception & Psychophysics**, v. 59, n. 1, p. 37-50, Jan. 1997. DOI: 10.3758/BF03206846

BOWERS, Robin L.; MOLLENHAUER, Matthew S.; LUXFORD, Jill. Short-term memory for tactile and temporal stimuli in a shared-attention recall task. **Perceptual and Motor Skills**, [S. l.], v. 70, n. 3, p. 903-913, June. 1990. DOI: 10.2466/pms.1990.70.3.903. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2377426/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

CHRISTENSEN, Helen *et al.* Rates of forgetting in Alzheimer dementia. **Neuropsychologia**, v. 36, n. 6, p. 547-557, June. 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00116-](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00116-)

4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0028393297001164>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DAVIS, Hasker P. *et al.* Acquisition, recall, and forgetting of verbal information in long-term memory by young, middle-aged, and elderly individuals. **Cortex**, v. 39, n. 4-5, p. 1063-1091, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70878-5](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70878-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010945208708785>. Acesso em: 19 mar. 2024.

EASTON, Randolph D.; SRINIVAS, Kavitha; GREENE, Anthony J. Do vision and haptics share common representations? Implicit and explicit memory within and between modalities. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 23, n. 1, p. 153, 1997. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.23.1.153>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1997-02349-009>. Acesso em: 19 mar. 2024.

EYSENCK, Michael W.; KEANE, Mark t. **Manual de Psicologia Cognitiva-7**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FERREIRA, Cyntia D.; GADELHA, Maria JN.; FONSÊCA, Égina KG.; SILVA, Joenilton S.; TORRO, Nelson; FERNÁNDEZ-CALVO, Bernardino. Long-term memory of haptic and visual information in older adults. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, João Pessoa, v. 28, n. 1, p. 65-77, Dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13825585.2019.1710450>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338284892_Long-term_memory_of_haptic_and_visual_information_in_older_adults. Acesso em: 19 mar. 2024.

GADELHA, Maria JN; SILVA, Jandilson A.; ANDRADE, Michael JO; VIANA, Débora NM; CALVO, Bernardino F.; SANTOS, Natanael A.. Haptic memory and forgetting: a systematic review. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 18, n. 1, p. 131-136, Mar. 2013. ISSN (versão eletrônica): 1678-4669. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epsic/a/rhBmhq6rvVYLcHpLRgBwMM/?format=html&lang=en#>. Acesso em: 19 mar. 2024.

GADELHA, Maria JN. **Memória háptica e visual em idosos: Avaliação experimental por meio de tarefas de recordação e reconhecimento**. 2016. Tese (Doutorado em Psicologia Social) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11610?locale=pt_BR. Acesso em: 19 mar. 2024.

GADELHA, Maria JN.; FERNÁNDEZ-CALVO, Bernardino; FERREIRA, Cyntia D.; MARQUES, André Alexandre de Jesus; SANTOS, Natanael Antonio dos. Forgetting

haptic information: A comparative study between younger and older adults. **Psychology & Neuroscience**, v. 9, n. 2, p. 230-239, 2016. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/pne0000048>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2016-17465-001>. Acesso em: 19 mar. 2024.

HUPPERT, Felicia A.; KOPELMAN, Michael D. Rates of forgetting in normal ageing: A comparison with dementia. **Neuropsychologia**, v. 27, n. 6, p. 849-860, 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(89\)90008-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(89)90008-0). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0028393289900080>. Acesso em: 19 mar. 2024.

HUTMACHER, Fabian; KUHBANDNER, Christof. Long-term memory for haptically explored objects: fidelity, durability, incidental encoding, and cross-modal transfer. **Psychological science**, v. 29, n. 12, p. 2031-2038, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956797618803644>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30376424/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ITTYERAH, Miriam; MARKS, Lawrence E. Memory for curvature of objects: Haptic touch vs. vision. **British Journal of Psychology**, v. 98, n. 4, p. 589-610, Dec. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1348/000712606X171531>. Disponível em: <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1348/000712606X171531>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KATZ, D. **The world of touch** (LE Krueger, Trans.). 5th ed. New York: Psychology Press, 1989. *E-book*. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780203771976>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KIPHART, Michael J.; AUDAY, Bryan C.; CROSS, Henry A. Short-term haptic memory for three-dimensional objects. **Perceptual and motor skills**, v. 66, n. 1, p. 79-91, Feb. 1988. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.2466/pms.1988.66.1.79>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1989-03856-001>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KIPHART, Michael J.; HUGHES, Jeffrey L.; SIMMONS, J. Paul; CROSS, Henry A. Short-term haptic memory for complex objects. **Bulletin of the Psychonomic Society**, v. 30, n. 3, p. 212-214, Nov. 1992. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.3758/BF03330444>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1992-37916-001>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KOPELMAN, Michael D. Rates of forgetting in Alzheimer-type dementia and Korsakoff's syndrome. **Neuropsychologia**, v. 23, n. 5, p. 623-638, 1985. DOI: [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(85\)90064-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(85)90064-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0028393285900648>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KLATZKY, Roberta L.; LEDERMAN, Susan J.; METZGER, Victoria A. Identifying objects by touch: An “expert system”. **Perception & psychophysics**, v. 37, p. 299-302, July. 1985. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03211351>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03211351>. Acesso em: 19 mar. 2024.

LACEY, Simon; CAMPBELL, Christine. Mental representation in visual/haptic crossmodal memory: evidence from interference effects. **Quarterly journal of experimental psychology**, v. 59, n. 2, p. 361-376, Feb. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/17470210500173232>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1080/17470210500173232>. Acesso em: 19 mar. 2024.

LACEY, Simon; CAMPBELL, Christine; SATHIAN, K. Vision and touch: multiple or multisensory representations of objects?. **Perception**, v. 36, n. 10, p. 1513-1521, Apr. 2007. DOI: 10.1068/p5850. Disponível em: <https://research.stmarys.ac.uk/id/eprint/319/1/Lacey-Campbell-Sathian-Vision-and-Touch.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

LACEY, Simon; HALL, Jenelle; SATHIAN, K. Are surface properties integrated into visuohaptic object representations?. **European Journal of Neuroscience**, v. 31, n. 10, p. 1882-1888, May 2010. DOI: 10.1111/j.1460-9568.2010.07204.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20584193/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

LEDERMAN, Susan J.; KLATZKY, Roberta L. Haptic perception: A tutorial. **Attention, Perception, & Psychophysics**, v. 71, n. 7, p. 1439-1459, Oct. 2009. DOI: <https://doi.org/10.3758/APP.71.7.1439>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/APP.71.7.1439>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MILLAR, Susanna. Memory in touch. **Psicothema**, v. 11, n. 4, p. 747-767, 1999. ISSN 0214 - 9915 CODEN PSOTEG. Disponível em: <https://www.psicothema.com/pdf/326.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MILLAR, Susanna; AL-ATTAR, Zainab. What aspects of vision facilitate haptic processing?. **Brain and Cognition**, v. 59, n. 3, p. 258-268, 2005. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.bandc.2005.07.005>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2005-16828-005>. Acesso em: 19 mar. 2024.

NABETA, Tomohiro; KAWAHARA, Jun-ichiro. Congruency effect of presentation modality on false recognition of haptic and visual objects. **Memory**, v. 14, n. 3, p. 307-315, Sep. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/09658210500277398>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09658210500277398>. Acesso em: 19 mar. 2024.

NORMAN, J. Farley; CHEESEMAN, Jacob B.; ADKINS, Olivia C.; COX, Andrea G.; ROGERS, Connor E.; DOWELL, Catherine J.; BAXTER, Michael W.; NORMAN, Hideko F.; REYES, Cecilia M. Aging and solid shape recognition: Vision and haptics. **Vision Research**, v. 115, p. 113-118, Oct. 2015. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.visres.2015.09.001>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2015-45812-013>. Acesso em: 19 mar. 2024.

PARKER, Elizabeth S. *et al.* Aging, recall and recognition: A study on the sensitivity of the University of Southern California Repeatable Episodic Memory Test (USC-REMT). **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 26, n. 3, p. 428-440, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/13803390490510130>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13803390490510130>. Acesso em: 19 mar. 2024.

PENSKY, Allison E.C.; JOHNSON, Kathryn A.; HAAG, Susan; HOMA, Donald. Delayed memory for visual-haptic exploration of familiar objects. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 15, n. 3, p. 574-580, June 2008. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.3758/PBR.15.3.574>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2008-07363-012>. Acesso em: 19 mar. 2024.

SCHACTER, Daniel L.; Tulving, Endel. What are the memory systems of 1994? In D. L. Tulving Schacter & E. Tulving (Eds.), **Memory systems**, 1994. p. 2-38. Cambridge: The MIT Press.

STADTLANDER, Lee M.; MURDOCH, Latona D.; HEISER, Shawna M. Visual and haptic influences on memory: Age differences in recall. **Experimental Aging Research**, v. 24, n. 3, p. 257-272, 1998. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/036107398244247>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1998-04191-004>. Acesso em: 19 mar. 2024.

TULVING, Endel. Episodic and semantic memory. Em E. Tulving & Donaldson (Eds.). **The Oxford handbook of memory**, 1972. p. 381-403. Cambridge, MA: Academic, Press.



Decodificando emoções faciais: o que o rosto humano tem de especial?

*Lídia Rezende Encide
Nelson Torro Alves*

UM BREVE OLHAR SOBRE A TEORIA DAS EMOÇÕES

As emoções em geral representam reações automáticas a situações agradáveis ou aversivas, alterando o funcionamento do sistema nervoso central e periférico, simpático e parassimpático. Seu componente básico remete a alterações na fisiologia, em aspectos neuroendócrinos, imunológicos, entéricos, e propriamente, na expressão emocional (Bear; Connors; Paradiso, 2017; Cunha, 2015; Mendes, 2016).

Uma das primeiras explicações sobre o funcionamento emocional, remete a teoria de James-Lange, que sustenta que sentimos emoção em resposta a alterações fisiológicas no organismo. A percepção do estímulo sensorial (uma cobra) deflagra reações fisiológicas (alteração dos batimentos cardíacos, dilatação da pupila, sudorese) e, por conseguinte, é processada no cérebro, e gera a percepção consciente de medo (Bear; Connors; Paradiso, 2017).

Subsequente a teoria de James-Lange, surge a teoria de Cannon-Bard, que afirma que a experiência emocional pode ocorrer de forma independente em relação a expressão emocional. Nessa perspectiva, a emoção é caracterizada pela percepção do estímulo (cobra), gerando a ativação do tálamo que desencadeia

as respostas fisiológicas. A experiência da emoção (estar consciente do medo) ocorreria antes ou ao mesmo tempo que as alterações fisiológicas e a expressão emocional (Bear; Connors; Paradiso, 2017).

Em ambas as teorias, todavia, existem limitações na compreensão acerca dos processos emocionais. Na tentativa de compreender mais sobre os processos, James Papez associou o sistema límbico às manifestações emocionais. Ao observar várias projeções de feixes de células nervosas, Papez propôs que diferentes áreas funcionavam como uma rede integrada de comunicação, formando um circuito composto por áreas como o hipocampo e seguindo por feixes dos corpos mamilares, tálamo, giro do cíngulo e terminando novamente no hipocampo. A associação entre sistema límbico e emoção se tornou mais difundida com Paul Maclean ao propor uma progressão biológica de animais a crescente evolução dos homens, partindo de peixes, anfíbios, répteis até os mamíferos (Cunha, 2015).

A teoria, chamada de cérebro trino proposta por Maclean, consistiria, nesse sentido, em um complexo reptiliano (do bulbo aos núcleos da base), posteriormente adicionado um complexo paleomamífero (o sistema límbico) e mais tarde um complexo neomamífero, o neocórtex, estrutura superior nos humanos. Essa equiparação evolutiva do cérebro humano descendendo de répteis se mostrou incorreta, visto que, mamíferos, conhecidos como terapsídeos modernos e répteis chamados de sauropsídeos modernos, são grupos irmãos, e mamíferos não podem descer de répteis em escala evolutiva (Herculano-Houzel, 2017).

Com a evolução do conhecimento acerca do funcionamento cerebral, sobretudo pelo advento de técnicas de imageamento, verificou-se que a região que compreende o sistema límbico não demarca estritamente o processamento de emoção, mas de certa forma, se concentra nele. O processamento emocional compreende

áreas integrativas que se intercomunicam por feixes neuronais formando uma grande rede de comunicação emocional. O reconhecimento de emoções em faces ratifica essa questão ao mostrar as alterações na fisiologia da musculatura facial decorrentes de variações em níveis de ativação neuronal em diversas áreas cerebrais acerca das emoções (Meaux; Vuilleumier, 2016; Sladky *et al.*, 2018; Sormaz *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2016).

DARWIN (2009) já destacava a existência de expressão de emoção em homens e animais. Sua hipótese excede em critérios evolutivos acerca da capacidade de saber identificar e denominar as emoções em si e nos outros como absolutamente necessários ao desenvolvimento humano. Nesse sentido, compreende-se que o estudo sobre as emoções apresentam um campo teórico vasto complexo e com o avanço da neurociência, o desenvolvimento de métodos e técnicas e conceitos mais aprofundados como veremos a seguir.

RECONHECIMENTO DE FACES EMOTIVAS

O reconhecimento de emoções em faces tem sido amplamente estudado nos últimos anos e consiste em uma habilidade essencial para a adaptação social em humanos por desempenhar uma função de comunicação de significados a terceiros, possibilitando um papel de orientação cognitiva nas relações interpessoais (Damasio, 2012; Ekman, 1992), dispondo dessa forma um ambiente evolutivo adaptável (Harari, 2018). Mas o que o rosto apresenta ter de tão especial aos humanos?

Em estudo utilizando estímulos de pássaros e cachorros, foram selecionadas uma amostra de participantes especialistas em reconhecerem a categoria de ambos os estímulos, especialistas em identificar cachorros e especialistas em pássaros. Os resultados do eletroencefalograma (EEG) mostraram que o sinal de N170 foi maior para especialistas em pássaros reco-

nhecendo pássaros do que cachorros. De forma semelhante, o sinal N170 foi maior para especialistas em cachorros reconhecendo cachorros do que pássaros (Tanaka; Curran, 2001).

Esse achado é evidenciado pelo mesmo sinal de onda N170 em outro estudo, mas para com estímulos de rostos humanos e de carros. O N170 foi maior para quando eram apresentadas faces em vez de carros, evidenciando que os humanos usam os mesmos processos em princípio para outros estímulos que somos especialistas em perceber. A pesquisa sugere que a percepção facial ou não, acontece por um conjunto de processos de uso geral para percepção que não são específicos, mas dependem de experiência (Rossion; Jacques, 2012).

O mesmo sinal de onda perde amplitude e atrasa mais quando se utiliza faces invertidas (viradas para baixo), mas não para outros estímulos, propondo que a eficiência em reconhecer faces também está relacionada a configuração do estímulo, se

ele está na vertical ou invertido. Esses achados propõem que nós humanos analisamos faces de forma holística, percebendo-a de forma global, o que ocorreria de forma contrária quando essas mesmas faces estão invertidas, visto que, haveria uma tendência de rastreamento por detalhes, configurando assim uma busca analítica (Rossion; Jacques, 2012; Van Belle *et al.*, 2010).

Em estudo de caso realizado em paciente com prosopagnosia adquirida por lesão cerebral no hemisfério direito após um acidente vascular cerebral, um distúrbio neurológico caracterizado pela incapacidade de reconhecer rostos de forma global sustentam a ideia do processamento holístico de faces e evidenciam sobre regiões cerebrais importantes para o processamento emocional, nesse caso, lobo occipital, giro fusiforme e giro parahipocampal (Busigny *et al.*, 2010).

Quando apresentados estímulos de faces de forma alinhada (metade superior e inferior iguais), desalinhada (metade superior e inferior distintas)

e invertida, os participantes apresentavam declínio no reconhecimento de faces nas três condições, o que não ocorreu para processamento de objetos, evidenciando que as áreas atingidas são específicas para reconhecimento de faces de forma geral ao mesmo tempo que sugere sobre a especificidade de lado cerebral com maior especificidade para reconhecer emoções, nesse caso, hemisfério direito (Busigny *et al.*, 2010).

A evidência de assimetria cerebral foi reconhecida pela comunidade científica apenas na segunda metade do século XIX. Até então, estudos neuroanatômicos consideravam que as metades do cérebro eram imagens espelhadas uma da outra, com pesos e tamanhos semelhantes, por conseguinte, funções iguais. As primeiras suposições que divergiram surgiram com Franz Gall no final do século XVIII ao estabelecer a doutrina da localização cerebral. Posteriormente, Paul Broca propôs evidências de lateralização da linguagem para o

hemisfério esquerdo em análises de cérebros *post-mortem*. O conceito de dominância cerebral surgiu propriamente dez anos depois das publicações de Broca pelo neurologista inglês John Hughlings Jackson ao considerar que os hemisférios não eram meras réplicas (Springer; Deutsch, 2008).

A ressecção do corpo caloso, fibra de feixes neurais que conectam os dois hemisférios, feita inicialmente em animais e depois em humanos como forma de tratamento para reduzir crises epiléticas, foi um marco no estudo do cérebro para a compreensão das funções de cada hemisfério acerca de processos de percepção, atenção, memória, linguagem e habilidades de raciocínio, sobretudo na especialização do hemisfério direito em tarefas de reconhecimento facial. Cérebros divididos mostraram especialização dos hemisférios, mas também as deficiências da ausência de comunicação entre os hemisférios (Gazzaniga, 2000; Prete; Tommasi, 2018).

O estudo das emoções se estabelece nessa perspectiva sob duas principais teorias de assimetria cerebral – a hipótese do hemisfério direito e a hipótese de valência. Os primeiros estudos que trouxeram evidências acerca da hipótese do hemisfério direito retratam de cérebros lesionados. A hipótese do hemisfério direito atribui a este um papel predominante no reconhecimento de todas as emoções, independentemente da valência, positiva ou negativa (Blom; Aarts; Semin, 2020; Borod *et al.*, 1998; Bourne, 2010).

De modo distinto, a hipótese de valência sustenta que existem especializações diferentes para cada hemisfério, sendo o esquerdo dominante para as emoções positivas (alegria e surpresa) e o direito para as negativas (tristeza, medo, raiva, nojo) (Balconi; Mazza, 2010; Davidson, 2003; Jansari; Tranel; Adolphs, 2000). Podemos ainda considerar duas variações da hipótese da valência: a hipótese da aproximação-afastamento e a hipótese da valência modificada.

De acordo com a primeira, o hemisfério direito estaria relacionado a processos de afastamento (tristeza, medo e nojo), ao passo que o esquerdo estaria associado a processos de aproximação (alegria, surpresa e raiva) em relação aos estímulos do ambiente (Alves; Fukusima; Aznar-Casanova, 2008; Schutter; Harmon-Jones, 2013). Já a hipótese da valência modificada afirma que as emoções negativas são processadas predominantemente pelo hemisfério direito, embora ambos sejam importantes para o processamento das emoções de valência positiva (Adolphs; Jansari; Tranel, 2001).

Estudos sobre decodificação de emoções em faces são complexos, e assim como ocorreu a evolução de conceitos teóricos apresentados no início deste capítulo, com o desenvolvimento de experimentos e técnicas, a compreensão sobre o funcionamento do cérebro humano permitiu aprofundamento, sobretudo, de métodos para a realização em pesquisas que pudessem evidenciar hipóteses sobre a

especialidade humana em reconhecer emoções em faces, que seriam especiais? No tópico a seguir, abordaremos alguns critérios de metodologia aplicados em pesquisas de reconhecimento de faces.

ASPECTOS METODOLÓGICOS EM PESQUISAS DE RECONHECIMENTO DE FACES

Pesquisas para reconhecimento de faces, assim como qualquer outra pesquisa seguindo o rigor científico, seguem um padrão de controle de variáveis para que os resultados decorrentes sejam uma representação mais fidedigna da realidade. O método é importante, pois representa o caminho que os pesquisadores devem seguir para responderem a questão problema da própria pesquisa. Ter um problema para resolver e responder é questão-chave para qualquer estudo científico, independente da área científica.

A questão problema inicial acerca de se as expressões faciais de emoções tidas como universais como raiva, alegria, tristeza, desprezo, nojo e surpresa seriam expressas culturalmente de forma idênticas em diferentes culturas, evidenciam uma estratégia metodológica de pesquisa intercultural planejada, com uma questão problema bem clara e estabelecida, com investimento financeiro alto para acessar populações isoladas e sem acesso ao mundo ocidental (controle de variáveis), dividir as amostras para fazer comparações, além de conhecimentos sobre o idioma local, hábitos culturais e uma variedade de questões burocráticas (Ekman, 2011).

Decorrentes desses estudos extremamente complexos, há evidências hoje de que humanos expressam emoções faciais de forma idênticas, mas diferem em regras de exibição, o que implicaria em influências de acordo com a cultura (Ekman, 1992; Gendron *et al.*, 2014). Em contrapartida, outras pesquisas sugerem resultados que de-

safiam a universalidade dessas características faciais ao comparar ocidentais com orientais (Jack *et al.*, 2012) propondo em vez de seis expressões, apenas quatro seriam comuns a todas as culturas (Jack *et al.*, 2016).

A influência da cultura é evidenciada em estudo com uma amostra de chineses e britânicos analisando faces inteiras e faces apenas com metade inferior. Os resultados mostram que ambos os grupos reconhecem bem faces inteiras de ambas as etnias, mas são mais rápidos em reconhecerem faces do seu próprio grupo étnico, principalmente para faces com metade inferior, sugerindo a influência da cultura na categorização de mudanças faciais específicas (Yan; Andrews; Young, 2016).

Além de estudos interculturais, em pesquisas com reconhecimento de faces é importante considerar ao estabelecer o método, qual tipo de estímulo irá ser utilizado para o estudo, visto que, podem alterar os resultados que se pretendem encontrar de acordo com

a questão problema estabelecida para o propósito da pesquisa. Estudos tem mostrado que faces dinâmicas (faces em movimento) são mais ecológicas por serem mais próximas da realidade social do que faces estáticas (fotografias) e portanto, deveriam ser melhores consideradas ao elaborar e propor experimentos (Alves, 2013).

Utilizando faces estáticas e dinâmicas de raiva com o método de potencial relacionado ao evento (ERP) para verificar se ocorreria influência de percepção de tempo em reconhecimento, os resultados mostraram que há uma tendência dos participantes em superestimar o julgamento do tempo de apresentação para faces dinâmicas entre 600-1600 milissegundos, sugerindo que a percepção de tempo entre faces dinâmicas e estáticas são diferentes. Além disso, faces dinâmicas evocam um N2 (componente do ERP relacionado a atenção) e um potencial positivo tardio maior do que os rostos estáticos que evocam um P2 maior e um potencial negativo posterior inicial (QU *et*

al., 2023). Estímulos faciais dinâmicos são reconhecidos mais rápidos que os estáticos, apresentam uma rede neural de ativação mais ampla e com padrões mais aprimorados (Trautmann; Fehr; Herrmann, 2009; Trautmann-Lengsfeld *et al.*, 2013).

A técnica de campo visual dividido consiste em outro aspecto metodológico relevante para estudos com decodificação de emoções, sobretudo, de assimetria cerebral. Considerar que a estrutura anatômica do nervo óptico conduz estímulos do campo visual direito ao hemisfério esquerdo e os estímulos do campo visual esquerdo ao hemisfério direito é outro ponto importante (Bear; Connors; Paradiso, 2017). Nesse sentido, em estudos conduzidos com a técnica de campo visual dividido, com a apresentação rápida e lateralizada de imagens, é possível controlar a entrada da informação visual, direcionando-a para um hemisfério em específico (Alves; Aznar-Casanova; Fukusima, 2009; Torro-Alves; Sousa; Fukusima, 2011).

Najt; Bayer; Hausmann (2013) utilizando campo visual dividido colocam que há uma vantagem do campo visual esquerdo no hemisfério direito para a percepção de expressões faciais de raiva, medo e de tristeza e uma vantagem do campo visual direito no hemisfério esquerdo para a percepção de expressões alegres, evidenciando que os hemisférios cerebrais apresentam especificidade para reconhecimento de faces emotivas dependendo da valência. Nesse sentido, com o objetivo de verificar a especificidade dos hemisférios cerebrais, é importante controlar a entrada visual para que os estímulos não sejam inicialmente recepcionados pelo campo visual oposto ao escopo do estudo, além de controlar variáveis do ambiente como iluminação, barulho, tamanho do monitor em que serão apresentados os estímulos, o tempo de apresentação dependendo da tarefa, o banco de faces que será utilizado, intensidade da emoção expressa nas faces.

Esses são aspectos dependem do escopo e da questão problema da pesquisa. Estudos para verificar assimetria em grande parte não utilizam campo visual dividido. Jansari; Tranel; Adolphs (2000) utilizaram apresentação de faces pareadas de expressões de emoções neutras com alegria, surpresa, medo, nojo e raiva e tristeza com intensidades baixas em participantes saudáveis. O estudo mostrou que ao discriminar expressões emocionais negativas, os participantes tiveram um desempenho significativamente melhor quando a face emocional estava à esquerda da face neutra, inversamente, ao discriminar expressões de valência positiva, os participantes se saíram melhor quando a face emocional estava à direita.

Cao *et al.*, (2020) com o objetivo de verificar assimetria, mas utilizando dados de EEG em vídeos emocionais de baixa e alta intensidade emocional mostram um aumento de atividade do hemisfério direito maior durante o processamento de emoção de alta

excitação e valência negativa, enquanto a ativação do hemisfério esquerdo aumentou significativamente para o processamento de emoções com alta excitação e valência positiva. Além disso, o estudo sugere que as áreas frontal e parietal estão intimamente relacionadas ao processamento emocional entre os dois hemisférios.

Com métodos de pesquisas diferentes associadas a neuroimagem, o estudo sobre as emoções e reconhecimento de emoções em faces tem possibilitado um desenvolvimento com respaldo cada vez mais embasado no rigor científico, diferente das primeiras perspectivas teóricas apresentadas o início desse capítulo. No tópico a seguir, veremos a força da neuroimagem na consolidação dos estudos sobre emoções, sobretudo em evidências acerca de configurações de estímulos estáticos e dinâmicos no uso de pesquisas.

ESTUDOS DE NEUROIMAGEM: OLHANDO ALÉM DA FACE

Na primeira parte deste capítulo, James Papez propõe o sistema límbico como o centro das manifestações emocionais e Paul Maclean aprofunda o conceito propondo a teoria do cérebro trino, onde o sistema límbico e os demais componentes seriam descendentes de répteis, o que em uma perspectiva evolutiva seria incorreto (Bear; Connors; Paradiso, 2017; Herculano-Houzel, 2017). O advento da neuroimagem evidencia que não há uma área restrita para o reconhecimento de emoções em faces, mas uma rede neural que agrega diversas funções (Meaux; Vuilleumier, 2016).

A assimetria cerebral para reconhecimento de faces poderia sugerir que haveria áreas restritas aos hemisférios sem intercomunicação entre eles, entretanto, nada impede cogitar mudanças na condutância elétrica das células nervosas do hemisfério oposto, considerando que são conectados por

uma via de feixes neuronais, o corpo caloso, sugerindo então uma comunicação de rede neurais (Bear; Connors; Paradiso, 2017). Um estudo de Davies-Thompson; Andrews (2012) utilizando ressonância magnética funcional (fMRI) e vários estímulos também não emocionais, mostram que é evidente uma rede neural para o processamento de faces com a ativação principal do hemisfério direito para a área da face fusiforme e área da face occipital, além de áreas como córtex frontal, sulco temporal superior, amígdala e colículo superior. Além disso, mostram que a atividade funcional de algumas áreas aumenta substancialmente, mas em contrapartida, se mesclam entre os hemisférios.

A atividade da área da face fusiforme esquerda e direita é maior e ocorrem ao mesmo tempo para o processamento facial entre os hemisférios, mas a ativação não é tão forte intra-hemisférios, isto é, comparando as áreas de um único hemisfério (área da face fusiforme direita e área

da face occipital esquerda). A mesma perspectiva é confirmada no estudo de Frässle et al., (2016) ao mostrar que a percepção de faces ativa uma rede neural distribuída, mas apresenta assimetrias inter-hemisféricas para a área da face occipital, lateralizada para o hemisfério direito. Palomero-Gallagher; Amunts (2021) em uma revisão de estudos mostra uma atividade inter-relacionada de áreas cerebrais ativadas, que dependendo da emoção e do tipo de estímulo, poderão ativar áreas estritamente lateralizadas ou bilaterais.

Estudos mostrando ativação de áreas cerebrais com apresentação de estímulos estáticos utilizando fMRI mostram que os padrões perceptivos de expressões faciais variam de acordo com a região cerebral, com uma maior ou menor ativação variando em função da expressão emocional que pode ser de alegria, raiva, tristeza, medo. Sormaz *et al.*, (2016) observaram uma ativação semelhante do sulco temporal superior (STS) para alegria, medo e

raiva, ao contrário para o rosto triste, que apresentou uma maior ativação. A área da face fusiforme (FFA) apresentou ativação também para todas estas emoções, entretanto, com uma menor ativação para tristeza e maior para medo, enquanto a área da face occipital (OFA) apresentou maior funcionamento para alegria.

Nessa mesma perspectiva, Flack *et al.*, (2015) propõem resultados análogos ao mostrar que o STS posterior constitui a fase de ativação inicial para o processamento de traços faciais da emoção, sugerindo que uma análise holística da emoção aconteça posteriormente por vias neurais com a FFA, o giro fusiforme direito, giro frontal inferior bilateral e OFA. Srinivasan; Golomb; Martinez, (2016) também colocam o STS posterior como uma região especializada no reconhecimento analítico para faces com nojo.

Toda essa alusão também se correlaciona a uma habilidade referida como inteligência emocional, que remete basicamente a capacidade de

reconhecer os próprios sentimentos e emoções, assim como dos outros que circundam o mesmo contexto, o que implica em empatia, e ao mesmo tempo, adaptação do comportamento. Quarto *et al.*, (2016) nesse sentido, sustenta que há uma diferenciação na atividade da ínsula esquerda para expressões estáticas de medo e raiva, além de maior ativação do córtex pré-frontal ventro-lateral e amígdala bilateral. Para expressões de alegria houve também maior ativação do córtex pré-frontal ventro-lateral e amígdala, enquanto, para expressões neutras houve um decaimento destas.

Todo esse processo implica também conforme Marstaller; Burianová; Reutens, (2016), na velocidade em que uma emoção é reconhecida na face do outro e isso remete ao tipo de conectividade estrutural e funcional do encéfalo. Para expressões estáticas de raiva, a ativação de áreas como o fascículo longitudinal inferior esquerdo, amígdala direita, hipocampo bilateral, lobo temporal direito e tronco encefálico

envolve a em um processo discriminativo mais rápido, além de áreas como o córtex órbito frontal dorsal, núcleo caudado esquerdo, córtex frontal medial e giro temporal medial.

Para expressão de medo, está o fascículo longitudinal inferior direito, amígdala esquerda, giro lingual bilateral, giro frontal superior, giro frontal superior medial, giro supramarginal e giro pré-central no aumento do processo de decodificação, assim como amígdala ventral direita, giro fusiforme e pallidum esquerdo. Tal achado proporciona a evidência de que as diferenças individuais na conectividade estrutural e funcional dentro e entre o núcleo e os sistemas de processamento de rosto emocional prolongado, afetam a velocidade na qual os rostos emocionais são discriminados. Isso de alguma forma, explica porque algumas pessoas são mais rápidas no processo de reconhecimento de expressões faciais e outras não.

Esses achados quando comparados a estudos de neuroimagem

com expressões faciais dinâmicas evidenciam que áreas em comum são ativadas aos estudos anteriores, mas apresentam uma intensidade maior e tendem a ativar de forma conjunta outras áreas cerebrais. Nessa perspectiva, observa-se de acordo com Furl *et al.*, (2015) que o STS, OFA, FFA e quinta área visual (V5), uma área ligada a sensibilidade do movimento facial seletivo, são regiões normalmente ativadas no reconhecimento de expressões faciais dinâmicas para emoções como raiva, nojo, medo, alegria, tristeza e faces neutras. Tal inferência sugere que estímulos tipicamente dinâmicos ativam uma rede cortical e subcortical concomitantemente dinâmica.

Nesse mesmo sentido, outros estudos como o de *et al.*, (2017) trazem ativação semelhante às áreas aludidas anteriormente, entretanto, apresentam algumas ativações extras no STS para sulco temporal superior posterior 1 (STSP1) e sulco temporal superior posterior 2 (STSP2), sendo o primeiro relacionado a seleção de faces e o se-

gundo ao movimento seletivo dessas faces, evidenciando que a informação da expressão facial está representada por regiões cerebrais não apenas pela seleção de faces, mas também por áreas sensíveis ao movimento.

Em outras condições que exploram os mecanismos da sensibilidade ao medo e comparando regiões de ativação para estímulos estáticos e dinâmicos, observa-se na perspectiva de Furl *et al.*, (2013) que expressões de medo estáticas ativam em grande escala o FFA, já em condições dinâmicas há uma maior ativação do STS, V5, amígdala e OFA. Com isto, se evidencia que expressões faciais dinâmicas evocam respostas sensíveis ao medo em áreas temporais-dorsais sensíveis para o movimento visual, mas expressões estáticas evocam sensibilidade ao medo para respostas em uma área ventral-temporal, a FFA.

Estes mesmos autores apresentam discrepâncias de áreas ativadas para outras emoções como alegria e nojo, apresentando ativação do STS

e V5 e uma maior ativação da FFA e OFA para faces dinâmicas. Para faces neutras e tristes, a FFA e OFA foram ativadas respectivamente. Todas essas alusões colocam em cena uma perspectiva neural diferente para faces dinâmicas, o que de alguma forma explica a justificativa de serem mais ecológicas para a realização em pesquisas por se aproximarem do contexto das relações interpessoais (FURL *et al.*, 2013).

Isso se torna evidente com resultados que mostram substratos neurais semelhantes para faces estáticas e dinâmicas, mas com intensidade de ativação diferente. Em faces dinâmicas para medo e surpresa, observa-se de acordo com Johnston *et al.*, (2013) maior ativação do giro temporal médio direito, STS, giro frontal direito e giro occipital médio esquerdo e, uma menor ativação para faces estáticas, que ao contrário, apresentam uma maior ativação do giro frontal inferior direito e área motora suplementar e pré-suplementar, que na verdade, são áreas sensíveis relacionadas ao movi-

mento, o que de alguma forma, pode explicar a necessidade do “cérebro” em manipular a imagem inercialmente mostrada, indicando em certo sentido, a plasticidade neural e ao mesmo tempo, a pluralidade de funções corticais.

Acerca desta última alusão e ainda considerando condições externas, conforme salienta Dzafic *et al.*, (2016) com apresentação de faces dinâmicas de alegria, raiva e medo num contínuo congruente, isto é, a apresentação da face durante um determinado tempo com intervalos de sua apresentação, mas sem alterá-la desde a apresentação do primeiro estímulo, ativou áreas como giro frontal inferior bilateral, amígdala direita, putâmem esquerdo, ínsula direita, córtex pré-frontal ventral médio e córtex pré-frontal médio dorsal. Quando a situação se altera, toda uma gama de alterações se proclama no cérebro, ativando áreas que não compreendem mais as primeiras.

Nessa mesma perspectiva e ainda conforme os autores aludidos

se torna evidente que o conceito de “expectativas anteriores” sobre uma expressão ser ou não ser apresentada é reforçada pela experiência do aprendizado repetido, enquanto que expressões faciais de emoções inesperadas apresentam processos de detecção de respostas rápidas, o que explica, a exponencial alteração cortical para áreas como giro occipital médio esquerdo, cuneus, pré-cuneus esquerdo, lobo parietal superior esquerdo, lobo parietal inferior bilateral, giro frontal médio e médio esquerdo, giro pré-central esquerdo, giro cingulado médio anterior, giro temporal médio esquerdo, insula bilateral esquerda, junção temporo-parietal direita, cingulado médio posterior, tálamo direito e claustrum esquerdo (Dzafic *et al.*, 2016).

Os estudos de neuroimagem apenas reforçam que a decodificação de emoções em faces está além de um rotineiro comportamento humano de comunicação não-verbal, evidenciam que o cérebro está a todo momento trabalhando de forma integrada para

o processamento de informação com ativação maior de algumas regiões e menores em outras, dependendo do estímulo apresentado e da própria configuração metodológica da pesquisa. O advento da neuroimagem propiciou uma evolução para o estudo das emoções e seus desdobramentos teóricos.

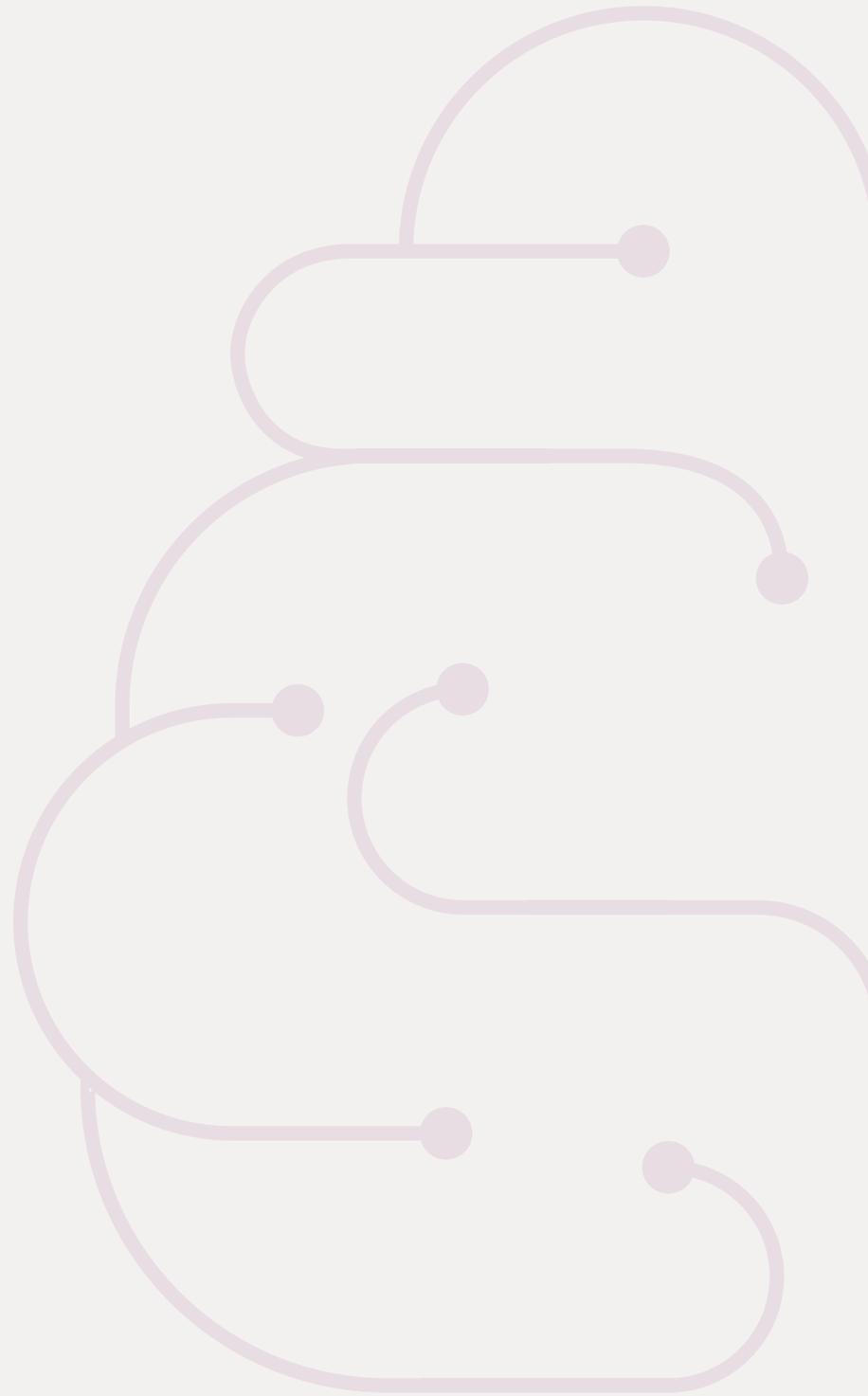
CONCLUSÃO

Neste capítulo, apresentamos uma visão geral sobre o reconhecimento de emoções em faces e sua importância nas interações sociais, na tentativa de responder à pergunta: o que o rosto humano tem de especial? Em resumo, uma multiplicidade de variações musculares que agem de forma coordenada com diferentes regiões cerebrais, que possibilita a comunicação não-verbal e a adaptação aos contextos sociais.

Pode-se constatar a importância da evolução das abordagens metodológicas e das técnicas de neuroima-

gem na compreensão do estudo das emoções. Observamos que diversas áreas cerebrais estão envolvidas na decodificação de emoções faciais, tanto para faces dinâmicas, quanto estáticas. Isto confirma a pluralidade de áreas corticais e subcorticais no processo integrativo do cérebro para o processamento de informação. Deste modo, observa-se que a decodificação vai além do sistema límbico, proposto por James Papez.

Compreender o processamento de faces humanas contribui para o entendimento de condições como a prosopagnosia e os traumatismos cranioencefálicos, ao mesmo tempo em que possibilita o desenvolvimento de estratégias para a melhora da qualidade de vida desses pacientes.



REFERÊNCIAS

- ADOLPHS, R.; JANSARI, A.; TRANEL, D. Hemispheric perception of emotional valence from facial expressions. **Neuropsychology**, v. 15, n. 4, p. 516-524, 2001.
- ALVES, N. T. Recognition of static and dynamic facial expressions: a study review. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 18, p. 125-130, mar. 2013.
- ALVES, N. T.; AZNAR-CASANOVA, J. A.; FUKUSIMA, S. S. Patterns of brain asymmetry in the perception of positive and negative facial expressions. **Laterality**, v. 14, n. 3, p. 256-272, 1 maio 2009.
- ALVES, N. T.; FUKUSIMA, S. S.; AZNAR-CASANOVA, J. A. Models of brain asymmetry in emotional processing. **Psychology & Neuroscience**, v. 1, p. 63-66, jun. 2008.
- BALCONI, M.; MAZZA, G. Lateralisation effect in comprehension of emotional facial expression: a comparison between EEG alpha band power and behavioural inhibition (BIS) and activation (BAS) systems. **Laterality**, v. 15, n. 3, p. 361-384, maio 2010.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: Desvendando o sistema nervoso**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BLOM, S. S. A. H.; AARTS, H.; SEMIN, G. R. Lateralization of facial emotion processing and facial mimicry. **Laterality**, v. 25, n. 3, p. 259-274, 3 maio 2020.
- BOROD, J. C. *et al.* Right hemisphere emotional perception: Evidence across multiple channels. **Neuropsychology**, v. 12, n. 3, p. 446-458, 1998.
- BOURNE, V. J. How are emotions lateralised in the brain? Contrasting existing hypotheses using the Chimeric Faces Test. **Cognition & Emotion**, v. 24, n. 5, p. 903-911, ago. 2010.
- BUSIGNY, T. *et al.* Holistic perception of the individual face is specific and necessary: Evidence from an extensive case study of acquired prosopagnosia. **Neuropsychologia**, v. 48, n. 14, p. 4057-4092, dez. 2010.
- CAO, R. *et al.* Hemispheric Asymmetry of Functional Brain Networks under Different Emotions Using EEG Data. **Entropy**, v. 22, n. 9, 26 ago. 2020.
- CUNHA, C. DA. **Introdução a neurociência**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2015.

- DAMÁSIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.
- DARWIN, C. **A expressão das emoções no homem e nos animais**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
- DAVIDSON, R. J. Affective neuroscience and psychophysiology: toward a synthesis. **Psychophysiology**, v. 40, n. 5, p. 655-665, set. 2003.
- DAVIES-THOMPSON, J.; ANDREWS, T. J. Intra- and interhemispheric connectivity between face-selective regions in the human brain. **Journal of Neurophysiology**, v. 108, n. 11, p. 3087-3095, 1 dez. 2012.
- DZAFIC, I. *et al.* Dynamic emotion perception and prior expectancy. **Neuropsychologia**, v. 86, p. 131-140, jun. 2016.
- EKMAN, P. An argument for basic emotions. **Cognition and Emotion**, v. 6, n. 3-4, p. 169-200, maio 1992.
- EKMAN, P. **A linguagem das emoções**. São Paulo: Lua de Papel, 2011.
- FLACK, T. R. *et al.* Responses in the right posterior superior temporal sulcus show a feature-based response to facial expression. **Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior**, v. 69, p. 14-23, ago. 2015.
- FRÄSSLE, S. *et al.* Mechanisms of hemispheric lateralization: Asymmetric interhemispheric recruitment in the face perception network. **NeuroImage**, v. 124, p. 977-988, jan. 2016.
- FURL, N. *et al.* Top-Down Control of Visual Responses to Fear by the Amygdala. **Journal of Neuroscience**, v. 33, n. 44, p. 17435-17443, 30 out. 2013.
- FURL, N. *et al.* Network Interactions Explain Sensitivity to Dynamic Faces in the Superior Temporal Sulcus. **Cerebral Cortex (New York, N.Y.: 1991)**, v. 25, n. 9, p. 2876-2882, set. 2015.
- GAZZANIGA, M. S. Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? **Brain**, v. 123, n. 7, p. 1293-1326, 1 jul. 2000.

- GENDRON, M. *et al.* Perceptions of emotion from facial expressions are not culturally universal: evidence from a remote culture. **Emotion (Washington, D.C.)**, v. 14, n. 2, p. 251-262, abr. 2014.
- HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM Editores S. A., 2018.
- HERCULANO-HOUZEL, S. **A vantagem humana: como nosso cérebro se tornou superpoderoso**. São Paulo: Companhia das letras, 2017.
- JACK, R. E. *et al.* Facial expressions of emotion are not culturally universal. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 19, p. 7241-7244, 8 maio 2012.
- JACK, R. E. *et al.* Four not six: Revealing culturally common facial expressions of emotion. **Journal of Experimental Psychology. General**, v. 145, n. 6, p. 708-730, jun. 2016.
- JANSARI, A.; TRANEL, D.; ADOLPHS, R. A valence-specific lateral bias for discriminating emotional facial expressions in free field. **Cognition & Emotion**, v. 14, n. 3, p. 341-353, maio 2000.
- JOHNSTON, P. *et al.* Brain networks subserving the evaluation of static and dynamic facial expressions. **Cortex**, v. 49, n. 9, p. 2462-2472, 1 out. 2013.
- LIANG, Y. *et al.* Decoding facial expressions based on face-selective and motion-sensitive areas. **Human Brain Mapping**, v. 38, n. 6, p. 3113-3125, jun. 2017.
- MARSTALLER, L.; BURIANOVÁ, H.; REUTENS, D. C. Individual differences in structural and functional connectivity predict speed of emotion discrimination. **Cortex**, v. 85, p. 65-74, 1 dez. 2016.
- MEAUX, E.; VUILLEUMIER, P. Facing mixed emotions: Analytic and holistic perception of facial emotion expressions engages separate brain networks. **NeuroImage**, v. 141, p. 154-173, 1 nov. 2016.
- MENDES, B. W. Emotion and autonomic nervous system. Em: BARRET, L. F.; LEWIS, M.; HAVILAND-JONES, J. M. (Eds.). **Handbook of emotions**. New York: Guilford Press, 2016.
- NAJT, P.; BAYER, U.; HAUSMANN, M. Models of hemispheric specialization in facial emotion perception: a reevaluation. **Emotion (Washington, D.C.)**, v. 13, n. 1, p. 159-167, fev. 2013.

- PALOMERO-GALLAGHER, N.; AMUNTS, K. A short review on emotion processing: a lateralized network of neuronal networks. **Brain Structure and Function**, 3 jul. 2021.
- PRETE, G.; TOMMASI, L. Split-brain patients: Visual biases for faces. Em: **Progress in Brain Research**. [s.l.] Elsevier, 2018. v. 238p. 271-291.
- QU, F. *et al.* Dynamic and static angry faces influence time perception differently- Evidence from ERPs. **Frontiers in Neuroscience**, v. 17, p. 1124929, 2023.
- QUARTO, T. *et al.* Association between Ability Emotional Intelligence and Left Insula during Social Judgment of Facial Emotions. **PLoS ONE**, v. 11, n. 2, 2016.
- ROSSION, B.; JACQUES, C. The N170: Understanding the time course of face perception in the human brain. Em: **The Oxford handbook of event-related potential components**. Oxford library of psychology. New York, NY, US: Oxford University Press, 2012. p. 115-141.
- SCHUTTER, D. J. L. G.; HARMON-JONES, E. The corpus callosum: A commissural road to anger and aggression. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 10, p. 2481-2488, dez. 2013.
- SLADKY, R. *et al.* Unsmoothed functional MRI of the human amygdala and bed nucleus of the stria terminalis during processing of emotional faces. **NeuroImage**, v. 168, p. 383-391, mar. 2018.
- SORMAZ, M. *et al.* Modelling the perceptual similarity of facial expressions from image statistics and neural responses. **NeuroImage**, v. 129, p. 64-71, 1 abr. 2016.
- SPRINGER, S. P.; DEUTSCH, G. **Cérebro esquerdo e cérebro direito: perspectivas da neurociência cognitiva**. São Paulo: Santos Editora, 2008.
- SRINIVASAN, R.; GOLOMB, J. D.; MARTINEZ, A. M. A Neural Basis of Facial Action Recognition in Humans. **The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience**, v. 36, n. 16, p. 4434-4442, 20 abr. 2016.
- TANAKA, J. W.; CURRAN, T. A neural basis for expert object recognition. **Psychological Science**, v. 12, n. 1, p. 43-47, jan. 2001.
- TORRO-ALVES, N.; SOUSA, J. P. M. DE; FUKUSIMA, S. S. Assimetrias hemisféricas na percepção de expressões faciais: um estudo com a técnica de campo visual dividido. **Psicologia USP**, v. 22, p. 181-196, 2011.

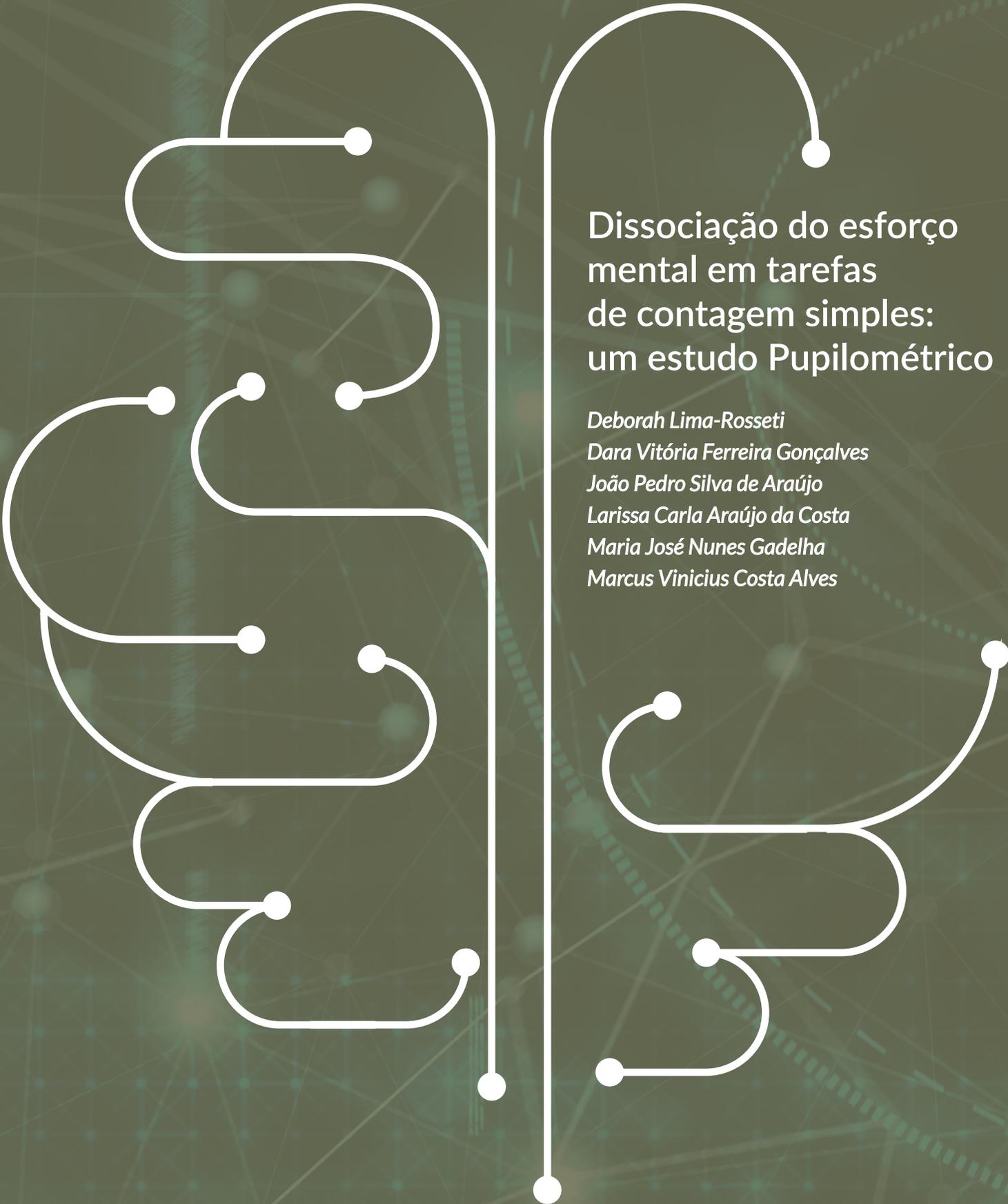
TRAUTMANN, S. A.; FEHR, T.; HERRMANN, M. Emotions in motion: dynamic compared to static facial expressions of disgust and happiness reveal more widespread emotion-specific activations. **Brain Research**, v. 1284, p. 100-115, 11 ago. 2009.

TRAUTMANN-LENGSFELD, S. A. *et al.* The Perception of Dynamic and Static Facial Expressions of Happiness and Disgust Investigated by ERPs and fMRI Constrained Source Analysis. **PLoS ONE**, v. 8, n. 6, p. e66997, 20 jun. 2013.

VAN BELLE, G. *et al.* Face inversion impairs holistic perception: Evidence from gaze-contingent stimulation. **Journal of Vision**, v. 10, n. 5, p. 10, 7 maio 2010.

YAN, X.; ANDREWS, T. J.; YOUNG, A. W. Cultural similarities and differences in perceiving and recognizing facial expressions of basic emotions. **Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance**, v. 42, n. 3, p. 423-440, mar. 2016.

ZHANG, H. *et al.* Face-selective regions differ in their ability to classify facial expressions. **NeuroImage**, v. 130, p. 77-90, 15 abr. 2016.



Dissociação do esforço mental em tarefas de contagem simples: um estudo Pupílómetrico

Deborah Lima-Rosseti

Dara Vitória Ferreira Gonçalves

João Pedro Silva de Araújo

Larissa Carla Araújo da Costa

Maria José Nunes Gadelha

Marcus Vinicius Costa Alves

Esforço Mental caracteriza-se pelo uso de recursos cognitivos por um indivíduo durante uma tarefa, afetando o processamento de informações tanto em velocidade, quanto em efetividade (Alves, 2018). Além disso, relaciona-se intimamente a aspectos como atenção e motivação, sendo modulado pela dificuldade característica da tarefa (Kahneman, 1973). Segundo a Teoria do Processamento Dual de Informações, as informações são processadas por dois diferentes tipos de sistema, que exigem usos distintos da capacidade de recursos cognitivos, sendo eles o Sistema de Processamento Automático e o Sistema de Processamento Controlado (Schneider; Shiffrin, 1977).

No primeiro, as informações são processadas de forma rápida, inconsciente e com o uso mínimo de recursos atencionais, conseqüentemente demandando menor Esforço Mental (Schneider; Shiffrin, 1977; Querino *et al.*, 2015). Um exemplo de tarefa com pouca demanda cognitiva é a simples tarefa de contar de um a dez (Garcia-Larrea; Cézanne-Bert, 1998). Tendo em vista que a Contagem possui uma lógica preestabelecida e já aprendida pelos indivíduos, está se torna rapidamente automática, não necessitando de controle para sua realização, sendo então pouco dependente de recursos atencionais. Com isso, há pouco

esforço. Em estudos recentes, observou-se que esse tipo de tarefa pode ser considerado tão pouco demandante cognitivamente quanto não realizar tarefa alguma (Alves, 2013; Alves *et al.*, 2020).

Por outro lado, o processamento controlado demanda Esforço Mental em tarefas comumente mais complexas e demandantes de recursos atencionais, com processamento mais lento (Schneider; Shiffrin, 1977; Querino *et al.*, 2015). A tarefa de Geração Aleatória de Números (GAN), é um exemplo de tarefa desse sistema e consiste em pedir aos participantes que ditem sequências de números da forma mais aleatória possível. Para gerar números aleatórios é necessário o uso de recursos atencionais, inibitórios e estratégicos para impedir que seja dita qualquer sequência preestabelecida, como por exemplo, sequências crescentes, decrescentes, números pares ou ímpares (Towse; Neil, 1998; Jahanshahi *et al.*, 2006). Os resultados dessa tarefa são correlatos a índices de

funções executivas, como inibição e atualização.

As funções executivas são um conjunto de processos cognitivos que agem para regular e moldar o comportamento, relacionadas com a área pré-frontal do cérebro (Goldstein *et al.*, 2014). Exemplos de funções executivas são a inibição seletiva do comportamento, flexibilidade cognitiva, memória operacional, alternância dentre outras. A partir disso, são criados aspectos como raciocínio, planejamento, estratégia e resolução de problemas (Diamond, 2020). Essas funções estão intimamente relacionadas à realização de tarefas controladas e são vistas como um conjunto que contribui para a eficiência na vida diária

Neste trabalho, será dado foco especial a dois processos distintos componentes das funções executivas citados anteriormente: a inibição e a atualização (da memória operacional). A inibição é caracterizada pela capacidade do indivíduo de contro-

lar ações quando essas são inadequadas, enquanto a atualização envolve a habilidade de avaliar informações recebidas, revisando a memória operacional, optando assim por excluir e/ou incorporar informações relevantes (Fisk; Sharp, 2004).

Contudo, recentemente a dicotomia entre tarefas automáticas e controladas vem sendo questionada. Diferentes autores atentam para a possibilidade desse processamento se caracterizar como um *continuum*, visto que resultados recentes demonstram padrões dinâmicos de alocação de recursos durante as tarefas (Fields; Glazebrook, 2020; Jacoby; Lindsay; Hessels, 2003; Xie *et al.*, 2020). Como exemplo, Teng *et al.* (2019) utilizam o registro da dilatação da pupila de participantes para discutir a influência do ritmo de tarefas nessa alocação de recursos, apresentando resultados que corroboram com a hipótese de que características da tarefa e o seu tempo de duração são determinantes para que o cérebro possa alocar recursos de

maneira estratégica e, com isso, haja modulação de esforço mental durante a tarefa.

A dilatação pupilar é uma medida fisiológica amplamente utilizada para a mensuração do esforço mental em uma tarefa, apresentando oscilações proporcionais a ele, isto é, quanto maior for o Esforço Mental do indivíduo em uma determinada tarefa, maior também será a dilatação de sua pupila (Hess; Polt, 1964; Andreassi, 2000; Beatty; Luccero-Wagner, 2000; Kahneman; Peavler, 1969; Bourisly, 2015). O presente estudo visou entender o quanto manipulações de tarefas previamente automáticas poderiam estar relacionadas às funções executivas e ao uso de recursos cognitivos dos indivíduos. Para isso, foram utilizados dados pupilométricos durante a tarefa de Contagem com bipes contínuos e intermitentes para mensuração de Esforço Mental, e estes foram correlacionados aos resultados comportamentais das tarefas de GAN (Charchat-Fichman; Oliveira, 2009).

Além disso, foi aplicado nos participantes a Escala NASA TLX como medida de Esforço Mental e Performance. O presente estudo também visou testar a hipótese de Alves (2013, 2018) de que a manipulação experimental de incluir bipes intermitentes em uma tarefa altamente automatizada (i.e. Contagem de 1 a 9), apresentaria uma modulação de recursos cognitivos durante a tarefa, processo este que estaria relacionado às funções executivas.

MÉTODO

O estudo contou com um grupo de 40 participantes adultos, sendo utilizados os dados de 34 participantes devido a perdas nos registros pupilométricos, caracterizados por uma faixa etária de 23,12 ($\pm 3,39$) e escolaridade em anos de 18,26 ($\pm 3,03$), além de serem em sua maioria (67,6%) do sexo feminino. Os participantes eram falantes nativos do português e os critérios de exclusão foram o uso de dro-

gas oftalmológicas e/ou apresentação de sintomas oftalmoplégicos, devido ao efeito destes no registro de dados pupilométricos. O projeto foi aprovado pelo comitê de Ética do Hospital São Paulo e da Universidade Federal de São Paulo.

Equipamentos e instrumentos

Tobii T120 Eye-Tracker: Para o registro dos dados pupilométricos foi utilizado o aparelho Tobii T120 *eye-tracker*, desenvolvido pela Tobii Technology (Danderyd, Suécia), com as seguintes especificações técnicas; monitor com tela plana de 17 polegadas; mensuração de dados em 120 Hz; acurácia de 0,5 graus; 30 x 22 x 30 cm; registro binocular; liberdade para movimentos de cabeça e compensação automática de claridade.

Para a análise estatística, os dados obtidos foram submetidos a um tratamento no qual houve exclusão de qualquer registro em que o sistema acusou não ter conseguido gravar cor-

retamente a pupila do participante em mais de 30% do tempo de registro. A dilatação da pupila em cada condição (DPupil) foi obtida com o cálculo da média do diâmetro da pupila na condição experimental (MPC) subtraída pela média do diâmetro do registro basal (MPB) que aconteceu antes de todo o experimento: $MPC - MPB = DPupil$. A análise da dilatação da pupila se deu pela média, pois analisar apenas o auge da dilatação torna os dados mais suscetíveis a ruídos intervenientes (Goldinger & Papesh, 2012; Klingner, Tversky & Hanrahan, 2011).

Contagem (Garcia-Larrea & Cézanne-Bert, 1998): foram utilizadas Contagens com bipes contínuos e intermitentes, tendo em vista que contar, apesar de ser uma tarefa com uma lógica pré-definida e altamente treinada, tornou-se mais demandante em estudos anteriores (Alves, 2013; Alves *et al* 2020) com a inclusão de um bipe intermitente que devia ser ignorado. Na Contagem Contínua o participante contava de 1 a 9 em

sequência, com um espaço de tempo de um segundo orientado por um metrônomo, sendo um número por bipe (CC 1/1s). A mesma tarefa foi realizada com bipes intermitentes, em que a orientação fornecida era a de gerar um número por bipe-alvo e desconsiderar os demais. Os tempos para essa tarefa foram de uma contagem a cada um segundo com um bipe intermitente (CIa 1/1s) e uma contagem a cada um segundo com dois bipes intermitentes (CIb1/1s) (Garcia-Larrea & Cézanne-Bert, 1998; Alves, 2013; 2018). Foi utilizado um metrônomo digital para orientação dos participantes quanto ao intervalo de tempo para a execução de cada tarefa. Esse equipamento é responsável pela emissão dos bipes que norteiam os participantes nas tarefas de contagem e na geração aleatória de números.

Geração Aleatória de Números (GAN [Towse; Neil, 1998; Jahanshahi *et al.*, 2006]): Na GAN o participante é orientado a gerar números entre 1 e 9 de forma aleatória, evitando ge-

rar sequências preestabelecidas. Foi solicitado a cada participante que gerasse 100 números acompanhando o metrônomo com um bipe por segundo. Dentre os índices gerados por esse instrumento, utilizaram-se os seguintes indicadores como relacionados a inibição: RNG Evans, caracterizado pelo padrão de emissões de duas respostas (aponta a frequência em que dois números aparecem juntos); TPI, relativo à quebra de sequências (apresenta a quantidade de pontos em que se interrompeu uma sequência); *Adjacency*, índice com a frequência de sequências em ordem ascendente ou descendente e *Runs*, que demonstra aleatoriedade e variabilidade no conjunto de respostas. Para atualização foram utilizados: *Redundancy index*, que indica o valor percentual de redundância. Um valor 100% nesse índice revela que apenas um número foi utilizado, sendo um menor valor o indicativo de uma não redundância de respostas. O *Mean repetition gap*, por sua vez, mede o

índice de intervalos em que o mesmo número aparece e, por fim, o *Coupon* indica o número médio de respostas produzidas antes que todas as alternativas de respostas sejam dadas (Audiffren; Tomporowski; Zagrodnik, 2009; Towse; Neil, 1998; Miyake *et al.*, 2000).

Escala NASA TLX - *Task Load Index* (NASA-TLX, Hart e Staveland, 1988): Escala que utiliza seis dimensões para avaliação subjetiva do Esforço Mental da tarefa, sendo elas: desempenho, esforço mental, frustração, demanda da tarefa, demanda física e demanda temporal. Esse instrumento depende da capacidade do indivíduo de se autoavaliar nessas seis dimensões e os participantes utilizavam de 0 (zero) a 20 pontos (0 = muito baixo; 20 = muito alto) para avaliar sua percepção sobre cada tarefa de contagem. Os escores são os pontos indicados relativos a cada dimensão.

Procedimento

Os participantes a princípio foram orientados a ler e conceder a sua autorização para o uso de seus resultados para fins acadêmicos através do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Após essa etapa, foi realizado o preenchimento do questionário de saúde que investigava aspectos relevantes ao controle dos resultados, como o uso de colírios, presença de sintomas depressivos ou de ansiedade e consumo de medicamentos e/ou álcool nas 24 horas anteriores ao experimento.

Para a coleta dos dados pupilométricos, os participantes sentavam-se confortavelmente à frente do *eye-tracker* a aproximadamente 65 cm de distância da tela e uma calibragem individual era realizada. A tela do aparelho permanecia preta durante o experimento, com um pequeno ponto de fixação em cruz no centro para onde o participante era instruído a olhar durante o intervalo em que esteve rea-

lizando as tarefas propostas. Em seguida, foram dadas todas as orientações para as tarefas, explicando cada uma delas e como deveriam ser executadas. Após as contagens, os participantes eram orientados a preencher a escalas NASA-TLX, uma para cada condição, a fim de avaliar a dimensão subjetiva do Esforço Mental percebido das tarefas. Na segunda parte do experimento, os participantes realizaram as tarefas comportamentais para coleta dos índices de controle inibitório e o preenchimento das escalas de ansiedade e controle e supressão de pensamentos.

O design experimental foi automatizado através da plataforma *Tobii Studio*, que otimiza o procedimento de coleta e minimiza vieses de pesquisa. Através dessa plataforma, foi criada a estrutura das tarefas de Contagem. Cada participante tinha contato com uma sequência de telas por *trial*, sendo elas: 1) Uma tela inicial com os dizeres “Quando estiver pronto(a) para iniciar a tarefa clique com o *mouse*”, que por suas caracte-

rísticas não possui tempo definido; 2) Após o clique o participante visualiza uma tela com a identificação da tarefa que deve realizar (i.e. “Contagem Contínua”, “Contagem com um bipe intermitente” ou “Contagem com dois bipes intermitentes”). Essa tela tem tempo de duração de 1000ms; 3) Tela de registro da *baseline* com duração de 1 segundo (1000ms; sem som); e finalmente 4): Tela da tarefa com trinta segundos para cada condição. O procedimento se repetia até o final da fase inicial do experimento.

Para garantir a apresentação pseudoaleatória conforme proposto, foram contrabalanceados 4 grupos de ordem da apresentação das tarefas, a fim de evitar repetições na apresentação. Em cada grupo contrabalanceado havia seis blocos de três repetições de cada condição de Contagem, isto é, em cada grupo o participante realizou seis vezes as tarefas de Contagem Contínua (CCO), Contagem Intermitente A (CIa) e Contagem Intermitente B (CIb) em blocos de três que não

permitiam a repetição de tarefas por blocos (a saber, 3 x 3 x 3 x 3 x 3 x 3). No total, cada participante realizou 18 tarefas de Contagem com o mínimo de repetição seguidas destas tarefas.

RESULTADOS

As análises descritivas foram compostas de tabelas contendo médias e desvios padrões, bem como gráficos e erros padrões. Para as análises estatísticas inferenciais foi utilizado o programa STATISTICA 12.0. ANOVAS de Medidas Repetidas foram realizadas em função da necessidade das variáveis do estudo para todo o experimento. Todas as vezes em que o teste de Esfericidade foi violado para as ANOVAs de Medidas Repetidas a correção Greenhouse-Geisser foi utilizada. as ANOVA se seguiram de testes post-hoc com a correção de Bonferroni para identificar a diferença entre as condições. O nível de significância para a diferença entre as condições foi de $\leq 0,05$. Para as análises

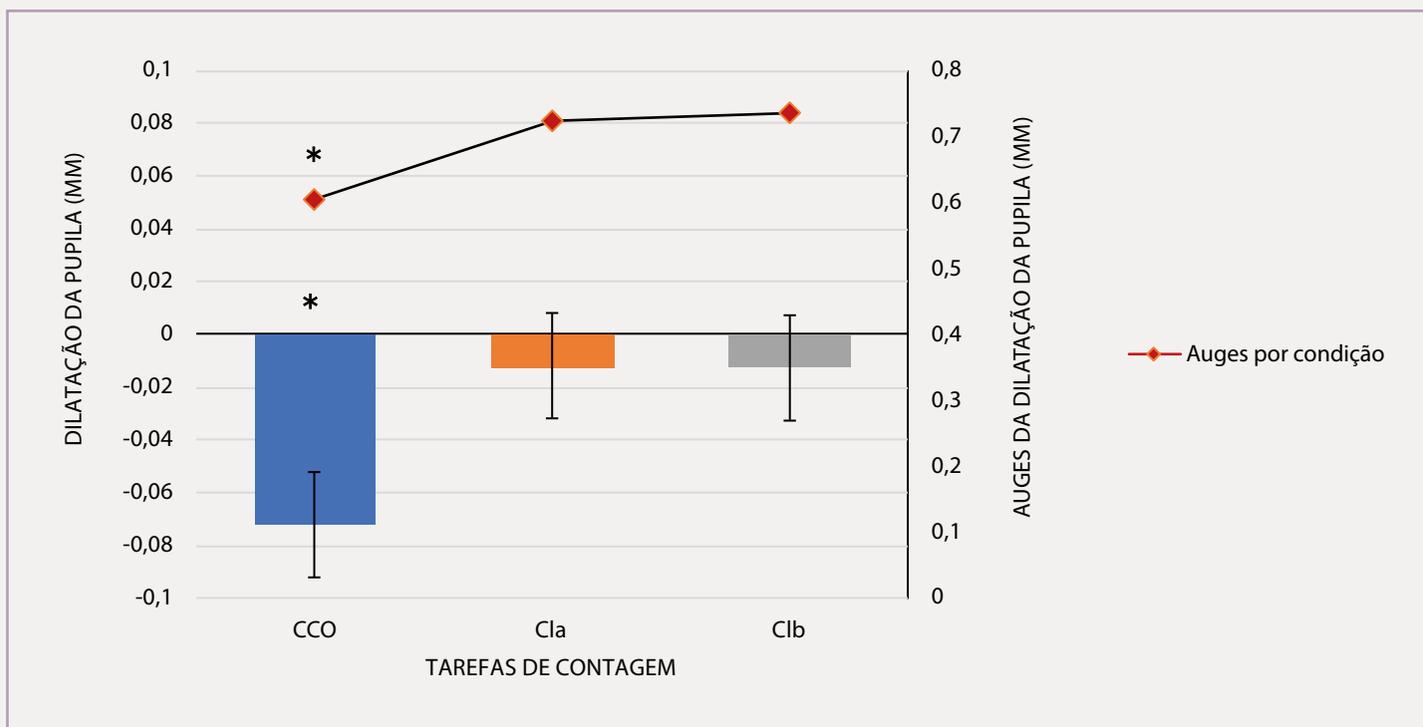
das correlações de Pearson, realizadas nesse estudo, foram considerados os seguintes valores: 0.3 a 0.5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca; 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada e; 0.7 a 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.

Com base nos critérios para o tratamento dos dados pupilométricos, 6 participantes foram excluídos, um deles em virtude de perdas superiores a 30% nos registros durante as tarefas e cinco por perdas nos registros das *baselines* durante o experimento. Além disso, nos dados de dilatação média da pupila os valores apresentados são os deltas, encontrados considerando a *baseline* e a dilatação da pupila durante a tarefa.

Foi encontrado efeito significativo entre as dilatações das pupilas médias nas condições ($F(2, .66) = 9,872, p = ,000$). A condição CCO teve médias menores de dilatação da pupila em relação a CIa (média CCO = $-,072$; média CIa = $-,012 \pm$

$,025; p = ,005$), e também apresentou diferença em relação a CIb (média CCO = $-,072$; média CIb = $-,012 \pm ,027; p = ,001$). As demais condições (CIa e CIb) não apresentam diferenças entre si. Nos auges de dilatação da pupila também foram encontradas diferenças ($F(1,459, 48,135) = 12,487, p = ,0001$). O auge (*peak*) registrado na condição CCO foi menor que os registrados em CIa (média CCO = $,605$; média CIa = $,725 \pm ,037; p = 0001$) e também em relação a CIb (média CCO = $,605$; média CIb = $,735 \pm ,042; p = 0001$). As demais condições, CIa e CIb, não apresentam diferenças entre si em relação aos auges registrados (Figura 1).

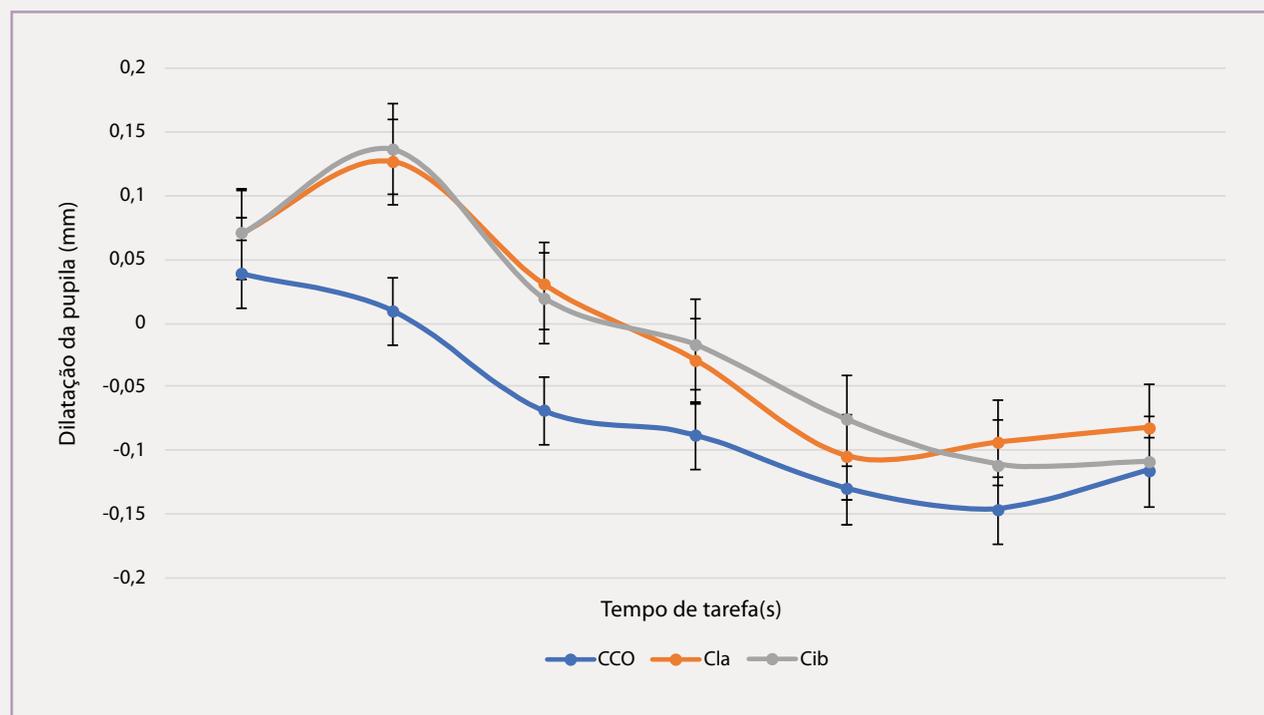
Figura 1 – Dilatação média da pupila durante a realização das tarefas de Contagem Contínua (CCO), Contagem Intermitente A (Cla) e Contagem Intermitente B (Clb).
 Em CCO há índices menores de dilatação do que nas tarefas Cla e Clb, que não apresentam diferenças estatísticas entre si, o mesmo se observa nos auges registrados. Os auges apresentam-se como um eixo secundário nessa figura



Fonte: Produção do próprio autor

Nas análises realizadas por ponto de interesse foram encontradas diferenças estatísticas no segundo 5 ($F(2, 66) = 17,440, p = ,0001$), sendo CCO menor que CIa (média CCO = ,010; média CIa = ,126 \pm ,025; $p = 0001$) e menor que CIb (média CCO = ,010; média CIb = ,137 \pm ,028; $p = 0001$). Aos 10 segundos de tarefa também foram observados efeitos significativos ($F(2, 66) = 14,855, p = ,0001$), sendo a condição CCO menor que CIa (média CCO = -,069; média CIa = ,030 \pm ,033; $p = 0001$) e menor em relação a CIb (média CCO = -,069; média CIb = ,019 \pm ,032; $p = 0001$). Assim, aos 15 segundos de tarefa também foram encontradas diferenças ($F(2, 66) = 4,570, p = ,0001$), sendo CCO menor que CIb (média CCO = -,089; média CIb = -0,17 \pm ,031; $p = ,015$). Não foram encontradas diferenças entre as condições nos segundos 0, 20, 25 e 30 da tarefa. Assim como as condições CIa e CIb, não apresentam diferenças entre si em nenhum dos pontos investigados (Figura 2).

Figura 2 - Dilatação da pupila durante a realização das tarefas de Contagem Contínua (CCO), Contagem Intermitente A (Cla) e Contagem Intermitente B (Cib). O Erro Padrão está representado pelas barras; o * representa diferença estatística significativa de CCO e as demais condições; enquanto # representa diferenças estatística significativa entre CCO e Cib



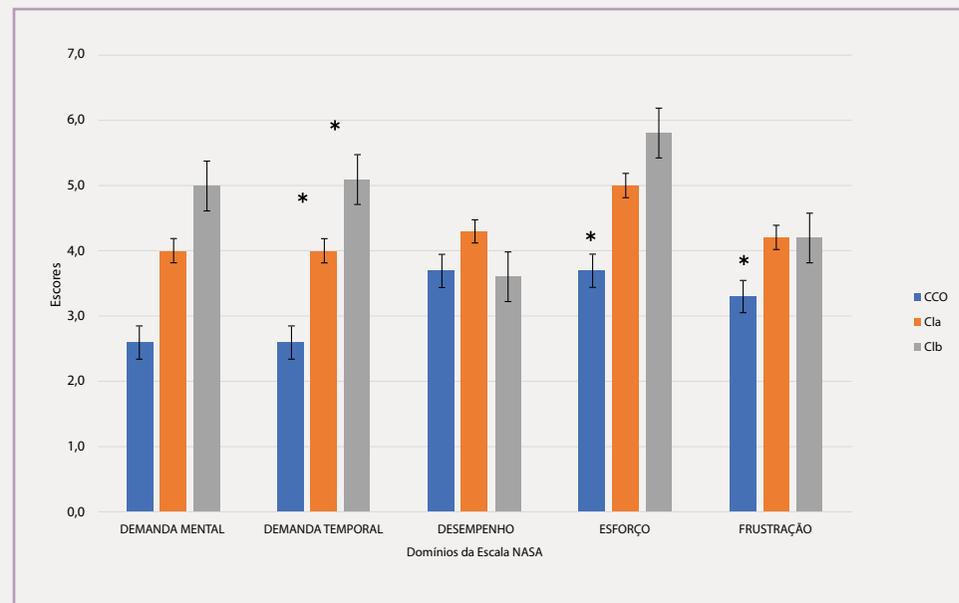
Fonte: Produção do próprio autor

Nos valores atribuídos a cada dimensão da escala NASA foram encontrados efeitos significativos na demanda mental ($F(2, 66) = 17,942, p = ,0001$) sendo CCO menor que CIa (média CCO = 2,618; média CIa = $4,279 \pm ,404$; $p = ,002$), e também menor que CIb (média CCO = 2,618; média CIb = $5,059 \pm ,462$; $p = 0001$). Não havendo diferença estatística entre as condições de CIa e CIb nesse domínio. Referente à dimensão de demanda temporal percebida entre as tarefas, também foram encontradas diferenças estatísticas ($F(2, 66) = 26,972, p = ,0001$) onde CCO é menor que CIa (média CCO = 2,588; média CIa = $4,309 \pm ,413$; $p = ,0001$) e menor que CIb (média CCO = 2,588; média CIb = $5,162 \pm ,461$; $p = ,0001$), sendo CIa menor que CIb (média CIa = 4,309; média CIb = $5,162 \pm ,461$; $p = ,016$).

Na dimensão de Esforço nas tarefas efeitos significativos foram encontrados ($F(2, 66) = 16,573, p = ,0001$), sendo CCO menor que CIa (média CCO = 3,765; média CIa = $5,191 \pm ,431$; $p = ,003$) e menor que CIb (média CCO = 3,765; média CIb = $5,721 \pm ,459$; $p = ,0001$). Não havendo diferença estatística entre as condições de CIa e CIb nesse domínio.

Na dimensão Frustração da escala foram encontradas diferenças estatísticas ($F(2, 66) = 7,802, p = ,001$) em que CCO é menor que CIa (média CCO = 2,676; média CIa = $3,809 \pm ,457$; $p = ,010$) e menor que CIb (média CCO = 2,676; média CIb = $3,809 \pm ,445$; $p = ,006$). Não havendo diferença estatística entre as condições de CIa e CIb nesse domínio. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as condições no domínio de desempenho da escala (Figura 3).

Figura 3 – Nas dimensões de Demanda Mental e Esforço, a CCO foi classificada como menos demandante, não havendo diferença entre as condições com bipes intermitentes. Quanto a demanda temporal, CCO foi classificada como menos demandante que Cla, que por sua vez demonstra-se menos demandante que Cib (CCO<Cla<Cib)



Fonte: Produção do próprio autor

Nas análises de correlação foram encontradas correlações fracas entre CCO e o índice Evans ($p = .430$, $P = .011$), CCO e *ascending* ($p = .357$, $P = .002$), CCO e TPI ($p = -.454$, $P = .007$), Cla e o índice Evans ($p = .360$, $P = .037$), Cla e NS ($p = .382$, $P = .026$), Cla e *Runs* ($p = .369$, $P = .032$), Cla e *RNG two* ($p = .475$, $P = .004$), Cib e NS ($p = .388$, $P = .023$), Cib e *Runs* ($p = .381$, $P = .026$), Cib e *RNG two* ($p = .402$, $P = .019$). Correlações moderadas foram encontradas entre CCO e NS ($p = .503$, $P = .002$), CCO e *Runs* ($p = .554$, $P = .001$) e CCO e *RNG two* ($p = .516$, $P = .002$) (tabela 1). Não houve correlações entre as dilatações médias das pupilas e escalas NASA e o paradigma *STROOP*.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através dos dados pupilométricos corroboram com o apresentado na literatura, demonstrando que esta é uma medida fisiológica eficiente para medir o Esforço Mental empregado em uma tarefa (Beatty, 1982; Beatty; Lucero-Wagoner, 2000). Em relação às tarefas de Contagem, foram obtidos resultados condizentes com a literatura, evidenciando que estas podem ser utilizadas como tarefa controle melhor que não realizar nada, visto que são exemplos de tarefas automatizadas e com pouco uso de recurso cognitivo (Alves, 2013; 2018). Ainda assim, as análises estatísticas apontam que há diferença entre as condições de Contagem Contínua e as Contagens com a inserção de um bipe intermediário, sendo essas últimas mais demandantes cognitivamente, por serem tarefas mais complexas e com maior uso de recursos atencionais. Resultados semelhantes foram encontrados nos auges da dilatação da pupila em cada condição.

Os resultados das pupilas revelaram diferença entre CCO e as demais condições nos pontos de interesse aos 5 segundos e aos 10 segundos de tarefa, indicando que as tarefas com bipes intermitentes são mais demandantes no início da sua realização, inclusive com CIb sendo mais demandante por mais tempo, com diferença estatística da condição CCO aos 15 segundos de tarefa. Isso revela que o uso de recursos empregados para a realização das tarefas pode estar relacionado à adaptação das pessoas às condições da tarefa. Inicialmente nossa hipótese era de que isto estaria se relacionando com a inibição, porém os resultados da escala subjetiva de Esforço Mental (NASA-TLX; Hart; Staveland, 1988) revelam que a diferença subjetiva dos participantes para a realização destas tarefas (CIa e CIb) está relacionada não com o esforço mental empregado, mas sim com a demanda temporal, isto é, com a atividade imposta pela tarefa de acompanhar os tempos dos bipes. Com isto, apesar de ainda ser

uma demanda executiva que faz com que a carga de esforço mental seja maior nestes casos, talvez esta demanda temporal – relacionada com inibição e atualização – seja mais importante para compreender o aumento de recursos cognitivos requeridos pelas tarefas intermitentes.

Para os resultados das correlações entre as dilatações médias da pupila, as dimensões da escala NASA e o RNG, utilizamos as categorias de funções executivas utilizadas por Audiffren, Tomporowski e Zagrodnik (2009), Towse e Neil (1998), Miyake *et al.* (2000) para classificar os índices de RNG. Assim, as medidas RNG Evans, TPI, *Adjacency*, *Runs score* são índices relacionados com inibição, enquanto *Redundancy index*, *Mean repetition gap* e *Coupon score* com atualização.

O índice RNG Evans apresentou correlação positiva com a dilatação média da pupila na CCO, indicando que quão pior os participantes se desempenhavam nessa medida mais Esforço Mental empregavam na CCO.

Outro dado encontrado em relação a esse índice refere-se à correlação positiva entre ele e a demanda temporal em CIa e CIb, estando também relacionado a frustração na tarefa CIb. O que indica que os participantes tinham dificuldade em cumprir a demanda temporal das tarefas. Além disso, está relacionado a frustração na tarefa com maior quantidade de bipes (CIb).

O índice de Redundância (R) apresentou correlação positiva com a demanda mental descrita em CIa, além de correlacionar-se positivamente com os índices de esforço e frustração em CIa e CIb. Isso indica que os participantes com mais dificuldade na função atualizadora de respostas percebem as tarefas com bipes intermitentes como mais demandantes mentalmente, precisando de mais esforço e acarretando mais frustração.

A frustração na tarefa de Contagem com bipes intermitentes (CIa) também encontra correlações posi-

tivas com os índices de Coupon e o NS (*Guttman's Null-Score Quotient*) ambas relacionadas também com a função de atualização (Audiffren; Tomporovski; Zagrodnik, 2009; Towse; Neil, 1998). A medida *Ascending* está relacionada à função inibitória (Audiffren; Tomporovski; Zagrodnik, 2009), e encontrou correlação positiva com a demanda mental em CCO e os índices de frustração na realização das tarefas CIa e CIb. A condição CCO parece estar relacionada com a função inibitória, enquanto as condições CIa e CIb relacionam-se com mais frequência às medidas referentes à função de atualização.

O objetivo do presente trabalho foi investigar e mensurar o esforço mental empreendido em tarefas pouco demandantes e tarefas mais demandantes após manipulação experimental. Para tal, utilizaram-se dados pupilométricos como medida fisiológica do esforço realizado e escalas subjetivas. Foram conduzidas análises de correlação a partir dos

índices de funções executivas e dos dados pupilométricos com o propósito de averiguar potenciais impactos do controle inibitório no aumento da demanda cognitiva dessas tarefas. Os resultados encontrados revelaram que a demanda temporal das tarefas com bipes intermitentes pode ter exercido a maior influência para torná-las mais demandantes cognitivamente, provavelmente em virtude de sua exigência quanto à execução das tarefas, principalmente no início delas. Sendo assim, a demanda temporal e manutenção do ritmo parecem ser os fatores fundamentais para o aumento da demanda em tarefas de contagem simples e para a modulação do uso de recursos durante tarefas de Contagem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Marcus Vinicius Costa. **Interferência retroativa de diferentes demandas cognitivas na consolidação da memória**. 2013. Dissertação de Mestrado em Ciências, Departamento de Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, SP, 2013.
- ALVES, Marcus Vinicius Costa; MODESTO, João Gabriel; LIMA-ROSSETTI, Deborah; LANINI, Juliana; BUENO, Orlando F. A. As dimensões da carga cognitiva e o esforço mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, v. 4, n. 01, p. 2-16, 2017.
- ALVES, Marcus Vinicius Costa. **Esforço mental e suscetibilidade à interferência na recuperação da memória episódica**. Tese de Doutorado em Ciências, Programa de Pós-graduação em Psicobiologia, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, SP, 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.14781.79847.
- ALVES, Marcus Vinicius; TASSINI, Susanny; AEDO-JURY, Felipe; BUENO, Orlando F.A.. Cognitive Processing dissociation by mental effort manipulation in long demanding tasks. **BioRxiv**, p. 1-29, Apr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.04.25.060814>. Disponível em: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.04.25.060814v1.abstract>. Acesso em: 19 mar. 2024.
- ANDREASSI, J. L. Electrodermal activity (EDA) and behavior. *In*: ANDREASSI, J. L. **Psychophysiology: Human behavior & physiological response**, 4th ed. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Association, 2000. p. 191-202.
- AUDIFFREN, Michel; TOMPOROWSKI, Phillip D.; ZAGRODNIK, James. Acute aerobic exercise and information processing: modulation of executive control in a Random Number Generation task. **Acta psychologica**, v. 132, n. 1, p. 85-95, July 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.06.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691809000894>. Acesso em: 19 mar. 2024.
- BEATTY, Jackson. Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. **Psychological bulletin**, Los Angeles, v. 91, n. 2, p. 276-292, 1982.
- BEATTY, Jackson; LUCCERO-WAGONER, Brennis. The Pupillary System. *In*: CACIOPPO, John T.; TASSINARY, Louis G.; BERNTSON, Gary G. (Eds). **Handbook of**

Psychophysiology. 2. ed. USA: Cambridge University Press, 2000, p. 142-161. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/9781107415782>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BOURISLY, Ali K. Pupil response diameter is modulated as a function of cognitive load during mental addition: A psychophysiological protocol and study. **Journal of Advanced Neuroscience Research**, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2015.

CHARCHAT-FICHMAN, Helenice; OLIVEIRA, Rosinda Martins. Performance of 119 Brazilian children on Stroop paradigm: Victoria version. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**. Rio de Janeiro, v. 67, n. 2-B, p. 445-449, June 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000300014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/anp/a/7frPvtvF6FqZBcp5qCd8mSP/?lang=en>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DEBUE, Nicolas; VAN DE LEEMPUT, Cécile. What does germane load mean? An empirical contribution to the cognitive load theory. **Frontiers in psychology**, v. 5, n. 1, p. 1-12, Sep. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01099>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2014.01099/full>. Acesso em: 19 mar. 2024.

DIAMOND, Adele; LING, Daphne S. Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. In: NOVICK, Jared M. *et al.* (Eds.). **Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development**. USA: Oxford University Press, 2020, p. 143–431. DOI: <https://doi.org/10.1093/oso/9780199974467.003.0008>. Disponível em: <https://academic.oup.com/book/36701/chapter-abstract/321757010?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 19 mar. 2024.

FISK, John E.; SHARP, Charles A. Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting, and access. **Journal of clinical and experimental neuropsychology**, v. 26, n. 7, p. 874-890, Nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/13803390490510680>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13803390490510680>. Acesso em: 19 mar. 2024.

FIELDS, Chris; GLAZEBROOK, James F. Information flow in context-dependent hierarchical Bayesian inference. **Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence**, v. 34, n. 1, p. 111-142, Oct. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/0952813X.2020.1836034>. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0952813X.2020.1836034?casa_token=HnwBsaJrtTkAAAAA%3AclT2e

FJYA4n30PBzJoGLArNrhNCCc-m2qO6NZ3wOZ7hW_1FjhKrTNEVzv4e5laZHQug1nR3mghkM9d78. Acesso em: 19 mar. 2024.

GARCÍA-LARREA, Luis; CÉZANNE-BERT, Guillaume. P3, positive slow wave and working memory load: a study on the functional correlates of slow wave activity. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section**, v. 108, n. 3, p. 260-273, apr. 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-5597\(97\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0168-5597(97)00085-3).

GOLDINGER, Stephen D.; PAPESH, Megan H. Pupil dilation reflects the creation and retrieval of memories. **Current directions in psychological science**, v. 21, n. 2, p. 90-95, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963721412436811>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0963721412436811>. Acesso em: 19 de mar. 2024.

GOLDSTEIN, Sam.; NAGLIERI, Jack A.; PRINCIOTTA, Dana; OTERO, Tulio M. Introduction: a history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. In: GOLDSTEIN, Sam.; NAGLIERI, Jack A. (eds.). **Handbook of executive functioning**. New York: Springer, 2014.

HART, Sandra G.; STAVELAND, Lowell E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. **Advances in psychology**, v. 52, p. 139-183, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166411508623869>. Acesso em: 19 mar. 2024.

HESS, Eckhard H.; POLT, James M. Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. **Science**, v. 143, n. 3611, p. 1190-1192, Mar. 1964. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.143.3611.1190>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.143.3611.1190>. Acesso em: 19 mar. 2024.

JAHANSHAH, Marjan; SALEEM, T.; HO, Aileen K.; DIRNBERGER, Georg; FULLER, R. Random number generation as an index of controlled processing. **Neuropsychology**, v. 20, n. 4, p. 391, July 2006. DOI: [10.1037/0894-4105.20.4.391](https://doi.org/10.1037/0894-4105.20.4.391). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16846257/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

JACOBY, Larry L.; LINDSAY, D. Stephen; HESSELS, Sandra. Item-specific control of automatic processes: Stroop process dissociations. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 10, n. 3, p. 638-644, Sep. 2003. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03196526>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03196526>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KAHNEMAN, Daniel. **Attention and effort**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1973. ISBN 0-13-050518-8.

KAHNEMAN, Daniel; PEAVLER, W. Scott. Incentive effects and pupillary changes in association learning. **Journal of experimental psychology**, v. 79, n. 2, p. 312-318, 1969. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0026912>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1969-07716-001>. Acesso em: 19 mar. 2024.

KLINGNER, Jeff; TVERSKY, Barbara; HANRAHAN, Pat. Effects of visual and verbal presentation on cognitive load in vigilance, memory, and arithmetic tasks. **Psychophysiology**, v. 48, n. 3, p. 323-332, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01069.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8986.2010.01069.x>. Acesso em 19 de mar. 2024.

MIYAKE, Akira; FRIEDMAN, Naomi P.; EMERSON, Michael J.; WITZKI, Alexander H.; HOWERTER, Amy.; WAGER, Tor. D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. **Cognitive psychology**, v. 41, n. 1, p. 49-100, Aug. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001002859990734X>. Acesso em: 19 mar. 2024 .

QUERINO, Emanuel; SANTOS, Lafaiete; GINANI, Giuliano; NICOLAU, Eduardo; MIRANDA, Débora; ROMANO-SILVA, Marco; MALLOY-DINIZ, Leandro. Cognitive effort and pupil dilation in controlled and automatic processes. **Translational Neuroscience**, v. 6, n. 1, p. 168-173, Sep. 2015. DOI: doi:10.1515/tnsci-2015-0017. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/tnsci-2015-0017/html>. Acesso em: 19 mar. 2024 .

SCHNEIDER, Walter; SHIFFRIN, Richard M. Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. **Psychological review**, v. 84, n. 1, p. 1-66, 1977. DOI: <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.84.1.1>. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/1977-20305-001>. Acesso em: 19 mar. 2024 .

TENG, James; MASSAR, Stijin, A. A.; TANDI, Jessica; LIM, Julian. Pace yourself: Neural activation and connectivity changes over time vary by task type and pacing. **Brain and Cognition**, v. 137, p. 1-11, Jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j>.

[bandc.2019.103629](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262619300107). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278262619300107>. Acesso em: 19 mar. 2024.

TOWSE, John N.; NEIL, Derek. Analyzing human random generation behavior: A review of methods used and a computer program for describing performance. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 30, n. 4, p. 583-591, Dec. 1998. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03209475>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03209475>. Acesso em: 19 mar. 2024.

XIE, Liufang; CAO, Bihua; LI, Zixia; LI, Fuhong. Neural dynamics of cognitive control in various types of incongruence. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 14, p. 214, June 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00214>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.00214/full>. Acesso em: 19 mar. 2024.



Atividade Física e Natureza: Antídotos para a ansiedade?

Thiago Siqueira Paiva de Souza

Ana Beatriz Oliveira da Fonsêca

Lucas Vitorino da Silva

Sabrina Michaelly Alves dos Santos Oliveira

Na sociedade atual, muito se fala sobre como as pessoas têm estado ansiosas e como isso tem refletido no desenvolvimento de certas desordens em seu cotidiano. No entanto, esse fenômeno acaba por ser visto como algo exterior a quem o sente, como se o sentir-se ansioso fosse algo exclusivamente patológico e negativo. Em um sentido mais amplo, ela pode ser compreendida como um meio, um sinal, que prepara o organismo para algo ou situação alarmante, levando-o a ter alterações não apenas no campo cognitivo, como também comportamentais, afetivos, fisiológicos e neurológicos (Cardozo *et al.*, 2016).

A ansiedade é um processo fundamental que desempenha funções adaptativas em animais, incluindo humanos (Barlow *et al.*, 2021). Envolve emocionalidade negativa caracterizada por sintomas físicos, como tensão muscular, taquicardia e dor de cabeça, e sintomas emocionais, como medo, dúvida e despersonalização (Maluf, 2023), além de despertar apreensão voltada para o futuro (Barlow, 2002).

Esse complexo conjunto de pensamentos e sentimentos que aparece como uma resposta ao meio, em forma de um adoecimento, também pode ser discutido como uma condição inerente à existência humana, em que se faz ne-

cessária a própria condição de existir e se adaptar. Entretanto, em formas mais extremas, pode ser desadaptativo, levando à desregulação da emoção (Barlow, 2002; Barlow *et al.*, 2021), ou a um estado crônico de preocupação (Borkovec; Alcaine; Behar, 2004), como transtorno de estresse pós-traumático (Davidson; Mcfarlane, 2006).

Desse modo, a ansiedade é vista como um sintoma para algo, um indicador que deturpa o estado homeostático do ser. Seguidamente, em uma realidade mais palpável, é colocado como exemplo discentes em momentos de testes, que se averiguam altos níveis de ansiedade nos mesmos (Catrambone *et al.*, 2024; Silva, 2023).

Nesse contexto, esse tipo de ansiedade é denominado como ansiedade de teste (AT), que pode acometer inúmeros estudantes, ocasionando desordens de forma prejudicial a quem sente. Afetando não apenas em níveis cognitivos, como também interferindo no controle neural sobre a dinâmica dos batimentos cardíacos

e na interação ascendente do coração para o cérebro, evidências constatadas por Catrambone e colaboradores (2024).

Tendo em vista a AT como um dos meios pelos quais ela pode se expressar, surgem questionamentos quanto ao modo de se intervir em tal contexto. Usando como embasamento o estudo de Tian e colaboradores (2023) com estudantes universitários, tem-se o contato com áreas verdes como uma possibilidade para a redução de tais níveis.

Não obstante, em um momento em que as construções civis tomam mais espaço do que a natureza, que originalmente já estava lá, somado à crise global do meio ambiente, há uma mudança do estado da natureza para algo não natural, o que afeta não só os seres que dependem daquele ecossistema como também os seres humanos. No mundo contemporâneo, para além desses fatores já citados, o que se tem presenciado é uma ansiedade voltada para o ambiente denominada

Ansiedade Climática (AC) (Crandon *et al.*, 2022; Stoknes, 2015).

Sendo assim, acaba por ser um medo/receio diretamente ligado ao estado com que se encontra o meio ambiente no cenário atual que, devido aos eventos mais recentes, há esse temor frente à possibilidade de destruição e/ou fim dessa natureza. Voltadas para os desastres naturais, principalmente, aqueles em que há ação humana envolvida (Hajek; König, 2022).

Em contraponto, o contato humano com a natureza pode se dar e ter diversos sentidos, mas que de alguma forma ambos possuem uma ligação. Em um estudo realizado por Braçe e colaboradores (2020) foi sugerido que espaços verdes possuem um potencial benéfico na diminuição do risco para ansiedade e depressão.

Nesse sentido, a interação com espaços verdes serve como um meio preventivo e um potencializador no cuidado com a saúde mental, não apenas para um grupo específico, mas

abrangendo crianças à população mais adulta (Braçe *et al.*, 2020; Gascón *et al.*, 2018; Gunn *et al.*, 2022).

ANSIEDADE DE TESTE (AT)

A ansiedade em momentos de situação de avaliação acadêmica é uma questão complexa. Sua manifestação afeta um número considerável de estudantes, especificamente da graduação, e interfere no desempenho acadêmico e bem-estar geral (Chapell *et al.*, 2015). Compreender os fatores que contribuem com isso é de suma importância para o apoio dos discentes na gestão de seus níveis de ansiedade e melhora do desempenho acadêmico.

Definida como um conjunto de respostas comportamentais, fenomenológicas e fisiológicas concernente à preocupação mediante à possibilidade de consequências negativas ou erros em situação avaliativa, a ansiedade de teste é considerada uma expressão específica da ansiedade geral (Boparai *et al.*, 2013). Segundo sugerem Kassim e

colaboradores (2007), a AT é caracterizada pelo medo exacerbado de obter resultados insatisfatórios em exames, e emerge durante situações ou eventos em que o indivíduo se sente avaliado.

O comportamento desencadeado pela AT é reproduzido quando o indivíduo acredita que suas habilidades e capacidades intelectuais, motivacionais e sociais estão sobrecarregadas pelas demandas acadêmicas, isto é, pelas exigências do teste propriamente dito (Zeidner, 1998). Os alunos tendem a admitir o cenário como pessoalmente ameaçador e manifestam considerável apreensão, desordem cognitiva, tensão e excitação fisiológica quando expostos a contextos de avaliação (Duraku, 2017).

Conforme proposto por Kaur Khaira e colaboradores (2023), mediante as transformações no cenário educacional e das demandas enfrentadas pelos estudantes, é necessário conduzir estudos a fim de identificar intervenções eficazes para mitigar a ansiedade relacionada a avaliações.

Adicionalmente, é recomendado estabelecer um ambiente de estudo relaxante para os estudantes, oferecer suporte e estímulo à participação em atividades sociais como medidas para reduzir a ansiedade entre os alunos que se preparam para as provas, em busca da redução a curto e longo prazo (Kurt; Balci; Dilek, 2014).

Do mesmo modo, tem-se ampliado estudos relacionados à importância de ambientes verdes ao redor dos locais em que os indivíduos estudam e realizam avaliações, proporcionando benefícios à saúde e redução dos níveis da AT, bem como a prática de atividades físicas nestes locais, não devendo ser limitada à uma quantidade mínima (Tian *et al.*, 2023; Zhang; Li; Wang, 2022).

ANSIEDADE CLIMÁTICA (AC)

Diversos fatores podem culminar em um quadro de ansiedade crônica, dentre eles, podemos mencionar a mudanças climáticas que tem,

cada vez mais, sido reconhecido como causador de várias ameaças à saúde humana, incluindo a saúde mental (Clayton; Manning, 2018; Clayton; Manning; Hodge, 2014; Dodgen *et al.*, 2016, p. 217-246; Doherty; Clayton, 2011). Segundo os impactos previstos das alterações climáticas na saúde e no bem-estar humanos, parece razoável que tenham consequências emocionais negativas, como o aumento da ansiedade. Parte do potencial para esses impactos negativos provém de experiências diretas e indiretas nas emoções evocadas pela vivência de eventos causados pelas alterações climáticas, como grandes tempestades, extremos de temperaturas, secas ou desmatamento (Camargo, 2023; Pivetta, 2023).

A ansiedade climática, refere-se a ansiedade relacionada à crise climática global (Crandon *et al.*, 2022). Stoknes (2015) referiu-se à “grande dor” associada à sensação de que a natureza está mudando de maneira não natural. Cunsolo e Ellis (2018)

refere-se a essa sensação como “luto ecológico” e a caracterizam em três áreas principais: luto associado a perdas ecológicas físicas, luto associado à perda de conhecimento ambiental e luto associado a perdas futuras antecipadas.

À medida que os eventos climáticos anormais aumentam de frequência, é lógico que a preocupação com tais eventos – ou a preocupação orientada para o futuro relativamente às alterações climáticas – possa ter impacto no funcionamento psicológico dos indivíduos; que mesmo os indivíduos não sendo afetados diretamente, sua saúde mental poderá ser afetada por eventos relacionados com o clima e pelos padrões das alterações climáticas (Doherty, 2015; Doherty; Clayton, 2011).

Essa dor ecológica e a ansiedade relativamente às perdas atuais ou às mudanças futuras previstas são um sinal de relacionamento ou ligação com o mundo natural. A preocupação e a tristeza podem acompanhar

a sensação de que lugares e coisas de valor estão sendo degradados (Wang *et al.*, 2018). Esses objetos de valor podem variar desde a casa ou outro local importante, a identidade pessoal e o senso de identidade de uma pessoa (Aruta; Guinto, 2022; Ellis; Albrecht, 2017; Norgaard, 2006) e até seu modo de vida ou cultura (Adger; Barnett, Brown; Marshall; O'Brien, 2013; Cunsolo; Ellis, 2018).

Um número crescente de reportagens nos meios de comunicação social, bem como artigos científicos (por exemplo, Clayton, 2020; Clayton e Karazsia, 2020; Crandon, Scott, Charlson e Thomas, 2022; Heeren, Mouguiama-Daouda e McNally, 2023; Tschakert, Ellis Anderson e Obeng, 2019) descrevem consequências emocionais negativas associadas simplesmente às percepções das alterações climáticas: isto é, a consciência das pessoas sobre o problema que não está ligada a experiências pessoais específicas. Por exemplo, no outono de 2018, um artigo no noticiário da

BBC descreveu o medo associado às alterações climáticas entre as crianças vietnamitas (Shukman, 2018); o Portland Press Herald (Pols, 2018) publicou um artigo sobre o aumento da ansiedade climática e o estresse emocional; em 2018, a NBC News publicou um artigo sobre “o crescente impacto emocional das alterações climáticas” (Scher, 2018). Em 2019, a revista *Grist* classificou a ansiedade climática como a “maior tendência da cultura pop” do ano (McGinn, 2019); Aruta e Guinto (2022) escreveram sobre a situação atual da ansiedade climática na população filipina e caminhos que pudessem explicar a ansiedade entre os filipinos.

Os povos que dependem mais estreitamente da terra e das atividades baseadas na terra para a sua subsistência e bem-estar (por exemplo, povos indígenas e agricultores (Aruta; Guinto, 2022) estão na linha da frente da exposição à crise climática. Esta ligação pode fazer com que se preocupem mais ou estejam mais

atentos às ameaças ambientais. Numa amostra estratificada de mais de 1.500 australianos (Dean *et al.*, 2018), as pessoas que obtiveram pontuações mais altas em uma medida que avalia a identificação pessoal com a natureza (uma subescala da escala Relacionamento com a Natureza) relataram mais sintomas de estresse, bem como níveis mais elevados de depressão e ansiedade, sugerindo que uma relação estreita com a natureza pode tornar as pessoas mais vulneráveis à ansiedade climática. É possível ver isso na prática, pois, os primeiros sinais de ansiedade climática foram vistos em cientistas do clima e natureza,

como ecólogos, biólogos e climatologistas. Como citado por Duggan e Haddaway (2023), à medida que a crise climática continua a piorar, mais pessoas estarão expostas. Como resultado, é provável que a ansiedade climática se torne mais presente, talvez mais entre os cientistas que trabalham diretamente com a natureza. Isto apresenta uma necessidade real (Duggan; Haddaway, 2023) e urgente de explorar a saúde mental desses profissionais. Abaixo temos o depoimento de Kimberley R. Miner, cientista, que fala sobre a experiência de vivenciar a ansiedade climática para a revista Nature.

“Em setembro do ano passado, antes da chegada das chuvas, a minha equipe de campo descobriu que provavelmente era tarde demais para metade dos carvalhos azuis afetados pela seca da Califórnia na região em que trabalhávamos. Devido aos anos de seca contínua, muitas das árvores não se recuperariam da perda de água a longo prazo e morreriam. Na manhã seguinte, sentei-me do lado de fora da reunião da nossa equipe científica e chorei. Uma amiga sentou-se comigo e explicou que tinha acabado de se recuperar de um episódio de sofrimento climático extremo provocado pelo estudo de ecossistemas terrestres em rápida mudança. Ela começou a tirar folga nos fins de semana (muitos de nós trabalhamos sete dias por semana) e me incentivou a fazer o mesmo.” (Miner, 2023).

ÁREAS VERDES, ATIVIDADE FÍSICA E BEM-ESTAR

A natureza é um ambiente que possui características originadas sem interferência dos humanos, isto é, espaços construídos. Constituída por fauna, flora, clima, ar e água, é possível encontrar em florestas, parques, áreas de recreação, dentre outros (Hartig *et al.*, 2014; Zijlema *et al.*, 2017). A interação entre humanos e os espaços verdes e a natureza promove benefícios à saúde e ao bem-estar, e a busca por estes ambientes possibilita abordagens de desafios relacionados à saúde física e mental (Barton; Pretty, 2010).

Segundo estudiosos (Pretty, 2004; Han, 2021; Han e Hwag, 2018), é colocado a existência de três níveis de contato/interação com esse meio (Figura 1). O primeiro nível consiste na observação, envolvendo estímulos visuais relacionados à natureza, como fotos, pinturas, visualização da natureza por meio da janela e até mesmo a realidade virtual.

No tocante ao segundo nível, há um contato mais próximo, inserido na natureza, podendo ocorrer de forma acidental ou incidental, mas sem ser a atividade principal a ser realizada naquele local, como uma conversa no parque. Por fim, no terceiro nível de contato envolve uma intencionalidade em estar em contato com a natureza diretamente, uma participação ativa com um alto nível de envolvimento, como uma atividade de jardinagem.

Conforme sugere Hartig e colaboradores (2014) o vínculo com a natureza, independentemente do nível de contato estabelecido, pode influenciar na saúde dos indivíduos e repercutir em diferentes sistemas do organismo. Quando há a interligação entre a prática de atividade física e o ambiente verde, tem sido evidenciado fundamental à saúde e bem-estar, ocasionando efeitos positivos em fatores psicológicos, fisiológicos e sociais.

Figura 1 – Níveis de interação entre o ser humano e a natureza segundo Pretty (2004), Han (2021) e Han e Hwag (2018).



Fonte: Próprios Autores, 2024.

Os benefícios de ver ou manipular o “verde” pode ser designado aos princípios da Biofilia, hipotetizado e enfatizado pelo ecólogo americano Wilson (1984), que sustenta a necessidade do ser humano estar em contato diário com a natureza. Estes princípios apoiam os espaços verdes como fonte

de soluções sustentáveis e promoção benéfica à saúde e fatores associados.

Sobre o princípio supracitado, ainda é afirmado que a conexão entre estes dois agentes existe desde os primórdios da humanidade e consiste em permanecer, tal qual uma memória celular:

Embora a evidência esteja longe de ser completa, o cérebro parece ter mantido as suas antigas capacidades, a sua rapidez canalizada. Permanecemos alertas e vivos nas florestas desaparecidas do mundo (Wilson, 1984, p. 101).

Os benefícios das áreas verdes para a qualidade ambiental, para a sociedade, saúde e qualidade de vida populacional são compreendidos como serviços ecossistêmicos, que pode ser conceituado como: os benefícios humanos derivados das interações entre os elementos do sistema natural, com destaque para a biodiversidade (Alho, 2012). Dentre os principais benefícios podemos mencionar: conforto térmico, absorção do dióxido de carbono,

controle de agentes poluentes, proteção de recursos hídricos etc. Além desses, os parques e praças arborizadas na zona urbana também são ambientes propícios para o lazer, além da relevância para a educação ambiental e conservação da natureza (Muñoz; Freitas, 2017).

Dentre essas opções para o lazer, temos a possibilidade de o indivíduo praticar suas atividades físicas

interagindo diretamente com a natureza, ou seja, praticando exercícios verdes (Pretty *et al.*, 2003). A prática de atividade física, por si só, tem sido apontada como um tratamento eficaz para depressão e ansiedade (Stubbs *et al.*, 2017); e quando essa prática é realizada junto à natureza, tem se mostrado eficaz na redução da ansiedade (Carek *et al.*, 2011; Lesser *et al.*, 2020; Moura *et al.*, 2015) em diferentes populações, como estudantes universitários (Yang, 2023). Estudos também indicam que a baixa atividade física está associada a uma maior prevalência de ansiedade (Marroquin *et al.*, 2020). A relação entre a microbiota intestinal e a ansiedade em indivíduos altamente ativos também foi investigada, demonstrando uma possível ligação entre o microbioma intestinal e a ansiedade (Martyn; Brymer, 2016).

Os exercícios verdes tem grande influência sobre as relações sociais uma vez que melhora os afetos positivos e outros aspectos cognitivos, diminui os afetos negativos e as pressões

sociais, melhorando, as possibilidades terapêuticas e tornando os benefícios dos exercícios físicos para o bem-estar mais sustentáveis (Costa *et al.*, 2020; Huber *et al.*, 2019; Niedermeier *et al.*, 2019).

Uma vez que o ser humano tem uma capacidade considerável de transformar o seu ambiente e que esse meio ambiente tem sido uma preocupação global, em decorrência, principalmente, da degradação da natureza ocasionados, em grande parcela, pelos hábitos de consumo da população (Rodrigues, 2019). Cabe destacar que esse consumo engloba desde a compra, utilização, descarte e todo o processo cotidiano de consumo de bens, serviços e processos decisórios envolvidos (Ribeiro; Veiga, 2011). Nesse sentido, o exercício verde pode ser uma maneira de melhorar a relação do homem com o ambiente no qual ele está inserido, melhorando os hábitos de consumo ecológico e reduzindo os impactos negativos no Meio Ambiente natural (Souza *et al.*, 2021).

Realizar esforços para diminuir essa degradação ao meio ambiente ou mesmo reverter esse processo, aumentando a proporção de áreas verdes pode ocasionar, além dos benefícios já mencionados, um melhor conforto térmico nas áreas urbanas. A preocupação sobre o conforto térmico teve início observando ambientes fechados buscando melhorar o desempenho em ambientes de trabalho, no entanto, essa preocupação alcançou a qualidade dos espaços públicos e ambientes para o lazer (Dacanal; Labaki; Silva, 2010). Essa preocupação com o conforto térmico reside na busca por qualidade de vida, uma vez que o clima local pode ocasionar sensações de estresse e desconforto (Nóbrega; Silva, 2011).

Quando lançamos o olhar para os exercícios verdes, pode-se perceber possíveis benefícios socioambientais dessa prática. Inicialmente, pode-se mencionar que ao promover uma melhor interação entre homem e a natureza, isso pode estimular, como supramencionado, o aumento proporcional

de cobertura vegetal o que promoveria uma melhoria no conforto térmico dos praticantes e da região circunvizinha do fragmento de área verde. Do outro lado, os exercícios físicos praticados em ambientes com mais concreto e asfalto e menos elementos da natureza expõe os praticantes aos efeitos climáticos do calor, especialmente em regiões do cariri e sertão onde as temperaturas são ainda mais elevadas

Alguns estudos já têm demonstrado os efeitos do índice de desconforto térmico sobre hábitos, efeitos fisiológicos e a influência de elementos da natureza sobre o conforto térmico. Assim, pode-se afirmar que os índices de conforto térmico são melhores no interior de bosques urbanos do que fora desses (Dacanal; Labaki; Silva, 2010) e esse conforto altera os padrões de uso em praças, ruas e áreas públicas (Nikolopoulou; Lykoudis; Kikira, 2003).

Fisiologicamente, as temperaturas podem ocasionar desde fadigas até, em níveis mais extremos, insolações,

cãibras e possibilidades de dano cerebral (AVC) (Cavalcante *et al.*, 2017). Por isso, afirma-se que a saúde do ser humano é fortemente afetada pelo clima. Tal influência pode ocorrer de maneira direta, como em ondas de calor ou desastres naturais como furacões e inundações; seja de maneira indireta, alterando o ecossistema e ciclos biogeoquímicos, aumentando a incidência de doenças (Araujo, 2012).

Portanto, desenvolver a prática de exercícios físicos nos espaços verdes tem demonstrado ser uma estratégia eficaz na redução da ansiedade, com benefícios adicionais para a saúde mental e física. A conexão com ambientes naturais e a realização de exercícios ao ar livre podem contribuir significativamente para a melhoria do bem-estar emocional e para a redução dos sintomas de ansiedade, uma vez que a natureza relacionada tem sido associada à redução da ansiedade, sugerindo que a conexão com ambientes naturais pode ter efeitos benéficos na saúde mental (Carek *et al.*, 2011)

Quando lançamos o olhar para os exercícios verdes, pode-se perceber possíveis benefícios socioambientais dessa prática e que se relaciona com a ansiedade. Inicialmente, pode-se mencionar que ao promover uma melhor interação entre homem e a natureza pode estimular, como supramencionado, o aumento proporcional de cobertura vegetal o que promoveria uma melhoria no conforto térmico dos praticantes e da região circunvizinha do fragmento de área verde. Do outro lado, os exercícios físicos praticados em ambientes com mais concreto e asfalto e menos elementos da natureza expõe os praticantes aos efeitos climáticos do calor, especialmente em regiões do cariri e sertão onde as temperaturas são ainda mais elevadas.

REFERÊNCIAS

- ADGER, W. Neil *et al.* Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. **Nature Climate Change**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 112-117, 11 nov. 2012.
- ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 26, n. 74, p. 151-166, jan. 2012.
- ARAUJO, V. F. P. **Produção e Decomposição da serapilheira em um ecossistema semiárido do nordeste brasileiro**: variação temporal e espacial e efeito da fauna de solo sobre a serrapilheira. 2012. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- ARUTA, J. J. B. R.; GUINTO, R. R.. Climate anxiety in the Philippines: current situation, potential pathways, and ways forward. **The Journal Of Climate Change And Health**, [S.L.], v. 6, p. 100138, maio 2022.
- Barlow, D. H. (2002). Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic (2nd ed.). **The Guilford Press**.
- Barlow, D. H., & Durand, V. Mark. (2012). Abnormal psychology: an integrative approach (6th ed.). **Wadsworth**, Cengage Learning.
- BARTON, J.; PRETTY, J. What is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-Study Analysis. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 44, n. 10, p. 3947-3955, 15 maio 2010.
- BOPARAI, J. K. *et al.* Impact of test anxiety on psychomotor functions and satisfaction with life of medical undergraduates during second professional curriculum. **Education In Medicine Journal**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 6-11, 30 nov. 2013.
- BORKOVEC, T. D.; ALCAINE, O. M.; BEHAR, E. Avoidance Theory of Worry and Generalized Anxiety Disorder. Em: **Generalized anxiety disorder: Advances in research and practice**. New York, NY, US: The Guilford Press, 2004. p. 77-108.
- BRAÇE, O. *et al.* Is a view of green spaces from home associated with a lower risk of anxiety and depression? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 19, p. 7014, 25 set. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197014>

- CAMARGO, B. **Calor extremo aumentou em 85% as mortes de idosos desde 1990, diz estudo.** CNN São Paulo 15/11/2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/calor-extremo-aumentou-em-85-as-mortes-de-idosos-desde-1990-diz-estudo>
- CARDOZO, M. Q. *et al.* Fatores Associados à Ocorrência de Ansiedade dos Acadêmicos de Biomedicina. **Saúde e Pesquisa**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 251, 7 out. 2016.
- CAREK, P. J.; LAIBSTAIN, S. E.; CAREK, S. M.. Exercise for the Treatment of Depression and Anxiety. **The International Journal Of Psychiatry In Medicine**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 15-28, jan. 2011.
- CATRAMBONE, V. *et al.* Integrative neuro-cardiovascular dynamics in response to test anxiety: a brain-heart axis study. **Physiology & Behavior**, [S.L.], v. 276, p. 114460, mar. 2024.
- CAVALCANTE, F. M. S.; BRUNO, I.; FIGUEREDO, M. L. **Análise Do Índice De Calor E Desconforto Térmico Na Cidade De Caicó-RN.** n. 83, 2017. Anais II CONIDIS. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/33120>. Acesso em: 27/03/2024
- CHAPELL, M. S. *et al.* Test Anxiety and Academic Performance in Undergraduate and Graduate Students. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 2, p. 268-274, maio 2005. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.2.268>
- CLAYTON, S. Climate anxiety: Psychological responses to climate change. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 74, p. 102263, ago. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>
- CLAYTON, S., KARAZSIA, B. T. **Development and validation of a measure of climate change anxiety.** Journal of Environmental Psychology, vol. 69, junho 2020, 101434. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101434>
- CLAYTON, S.; MANNING, C. Introduction. **Psychology and Climate Change: Human perceptions, impacts, and responses.** Elsevier Academic Press.Elsevier, 2018. p. 1-10.
- CLAYTON, S; MANNING, C; HODGE, C. BEYOND STORMS & DROUGHTS:: the psychological impacts of climate change. **American Psychological Association And Ecoamerica.** Washington, Dc, p. 1-51. jun. 2014. Disponível em: https://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2014/06/eA_Beyond_Storms_and_Droughts_Psych_Impacts_of_Climate_Change.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.

- COSTA, A. B. DOS S. *et al.* Cognitive and emotional responses to urban and nature exposures in the Brazilian Cerrado. **Revistas Heringeriana**, v. 14, n. 1, p. 21-32, 2020.
- CRANDON, T. J. *et al.* A social-ecological perspective on climate anxiety in children and adolescents. **Nature Climate Change**, v. 12, n. 2, p. 123-131, fev. 2022.
- CUNSOLO, A.; ELLIS, N. R. Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 4, p. 275-281, abr. 2018.
- DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. DA. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, p. 115-132, jun. 2010.
- DAVIDSON, J. R. T.; MCFARLANE, A. C. The extent and impact of mental health problems after disaster. **The Journal of Clinical Psychiatry**, v. 67 Suppl 2, p. 9-14, 2006.
- DEAN, J. H. *et al.* Is Nature Relatedness Associated with Better Mental and Physical Health? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 7, p. 1371, jul. 2018. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15071371>
- DODGEN, D. *et al.* **Ch. 8: Mental Health and Well-Being. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment.** [s.l.] U.S. Global Change Research Program, 2016. Disponível em: <<https://health2016.globalchange.gov/downloads#mental-health-and-well-being>>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- DOHERTY, T. J.; CLAYTON, S. The psychological impacts of global climate change. **American Psychologist**, v. 66, n. 4, p. 265-276, 2011.
- DOHERTY, T. J.; CLAYTON, S.. The psychological impacts of global climate change. **American Psychologist**, [S.L.], v. 66, n. 4, p. 265-276, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/a0023141>. Acesso em: 22 mar. 2024.
- DUGGAN, J.; HADDAWAY, N. R. **Group therapy helps scientists cope with challenging “climate emotions”.** Disponível em: <https://theconversation.com/group-therapy-helps-scientists-cope-with-challenging-climate-emotions-208933>. Acesso em: 27 mar. 2024.
- DURAKU, Z. H. Factors Influencing Test Anxiety Among University Students. **The European Journal of Social & Behavioural Sciences**, v. 18, n. 1, p. 69-78, 1 jan. 2017.

ELLIS, N. R.; ALBRECHT, G. A.. Climate change threats to family farmers' sense of place and mental wellbeing: a case study from the western Australian wheatbelt. **Social Science & Medicine**, [S.L.], v. 175, p. 161-168, fev. 2017.

GASCÓN, M. *et al.* Long-term exposure to residential green and blue spaces and anxiety and depression in adults: A cross-sectional study. **Environmental Research**, v. 162, p. 231-239, abr. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.01.012>

GUNN, C.; VAHDATI, M.; SHAHRESTANI, M. Green walls in schools - The potential well-being benefits. **Building and Environment**, v. 224, p. 109560, out. 2022.

HAJEK, A.; KÖNIG, H.H.. Climate anxiety in Germany. **Public Health**, [S.L.], v. 212, p. 89-94, nov. 2022.

HAN, K.-T.; WANG, P.-C. Empirical Examinations of Effects of Three-Level Green Exercise on Engagement with Nature and Physical Activity. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 2, p. 375, 22 fev. 2018.

HAN, K.-T. Effects of Three Levels of Green Exercise, Physical and Social Environments, Personality Traits, Physical Activity, and Engagement with Nature on Emotions and Attention. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2686, 2 mar. 2021.

HARTIG, T.; MITCHELL, R.; VRIES, S. de; FRUMKIN, H. Nature and Health. **Annual Review Of Public Health**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 207-228, 18 mar. 2014.

HEEREN, A.; MOUGUJAMA-DAOUDA, C.; MCNALLY, R. J. A network approach to climate change anxiety and its key related features. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 93, p. 102625, jan. 2023.

HUBER, D. *et al.* Green exercise and mg-ca-SO₄ thermal balneotherapy for the treatment of non-specific chronic low back pain: a randomized controlled clinical trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, p. 221, 17 dez. 2019.

KASSIM, M. A.; HANAFI, S. R. B. M.; DRJPIE, H. Test anxiety and its consequences on academic performance among university students. **Adv Psychol Res**, v. 15, p. 17-37, 2007.

KAUR KHAIRA, M. *et al.* Interventional Strategies to Reduce Test Anxiety among Nursing Students: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 2, p. 1233, 10 jan. 2023.

KURT, A. S.; BALCI, S.; DILEK, K. Test anxiety levels and related factors: students preparing for university exams. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, v. 64, n. 11, 2014.

LESSER, I. A. *et al.* A mixed-methods evaluation of a group based trail walking program to reduce anxiety in cancer survivors. *Applied Cancer Research*, v. 40, n. 1, p. 10, dez. 2020.

MARROQUÍN, B.; VINE, V.; MORGAN, R. Mental health during the COVID-19 pandemic: Effects of stay-at-home policies, social distancing behavior, and social resources. *Psychiatry Research*, v. 293, p. 113419-113419, 1 nov. 2020.

MARTYN, P.; BRYMER, E. The relationship between nature relatedness and anxiety. *Journal of Health Psychology*, v. 21, n. 7, p. 1436-1445, jul. 2016.

MCGINN, M. **2019's biggest pop-culture trend was climate anxiety.** Disponível em: <<https://grist.org/politics/2019s-biggest-pop-culture-trend-was-climate-anxiety/>>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MINER, K. R. I'm a climate scientist. Here's how I'm handling climate grief. *Nature*, p. d41586- 023- 02619- 0, 17 ago. 2023.

MOURA, A. M. DE S. *et al.* Effects of Aerobic Exercise on Anxiety Disorders: A Systematic Review. *CNS & Neurological Disorders - Drug Targets*, v. 14, n. 9, p. 1184-1193, [s.d.].

MUÑOZ, A. M. M.FREITAS, S. R. de. Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: revisão das publicações de 2003 a 2015. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 89-104, 1 ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/10049>. Acesso em: 28 mar. 2024.

NIEDERMEIER, M. *et al.* The role of anthropogenic elements in the environment for affective states and cortisol concentration in mountain hiking – a crossover trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 2, 2019.

NIKOLOPOULOU, M.; LYKOUDIS, S.; KIKIRA, M. Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece. *Proceedings of the fifth international conference on urban climate, Lodz*, p. 1-5, 2003.

NÓBREGA, R. S.; SILVA, T. V. L. DA. O MICROCLIMA E O (DES)CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES ABERTOS NA CIDADE DO RECIFE THE MICROCLIMATE AND THERMAL (DIS)COMFORT IN OPEN ENVIRONMENTS IN RECIFE CITY. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 93-109, 2011.

NORGAARD, K. M. “We Don’t Really Want to Know”: Environmental Justice and Socially Organized Denial of Global Warming in Norway. **Organization & Environment**, v. 19, n. 3, p. 347-370, set. 2006.

PIVETTA, M. **Variações de temperaturas podem provocar 5 milhões de mortes por ano**. Publicado on-line em 31 ago 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/variacoes-de-temperaturas-podem-provocar-5-milhoes-de-mortes-por-ano/>

POLS, M. **Climate anxiety**: A strain of emotional stress is on the rise. Disponível em: <https://www.pressherald.com/2018/11/04/climate-change-brings-climate-anxiety/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

PRETTY, J. *et al.* Green exercise: complementary roles of nature, exercise and diet in physical and emotional well-being and implications for public health policy. **Occasional Papers, Centre for Environment and Society, University of Essex**, v. 2003-1, n. March, p. 38pp, 2003.

PRETTY, J. How nature contributes to mental and physical health. **Spirituality And Health International**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 68-78, jun. 2004.

RIBEIRO, J. D. A.; VEIGA, R. T. Proposição de uma escala de consumo sustentável. **Revista de Administração**, v. 46, p. 45-60, 2011.

RODRIGUES, L. F. **Exercício verde e envelhecimento**: relações do idoso em experiências lúdicas na natureza. [s.l.] Universidade Federal de Sergipe, 2019.

SCHER, A. “Climate grief”: The growing emotional toll of climate change. Disponível em: <https://www.nbcnews.com/health/mental-health/climate-grief-growing-emotional-toll-climate-change-n946751>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SHUKMAN, D. **Vietnam’s children and the fear of climate change**. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/science-environment-45738136>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SILVA, C. C. D. O significado da ansiedade na clínica existencial-humanista: uma leitura a partir de Rollo May. **Revista Psicopatologia Fenomenológica Contemporânea**, v. 12, n. 3, p. 3-14, 20 dez. 2023.

SOUZA, C.; WURLITZER, B. R.; MOREIRA, V. REVISITANDO A ANSIEDADE NA OBRA DE ROLLO MAY: DIÁLOGOS COM A FENOMENOLOGIA CLÍNICA. **Psicologia em Revista**, v. 27, n. 2, p. 440-454, 2021.

STOKNES, P. E. What we think about when we try not to think about global warming: toward a new psychology of climate action. **White River Junction**, Vermont: Chelsea Green Publishing, 2015.

STUBBS, B. *et al.* An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: A meta-analysis. **Psychiatry Research**, v. 249, p. 102-108, 1 mar. 2017.

TIAN, M. *et al.* Effects of greenness in university campuses on test anxiety among Chinese university students during COVID-19 lockdowns: a correlational and mediation analysis. **International Journal of Environmental Health Research**, p. 1-13, 11 out. 2023.

TSCHAKERT, P. *et al.* One thousand ways to experience loss: A systematic analysis of climate-related intangible harm from around the world. **Global Environmental Change**, v. 55, p. 58-72, mar. 2019.

WANG, S. *et al.* Emotions predict policy support: Why it matters how people feel about climate change. **Global Environmental Change**, v. 50, p. 25-40, maio 2018.

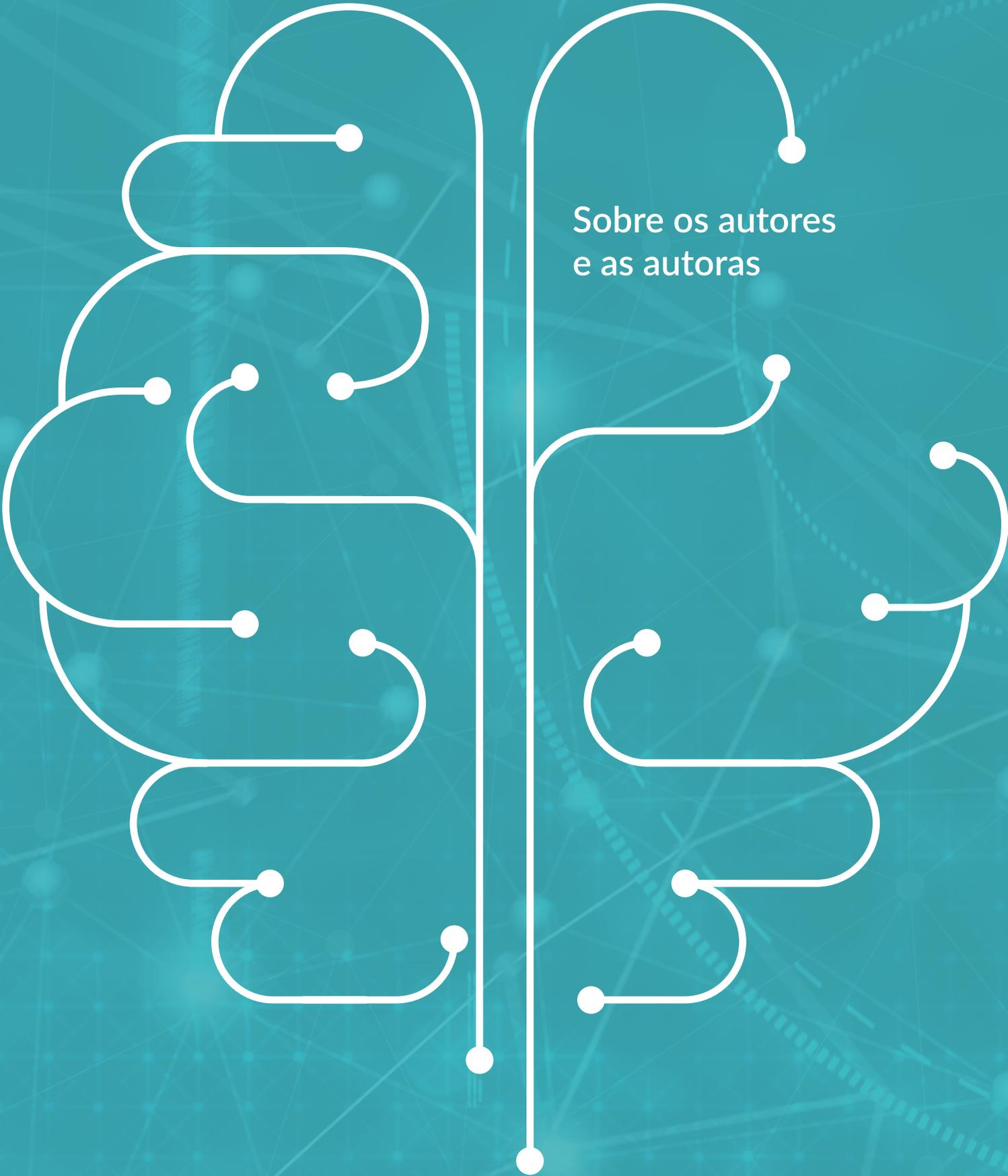
WILSON, E. O. **Biophilia: The human bond with other species**. Harvard Univ. Press. 1984.

YANG, H. *et al.* Association between physical activity levels and anxiety or depression among college students in China during the COVID-19 pandemic: A meta-analysis. **Medicine**, v. 102, n. 49, p. e36524, 8 dez. 2023.

ZHANG, X.; LI, W.; WANG, J. Effects of Exercise Intervention on Students' Test Anxiety: A Systematic Review with a Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 11, p. 6709, 31 maio 2022.

ZIJLEMA, W. L. *et al.* The relationship between natural outdoor environments and cognitive functioning and its mediators. **Environmental Research**, v. 155, p. 268-275, maio 2017.

ZEIDNER, M. **Test anxiety: the state of the art.** New York: Plenum Press, 1998.



Sobre os autores
e as autoras

Ana Beatriz Oliveira da Fonsêca

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento. Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Membro do Grupo de Estudos em Exercícios físicos e Natureza (GrEEN/UFPB).

Bruno Gonçalves de Medeiros

Doutorando em Neurociência Cognitiva e Comportamento pela Universidade Federal da Paraíba. Mestre em Saúde Coletiva pela Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi. Professor de Psicologia da Universidade Potiguar. Psicólogo Clínico.

Cintia Ricaele Ferreira da Silva

Graduanda em Psicologia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Bolsista do Prêmio Destaque em Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação pela UFRN. Atua na área de neurociência cognitiva e processamento de sinais biológicos.

Dara Vitória Ferreira Gonçalves

Graduanda em Psicologia pela Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi.

Deborah Lima-Rossetti

Mestre em Análise do Comportamento Aplicada. Especialização em Psicopedagogia Comportamental e formada em avaliação neuropsicológica infantil. Atua na gestão técnica e supervisão de casos de intervenções analítico comportamentais para alfabetização e letramento de indivíduos com transtorno do espectro autista, deficiência intelectual e síndromes genéticas.

Francisco Gilbergue Queiroz

Graduando em Psicologia pela UFRN/FACISA. Bolsista do programa de iniciação científica pela rede Ebserh. Tem interesse na área de Regulação Emocional e Validação de Instrumentos.

Gabriella Nayara Siqueira de Lima Conserva

Doutoranda e Mestre em Neurociência Cognitiva e Comportamento pela UFPB. Bacharel em Terapia Ocupacional pela UFPB. Atua nas áreas de saúde funcional, reabilitação física, estimulação cognitiva e saúde mental.

João Pedro Silva de Araújo

Graduando em Psicologia pela Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi.

Larissa Carla Araújo da Costa

Graduanda em Psicologia pela Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi.

Lídia Rezende Encide

Doutoranda e Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da UFPB. Especialização em Neuropsicologia pelo Centro Universitário de João Pessoa. Bacharelado em Psicologia pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas Sobral Pinto.

Lucas Vitorino da Silva

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento. Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário de João Pessoa – Unipê. Atuou no Grupo de Estudo intitulado: Liga Acadêmica de Neurociência – LANC. Atualmente é membro do Grupo de Estudos em Exercícios físicos e Natureza (GrEEN/UFPB).

Luiz Carlos Serramo Lopez

Doutorado e mestrado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Graduado em Ciências Biológicas e Psicologia. Professor adjunto da UFPB. Coordenador do Laboratório de Ecologia Comportamental e Psicobiologia (LECOPsi/UFPB). Pesquisador colaborador do programa “Mente Aberta” de pesquisa e extensão em mindfulness da Unifesp. Professor do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da UFPB.

Maria José Nunes Gadelha

Doutora em Psicologia pela Universidade Federal da Paraíba. Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Coordenadora do Grupo de Pesquisa Aplicada em Cognição e Comportamento. Atua em pesquisas voltadas para Memória Háptica e Regulação Emocional.

Maria Lorena de Assis Candido

Doutoranda no programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento. Mestrado em ciência animal pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Animal pela UFPB. Especialização em Saúde Coletiva pela FIP. Graduação em Educação Física pela UFPB. Professora assistente da UFPB. Membro do Grupo de Estudos em Exercícios físicos e Natureza (GrEEN/UFPB).

Mariana de Sousa Santos Hempel

Mestrado em Biotecnologia Marinha pelo Programa de Biotecnologia Marinha pela Universidade Federal Fluminense no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). Atuou no laboratório de Biotecnologia Aplicada a Reprodução Animal – LABRA e no laboratório de Síntese de Produtos Naturais.

Marcus Vinicius Costa Alves

Doutor em Psicobiologia pela Universidade Federal de São Paulo. Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Neuropsicologia Social e Cognitiva. Pesquisador com ênfase no estudo dos processos cognitivos básicos, esquecimento e esforço mental.

Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino

Doutora em Neuropsiquiatria e ciências do Comportamento pela UFPE. Professora do Departamento de Psicologia e do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento – UFPB.

Natany de Souza Batista Medeiros

Doutora e Mestre em Neurociência Cognitiva e Comportamento (PPGNeC) pela UFPB. Psicóloga Clínica do Departamento de Medicina Clínica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atua em Terapias Comportamentais Contextuais.

Nelson Torro-Alves

Doutorado e Mestrado em Psicobiologia pela Universidade de São Paulo. Bacharelado em Psicologia. Professor do Departamento de Psicologia e do Programa de Pós-graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da UFPB.

Pedro Henrique Souza Araújo

Graduando em Psicologia pela Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA/UFRN). Atua em linhas de pesquisa sobre Neurociências, Neuropsicologia e Psicobiologia com atual enfoque nos temas: comportamento e memória.

Rafael Petrucci Marques Pinto

Especialização em Logoterapia pelo Centro Universitário Católico Italo-Brasileiro. Especialização em Filosofia Aplicada pelo Instituto de Ciências da Mente. Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba.

Rarielly Virginia Medeiros Dantas

Graduada em Psicologia pela UFRN/FACISA. Residente no Programa Multiprofissional em Assistência Materno-Infantil HUAB/UFRN.

Sabrina Michaelly Alves dos Santos Oliveira

Graduanda em ciências biológicas, na Universidade Federal da Paraíba. Tem atuado no estudo sobre ansiedade climática, neurociência e fisiologia animal e humana. Atualmente é membro do Grupo de Estudos em Exercícios físicos e Natureza (GrEEN/UFPB).

Thaís Mykaella Pereira da Silva

Mestranda em Neurociência. Psicóloga clínica, atua com a Terapia Cognitivo Comportamental. Vinculada ao Laboratório de Pesquisa em Cognição e Comportamento (LAPECC).

Thiago Siqueira Paiva de Souza

Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA pela UFPB. Mestrado em Educação Física pela UPE/UFPB. Especialização em Fisiologia do Exercício pela UFPB. Graduação em Educação Física pela UFPB. Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba. Professor do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento da UFPB. Líder do Grupo de Estudos em Exercícios físicos e Natureza (GrEEN/UFPB).





Nota à edição

Evandro Leite de Souza
Pró-Reitor de Pós-Graduação

Geysa Flávia Câmara de Lima Nascimento
Diretora Geral da Editora UFPB

Esta obra que você, leitor, tem em mãos foi contemplada pelo Edital PRPG/UFPB N° 01/2024, financiado pelo Programa de Apoio à Produção Científica – PRÓ-PUBLICAÇÃO DE LIVROS da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, uma parceria entre a Editora UFPB e a PRPG. Ela representa o esforço de diversos pesquisadores e pesquisadoras, docentes, servidores técnico-administrativos, alunos e alunas desta instituição para divulgar o conhecimento científico produzido pela Universidade Federal da Paraíba.

O edital possibilitou a publicação de 13 livros em formato eletrônico sobre as mais variadas temáticas, reunindo pesquisadores ligados a dez departamentos, vinculados a sete diferentes centros de ensino e a dois campi da UFPB.

Das ciências das religiões às ciências da saúde, passando pelos estudos literários e sociais, apresentando reflexões sobre o fazer científico e os desafios educacionais, os títulos contemplados este ano apresentam um retrato – parcial e incompleto, visto que não contempla toda a pesquisa realizada na UFPB, mas ainda assim bastante significativo – da contribuição que nossa Instituição oferece à sociedade brasileira no intuito de avançar o fazer científico e ajudar no desenvolvimento do País.



Título NEUROCIÊNCIA EM AÇÃO: ANALISANDO AS CONEXÕES
ENTRE COGNIÇÃO, EMOÇÃO E AMBIENTE

Organizador Thiago Siqueira Paiva de Souza

Projeto gráfico e Capa Mônica Câmara

Imagens de Capa Freepik

Formato e-book (PDF - 27,5x27,5 cm)

Tipografias Lato
Minion Pro

Número de páginas 169

Neurociência em Ação explora as conexões entre cognição, emoção e ambiente, revelando as descobertas mais recentes e inovadoras da neurociência. Organizado por docentes do Programa de Pós-Graduação em Neurociência Cognitiva e Comportamento, o livro reúne contribuições de destacados pesquisadores de diversas instituições brasileiras, oferecendo uma visão ampla e atualizada sobre temas como *Exercícios Verdes e Consumo Sustentável*, *Neuroestimulação e Controle Cognitivo em Mulheres*, *Memória Háptica e Visual em Adultos Jovens*, *Reconhecimento de Emoções Faciais*, *Esforço Mental em Tarefas Simples* e a relação entre *Atividade Física, Natureza e Ansiedade*.

Com uma abordagem interdisciplinar, a obra conecta avanços teóricos da neurociência a aplicações práticas, essenciais para profissionais e estudantes de áreas como Psicologia, Medicina, Educação Física, Ciências Biológicas e áreas afins. Escrita por doutores, mestres e especialistas, *Neurociência em Ação* é uma leitura indispensável para quem deseja entender as complexas interações entre cérebro, comportamento e ambiente. Esta obra desperta a curiosidade e convida o leitor a mergulhar no fascinante universo da neurociência.

